



# Edison S.p.A. Milano, Italia

## “Taccu sa Pruna” – Impianto di Accumulo Idroelettrico Mediante Pompaggio ad Alta Flessibilità

### Sintesi Non Tecnica dello Studio di Impatto Ambientale

Doc. No. P0030780-1-H2 Rev. 1 – Luglio 2023

| Rev. | Descrizione       | Preparato da                          | Controllato da | Approvato da  | Data        |
|------|-------------------|---------------------------------------|----------------|---------------|-------------|
| 1    | Seconda Emissione | Rina Consulting S.p.A.                | C. Valentini   | M. Compagnino | Luglio 2023 |
| 0    | Prima Emissione   | C. Giuliani<br>M. Mancuso<br>S. Conza | C. Valentini   | M. Compagnino | Giugno 2022 |

Tutti i diritti, traduzione inclusa, sono riservati. Nessuna parte di questo documento può essere divulgata a terzi, per scopi diversi da quelli originali, senza il permesso scritto di RINA Consulting S.p.A.

## INDICE

|  | Pag.      |
|--|-----------|
| <b>LISTA DELLE TABELLE</b>   | <b>3</b>  |
| <b>LISTA DELLE FIGURE</b>  | <b>3</b>  |
| <b>1 LOCALIZZAZIONE E CARATTERISTICHE DEL PROGETTO</b>   | <b>4</b>  |
| 1.1 INTRODUZIONE   | 4         |
| 1.2 DESCRIZIONE DELL'INIZIATIVA  | 4         |
| 1.3 IL SOGGETTO PROPONENTE   | 5         |
| 1.4 INFORMAZIONI TERRITORIALI  | 6         |
| 1.4.1 Inquadramento Territoriale   | 6         |
| 1.4.2 Tutele e Vincoli   | 6         |
| <b>2 MOTIVAZIONE DELL'OPERA</b>  | <b>23</b> |
| <b>3 OPZIONE ZERO E ALTERNATIVE DI PROGETTO</b>  | <b>24</b> |
| 3.1 OPZIONE ZERO   | 24        |
| 3.2 ANALISI DELLE ALTERNATIVE DI PROGETTO  | 25        |
| <b>4 CARATTERISTICHE DIMENSIONALI E FUNZIONALI DEL PROGETTO</b>  | <b>26</b> |
| 4.1 DESCRIZIONE DELLA FASE DI CANTIERE   | 26        |
| 4.1.1 Aree e Fasi di Lavoro  | 26        |
| 4.1.2 Descrizione Attività di Cantiere   | 29        |
| 4.1.3 Sistema di Ventilazione  | 35        |
| 4.1.4 Gestione delle Acque in Fase di Cantiere   | 35        |
| 4.1.5 Sistema di Trasporto Smarino con Nastri  | 36        |
| 4.1.6 Mezzi e Macchinari di Cantiere   | 37        |
| 4.1.7 Viabilità  | 37        |
| 4.2 DESCRIZIONE DEL PROGETTO   | 38        |
| 4.2.1 Descrizione Generale   | 38        |
| 4.2.2 Opere costituenti il Nuovo Impianto  | 38        |
| 4.3 DESCRIZIONE DELLE FASI DI DISMISSIONE E RIPRISTINO   | 44        |
| 4.3.1 Interventi di Dismissione delle Opere al Termine della Concessione di Esercizio                      | 45        |
| 4.3.2 Dismissione e Ripristino Ambientale delle Opere  | 46        |
| 4.3.3 Tipologia Di Materiali – Smaltimenti e Recupero  | 48        |
| 4.4 INTERAZIONI CON L'AMBIENTE   | 48        |
| 4.4.1 Fase di Cantiere   | 48        |
| 4.4.2 Fase di Esercizio  | 54        |
| 4.5 GESTIONE DEI RISCHI ASSOCIATI A EVENTI INCIDENTALI E ATTIVITÀ DI PROGETTO                              | 56        |
| 4.5.1 Rischi Associati a Gravi Eventi Incidentali  | 56        |
| 4.5.2 Rischi Associati ad Attività di Progetto   | 56        |
| 4.5.3 Rischi associati alle calamità naturali  | 57        |
| <b>5 STIMA DEI POTENZIALI IMPATTI AMBIENTALI, MISURE DI MITIGAZIONE E DISPOSIZIONI PER IL MONITORAGGIO</b> | <b>59</b> |
| 5.1 STIMA DEGLI IMPATTI AMBIENTALI E MISURE DI MITIGAZIONE   | 59        |
| 5.1.1 Metodologia  | 59        |
| 5.1.2 Stima degli Impatti condotta nello SIA   | 61        |
| 5.1.3 Impatti Cumulativi   | 69        |
| 5.1.4 Considerazioni Conclusive  | 70        |
| 5.2 DISPOSIZIONI PER IL MONITORAGGIO   | 70        |

***Si noti che nel presente documento i valori numerici sono stati riportati utilizzando la seguente convenzione:***

*separatore delle migliaia = virgola (,)*

*separatore decimale = punto (.)*

## LISTA DELLE TABELLE

|               |  |    |
|---------------|--|----|
| Tabella 4.1:  | Aree e Fasi di Lavoro  | 26 |
| Tabella 4.2:  | Caratteristiche Mezzi e Macchine di Cantiere                   | 37 |
| Tabella 4.3:  | Caratteristiche principali del singolo gruppo ternario         | 39 |
| Tabella 4.4:  | Caratteristiche Principali del Bacino di Monte                 | 43 |
| Tabella 4.5:  | Codici C.E.R. dei rifiuti in fase di dismissione               | 48 |
| Tabella 4.6:  | Prelievi idrici in Fase di Cantiere                            | 49 |
| Tabella 4.7:  | Scarichi idrici in Fase di Cantiere                            | 50 |
| Tabella 4.8:  | Terre e Rocce da Scavo   | 50 |
| Tabella 4.9:  | Rifiuti Prodotti in Fase di Cantiere                           | 52 |
| Tabella 4.10: | Utilizzo Materie Prime/Risorse                                 | 52 |
| Tabella 4.11: | Ubicazione delle Aree di Cantiere                              | 52 |
| Tabella 4.12: | Prelievi Idrici in Fase di Esercizio                           | 54 |
| Tabella 4.13: | Scarichi Idrici in Fase di Esercizio                           | 54 |
| Tabella 4.14: | Produzione di Rifiuti in Fase di Esercizio                     | 55 |
| Tabella 4.15: | Consumo di Suolo in Fase di Esercizio                          | 55 |
| Tabella 5.1:  | Riepilogo degli Impatti Potenziali Stimati – Fase di Cantiere  | 62 |
| Tabella 5.2:  | Riepilogo degli Impatti Potenziali Stimati - Fase di Esercizio | 67 |
| Tabella 5.3:  | Quadro sinottico della Proposta di PMA                         | 71 |

## LISTA DELLE FIGURE

|             |  |    |
|-------------|--|----|
| Figura 1.1: | Inquadramento Opere a Progetto   | 4  |
| Figura 1.2: | Vincolo Idrogeologico (Regione Sardegna, Geoportale aree tutelate, Sito Web)                             | 18 |
| Figura 1.3: | Modello Pericolosità sismica ( <a href="http://esse1-gis.mi.ingv.it/">http://esse1-gis.mi.ingv.it/</a> ) | 22 |
| Figura 4.1: | Area di lavoro di monte  | 30 |
| Figura 4.2: | Area di Lavoro di Valle  | 33 |

## 1 LOCALIZZAZIONE E CARATTERISTICHE DEL PROGETTO

### 1.1 INTRODUZIONE

Il progetto in esame è interamente ubicato nel Comune di Esterzili, nella Provincia del ex Sud Sardegna ora Città Metropolitana di Cagliari (Regione Sardegna), al confine con i Comuni di Nurri, Sandali, Seui, Ussassai, Ulassai, Perdasdefogu, Escalaplano e Orroli.

Il progetto in esame, in particolare, interesserà l'invaso esistente Flumendosa, creato artificialmente dallo sbarramento della diga Diga Nuraghe Arrubiu, il quale, con un volume totale d'invaso pari a 316,420,000 m<sup>3</sup> e una quota di invaso pari a 268 m s.l.m., costituirà il bacino di valle. Il bacino di monte sarà realizzato circa 2.5 km più a Est, in una zona caratterizzata da “area a pascolo naturale” e porzioni di “macchia mediterranea”, ad una quota di circa 200 m superiore rispetto al bacino di valle (Lago Flumendosa).

L'area di intervento, in particolare, è stata selezionata in seguito ad una attenta analisi del territorio Sardo che ha considerato le volumetrie degli invasi esistenti, la presenza di dislivelli di almeno 200 m entro un raggio ragionevole dall'invaso esistente, nonché la vincolistica presente.

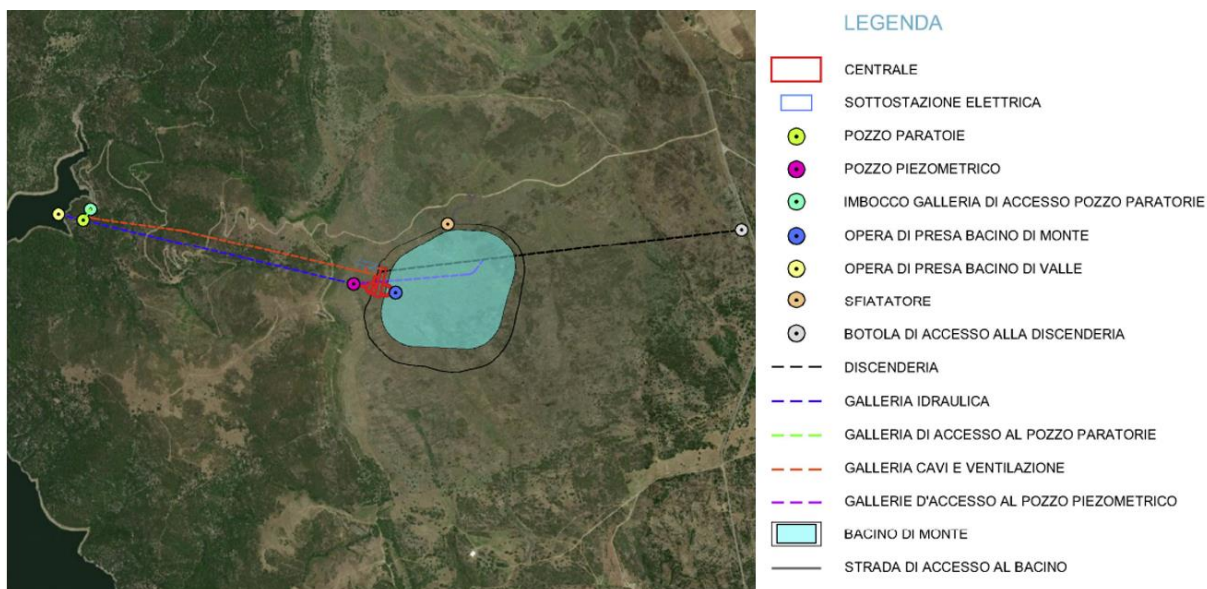


Figura 1.1: Inquadramento Opere a Progetto

### 1.2 DESCRIZIONE DELL'INIZIATIVA

L'impianto di accumulo idroelettrico mediante pompaggio in progetto prevede la realizzazione di un invaso di accumulo della risorsa idrica derivata dall'invaso Flumendosa per un volume utile di circa 3,000,000 m<sup>3</sup>, in corrispondenza dell'invaso stesso, nel territorio di Esterzili (CA).

Nel presente progetto è stata adottata la configurazione di macchine idrauliche che garantisce, ad oggi, la massima flessibilità: il gruppo ternario con possibilità di funzionamento in corto-circuito-idraulico. Questa tipologia di gruppo è composta essenzialmente da una pompa, una macchina elettrica funzionante sia come generatore che come motore ed una turbina sullo stesso asse. Ogni macchinario di questo gruppo ruota sempre nello stesso senso, sia in fase di generazione che di pompaggio, e pertanto i tempi di transizione tra le due fasi sono sensibilmente inferiori al più comune sistema alternativo, ossia i gruppi binari (in cui vi è un'unica macchina che idraulica che funge da turbina se ruota in un senso e da pompa se ruota nel senso opposto).

Il sistema dell'impianto in corto circuito idraulico, come sopra evidenziato, consente il funzionamento simultaneo di pompa e turbina, ed una rapida regolazione della ripartizione delle portate tra queste due macchine: in questo modo è possibile sfruttare un più ampio ventaglio di potenze, sia in fase di generazione che di pompaggio, al cui interno è possibile muoversi nei minimi tempi possibili per gli impianti di pompaggio.

Il pompaggio fornirà anche servizi che saranno essenziali per garantire la corretta integrazione delle rinnovabili, assorbendo parte dell'*overgeneration* nelle ore centrali della giornata e producendo energia in corrispondenza della rampa di carico serale in cui il sistema si trova in assenza di risorse (coprendo quindi il fabbisogno nelle ore di alto carico e scarso apporto di risorse solare/eolico). Il pompaggio potrà così contribuire alla riduzione del *curtailment* e delle congestioni di rete.

Il funzionamento dell'impianto di pompaggio prevede il prelievo di volumi di acqua in poche ore; in particolare, il prelievo dall'invaso Flumendosa (bacino di valle) dell'intero volume utile dell'impianto (circa 3,000,000 m<sup>3</sup>) avviene in un tempo minimo di circa 8.5 h); analogamente, in fase di generazione, è possibile restituire il volume accumulato nel bacino di monte (circa 3,000,000 m<sup>3</sup>) con la stessa tempistica (circa 8.5 h). Questi cicli di prelievo e restituzione, la cui occorrenza dipenderà dalle esigenze di stabilizzazione della rete elettrica nazionale e dalla effettiva disponibilità di acqua presso l'invaso di Nuraghe Arrubiu, dovrebbe avere una cadenza giornaliera.

In particolare, gli impianti di pompaggio costituiscono una risorsa strategica per il sistema elettrico, stante la capacità di fornire – in tempi rapidi – servizi pregiati di regolazione di frequenza e tensione, nonché di fornire un contributo significativo all'inerzia del sistema, potendo quindi contribuire significativamente in termini di adeguatezza, qualità e sicurezza del sistema elettrico nazionale.

L'iniziativa di Edison è inoltre coerente con le esigenze di Terna, che ritiene indispensabile la realizzazione di ulteriore capacità di accumulo idroelettrico e/o elettrochimico in grado di contribuire alla sicurezza e all'inerzia del sistema attraverso la fornitura di servizi di rete (regolazione di tensione e frequenza) e di garantire la possibilità di immagazzinare l'energia prodotta da fonti rinnovabili non programmabili quando questa è in eccesso rispetto alla domanda o alle capacità fisiche di trasporto della rete, minimizzando/eliminando le inevitabili situazioni di congestione; un maggior apporto di accumulo, segnatamente accumulo idroelettrico, è indispensabile per un funzionamento del sistema elettrico efficiente ed in sicurezza.

Infatti, le variazioni del contesto, incremento FER (Fonti Energetiche Rinnovabili) e contestuale dismissione di impianti termoelettrici poco efficienti, causano già oggi, e ancor di più in futuro, significativi impatti sulle attività di gestione della rete che sono riconducibili principalmente a caratteristiche tecniche di questi impianti, alla loro non programmabilità e alla loro localizzazione spesso lontana da centri di consumo, causando un aumento delle situazioni di congestione sulla rete di trasmissione, specialmente da Sud verso Nord.

Il pompaggio fornirà servizi essenziali per garantire la corretta integrazione delle rinnovabili, assorbendo parte dell'*overgeneration* nelle ore centrali della giornata e producendo energia in corrispondenza della rampa di carico serale in cui il sistema si trova in assenza di risorse (coprendo quindi il fabbisogno nelle ore di alto carico e scarso apporto di solare/eolico) e potrà così contribuire anche alla riduzione delle congestioni di rete.

### 1.3 IL SOGGETTO PROPONENTE

Edison, con 140 anni di storia, è la società energetica più antica d'Europa ed è oggi uno dei principali operatori energetici in Italia, attivo nella produzione e vendita di energia elettrica, nell'approvvigionamento, vendita e stoccaggio di gas naturale, nella fornitura di servizi energetici, ambientali al cliente finale nonché nella progettazione, realizzazione, gestione e finanziamento di impianti e reti di teleriscaldamento a biomassa legnosa e/o gas o biogas.

Attualmente Edison è il terzo operatore italiano per capacità elettrica installata con 6.5 GW di potenza e copre circa il 7% della produzione nazionale di energia elettrica. Il parco di produzione di energia elettrica di Edison è costituito da 240 impianti, tra cui 117 centrali idroelettriche (83 mini-idro), 53 campi eolici e 56 fotovoltaici o e 14 cicli combinati a gas (CCGT) che permettono di bilanciare l'intermittenza delle fonti rinnovabili.

Oggi opera in Italia, Europa e Bacino del Mediterraneo impiegando oltre 5.000 persone.

Edison è impegnata in prima linea nella sfida della transizione energetica, attraverso lo sviluppo della generazione rinnovabile e low carbon, i servizi di efficienza energetica e la mobilità sostenibile, in piena sintonia con il Piano Nazionale Integrato Energia e Clima (PNIEC) e gli obiettivi definiti dal Green Deal europeo. Nell'ambito della propria strategia di transizione energetica, Edison punta a portare la generazione da fonti rinnovabili al 40% del proprio mix produttivo entro il 2030, attraverso investimenti mirati nel settore (con particolare riferimento all'idroelettrico, all'eolico ed al fotovoltaico).

Con riguardo al settore idroelettrico, Edison è attiva nella produzione di energia elettrica attraverso la forza dell'acqua da oltre 120 anni quando, sul finire dell'800, ha realizzato le prime centrali idroelettriche del Paese che sono tutt'ora in attività. L'energia rinnovabile dell'acqua rappresenta la storia ma anche un pilastro del futuro della Società, impegnata a consolidare e incrementare la propria posizione nell'ambito degli impianti idroelettrici e a cogliere ulteriori opportunità per contribuire al raggiungimento degli obiettivi di decarbonizzazione.

## **1.4 INFORMAZIONI TERRITORIALI**

### **1.4.1 Inquadramento Territoriale**

Il progetto in esame è interamente ubicato nel Comune di Esterzili (CA), nella Provincia del ex Sud Sardegna ora Città Metropolitana di Cagliari (Regione Sardegna), al confine con i Comuni di Nurri, Sandali, Seui, Ussassai, Ulassai, Perdasdefogu, Escalaplano e Orroli .

L'area è rappresentata da un paesaggio rurale fortemente omogeneo e caratterizzato da declivi ricoperti da aree a pascolo naturale caratterizzate dalla presenza di macchia mediterranea, gariga e boschi di latifoglie, solcate da un fitto sistema idrografico che possiede una grande uniformità spaziale. È un paesaggio fortemente omogeneo caratterizzato dalla presenza di dolomie che costituiscono la successione sedimentaria mesozoica della Sardegna centro-orientale.

Le ampie distese sono intensamente caratterizzate da aree a pascolo naturale e macchia mediterranea.

I collegamenti stradali sono assicurati dalla SP 53, dalla SP 13, dalla SS 128, che circumnavigano l'invaso del Flumendosa e procedono lungo tutte le direzioni sul territorio Regionale.

Il progetto in esame, in particolare, interesserà l'invaso esistente Flumendosa, creato artificialmente dallo sbarramento della diga Diga Nuraghe Arrubiu, il quale, con un volume totale d'invaso pari a 317,000,000 m<sup>3</sup> e una quota di invaso pari a 268 m s.l.m., costituirà il bacino di valle. Il bacino di monte sarà realizzato circa 2,5 km più a Est, in una zona caratterizzata da "area a pascolo naturale" e porzioni di "macchia mediterranea", ad una quota di circa 200 m superiore rispetto al bacino di valle (Lago Flumendosa).

L'area di intervento, in particolare, è stata selezionata in seguito ad una attenta analisi del territorio Sardo che ha considerato le volumetrie degli invasi esistenti, la presenza di dislivelli di almeno 200 m entro un raggio ragionevole dall'invaso esistente, nonché la vincolistica presente.

### **1.4.2 Tutele e Vincoli**

#### **1.4.2.1 Tutela della Qualità dell'Aria**

Il Decreto Legislativo 155/2010, con le modifiche introdotte dal Decreto Legislativo 250/2012, costituisce il quadro normativo di riferimento per la valutazione e gestione della qualità dell'aria ambiente.

Il decreto recepisce nell'ordinamento giuridico nazionale le disposizioni comunitarie incluse nella Direttiva 2008/50/CE "relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa" e nella direttiva 2004/107/CE "concernente l'arsenico, il cadmio, il mercurio, il nichel e gli idrocarburi policiclici aromatici nell'aria ambiente".

La Giunta Regionale, con Delibera No. 52/19 del 10/12/2013 ha provveduto al riesame della zonizzazione e classificazione delle zone della Sardegna, attraverso il documento "Zonizzazione e classificazione del territorio regionale".

La Regione Sardegna, inoltre, ha approvato, con Delibera Regionale No. 1/3 del 10 Gennaio 2017, il Piano Regionale per la Qualità dell'Aria (PRQA) con lo scopo sia di ridurre le emissioni dei parametri inquinati specifici in materia di qualità dell'aria (polveri sottili, ossidi di azoto, benzene, benzo(a)pirene, IPA ecc.), sia di ridurre il consumo di risorse e di limitare anche le emissioni di climalteranti.

Il Piano Regionale di qualità dell'aria ambiente è stato predisposto dal Servizio Tutela dell'Atmosfera e del territorio dell'Assessorato della difesa dell'ambiente, a partire dal documento elaborato nell'ambito del progetto "PO FESR 2007-2013 Linea di attività 4.1.2a Aggiornamento della rete di monitoraggio della qualità dell'aria e delle emissioni in atmosfera".

Tale Piano ottempera a uno specifico obbligo della Regione Sardegna. La vigente normativa nazionale assegna infatti alle Regioni e alle Province Autonome le competenze del monitoraggio della qualità dell'aria e della pianificazione delle azioni per il risanamento delle zone con livelli di concentrazione superiori ai valori limite. Il PRQA della Regione Sardegna si inserisce in un quadro di riferimento, nazionale e internazionale, in evoluzione e nel quale dalla stipula del Protocollo di Kyoto in poi si delineano gli elementi di una politica ambientale più consapevole, che individua nei limiti della capacità di carico del pianeta la necessità di una radicale inversione di tendenza, sia nell'approvvigionamento dalle fonti energetiche, sia nell'uso e nel risparmio dell'energia stessa.

Obiettivo principale del PRQA è il conseguimento del rispetto dei limiti di legge per gli inquinanti. Il PRQA si pone l'obiettivo di innescare un meccanismo virtuoso che coinvolga i più larghi settori possibili di popolazione e categorie e che, facendo leva sugli strumenti normativi, tecnologici e finanziari già esistenti e su quelli introdotti dal Piano

stesso, permetta un approccio alla problematica dell'inquinamento atmosferico inclusivo, fondato non solo sulla politica del comando e controllo ma piuttosto sul dialogo tra i diversi portatori di interesse, nella certezza che solo un maggiore livello di consapevolezza e responsabilità ambientale possa condurre a risultati positivi e duraturi.

Il 15 settembre 2010 è entrato in vigore il Decreto Legislativo 13 Agosto 2010, No. 155, recante *“Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa”* (pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale No. 216/2010), che introduce importanti novità nell'ambito del complesso e stratificato quadro normativo in materia di qualità dell'aria in ambiente, a partire dalla metodologia di riferimento per la caratterizzazione delle zone (zonizzazione), quale presupposto di riferimento e passaggio decisivo per le successive attività di valutazione della qualità dell'aria e di pianificazione regionale.

Con l'entrata in vigore di tale Decreto vengono abrogati, tra gli altri, il D. Lgs. 4 Agosto 1999, No. 351, il D. Lgs. 21 Maggio 2004, No. 183, ed il D. Lgs. 3 Agosto 2007, No. 152 e le relative disposizioni attuative.

La normativa previgente prevedeva che le Regioni effettuassero una valutazione preliminare della qualità dell'aria al fine di suddividere il territorio in zone omogenee di concentrazione degli inquinanti indicati dal DM 60/02.

La Regione Sardegna, nell'ambito della *“Valutazione della Qualità dell'aria ambiente ed adozione della classificazione del territorio regionale, ai sensi degli art. 6,7,8 e 9 del D.Lgs No. 351/99 e del D.M. No. 261/02”* aveva definito la zonizzazione del proprio territorio con la Deliberazione di Giunta Regionale No. 55/6 del 29 Novembre 2005 con la quale erano state individuate le zone e gli agglomerati del territorio Regionale dove i livelli di uno o più inquinanti potevano comportare il rischio di superamento dei valori limite e delle soglie d'allarme e quelli dove i livelli degli inquinanti risultavano inferiori ai valori limite e tali da non comportare il rischio di superamento degli stessi.

La nuova disciplina, introdotta in attuazione della direttiva 2008/50/CE, definisce la zonizzazione del territorio quale *“presupposto su cui si organizza l'attività di valutazione della qualità dell'aria in ambiente”* e fornisce alle regioni ed alle province autonome precisi indirizzi, criteri e procedure per poter provvedere all'adeguamento delle zonizzazioni territoriali allo stato vigenti tramite l'elaborazione e l'adozione di un progetto di zonizzazione: ciascuna zona, o agglomerato, viene quindi classificata allo scopo di individuare le modalità di valutazione, mediante misurazioni e mediante altre tecniche, in conformità alle disposizioni dettate dal decreto stesso.

Inoltre, l'art. 1, comma 4, lettera d), del D. Lgs 155/2010 stabilisce quanto segue: *“la zonizzazione del territorio richiede la previa individuazione degli agglomerati e la successiva individuazione delle altre zone. Gli agglomerati sono individuati sulla base dell'assetto urbanistico, della popolazione residente e della densità abitativa. Le altre zone sono individuate, principalmente, sulla base di aspetti come il carico emissivo, le caratteristiche orografiche, le caratteristiche meteo-climatiche e il grado di urbanizzazione del territorio, al fine di individuare le aree in cui uno o più di tali aspetti sono predominanti nel determinare i livelli degli inquinanti e di accorpate tali aree in zone contraddistinte dall'omogeneità degli aspetti predominanti”*.

Per il processo di individuazione delle zone si è proceduto distintamente alla valutazione degli inquinanti primari e degli inquinanti secondari. Per quanto attiene agli inquinanti primari (piombo, monossido di carbonio, ossidi di zolfo, benzene, benzo(a)pirene e metalli), la zonizzazione è stata effettuata sulla base del carico emissivo, mentre per gli inquinanti con prevalente o totale natura secondaria (ossidi di azoto, ozono, materiale particolato PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub>) è stata effettuata preliminarmente un'analisi delle caratteristiche orografiche e meteo-climatiche, del carico emissivo e del grado di urbanizzazione del territorio, al fine di individuare le aree in cui una o più di tali caratteristiche risultassero predominanti nel determinare i livelli degli inquinanti.

L'ARPAS è il soggetto competente a gestire la rete di misura della qualità dell'aria. Il trasferimento della rete all'ARPAS è avvenuto nel corso del 2008, anno in cui sono state trasferite dalle Province all'ARPAS la gestione della rete di misura.

Con Delibera di Giunta Regionale del 7 Novembre 2017 No. 50/18, è stato approvato il *“Progetto di adeguamento della rete Regionale di misura della qualità dell'aria ambiente ai sensi del D.Lgs No. 155 del 13 Agosto 2010”*. Il progetto prevede l'adeguamento della rete Regionale di misura sulla base dei criteri stabiliti dal D.Lgs. No. 155/2010 attraverso la razionalizzazione della rete attuale e, nel contempo, la dismissione delle stazioni che non risultano più conformi ai criteri localizzativi dettati dal suddetto decreto e, laddove necessario, l'implementazione della strumentazione di misura al fine di adeguare le stazioni ai criteri previsti dalla norma.

Attualmente la rete di monitoraggio della qualità dell'aria è costituita da 33 centraline dislocate nel territorio regionale, in base alla zonizzazione ai sensi del DGR 52/19 del 2013. La rete delle centraline si completa con un centro operativo (C.O.T.) di acquisizione ed elaborazione dati ubicato presso la Direzione Tecnico-Scientifica dell'ARPAS. I dati vengono trasferiti in tempo reale al sistema informativo regionale ambientale (S.I.R.A.).

Gli inquinanti monitorati sono:



- ✓ PM10, PM2.5;
- ✓ B(a)P, Benzene, Piombo;
- ✓ SOx, NO2, NOX;
- ✓ CO, Ozono, Arsenico, Cadmio, Nichel
- ✓ COVNM

Come riportato nel Delibera Regionale No.52/19 del 10/12/2013, in cui si riporta la Zonizzazione Regionale, l'area di interesse ricadente nel Comune di Esterzili, rientra nella ZONA IT2010 (zona rurale) e IT2011 (zona per l'ozono). La superficie comunale è 100.5 km<sup>2</sup> e la sua popolazione di 577 abitanti con una densità abitativa di circa 5.73 ab/km<sup>2</sup>.

La stazione di monitoraggio più vicina al sito di progetto risulta essere “CENSE0”, ubicata nel Complesso Forestale del Sarcidano nella zona di Seulo (circa 20 km a Nord-Ovest del sito di intervento).

In riferimento alla relazione annua sulla qualità dell'aria in Sardegna per l'anno 2021, la qualità dell'aria con riferimento agli inquinanti principali (NOx e PM<sub>10</sub>) è in base alle misure rilevate buona, senza superi di normativa in relazione alla protezione della salute umana.

Il Piano non presenta elementi vincolanti specifici per l'opera a progetto.

#### 1.4.2.2 [Tutela della Risorsa Idrica](#)

##### 1.4.2.2.1 [Piano di Gestione delle Acque – Distretto Idrografico della Sardegna](#)

Il Piano di Gestione, previsto dalla Direttiva quadro sulle Acque (Direttiva 2000/60/CE) rappresenta lo strumento operativo attraverso il quale si devono pianificare, attuare e monitorare le misure per la protezione, il risanamento e il miglioramento dei corpi idrici superficiali e sotterranei e agevolare un utilizzo sostenibile delle risorse idriche.

La Direttiva 2000/60/CE è stata recepita in Italia con il D.lgs. 152/2006 che suddivide il territorio nazionale in 8 Distretti Idrografici, tra i quali il Distretto Idrografico della Sardegna che coincide con l'intero territorio regionale.

La Direttiva prevede per il Piano di Gestione, un processo di revisione continua da ripetersi ogni sei anni. La Direttiva stabilisce inoltre che gli Stati membri devono promuovere la partecipazione attiva di tutte le parti interessate all'attuazione della Direttiva stessa, in particolare all'elaborazione, al riesame e all'aggiornamento dei piani di gestione dei bacini idrografici.

Nel Distretto Idrografico della Sardegna il primo Piano di Gestione è stato adottato dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino Regionale con Delibera No.1 del 25 Febbraio 2010. Successivamente, con Delibera No.1 del 3 Giugno 2012, è stata adottata la prima revisione del Piano di Gestione per tener conto dei risultati delle consultazioni pubbliche e delle prescrizioni derivanti dal procedimento di Valutazione Ambientale Strategica.

Il Piano di Gestione Acque del Distretto Idrografico della Sardegna ha già visto la realizzazione di due cicli:

- ✓ il I Ciclo (2009 - 2015), adottato con Delibera No.1 del 3 Giugno 2010 ed approvato con DPCM del 17 Maggio 2013;
- ✓ il II Ciclo (2015-2021), approvato con DPCM del 27 Ottobre 2016 e pubblicato sulla G.U. No.25 del 31 Gennaio 2017;

Il 21 Dicembre 2021, con Delibera No.16, il Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino ha adottato il secondo riesame e aggiornamento del Piano di Gestione del Distretto Idrografico della Sardegna (terzo ciclo di pianificazione 2021-2027), ai fini delle successive procedure di approvazione, previste dalla L.R. 19/2006 e dall'art. 66 del D.Lgs 152/2006.

In particolare, l'11 Febbraio 2022, a conclusione dell'iter di richiesta del parere della competente Commissione del Consiglio Regionale della Sardegna previsto dall'art. 9 della L.R. 19/2006, con Delibera No. 2 il Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino Regionale della Sardegna ha adottato il Riesame e aggiornamento del Piano di Gestione del distretto Idrografico della Sardegna – Terzo Ciclo di pianificazione 2021-2027, ai fini del successivo iter di approvazione finale in sede statale ai sensi dell'art. 66 del D.Lgs 152/2006.

La Direttiva Quadro Acque, Dir. 2000/60/CE (DQA) prevede che le analisi delle caratteristiche del distretto (l'esame dell'impatto delle attività umane sulle acque, il piano di gestione ed i programmi di misure) siano periodicamente riesaminati ed aggiornati. Tale approccio dinamico alla pianificazione determina un processo in continua evoluzione che tiene conto delle modificate condizioni di contesto, dello stato di attuazione del programma di misure e della sua efficacia. Le eventuali criticità riscontrate in fase di riesame determinano la necessità di misure correttive e/o

integrative dando così luogo ad una nuova versione del Piano che, a sua volta, determina un processo iterativo di aggiornamento ed ottimizzazione dello stesso per un progressivo avvicinamento agli obiettivi ambientali prefissati.

Il Piano di Gestione delle Acque, a valle dell'azione conoscitiva e di caratterizzazione del sistema distretto, indica le azioni (misure), strutturali e non strutturali, che consentano di conseguire lo stato ambientale “buono” che la direttiva impone.

In questo scenario, il Piano (I Ciclo), costituisce un primo strumento organico ed omogeneo con il quale è stata impostata l'azione di governance della risorsa idrica a scala distrettuale.

Tale Piano, secondo la cadenza sessennale fissata dalla Direttiva, deve essere soggetto a revisione ed aggiornamento, al fine di verificare se e come attuare ulteriori misure atte a tutelare, migliorare e salvaguardare lo stato ambientale complessivo della risorsa idrica in ambito di Distretto, oltre che a garantire la sostenibilità di lungo periodo del sistema delle pressioni antropiche agenti sul patrimonio idrico di distretto.

Ad oggi è vigente Piano di Gestione Acque II FASE (CICLO 2015-2021), redatto nel 2016 approvato con D.P.C.M. il 27 Ottobre 2016 “Approvazione del secondo Piano di Gestione delle acque del distretto idrografico della Sardegna”, pubblicato in G.U. No.25 del 31 Gennaio 2017” e, come indicato in precedenza, il 21 Dicembre 2021, con Delibera No.16, il Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino ha adottato il secondo riesame e aggiornamento del Piano di Gestione del Distretto Idrografico della Sardegna (terzo ciclo di pianificazione 2021-2027), ai fini delle successive procedure di approvazione, previste dalla L.R. 19/2006 e dall'art. 66 del D.Lgs. 152/2006.

Gli obiettivi generali del Piano di Gestione sono fissati dalla Direttiva 2000/60/CE all'art. 1 ed all'art. 4 (obiettivi ambientali).

In generale le misure di tutela dei corpi idrici superficiali e sotterranei previste dal Piano di Gestione delle Acque sono volte a:

- ✓ Prevenire il deterioramento nello stato dei corpi idrici;
- ✓ Raggiungere il buono stato ecologico e chimico per i corpi idrici superficiali artificiali o fortemente modificati;
- ✓ Ridurre progressivamente l'inquinamento causato dalle sostanze pericolose prioritarie e l'arresto o eliminazione graduale delle emissioni, degli scarichi e perdite di sostanze pericolose nei corpi idrici superficiali;
- ✓ Prevenire o limitare l'immissione di inquinanti nelle acque sotterranee;
- ✓ Conformarsi agli obiettivi per le aree protette.

Il progetto in esame, che prevede lo spostamento di volumi di acqua dal bacino inferiore a quello superiore e viceversa, non comporta attività che possano causare il deterioramento dello stato dei corpi idrici interessati. Per ciò che riguarda l'area di cantiere ubicata a ridosso del bacino idrico del Flumendosa, si specifica che saranno attrezzate adeguatamente per ridurre l'eventuale torbidità generata in fase di realizzazione delle opere, al fine di minimizzare le eventuali interferenze con l'invaso esistente

**In generale, l'intervento previsto non risulta in contrasto con le previsioni e gli obiettivi del PGA.**

#### **1.4.2.2.2 Piano di tutela delle Acque**

Il Piano di Tutela delle Acque, oltre agli interventi volti a garantire il raggiungimento o il mantenimento degli obiettivi, le misure necessarie alla tutela qualitativa e quantitativa del sistema idrico, contiene: i risultati delle attività conoscitiva; l'individuazione degli obiettivi ambientali e per specifica destinazione, l'elenco dei corpi idrici a specifica destinazione e delle aree richiedenti specifiche misure di prevenzione dall'inquinamento e di risanamento; le misure di tutela qualitative e quantitative tra loro integrate e coordinate per bacino idrografico; il programma di attuazione e verifica dell'efficacia degli interventi previsti.

L'area di intervento è ubicata nel Comune di Esterzili (SU).

Il Piano di Tutela delle Acque (PTA), introdotto dal D. Lgs. 152/2006, è l'atto che disciplina il governo delle acque sul territorio. Strumento dinamico di conoscenza e pianificazione, che ha come obiettivo la tutela integrata degli aspetti qualitativi e quantitativi delle risorse idriche, al fine di perseguirne un utilizzo sano e sostenibile.

La Legge della Regione Autonoma della Sardegna No. 14/2000, nell'art. 2, ha dato incarico all'Assessorato della Difesa dell'Ambiente di redigere il Piano di Tutela delle Acque, di cui all'art. 44 del D. Lgs. 11 maggio 1999, No. 152 e s.m.i., con la partecipazione delle province e dell'Autorità d'Ambito.

Lo sviluppo del Piano è partito da un quadro conoscitivo sulle risorse idriche derivato dal PRRA, strumento che ha già consentito un notevole risanamento e ad una protezione di determinati corpi idrici.

Tra gli obiettivi del presente Piano vi è anche quello di tener conto, ove possibile, di quanto previsto dalla Direttiva 2000/60/CE riguardo al Piano di Gestione dei Bacini Idrografici (All. VII), del quale il PTA rappresenta una importante anticipazione.

Finalità fondamentale del Piano di Tutela delle Acque è quella di costituire uno strumento conoscitivo, programmatico, dinamico attraverso azioni di monitoraggio, programmazione, individuazione di interventi, misure, vincoli, finalizzati alla tutela integrata degli aspetti quantitativi e qualitativi della risorsa idrica. Questo nell'idea fondativa secondo la quale solo con interventi integrati che agiscono sugli aspetti quantitativi, non limitandosi i soli aspetti qualitativi, possa essere garantito un uso sostenibile della risorsa idrica, per il perseguimento dei seguenti obiettivi:

- ✓ Raggiungimento o mantenimento degli obiettivi di qualità fissati dal D.Lgs. 152/99 e suoi collegati per i diversi corpi idrici ed il raggiungimento dei livelli di quantità e di qualità delle risorse idriche compatibili con le differenti destinazioni d'uso;
- ✓ Recupero e salvaguardia delle risorse naturali e dell'ambiente per lo sviluppo delle attività produttive ed in particolare di quelle turistiche; tale obiettivo dovrà essere perseguito con strumenti adeguati particolarmente negli ambienti costieri in quanto rappresentativi di potenzialità economiche di fondamentale importanza per lo sviluppo regionale;
- ✓ Raggiungimento dell'equilibrio tra fabbisogni idrici e disponibilità, per garantire un uso sostenibile della risorsa idrica, anche con accrescimento della disponibilità idriche attraverso la promozione di misure tese alla conservazione, al risparmio, al riutilizzo ed al riciclo delle risorse idriche.

La Regione Autonoma della Sardegna ha approvato, su proposta dell'Assessore della Difesa dell'Ambiente, il Piano di Tutela delle Acque (PTA), con Deliberazione della Giunta Regionale No. 14/16 del 4 Aprile 2006.

L'area di interesse ricade all'interno dell'U.I.O. No.15 "Flumendosa" ed in particolare nel bacino principale omonimo "Fiume Flumendosa" di questa unità che si estende per una superficie di 1,841.77 km<sup>2</sup>, in prossimità del Medio Flumendosa (Flumendosa a Nuraghe Arrubiu).

L'area di interesse del progetto rientra nel Bacino idrografico del Flumendosa. Tale Bacino ricade sotto la competenza dell'Autorità di Bacino della Regione Autonoma della Sardegna.

Il Bacino di valle, in particolare, nel quale sarà ubicata l'opera di presa che fornirà la risorsa idrica necessaria all'operatività dell'impianto, è costituito dal corpo idrico artificiale Invaso "Lago del Flumendosa".

Per quanto riguarda le aree individuate dal PTA che richiedono specifiche misure di prevenzione si evidenzia che l'area di progetto ricade nell'area sensibile No.99 "Fiume Flumendosa a Lago del Medio Flumendosa" da cui si evince, inoltre, che il Fiume Flumendosa è inserito dal PTA tra i "Corpi Idrici Sensibili".

All'art. 26 della normativa di Piano sono riportate le "Misure per la tutela delle aree sensibili" che riguardano esclusivamente i comparti fognario-depurativo e zootecnico.

Dall'analisi della suddetta normativa non si rilevano pertanto elementi in contrasto con le opere a progetto in quanto l'acqua dell'invaso esistente sarà semplicemente movimentata fra i bacini, senza modificarne le caratteristiche di qualità.

**In generale, l'intervento previsto non risulta in contrasto con le previsioni e gli obiettivi del PTA.**

#### 1.4.2.3 Tutela dell'Inquinamento Acustico

Il Piano di Zonizzazione acustica del Comune di Esterzili è stato approvato con Deliberazione del Consiglio Comunale No. 07 del 11 Marzo 2010.

Il Piano di Zonizzazione Acustica comunale costituisce uno strumento di prevenzione per una corretta pianificazione, ai fini della tutela dall'inquinamento acustico delle nuove aree di sviluppo urbanistico o per la verifica di compatibilità dei nuovi insediamenti o infrastrutture in aree già urbanizzate. Lo scopo del piano è quello di classificare il territorio comunale in zone omogenee cui corrispondono i limiti massimi dei livelli sonori equivalenti, consentiti dalla legislazione vigente.

La zonizzazione acustica comunale è concentrata solo sull'area del centro storico di Esterzili e non riguarda le aree di progetto. Tutto il territorio circostante, compresa l'area di progetto è stato classificato come Area di tipo Misto.

Il centro abitato più vicino è rappresentato da Esterzili, che dista in linea d'aria circa 9 km dall'invaso di monte in direzione Nord, mentre l'area circostante risulta prevalentemente sfruttata a pascolo e priva di ricettori ad esclusione di un allevamento ubicato a circa 250 m dall'invaso di monte.

Le attività di cantiere saranno di natura temporanea e l'area è caratterizzata quindi da una scarsissima urbanizzazione; l'eventuale necessità di deroghe temporanee di limiti normativi per le attività di cantiere verrà definita in fase esecutiva e discussa con il Comune di Esterzili in conformità alla normativa della Classificazione Acustica comunale.

Il progetto in fase di esercizio, essendo per la maggior parte composto da opere sotterranee ad esclusione principalmente del bacino di monte, è caratterizzato da una rumorosità praticamente assente.

#### 1.4.2.4 Tutela del Patrimonio Paesaggistico/Culturale e Naturale

##### 1.4.2.4.1 Piano Paesaggistico Regionale (PPR) - Sardegna

Il Piano Paesaggistico Regionale (PPR) della Regione Autonoma della Sardegna è stato approvato con Deliberazione della Giunta Regionale (DGR) No. 36/7 del 5 Settembre 2006 “Approvazione del Piano Paesaggistico - Primo Ambito Omogeneo”, in conformità a quanto disposto dalla Legge Regionale No. 8 del 25 Novembre 2004.

Con Decreto No. 82 del 7 Settembre 2006 il Presidente della Regione ha disposto l'entrata in vigore del “Piano Paesaggistico Regionale - Primo Ambito Omogeneo” e delle Norme Tecniche di Attuazione dello stesso.

Con DGR No. 11/17 del 20 Marzo 2007, sono stati successivamente approvati gli Indirizzi Applicativi al Piano Paesaggistico Regionale, poi integrati con DGR No. 16/3 del 24 Aprile 2007.

Nel seguito si è cercato di introdurre un nuovo Piano Paesaggistico della Sardegna (PPS) come aggiornamento e revisione del PPR. Tuttavia, la Giunta Regionale con Deliberazione No. 39/1 del 10 Ottobre 2014 ha revocato la DGR No. 45/2 del 25 Ottobre 2013, concernente l'approvazione preliminare del PPS. Il provvedimento fa seguito alla DGR No. 10/20 del 28 Marzo 2014 con cui era stata annullata la Deliberazione No. 6/18 del 14 Febbraio 2014 di approvazione definitiva dell'aggiornamento e revisione PPR.

Con la revoca del PPS, risultano pertanto vigenti le norme di attuazione del 2006 integrate dall'aggiornamento del repertorio del Mosaico.

La Regione in collaborazione con il Ministero dei Beni e delle Attività Culturali e del Turismo provvede al costante aggiornamento del Repertorio del Mosaico dei Beni a seguito della procedura di cui all'art. 49 delle Norme Tecniche di Attuazione del Piano Paesaggistico Regionale. Infatti, il Repertorio risulta approvato ed aggiornato dalle seguenti delibere:

- ✓ Deliberazione della Giunta Regionale No. 23/14 del 16.04.2008 - Approvazione del Repertorio;
- ✓ Deliberazione della Giunta Regionale No. 39/1 del 10.10.2014 - Primo aggiornamento Repertorio;
- ✓ Deliberazione della Giunta Regionale No. 70/22 del 29.12.2016 - Secondo aggiornamento Repertorio;
- ✓ Deliberazione della Giunta Regionale No. 18/14 del 11.04.2017 – Addendum (contiene i risultati delle copianificazioni completate nel periodo 1° ottobre 2016 - 31 marzo 2017 (Comuni di Baratili San Pietro, Gavoi, Mogoro, Portoscuso, Settimo San Pietro, Solarussa e Vallermosa).

Il Piano è attualmente in fase di rivisitazione allo scopo di renderlo coerente con le disposizioni del D.Lgs. 42/04, coniugando l'esigenza di sviluppo territoriale con la tutela e la valorizzazione del paesaggio.

Il PPR ripartisce il territorio regionale in 27 Ambiti di Paesaggio Costieri (AdP); l'area di intervento non rientra nei 27 ambiti costieri individuati.

Il PPR caratterizza e disciplina il territorio regionale relativamente ai differenti caratteri del paesaggio regionale. L'analisi territoriale effettuata nel PPR costituisce la base della rilevazione e della conoscenza per il riconoscimento delle caratteristiche naturali, storiche e insediative nelle loro reciproche interrelazioni e si articola in:

- ✓ Assetto Ambientale (AA);
- ✓ Assetto Storico-culturale (AS);
- ✓ Assetto Insediativo (AI).

Le componenti del paesaggio relative all'assetto ambientale previsto dal PPR nell'area di interesse per il progetto è riportato attraverso gli shape scaricabili dal Geoportale, dove è possibile rilevare come le opere a progetto interessano i seguenti elementi dell'Assetto Ambientale del Piano:

- ✓ Beni Paesaggistici Ambientali ex Art. 143 D. Lgs 42/04 e s.m.i. necessariamente con l'opera di presa e l'area di lavoro di valle:

- Laghi naturali, invasi artificiali, stagni, lagune,
- Fiumi, torrenti e altri corsi d'acqua;
- ✓ Elementi di paesaggio con valenza ambientale:
  - Aree Naturali e Subnaturali (Macchia, dune e aree umide) con l'area di cantiere dell'opera di presa,
  - Aree Seminaturali (Praterie) con l'area del bacino superiore;
  - Boschi (conifere e latifoglie) con l'area di lavoro di valle.

Si evidenzia come i Beni Paesaggistici Ambientali ex Artt. 142 e 143 del D. Lgs 42/04 e s.m.i del PPR risultano coerenti con i vincoli paesaggistici evidenziati poi nel PUC.

Con riferimento all'assetto storico-culturale non si riscontrano elementi di interesse nell'area di progetto.

Si evidenzia che le opere non andranno a modificare in maniera sostanziale il paesaggio dell'area in quanto:

- ✓ la centrale e la maggior parte delle opere, tra cui il pozzo paratoie, la sottostazione elettrica d'utenza, la discenderia di accesso alla centrale e il pozzo piezometrico, sarà realizzata in caverna. L'opera di presa e restituzione sarà costantemente sommersa e non visibile una volta costruita;
- ✓ le opere fuori terra si limitano:
  - al bacino di monte ubicato nell'altopiano “Taccu Sa Pruna” che da il nome all'omonima strada vicinale,
  - al portale di accesso alle gallerie sotterranee (pozzo paratoie e cavi/ventilazione) ubicato sulle sponde del Lago Flumendosa, visibile solo dal lago,
  - botola di accesso alla discenderia in prossimità della SP23.

Per quanto riguarda il cantiere al termine dei lavori di realizzazione del progetto verrà attuato il ripristino delle aree interessate dal cantiere, in modo da riportare le aree interessate dai lavori alle condizioni ante operam.

A seguito dell'interessamento di beni paesaggistici vincolati dal D. Lgs 42/04 alla documentazione ambientale a corredo dello Studio di Impatto Ambientale è allegata una Relazione Paesaggistica in cui sono riportati i fotoinserimenti delle opere fuoriterra.

Si evidenzia inoltre che, al fine di ottimizzare l'inserimento architettonico e paesaggistico del bacino e del portale di accesso, è stato predisposto un dedicato studio al quale si rimanda per ulteriori approfondimenti (“Studio Preliminare di Inserimento Paesaggistico”, predisposto da LAND e presentato in appendice alla Relazione Paesaggistica Doc. No. P0030780-1-H4).

#### **1.4.2.4.2 Rete Ecologica Regionale - Sardegna**

Il concetto di Rete ecologica indica essenzialmente una strategia di tutela della diversità biologica e del paesaggio basata sul collegamento di aree di rilevante interesse ambientale-paesaggistico in una rete continua di elementi naturali e seminaturali. Essa rappresenta un'integrazione al modello di tutela concentrato esclusivamente sulla creazione di Aree Protette, che ha portato a confinare la conservazione della natura “in isole” circondate da attività umane intensive senza assicurare la conservazione a lungo termine della biodiversità.

Sono elementi della rete:

- ✓ Core areas (Aree centrali) dette anche nuclei, gangli o nodi aree ad alta naturalità che, generalmente, sono già soggette a regime di protezione (come ad esempio i parchi e i Siti di Interesse Comunitario SIC)
- ✓ Buffer zones (Zone cuscinetto): Settori territoriali limitrofi alle core areas, collocate attorno alle aree centrali al fine di creare un filtro e quindi mitigare gli effetti negativi che le attività antropiche hanno sugli habitat e le specie più sensibili.
- ✓ Wildlife (ecological) corridors (Corridoi ecologici): Collegamenti lineari e diffusi, fragili elementi della rete, la loro funzione è mantenere e favorire le dinamiche di dispersione delle popolazioni, al fine di limitare al minimo il processo di isolamento.
- ✓ Stepping stones (“Pietre da guado”): integrano la connettività laddove i corridoi ecologici non hanno una continuità completa, si tratta generalmente di aree naturali minori poste lungo linee ideali di passaggio.
- ✓ Restoration areas (Aree di restauro ambientale): Integrano e completano la rete nei tratti dove non esistono elementi naturali, si tratta di nuove unità para-naturali in grado di completare lacune strutturali in grado di compromettere la funzionalità della rete.

Nel contesto sardo, nel Piano Paesaggistico Regionale vengono individuati in cartografia le *Componenti di paesaggio con valenza ambientale* le *Aree di interesse naturalistico istituzionalmente tutelate* e i *Beni paesaggistici ambientali ex art.142 D.Lgs.42/04 e ss.mm.* per ogni singolo ambito di paesaggio. Sono inoltre definiti gli indirizzi attuativi, anche riguardo alla predisposizione della rete ecologica, che i Comuni e le Province (art.4 delle Norme Tecniche di Attuazione del PPR) dovranno recepire ed attuare nei loro strumenti di governo del territorio.

Dall'analisi della cartografia della rete ecologica regionale, è emerso che l'area di intervento non interessa direttamente nessuno dei principali elementi individuati al Paragrafo precedente.

#### 1.4.2.4.3 Piano Faunistico Venatorio Regionale (PFVR) – Sardegna

La Legge No. 157 dell'11 febbraio 1992, e s.m.i. "Norme per la protezione della fauna selvatica omeoterma e per il prelievo venatorio", stabilisce che le Regioni debbano emanare norme relative alla gestione e alla tutela di tutte le specie della fauna selvatica in conformità a tale legge, alle convenzioni internazionali ed alle direttive comunitarie.

La Legge Regionale No. 23 del 29 luglio 1998 "Norme per la protezione della fauna selvatica e per l'esercizio della caccia in Sardegna", recepisce ed attua i principi sanciti dalla Legge n. 157/1992, prevedendo anche l'adozione del "Piano Faunistico Venatorio Regionale (P.F.V.R.), strumento di pianificazione regionale attraverso cui la Regione Autonoma della Sardegna regola e pianifica la protezione della fauna e l'attività venatoria nel proprio territorio, compatibilmente con obiettivi del piano generale di sviluppo e della pianificazione urbanistico, paesistico e ambientale.

Il piano faunistico-venatorio regionale, ancora in fase di approvazione, è formato mediante il coordinamento dei piani faunistico-venatori provinciali ed è finalizzato alla conservazione delle effettive capacità produttive ed al contenimento naturale delle specie carnivore e delle altre specie, nonché al conseguimento della densità ottimale ed alla sua conservazione mediante la riqualificazione delle risorse ambientali e la regolamentazione del prelievo venatorio.

Individua, tenendo conto della pianificazione territoriale e della pianificazione faunistico - venatoria in atto, gli areali delle singole specie selvatiche, lo stato faunistico e vegetazionale degli habitat, verifica la dinamica delle popolazioni faunistiche, ripartisce il territorio secondo le diverse destinazioni e individua gli interventi volti al miglioramento della fauna e degli ambienti.

Da ciò consegue la necessità che l'azione di pianificazione faunistico-venatoria della Regione sia fondata su basi di conoscenza scientifica del patrimonio faunistico. Per tale motivo la Giunta regionale ha adottato la Carta delle Vocazioni faunistiche che suddivide il territorio in aree faunistiche omogenee e per ognuna di esse indica le specie tipiche presenti e la relativa vocazione faunistica. La carta è stata periodicamente aggiornata con i seguenti sotto progetti:

- ✓ studio fauna stanziale - pernice sarda, lepore sarda e coniglio selvatico (2010);
- ✓ studio e censimento dei Cormorani e avifauna migratoria nelle zone umide (2011);
- ✓ studio e monitoraggio dell'avifauna migratoria di interesse venatorio (2012);
- ✓ studio ungulati selvatici - Cervo sardo, Muflone, Daino e Cinghiale (2011).

L'utilizzo dei dati contenuti nella Carta Faunistica è indispensabile per l'individuazione degli areali delle singole specie selvatiche, lo stato faunistico e vegetazionale degli habitat e la verifica della dinamica delle popolazioni faunistiche, nonché per la ripartizione del territorio secondo le diverse destinazioni e la individuazione degli interventi volti al miglioramento della fauna selvatica e degli ambienti.

In riferimento alle informazioni disponibili sul sito della Regione Sardegna si rileva che l'area di progetto risulta limitrofa ad un'Oasi permanente di protezione faunistica e di cattura (OPF) denominata "Oasi *nuraghe arrubiu'*" (OPF\_CA\_1), istituita con determina del servizio di tutela della natura No. 819 del 27 luglio 2010, posta a circa 3,3 km a Sud-Ovest dell'area di progetto.

Inoltre, dall'analisi della cartografia disponibile nel geoportale della Regione Sardegna delle aree tutelate, si evince che le opere a progetto ricadono nel perimetro di una OPF che ad oggi, sulla base delle informazioni disponibili, non risulta ancora istituita ma è allo stato di "proposta", codificata come OPF\_CA\_17 "Esterzili" (Regione Sardegna (b), 2014).

Le Oasi, secondo quanto previsto dalla normativa vigente, sono ambite territoriali destinate alla conservazione degli habitat naturali, al rifugio, alla sosta e alla riproduzione di specie selvatiche con particolare riferimento alle specie protette o minacciate di estinzione. Sono previste dalla Legge 157/92 e dalla L.R. 23/98 e destinate alla conservazione delle specie selvatiche favorendo il rifugio della fauna stanziale, la sosta della fauna migratoria ed il loro irradimento naturale, nella quali è vietata l'attività venatoria.

Si tratta dell'unico istituto di gestione faunistica, tra quelli previsti dalla L. 157/92, con sola finalità dichiarata di protezione delle popolazioni di fauna selvatica. Tale protezione deve realizzarsi principalmente attraverso la salvaguardia delle emergenze naturalistiche e faunistiche, il mantenimento e l'incremento della biodiversità e degli equilibri biologici e, più in generale, attraverso il mantenimento o il ripristino di condizioni il più possibile prossime a quelle naturali.

L'istituzione di O.P.F., anche se spesso avviene per la tutela di particolari specie, può avere un effetto “ombrello” sulle altre specie e favorire indirettamente tutta la componente faunistica residente nelle aree soggette a vincolo comprese le specie di interesse gestionale o venatorio, e di conseguenza possono essere utilizzate per l'incremento di specie cacciabili, le cui popolazioni si trovino in situazioni di precarietà o regresso.

Come previsto dalla Proposta di Piano Faunistico Venatorio Regionale del 2014 (Regione Sardegna (b), 2014), adottata con Deliberazione No. 6628/2015, alla luce delle finalità protezionistiche previste per la tutela della fauna, risulta importante proporre come obiettivo gestionale per questo tipo di istituto la promozione, e la realizzazione di Piani di Gestione per ciascuna delle Oasi di Protezione, una volta approvate ed istituite.

Si specifica che l'Oasi in cui ricade l'area di intervento risulta ad oggi non istituita ma solo proposta. Una volta realizzato il bacino di monte, l'esercizio dello stesso potrà essere comunque compatibile con la futura istituzione dell'Oasi non avendo l'impianto emissioni acustiche ed in atmosfera in fase di esercizio.

#### **1.4.2.4.4 Piano Urbanistico Provinciale di Nuoro (PUP)**

Il piano provinciale vigente nel comune di Esterzili è quello relativo alla provincia di Nuoro poiché fino al 2005 faceva parte della Provincia del Nuorese e non risulta ancora aggiornato con il nuovo sistema provinciale della Sardegna.

Il Piano Urbanistico Provinciale di Nuoro, ai sensi e per gli effetti dell'art. 17 della LR No. 45/1989, è stato adottato in via definitiva con Deliberazione di Consiglio Provinciale n. 131 del 7 novembre 2003 ed è entrato in vigore il 5 luglio 2004.

In Sardegna, il Piano urbanistico provinciale rimane definito nelle finalità e nei contenuti dalla L.R. 45/89, secondo la quale il PUP deve:

- ✓ disciplinare l'uso del territorio agricolo e costiero;
- ✓ garantire la salvaguardia dei beni ambientali e culturali;
- ✓ localizzare e disciplinare le aree destinate alle attività produttive d'interesse sovracomunale;
- ✓ predisporre la normativa relativa alla viabilità d'interesse provinciale;
- ✓ definire le procedure secondo le quali valutare la compatibilità ambientale delle trasformazioni antropiche del territorio.

La legge regionale inoltre sancisce la subordinazione del Piano urbanistico provinciale alla pianificazione regionale, di cui deve rispettare le indicazioni. Quest'ultima si esprime, secondo l'articolo 3 della 45/89, sia attraverso i Piani territoriali paesistici sia per mezzo delle direttive, dei vincoli e degli schemi di assetto territoriale.

Il PUP persegue inoltre i seguenti obiettivi generali:

- ✓ Indirizzare il governo provinciale verso lo sviluppo sostenibile del territorio, la riqualificazione dei centri urbani, la tutela e dei beni culturali ed ambientali nonché la valorizzazione delle identità locali;
- ✓ Tracciare le direttrici dello sviluppo socioeconomico tramite una politica d'assetto del territorio flessibile condotta con il coinvolgimento delle Amministrazioni locali;
- ✓ Individuare ed elaborare, in concorso con gli enti locali, programmi pluriennali di carattere generale e settoriale espletando un ruolo di coordinamento dell'attività programmatoria;
- ✓ Attuare politiche di valorizzazione delle risorse culturali ed ambientali compatibili con le esigenze di sviluppo economico - produttivo della collettività provinciale.

Il PUP individua nella definizione di “ambiti territoriali” e nella costruzione di un “sistema di relazioni tra i soggetti territoriali”, lo strumento concettuale della propria attività di pianificazione. Gli “Ambiti territoriali” sono costituiti da aggregazioni aperte di territori e la descrizione di tali ambiti non deve intendersi come rigida delimitazione ed è suscettibile di variazioni dinamiche in funzione delle caratteristiche specifiche dei campi d'azione amministrativa e programmatoria.

Il comune di Esterzili fa parte dell’Ambito Territoriale “Sarcidano-Barbaglia di Seulo”, insieme ai comuni di Escalaplano, Genoni, Isili, Laconi, Nurri, Orroli, Sadali, Serri, Seulo, Villanovatulo, Escolca, Gergei, Nuragus Nurallao.

In base alle norme del Piano si evidenzia la compatibilità fra il progetto e le Norme del PUP.

#### 1.4.2.4.5 Piano Urbanistico Comunale (PUC) del Comune di Esterzili

Il Comune di Esterzili risulta dotato di un Piano Urbanistico Comunale (PUC) aggiornato al giugno 1999 ed attualmente in vigore, adottato con deliberazione del C.C. No. 23 in data 16/09/1999 (a seguito di approvazione del Comitato Regionale di Controllo nella seduta del 18/05/1999) e pubblicato sul BURAS n. 44 in data 07/12/1999; si evidenzia che è in fase di elaborazione un aggiornamento del vigente PUC.

Inoltre, il solo centro storico del comune (zona A residenziale appartenente all’organismo storico del PUC) risulta dotato di un Piano Particolareggiato (PP) aggiornato al dicembre 2002, approvato con Deliberazione del Consiglio Comunale No. 13 del 29/03/2007.

Dall’analisi del PUC si evince che gli interventi in progetto ricadono interamente nella zona Agricola “E” sottozona “E5” (Aree marginali per l’attività agricola) che comprende le aree caratterizzate da scarsa produttività considerate marginali per l’attività agricola.

Infatti, nell’area sono presenti le seguenti emergenze archeologiche tutelate nel PUC (sottozona H3), **nessuna delle quali viene comunque interferita dagli elementi del progetto:**

- ✓ sito No. 20 (Villaggio nuragico – Taccu sa Pruna);
- ✓ siti No. 8 (Domus de Janas - Su Presoneddu) e No. 59 (Tomba dei Giganti – Monte Nieddu) nelle aree soprastanti le gallerie;
- ✓ siti No. 6 (Domus de Janas - Monte Nieddu), No. 7 (Domus de Janas - Su Foreddu), e No. 22 (Villaggio nuragico – Monti Nieddu) posto a circa 500 m a sud della galleria idraulica.

Tali aree nel PUC sono Zone di Interesse Archeologico – Aree di rispetto dei manufatti archeologici, che tutelano manufatti archeologici, rappresentati da aree disperse nel territorio comunale interessate dalla presenza di resti della civiltà nuragica e romana o da edifici storici di epoca più recente. Alcuni di questi elementi sono inoltre tutelati da un’ulteriore fascia di salvaguardia archeologica (perimetrazione zone vincolate ai sensi dell’art.19 della L.R. No. 45/89) estesa per 150 m oltre la sottozona H3 di 50 m di raggio.

Considerando l’attività di progetto che prevede lo scavo in diverse aree e la presenza di diversi elementi vincolati si evidenzia che a corredo dello Studio di Impatto Ambientale è stata predistosta ed è allegata anche la Relazione Preliminare Archeologica che analizza il rischio archeologico dell’area di progetto. Come descritto nelle conclusioni della Relazione Archeologica si specifica che *“l’ubicazione puntuale della quasi totalità dei ritrovamenti, seppur editi e citati in numerosi riferimenti bibliografici, inerenti ai siti che gravitano nei pressi del progetto, è riferita esclusivamente a dati toponomastici, non esiste perciò una documentazione topografica puntuale. Dovendo quindi basare l’identificazione dei siti archeologici soprattutto con la toponomastica dei luoghi, le distanze tra le aree archeologiche e note e l’opera, non sono calcolabili con estrema accuratezza”*.

Il progetto essendo localizzato in aree non antropizzate interessa zone classificate a livello comunale come aree agricole dove di norma sono consentiti solo interventi ed opere finalizzati all’agricoltura. Tuttavia, l’impianto in oggetto pur essendo un impianto che produce energia elettrica è caratterizzato da un basso impatto verso l’ambiente circostante in quanto in fase di esercizio non produce emissioni e la maggior parte delle strutture sono sotterranee e non visibili dall’esterno. **Nell’ambito dell’autorizzazione alla costruzione ed esercizio si procederà a richiedere deroga all’amministrazione comunale ai sensi della normativa vigente e al cambio d’uso delle aree una volta autorizzato.**

Con riferimento alla presenza sopra alle gallerie e alla vicinanza fra il bacino superiore e gli elementi di interesse archeologico, come anticipato, a corredo dello Studio di Impatto Ambientale è allegata la Relazione Preliminare Archeologica, a cui si rimanda per l’analisi di questo aspetto.

Inoltre, si evidenzia come alcuni interventi in progetto (opere di presa e l’area di lavoro di valle) risultano in parte interessare:

- ✓ necessariamente la fascia di 300 metri dalla linea di battigia del Lago del Flumendosa (opera di presa e l’area di lavoro di valle);



- ✓ un'area a “Boschi”, definiti nel PUC come elementi di notevole importanza per il patrimonio boschivo forestale, costituiti da territori ancora coperti da boschi secolari di essenze autoctone (querce, lecci, roverelle etc.) per quanto riguarda l'area di lavoro di valle;
- ✓ il limite del vincolo idrogeologico (opere di presa e l'area di lavoro di valle).

Per quanto concerne la fascia di 300 metri dal lago e l'area a boschi, le NTA del PUC definiscono all'Art. 18 queste aree come “Aree di particolare pregio naturalistico” e “Territori coperti da boschi e foreste”, entrambe perimetrate ai sensi della Legge Regionale No. 45/89.

Ai sensi del suddetto articolo tali aree costituiscono porzioni del territorio comunale “*soggette alle norme di salvaguardia e di tutela previste della L.N.431/85*” (Legge Galasso ad oggi confluita nel D.Lgs 42/04 e s.m.i.). Le suddette aree risultano ricomprese nel Piano Paesaggistico Regionale tra i Beni Paesaggistici Ambientali tutelati ai sensi dell'Art. 142 (Territori coperti da foreste e boschi) e Art. 143 (territori contermini compresi in una fascia della profondità di 300 metri dalla linea di battigia) soggetti ad autorizzazione paesaggistica.

A seguito dell'interessamento di beni paesaggistici vincolati dal D. Lgs 42/04 a corredo dello Studio di Impatto Ambientale è allegata una Relazione Paesaggistica che valuta la compatibilità paesaggistica del progetto e a cui si rimanda per maggiori particolari.

**In base a quanto esposto nel paragrafo, il progetto risulta compatibile con la pianificazione comunale.**

#### 1.4.2.5 Vincoli Ambientali e Territoriali

##### 1.4.2.5.1 *Zone Umide, Zone Riparie, Foci dei Fiumi*

Alcune delle opere a progetto interessano le seguenti aree tutelate a livello paesaggistico:

- ✓ area vincolata ai sensi dell'Art 142 comma 1 lett b del D. Lgs 42/04 “territori contermini ai laghi” nella fascia di 300 dall'invaso del Flumendosa;
- ✓ area vincolata ai sensi dell'Art 142 comma 1 lett c del D. Lgs 42/04 “fiumi torrenti ed i corsi d'acqua iscritti negli elenchi previsti dal testo unico delle disposizioni di legge” nella fascia di rispetto di 150 metri dal Riu Perdadera affluente di secondo ordine del Fiume Flumendosa.
- ✓ Area vincolata ai sensi dell'art. 142 comma 1 lettera g: “i territori coperti da foreste e da boschi ancorchè percorsi o danneggiati dal fuoco”,
- ✓ Area vincolata ai sensi dell'art. 142 comma 1 lettera h: “zone gravate da usi civici”.

Al fine di valutare la coerenza delle opere con il contesto paesaggistico di riferimento, si evidenzia che è stata predisposta una Relazione Paesaggistica dedicata.

##### 1.4.2.5.2 *Riserve e Parchi Naturali, Zone Classificate o Protette dalla Normativa Nazionale (L. 394/1991) e/o Comunitaria (Siti della Rete Natura 2000)*

Dall'analisi della cartografia relativa alla perimetrazione dei siti Natura 2000 e riferita alla banca dati ufficiale inviata alla Commissione Europea ad Aprile 2020 (per i SIC/ZPS e ZSC), consultabile sul sito web del MASE e dal sito web dell'Agenzia Europea per l'ambiente, si rileva che l'area di progetto **non presenta interferenza diretta** con nessun sito della Rete Natura 2000. I siti più prossimi all'area di progetto sono comunque a più di 10 km.

Dall'analisi della cartografia relativa alla perimetrazione Aree Naturali Protette, IBA (Important Bird and Biodiversity Areas) oltre che delle zone umide “Ramsar” disponibile sul sito web della Regione Sardegna e sul sito del MASE, **non si rileva nessuna interferenza diretta o indiretta** delle stesse con l'area di progetto.

##### 1.4.2.5.3 *Zone di Importanza Paesaggistica, Storica, Culturale o Archeologica*

**Non si riscontra nell'area di progetto la presenza di beni culturali e paesaggistici vincolati ai sensi dell' Art.143 del D.Lgs 42/04, segnalati dalla Regione ed inclusi nel Repertorio dei beni 2017**, rilevati a partire dai dati vettoriali presenti sul sito del geoportale della Regione Sardegna.

L'area in esame risulta comunque caratterizzata dalla presenza di alcune emergenze archeologiche indicate nel PUC: manufatti archeologici rappresentati dalla presenza di resti della civiltà nuragica e pre-nuragica. Non c'è comunque interazione diretta fra tali emergenze ed il progetto perché gli elementi più prossimi sono costituiti dalle gallerie che si trovano molto in profondità escludendo una interferenza.

Si evidenzia che nella progettazione si è tenuto conto di questi vincoli (elementi archeologici non segnalati direttamente dalla Regione) evitando con il bacino interferenze dirette anche con le fasce di tutela del PUC.

Per la gestione dell'aspetto archeologico, considerando che l'attività di progetto prevede lo scavo in diverse aree, si evidenzia che è stata redatta la Relazione Preliminare Archeologica, che è allegata a corredo dello Studio di Impatto Ambientale. Per la gestione di questo aspetto, considerando che l'attività di progetto prevede lo scavo in diverse aree, si evidenzia che è stata redatta la Relazione Preliminare Archeologica, che è allegata a corredo dello Studio di Impatto Ambientale.

#### **1.4.2.5.4 Siti Contaminati**

Ad oggi, in Sardegna, sono presenti No.3 Siti di Interesse Nazionale (SIN):

- ✓ Sulcis approvato con D.M. 304/2016
- ✓ Porto Torres approvato con D.M. 27 Luglio 2016
- ✓ La Maddalena – sito di interesse Nazionale diventato di competenza Regionale

Con riferimento all'Anagrafe dei siti da bonificare a livello regionale (SIRA), in base alle informazioni disponibili e aggiornate a fine Giugno 2023, in un raggio di circa 10 km sono segnalati nel geo portale della Sardegna solo i seguenti siti:

- ✓ ex discarica di Taccu De nurri nel Comune di Nurri (a una distanza minima di circa 7.5 km a Nord - Ovest dall'opera a progetto);
- ✓ discarica di Perda de Miniera (Genna Xeas) nel Comune di Orroli (a una distanza minima di circa 5.5. km a Sud – Ovest dall'opera a progetto);
- ✓ ex discarica di Meson Sarra (Coe Putzu) nel Comune di Orroli (a una distanza minima di circa 5.5. km ad Ovest dall'opera a progetto);
- ✓ punto vendita carburanti in comune di Orroli (a una distanza minima di circa 5 km ad Ovest dall'opera a progetto);
- ✓ discarica dismessa di RSU S'utturu e Su Forru nel Comune di Perdasdefogu (a una distanza minima di circa 9 km ad Est dall'opera a progetto);
- ✓ punto vendita carburanti in Via Colombo nel Comune di Perdasdefogu (a una distanza minima di circa 8.5 km ad Est dall'opera a progetto);
- ✓ sito contaminato Is Pibiris nel Comune di Perdasdefogu (a una distanza minima di circa 9 km ad Est dall'opera a progetto).

Nel versante interessato dal progetto è presente sito a circa 10 km nel comune di Esterzili rappresentato da una discarica comunale dismessa di RSU di San Sebastiano.

Considerando la distanza con tale sito di circa 10 km dalle aree di intervento, presso le quali non risultano evidenze di problematiche ambientali dovute a precedenti contaminazioni del suolo o della falda, non rilevano interferenze.

#### **1.4.2.5.5 Aree sottoposte a Vincolo Idrogeologico**

Come si può evincere dalla successiva figura, parte degli interventi ricadono nella perimetrazione del Vincolo Idrogeologico ai sensi del RD No.3267/1923, per i quali sarà necessario ottenere autorizzazione per il nulla osta al vincolo.

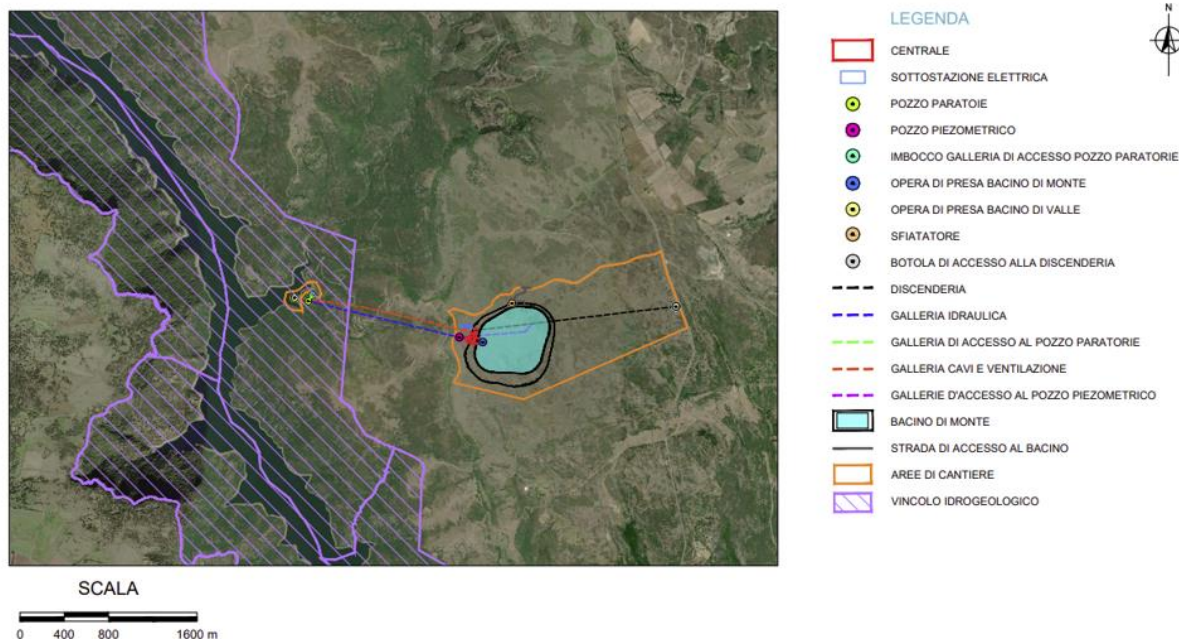


Figura 1.2: Vincolo Idrogeologico  
(Regione Sardegna, Geoportale aree tutelate, Sito Web)

Le opere che ricadono all'interno delle aree sottoposte a Vincolo Idrogeologico sono l'opera di presa, il pozzo paratoie, la galleria di accesso al pozzo paratoie, brevi tratti della galleria cavi e ventilazione e della galleria idraulica ed il cantiere di valle.

La realizzazione del progetto risulta compatibile con aree soggette a Vincolo Idrogeologico a fronte dell'ottenimento del relativo Nulla Osta. Si evidenzia che l'imbocco alle gallerie sarà realizzato tenendo conto di questa peculiarità generata soprattutto dalla forte pendenza del versante in oggetto. Le aree del cantiere di valle saranno inoltre ripristinate alle condizioni ante-operam, assicurando adeguate condizioni di stabilità.

Si specifica che le aree a vincolo idrogeologico sono interessate da aree classificate dal PAI come a pericolo geomorfologico moderato (Hg1), medio (Hg2) ed elevato (Hg3). Si anticipa quindi che saranno adottate le opportune misure di compensative e di mitigazione come richiesto dalle NTA del PAI.

#### 1.4.2.5.6 Aree a Rischio individuate nei Piani per l'Assetto Idrogeologico e nei Piani di Gestione del Rischio Alluvioni

##### Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI)

Il PAI è stato approvato con Decreto del Presidente della Regione Sardegna No. 67 del 10 Luglio 2006.

Con Decreto del Presidente della regione No. 121 del 10 Novembre 2015 pubblicato sul BURAS No. 58 del 19 Dicembre 2015, in conformità alla Deliberazione di Giunta Regionale No. 43/2 del 1 Settembre 2015, sono state approvate le modifiche agli articoli 21, 22 e 30 delle Norme di Attuazione del PAI, l'introduzione dell'articolo 30-bis e l'integrazione alle stesse N.A. del PAI del Titolo V recante "Norme in materia di coordinamento tra il PAI e il Piano di Gestione del Rischio di alluvioni (PGRA)".

Le Norme di Attuazione sono state successivamente aggiornate con Deliberazione del Comitato Istituzionale No.2 del 17 maggio 2016. L'aggiornamento più recente delle Norme di Attuazione è relativa alla Delibera della Giunta Regionale No. 15 del 22 Novembre 2022 allegato A "Aggiornamento Novembre 2022".

Il 31 Marzo 2022 sul B.U.R.A.S. No.14 del 31/03/2022 sono state pubblicate le determinazioni del Segretario Generale dell'Autorità di Bacino, ai sensi dell'art.68, commi 4 bis e 4 ter, del D.Lgs. n. 152/2006, sulle proposte di modifiche della perimetrazione e/o classificazione delle aree a pericolosità e rischio dei piani stralcio relativi all'assetto idrogeologico presentate dal Comune di Esterzili.

Nello specifico l'art. 2 della determinazione No.53 del 24 Marzo 2022 e pubblicata sul B.U.R.A.S. il 31 Marzo 2022 al No.14 specifica che le aree di pericolosità e idraulica e da frana in territorio comunale di Esterzili sono immediatamente soggette alle Norme di Attuazione del PAI.

Il Capo II delle suddette Norme di Attuazione disciplina le aree di pericolosità definendo le normative tecniche vigenti su ciascuna classe di pericolosità.

Secondo la perimetrazione dei bacini sub-idrografici individuata dal PAI, l'area di interesse per il progetto ricade all'interno del Sub-bacino No.7 del Flumendosa-Campidano-Cixerri.

In base alla cartografia del PAI generale aggiornata a Dicembre 2022 e disponibile sul portale della Regione Sardegna, il progetto interessa direttamente:

- ✓ con l'opera di presa del bacino di valle, per un breve tratto della galleria idraulica e l'area di lavoro di valle coincidenti con l'invaso del Lago Flumendosa:
  - un'area a rischio idraulico moderato Ri1,
  - un'area a pericolo idraulico molto elevato Hi4 – P3,
- ✓ con le restanti parti dell'opera a progetto e l'area di lavoro di monte:
  - un'area a rischio geomorfologico moderato Rg1;
  - aree a pericolosità geomorfologica moderata Hg1;
  - un breve tratto di un'area a pericolosità geomorfologica media Hg2,
  - due brevi tratti a pericolosità geomorfologica elevata Hg3.

Si evidenzia che l'intera opera a progetto interessa aree a danno potenziale D1.

Si ricorda che anche il Comune di Esterzili ha però effettuato recentemente uno studio di dettaglio nell'area e individuando sul territorio tutte le aree sottoposte a rischio.

In riferimento agli elaborati approvati con Determinazione No. 53 Protocollo No. 2841 del 24 Marzo 2022 e pubblicati sul B.U.R.A.S. No. 14 del 31 Marzo 2022 “Comune di Esterzili – Variante ai sensi dell'art. 37 comma 3 lett.b) delle Norme di Attuazione del PAI, a seguito dello studio di assetto idrogeologico per la perimetrazione delle aree a pericolosità idraulica e da frana dell'intero territorio comunale” sono state dettagliate tutte le aree comunali soggette a pericolosità/rischio.

Nel particolare l'opera in progetto (comprendendo anche le aree di lavoro) interessa le seguenti aree:

- ✓ relativamente a pericolosità/rischio idraulico:
  - l'opera di presa e l'area di lavoro di valle interesseranno necessariamente Aree classificate a pericolosità idraulica molto elevata (Hi4) ed elevata (Hi3) in corrispondenza del Lago Flumendosa e del reticolo idrografico ad esso afferente (principalmente Riu Su Prisoneddo);
  - l'opera di presa e l'area di lavoro di valle interessano aree a pericolosità idraulica elevata Hi3 e molto elevata Hi4,
  - l'area di lavoro di valle interesserà necessariamente Aree classificate come “Fasce 1<sup>a</sup> salvaguardia – Art. 30ter delle NTA del PAI” individuate lungo i rivi afferenti al Lago, in particolare il Riu Su Prisoneddo, che è caratterizzato da una fascia leggermente superiore agli altri rivi (circa 50 m);
- ✓ relativamente a pericolosità/rischio geomorfologico l'opera di presa e l'area di lavoro di valle interesseranno aree classificate a pericolosità di frana “Hg2” (pericolosità media) e “Hg3” (pericolosità elevata) in conseguenza delle forti pendenze dei versanti del Lago. Il resto del territorio è tutto classificato come zone a rischio moderato (Hg1). Le opere in progetto e le aree di lavoro non interesseranno invece aree a rischio Molto Elevato.

A livello progettuale si specifica che l'ubicazione delle opere e dell'area di cantiere sono state scelte al fine di ridurre al minimo l'interessamento di aree a rischio frana.

In sintesi alle Norme PAI si evidenzia che l'opera necessariamente, per le sue caratteristiche intrinseche, deve essere localizzata in prossimità del Lago Flumendosa, interessando le sue fasce di pericolosità/rischio idraulico. Le relative e delle sue fasce di pericolosità/rischio idraulico. In particolare l'opera di presa e quindi il relativo cantiere, essendo finalizzata al prelievo dell'acqua sarà costruita nell'alveo stesso del Lago. In rispetto alle Norme sarà predisposta una Relazione di Compatibilità Idraulica, ma è possibile anticipare che essendo le opere esclusivamente sotterranee e considerando il ripristino dell'area di cantiere in condizioni di piena sicurezza, si prevede la piena compatibilità idraulica del progetto. Inoltre sarà predisposta una relazione asseverata del tecnico incaricato che dimostri che si tratta di interventi a servizio di singoli edifici, conformi agli strumenti urbanistici e

valutati indispensabili per la funzionalità degli edifici o vantaggiosi dall'autorità competente per la concessione o l'autorizzazione e che le opere non modificano significativamente il regolare deflusso della corrente e la situazione ante intervento, come previsto dalle NTA.

Per quanto riguarda le aree a rischio geomorfologico presenti in relazione anche alle forti pendenze del versante si evidenzia che la progettazione sia dell'opera che del cantiere terrà conto di queste aree per assicurare la piena stabilità e sicurezza. A tal proposito si segnala che il progetto è corredato da dedicata Relazione Geologica e Geotecnica che inquadrano rispettivamente le conformazioni geologiche e geomorfologiche delle aree di progetto e a livello geotecnico la progettazione necessaria. In aggiunta a quanto esposto in tali relazioni, in rispetto alle Norme sarà eventualmente predisposto successivamente uno Studio di Compatibilità Geologica e Geotecnica dedicato.

#### *Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (P.S.F.F)*

Il Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (PSFF) è stato approvato in via definitiva con Delibera No.2 del 17 Dicembre 2015 da Comitato istituzionale dall'Autorità di Bacino della Regione Sardegna, per l'intero territorio regionale, ai sensi dell'art.9 delle LR 19/2006 come modificato con LR 28/2015.

Le aree delle fasce fluviali sono assoggettate alle Norme di Attuazione del PAI relative alle fasce di Pericolosità Idraulica sulla base di quanto indicato nella Deliberazione No.2 del 17 Dicembre 2015. Le Norme PAI sono state aggiornate con Delibera della Giunta Regionale No. 15 del 22 Novembre 2022.

Con riferimento agli elaborati del Piano PSFF, il progetto ricade nel Sub Bacino 7 – Flumendosa, Campidano Cixerri, in particolare nel Foglio FL021 (Atlante Fasce) e nel Foglio BM018 (Atlante Dighe), contenuti negli Atlanti cartografici in allegato alla Relazione monografica di sub bacino.

Nella cartografia di Piano a livello generale le aree dell'Invaso erano classificate in Fascia C (Atlante Fasce - Tavola FL021 del PSFF), per la quale le Norme PAI (Art. 30 bis “Disciplina delle aree di esondazione individuale con la sola analisi geomorfologica”) prevedevano che i Comuni fossero tenuti ad effettuare un apposito studio idrologico-idraulico di approfondimento al fine di determinare le aree di pericolosità idraulica molto elevata (Hi4), elevata (Hi3), media (Hi2) e moderata (Hi1).

Per quanto riguarda invece la carta del PSFF “Atlante Cartografico delle aree inondabili a valle delle dighe” (Tavola BM018), di seguito si riporta uno stralcio della Tavola che evidenzia come l'invaso Flumendosa sia stato perimetrato come “Aree Inondabili per effetto dell'ipotetico collasso delle dighe.

In accordo con l'Art. 3 comma b della Delibera No. 2 del 17 Dicembre 2015 di Approvazione del PSFF *“per tutti i corsi d'acqua o per i tratti degli stessi nei quali, sono state determinate aree di esondazione con la sola analisi di tipo geomorfologico deve essere applicato l'art. 30 bis delle vigenti Norme di Attuazione del PAI”*. Nell'Art. 30 quater delle NTA del PAI viene specificato come tra tali corsi d'acqua vanno considerati i tratti a valle delle grandi dighe per i quali deve essere applicata la Direttiva del Presidente del Consiglio di Ministri 8 Luglio 2014.

La suddetta Direttiva assegna indirizzi operativi inerenti l'attività di protezione civile nell'ambito dei bacini in cui siano presenti grandi dighe, definendo in particolare le modalità con cui il gestore, sulla base del Documento di protezione civile e del Piano di laminazione (ove predisposto e adottato), è chiamato a gestire le eventuali emergenze connesse alla sicurezza dello sbarramento o a eventi di piena; prevede che per ciascuna “grande diga” la regione, predisponga e approvi un piano di emergenza (PED), per contrastare le situazioni di pericolo connesse con la propagazione di onde di piena originate da manovre degli organi di scarico ovvero dall'ipotetico collasso dello sbarramento.

Per quanto riguarda l'invaso del Flumendosa (afferente alla Diga di Nuraghe Arrubiu) si evidenzia che ad oggi la Regione ha approvato con Deliberazione No. 6/19 del 5 Febbraio 2019 il *“Piano operativo di Laminazione Statica preventivo dell'invaso della diga di Nuraghe Arrubiu sul Fiume Flumendosa”* in comune di Orroli.

Nell'ambito di tale delibera sono individuati gli scenari gestionali per la laminazione delle piene dell'invaso, inoltre viene dato mandato alla Direzione generale della Protezione civile regionale di notificare la proposta di Piano agli enti locali interessati sia all'adeguamento dei Piani Comunali di Protezione Civile sia all'utilizzazione delle risorse idriche invasate.

Dall'analisi della documentazione del PUC di Esterzili non si rileva ad oggi un adeguamento del Piano in relazione all'ipotetico collasso della diga di Nuraghe Arrubiu.

Si evidenzia che l'opera di presa e l'area di lavoro di valle per realizzare l'opera necessariamente interessano l'invaso esistente del Flumendosa e anche la fascia inondabile in caso di crollo della Diga Bau Muggeri (Invaso Alto Flumendosa) che si trova circa 50 km a monte rispetto alle aree di progetto.

Non si rilevano interferenze fra la costruzione e l'esercizio dell'opera e il deflusso delle acque in caso di collasso della Diga, in quanto si tratta di un evento catastrofico comunque remoto. Inoltre si ricorda che la Centrale in caverna non sarà presidiata, pertanto eventuali rischi, seppur remoti, saranno associabili prevalentemente al danno di beni materiali.

#### *Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA)*

L'elaborazione dei PGRA è organizzata in cicli di pianificazione in quanto la Direttiva Alluvioni prevede che i Piani siano riesaminate ed eventualmente aggiornati ogni sei anni.

Il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni della Sardegna per il primo ciclo di pianificazione (2015-2021) è stato approvato con Deliberazione del Comitato Istituzionale No. 2 del 15/03/2016 e con Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 27/10/2016, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale serie generale No. 30 del 06/02/2017. Gli elaborati del Piano di Gestione del Rischio di alluvioni per il primo ciclo di pianificazione sono stati approvati con Deliberazione del Comitato Istituzionale No.2 del 1 Marzo 2016.

Con la Deliberazione del Comitato Istituzionale No. 14 del 21 Dicembre 2021 è stato approvato il Piano di Gestione del Rischio alluvioni della Sardegna per il secondo ciclo di pianificazione. Con tale atto, oltre agli adempimenti previsti dalla normativa sovraordinata, si completa il procedimento di approvazione degli studi di cui all'allegato B della Deliberazione del Comitato Istituzionale No. 10 del 3 Giugno 2021.

Inoltre, il 21 Dicembre del 2021 il Comitato Istituzionale ha approvato, con Deliberazione No. 16 l'aggiornamento del Piano di Gestione del Distretto Idrografico della Sardegna, giunto al terzo ciclo di pianificazione.

Con la Delibera della Giunta Regionale No. 2/8 del 20 Gennaio 2022 all'allegato 2, è stato approvato il Testo coordinato delle Norme di Attuazione del PAI aggiornato al 2022. Con la Deliberazione del Comitato Istituzionale n. 15 del 22/11/2022, pubblicata sul B.U.R.A.S n.55 del 01/12/2022, sono state aggiornate le Norme di Attuazione del PAI al fine di risolvere alcune problematiche riscontrate nell'applicazione delle stesse, e di introdurre alcuni requisiti prestazionali delle opere di difesa longitudinale garantiti dalle evoluzioni tecnologiche.

Con Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 01/12/2022, ai sensi degli articoli 65 e 66 del Dlgs 3 aprile 2006, n. 152, è approvato il primo aggiornamento del Piano di gestione del rischio di alluvioni (PGRA) del distretto idrografico della Sardegna, di cui all'art. 7 della direttiva 2007/60/CE e all'art. 7 del Dlgs 23 febbraio 2010, n. 49.

In base alla classificazione delle aree da parte del PGRA reperibile presso il geoportale della Regione Sardegna l'opera di presa e l'area di lavoro di valle interessano rispettivamente:

- ✓ aree classificate a Probabilità bassa di alluvione (P1 – Tr>200 anni);
- ✓ la stessa area classifica anche come area a Rischio Moderato/Nulla (R1 – Danni sociali, economici ed al patrimonio ambientale trascurabili o nulli).

Inoltre in base alla mappa del danno potenziale (Tavola DP-0573 del PGRA) si evidenzia che le aree su cui insiste il cantiere e le opere a progetto sono classificate come aree D1 – Danno Moderato o Nulla (Aree libere di Insediamenti urbani o produttivi dove risulta possibile il libero deflusso delle piene).

Le Norme di Attuazione del PGRA per aree così classificate indicano che all'Art. 30 "Disciplina delle aree di pericolosità idraulica moderata H1" del PAI *"nelle aree di pericolosità idraulica moderata compete agli strumenti urbanistici, ai regolamenti edilizi ed ai piani di settore vigenti disciplinare l'uso del territorio e delle risorse naturali, ed in particolare le opere sul patrimonio edilizio esistente, i mutamenti di destinazione, le nuove costruzioni, la realizzazione di nuovi impianti, opere ed infrastrutture a rete e puntuali pubbliche o di interesse pubblico, i nuovi insediamenti produttivi commerciali e di servizi, le ristrutturazioni urbanistiche e tutti gli altri interventi di trasformazione urbanistica ed edilizia, salvo in ogni caso l'impiego di tipologie e tecniche costruttive capaci di ridurre la pericolosità ed i rischi"*.

Si ricorda che la classificazione delle fasce a pericolosità e rischio idraulico e geomorfologico è stata recentemente perimetrata nel dettaglio dal Comune di Esterzili, a cui si rimanda per la descrizione delle Norme PAI aggiornate.

#### *1.4.2.5.7 Aree Sismiche*

A seguito dell'Ordinanza P.C.M. 3274/2003, l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia ha provveduto a realizzare la "Mappa di Pericolosità Sismica 2004 (MPS04)" che descrive la pericolosità sismica attraverso il parametro dell'accelerazione massima attesa con una probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni su suolo rigido e pianeggiante. Con l'emanazione dell'Ordinanza P.C.M. 3519/2006, la MPS04 è diventata ufficialmente la mappa di riferimento per il territorio nazionale.

Il dettaglio sull'area di interesse riportato nella Figura seguente è stato estratto dal sistema on-line “Mappe Interattive di Pericolosità Sismica” disponibile sul sito web dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia “INGV” alla sezione “Terremoti”. Nell'area di progetto è possibile osservare la presenza di valori di accelerazione della classe 0.025-0.050 g (si veda la seguente Figura).

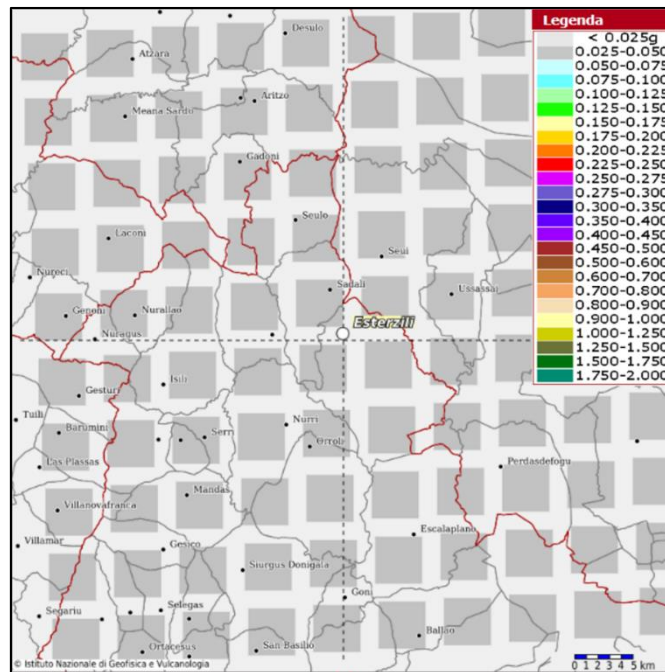


Figura 1.3: Modello Pericolosità sismica (<http://esse1-gis.mi.ingv.it/>)

## **2 MOTIVAZIONE DELL'OPERA**

L'iniziativa proposta da Edison S.p.A. risulta pienamente in linea con il Piano Nazionale Integrato Energia e Clima (PNIEC), predisposto in attuazione del regolamento europeo sulla governance dell'unione dell'energia e dell'azione per il clima, che costituisce lo strumento con il quale ogni Stato, in coerenza con le regole europee vigenti e con i provvedimenti attuativi del pacchetto europeo Energia e Clima 2030, stabilisce i propri contributi agli obiettivi europei al 2030 sull'efficienza energetica e sulle fonti rinnovabili e quali sono i propri obiettivi in tema di sicurezza energetica, mercato unico dell'energia e competitività.

Il PNIEC, per sopperire alle criticità del sistema energetico italiano, prevede la necessità di sviluppare almeno 6 GW di nuovi sistemi di accumulo al 2030 (di cui almeno 3 GW di impianti di pompaggio), soprattutto al Sud Italia e nelle Isole dove è più intenso lo sviluppo delle rinnovabili ed è minore la capacità di accumulo. I più recenti scenari delineati da Terna e Snam hanno rivisto la capacità di accumulo necessaria al 2030 in 8.9 GW di impianti c.d. utility-scale, nello specifico pompaggi idroelettrici e accumuli elettrochimici con E/P=8h.

In particolare, gli impianti di pompaggio costituiscono una risorsa strategica per il sistema elettrico, stante la capacità di fornire – in tempi rapidi – servizi pregiati di regolazione di frequenza e tensione, nonché di fornire un contributo significativo all'inerzia del sistema, potendo quindi contribuire significativamente in termini di adeguatezza, qualità e sicurezza del sistema elettrico nazionale.

L'iniziativa di Edison è inoltre coerente con le esigenze di Terna, che ritiene indispensabile la realizzazione di ulteriore capacità di accumulo idroelettrico e/o elettrochimico in grado di contribuire alla sicurezza e all'inerzia del sistema attraverso la fornitura di servizi di rete (regolazione di tensione e frequenza) e di garantire la possibilità di immagazzinare l'energia prodotta da fonti rinnovabili non programmabili quando questa è in eccesso rispetto alla domanda o alle capacità fisiche di trasporto della rete, minimizzando/eliminando le inevitabili situazioni di congestione; un maggior apporto di accumulo, segnatamente accumulo idroelettrico, è indispensabile per un funzionamento del sistema elettrico efficiente ed in sicurezza.

Infatti, le variazioni del contesto, incremento FER (Fonti Energetiche Rinnovabili) e contestuale dismissione di impianti termoelettrici poco efficienti, causano già oggi, e ancor di più in futuro, significativi impatti sulle attività di gestione della rete che sono riconducibili principalmente a caratteristiche tecniche di questi impianti, alla loro non programmabilità e alla loro localizzazione spesso lontana da centri di consumo, causando un aumento delle situazioni di congestione sulla rete di trasmissione.

Il pompaggio fornirà servizi essenziali per garantire la corretta integrazione delle rinnovabili, assorbendo parte dell'overgeneration nelle ore centrali della giornata e producendo energia in corrispondenza della rampa di carico serale in cui il sistema si trova in assenza di risorse (coprendo quindi il fabbisogno nelle ore di alto carico e scarso apporto di solare/eolico) e potrà così contribuire anche alla riduzione delle congestioni di rete.



## 3 OPZIONE ZERO E ALTERNATIVE DI PROGETTO

### 3.1 OPZIONE ZERO

L'analisi dell'opzione zero consente di confrontare i benefici e gli svantaggi associati alla mancata realizzazione di un progetto.

Come riportato in precedenza, l'impianto in progetto, in linea con quanto previsto del PNIEC, costituisce una risorsa strategica per il sistema elettrico nazionale, grazie alla capacità di fornire in tempi brevi servizi di regolazione di frequenza e di tensione, nonché un contributo significativo in termini di adeguatezza, qualità e sicurezza al sistema elettrico nazionale.

L'iniziativa di Edison in un contesto come quello in cui si inserisce l'impianto in esame, fornirà inoltre servizi essenziali per garantire la corretta integrazione delle rinnovabili, assorbendo parte della sovra produzione relativa alle ore centrali della giornata, e producendo energia in corrispondenza della rampa di carico serale, quando il sistema si trova in assenza di risorse (solare/eolico), contribuendo inoltre alla riduzione della congestione di rete.

La non realizzazione del progetto in esame, porterebbe delle ricadute negative in termini di poca stabilità del sistema elettrico, anche in relazione agli scenari futuri di continuo incremento della produzione da fonti rinnovabili.

Pertanto, la mancata realizzazione del progetto non comporterebbe ragionevolmente benefici ambientali e sociali significativi o comunque tali da renderla una soluzione preferibile rispetto a quella che prevede lo sviluppo dell'iniziativa come descritto nel presente rapporto.

Con riferimento ai fattori ambientali/agenti fisici potenzialmente interessati dal progetto, si evidenzia che:

- ✓ Popolazione e salute umana: la mancata realizzazione del progetto comporterebbe, verosimilmente, una graduale perdita di stabilità nella fornitura elettrica, ed una crescente necessità di dotarsi di sistemi di accumulo flessibili. La realizzazione di sistemi alternativi ai fini di sopperire a tali necessità non potrebbe garantire allo stesso tempo l'efficientamento del sistema ed il limitato impatto ambientale in fase di esercizio, che garantisce l'impianto in esame;
- ✓ Biodiversità: nessun'opera interesserà direttamente aree naturali protette o siti della Rete Natura 2000, tuttavia le opere di superficie e relativi cantieri interessano, per quasi tutta la loro superficie, un'oasi permanente di protezione faunistica e di cattura (OPF), che tuttavia ad oggi risulta solo come una proposta non istituita. L'area di lavoro di valle occupa, per la circa la sua intera superficie (167.1 ha), aree classificate come "Area a Pascolo Naturale" e per 0.018 ha aree classificate come "macchia mediterranea". L'area di lavoro di valle occupa porzioni di macchia mediterranea e boschi di latifoglie. In fase di esercizio, ad ogni modo, l'impianto di accumulo non sarà caratterizzato da emissioni di inquinanti o rumore significative, che alterino gli equilibri ecosistemici del sito. Localmente (sull'altopiano di Taccu Sa Pruna) sono ipotizzabili solo potenziali variazioni microclimatiche correlate alla presenza, seppur non permanente, della massa d'acqua del bacino di monte. Impianti alternativi o comunque sistemi che siano in grado di garantire la flessibilità di esercizio dell'impianto in esame, a parità di potenza, non potrebbero altresì garantire il limitato impatto ambientale in fase di esercizio in termini di emissioni sonore e di inquinanti o in termini di occupazione suolo;
- ✓ Suolo, Uso Suolo e Patrimonio Agroalimentare: gli impatti sulla componente possono essere ricondotti sostanzialmente alle opere di superficie e quindi prevalentemente al bacino di monte. Si evidenzia che a fronte del consumo di suolo importante previsto soprattutto per la realizzazione del bacino di monte il progetto non comporta ulteriori consumi di suolo, sfruttando l'esistente invaso del Flumendosa, a valle, all'interno del quale sarà inoltre prevista l'opera di presa. La scelta di realizzare le strutture e gli impianti prevalentemente in sotterraneo permetterà un risparmio notevole nel consumo di suolo oltre ad una significativa riduzione degli impatti associati a livello paesaggistico;
- ✓ Geologia e Acque: l'acqua è una risorsa rinnovabile e già disponibile grazie all'invaso del Lago Flumendosa, diversamente da combustibili quali il gas naturale, il carbone e altri combustibili. L'esercizio dell'impianto di accumulo non prevede prelievi idrici, ad eccezione di modeste quantità di reintegro dovute alla naturale evaporazione, considerata comunque trascurabile rispetto al totale della risorsa movimentata. Inoltre, l'acqua utilizzata non subirà alcuna modifica chimico-fisica al suo stato originario. Altre tipologie di impianto in grado di garantire tale flessibilità di esercizio possono avere consumi di acqua variabili in funzione della tipologia, ma comunque più elevati.;
- ✓ Atmosfera – Aria e Clima: L'esercizio del nuovo impianto di accumulo idroelettrico non comporterà emissioni di inquinanti in atmosfera a scala locale in quanto:

- in fase di turbinaggio l'alimentazione è assicurata dalle risorse idriche dell'invaso di monte (precedentemente prelevate dall'esistente invaso del Flumendosa);
- in fase di pompaggio i gruppi turbina-pompa-generatore/motore sono ad alimentazione elettrica.

Le uniche emissioni a scala locale saranno riconducibili alla sola fase di cantiere. In fase di esercizio le uniche emissioni sono considerate trascurabili e legate al traffico veicolare generate dal trasporto addetti per i rari interventi di manutenzione/ispezione. Per soddisfare le necessità di una maggiore stabilità della fornitura elettrica, in considerazione delle dimensioni di impianto in gioco, è ipotizzabile la realizzazione di altre tipologie di impianto, generalmente caratterizzate da ricadute ambientali in termini di emissioni in atmosfera superiori rispetto all'impianto in progetto;

- ✓ Sistema Paesaggistico – Paesaggio, Patrimonio Culturale e Beni Materiali: il progetto prevede la realizzazione di opere e impianti in sotterraneo. La realizzazione del bacino di monte è prevista in una zona classificate a livello comunali come agricole, tendenzialmente pianeggiante e priva di rilievi significativi che possano in qualche modo incrementare la visibilità dell'opera anche da distanze significative. Considerando che verrà realizzato un mascheramento morfologico degli argini esterni del bacino, questo sarà pertanto ben visibile unicamente da distanze molto ravvicinate, confondendosi nel paesaggio a mano a mano che ci si allontanerà da esso;
- ✓ Rumore e Vibrazioni: in considerazione delle caratteristiche dell'opera (impianti sotterranei) non vengono determinati impatti acustici significativi nelle aree esterne. Le interferenze saranno riconducibili esclusivamente alle operazioni di cantiere, le quali ad ogni modo avranno carattere temporaneo. Restano naturalmente valide le considerazioni relative al fatto che la mancata realizzazione del progetto determinerebbe la possibilità di realizzare altre tipologie di impianto che, a parità di potenza e di flessibilità di esercizio, comporterebbero maggiori ricadute ambientali in termini di modifica della rumorosità esistente.

### **3.2 ANALISI DELLE ALTERNATIVE DI PROGETTO**

La definizione della soluzione progettuale proposta è frutto di una accurata analisi effettuata su diverse alternative che sono state prese in considerazione da un punto di vista localizzativo, dimensionale, tecnologico, etc.

In generale, per maggiori dettagli si rimanda al documento “Analisi delle Alternative Progettuali”, riportato in Appendice A allo Studio di Impatto Ambientale.

## 4 CARATTERISTICHE DIMENSIONALI E FUNZIONALI DEL PROGETTO

### 4.1 DESCRIZIONE DELLA FASE DI CANTIERE

#### 4.1.1 Aree e Fasi di Lavoro

La durata totale prevista per la realizzazione di tutte le opere è pari circa 82 mesi.

A seconda del tipo di realizzazione le ore lavorative previste possono variare:

- ✓ lo scavo delle gallerie/caverne è previsto, sia per ragioni tecniche che di sicurezza, effettuato ininterrottamente;
- ✓ i lavori per i rimanenti cantieri (lavori di movimentazione terra, opere di ingegneria civile, montaggi elettromeccanici, etc.) saranno effettuati normalmente, in ritmi settimanali.

Le principali caratteristiche delle diverse aree di lavoro sono riportate nella seguente tabella.

Tabella 4.1: Aree e Fasi di Lavoro

| Cantiere         | Area (m <sup>2</sup> ) | Fase                       | Id. | Fase di Lavoro<br>Descrizione  | Durata<br>[mesi] | Durata<br>Attività<br>Solare [mesi] |
|------------------|------------------------|----------------------------|-----|--|------------------|-------------------------------------|
| AREA DI<br>MONTE | 1,671,000              | <b>Realizzazioni</b>       | 1a  | Installazioni locali per servizi tecnici di cantiere (uffici, spogliatoi, mense, etc.)   | 2                | 58                                  |
|                  |                        |                            | 1b  | Preparazione aree di deposito temporaneo materiale sciolto   | 1                |                                     |
|                  |                        |                            | 1c  | Fabbrica virole  | 3                |                                     |
|                  |                        |                            | 1d  | Realizzazione impianto di betonaggio   | 3                |                                     |
|                  |                        | <b>Bacino di Monte</b>     | 1e  | Scavi rilevato, Realizzazione cunicolo e accesso cunicolo, Scavi fondo   | 28               | 68                                  |
|                  |                        |                            | 1f  | Erezione del rilevato e del mascheramento morfologico, Sistemazione drenaggio del fondo del bacino, Realizzazione sfioratori di superficie | 38               |                                     |
|                  |                        |                            | 1g  | Stesa geo composito e pietrisco, Coronamento   | 24               |                                     |
|                  |                        |                            | 1h  | Finiture e piazzali, Posa virole metalliche ed intasamento con calcestruzzo, Realizzazione del calice                                      | 6                |                                     |
|                  |                        |                            | 1i  | Scavo e consolidamento pozzo verticale per condotta forzata  | 10               |                                     |
|                  |                        | <b>Canale di drenaggio</b> | 1l  | Allestimento cantiere ed adeguamento viabilità/impiantistica   | 1                | 4                                   |
|                  |                        |                            | 1m  | Esecuzione canale di drenaggio dello sfioratore di superficie del bacino di monte  | 3                |                                     |

| Cantiere                                  | Area (m <sup>2</sup> ) | Fase                           | Id. | Fase di Lavoro<br>Descrizione  | Durata<br>[mesi] | Durata<br>Attività<br>Solare [mesi] |
|---|------------------------|--------------------------------|-----|--|------------------|-------------------------------------|
|   |                        | <b>Ripiegamento cantiere</b>   | 1n  | Ripiegamento cantiere  | 2                | 2                                   |
|   |                        | <b>Discenderia</b>             | 1o  | Scavo e consolidamento discenderia   | 22               | 22                                  |
|   |                        | <b>Centrale</b>                | 1p  | Progettazione, fornitura, fabbricazione elettromeccaniche                  | 24               | 71                                  |
|   |                        |                                |     | scavo e consolidamento caverna della centrale                              | 37               |                                     |
|   |                        |                                |     | Scavo e consolidamento biforcazioni a monte e a valle della centrale       | 4                |                                     |
|   |                        |                                |     | Scavo e consolidamento caverna biforcazione di monte                       | 3                |                                     |
|   |                        |                                |     | Trasporto montaggio e inghisaggio opere elettromagnetiche                  | 16               |                                     |
|   |                        | <b>Vie d'acqua</b>             | 1q  | Scavo e consolidamento galleria idraulica da pozzo paratoie verso centrale | 17               | 17                                  |
|   |                        | <b>Sottostazione elettrica</b> | 1r  | Scavo e consolidamento galleria d'accesso alla sottostazione elettrica     | 1                | 17                                  |
|   |                        |                                |     | Scavo e consolidamento caverna elettro stazione elettrica                  | 8                |                                     |
|   |                        |                                |     | Trasporto montaggio e inghisaggio opere elettromeccaniche                  | 10               |                                     |
|   |                        | <b>Pozzo Piezometrico</b>      | 1s  | Scavo e consolidamento galleria d'accesso al pozzo piezometrico            | 8                | 18                                  |
|   |                        |                                |     | Scavo e consolidamento caverna sommità del pozzo piezometrico              | 3                |                                     |
| Scavo e consolidamento pozzo piezometrico | 3                      |                                |     |  |                  |                                     |
| <b>AREA DI VALLE</b>                      | <b>41,000</b>          | <b>Adeguamento Viabilità</b>   | 2a  | Adeguamento Viabilità  | 3                | 3                                   |
|   |                        | <b>Galleria d'accesso al</b>   | 2b  | Realizzazione portale d'accesso  | 2                | 4                                   |

| Cantiere        | Area (m <sup>2</sup> ) | Fase   | Id. | Fase di Lavoro<br>Descrizione   | Durata<br>[mesi] | Durata<br>Attività<br>Solare [mesi] |
|-----------------|------------------------|--|-----|---|------------------|-------------------------------------|
|                 |                        | <b>pozzo<br/>paratoie</b>                      |     | Scavo e consolidamento<br>galleria d'accesso al pozzo<br>paratoie                     | 2                | 47                                  |
|                 |                        | <b>Pozzo<br/>paratoie</b>                      | 2c  | Scavo e consolidamento<br>caverna sommità pozzo<br>paratoie                           | 2                |                                     |
|                 |                        |  |     | Scavo e consolidamento<br>pozzo paratoie  | 1                |                                     |
|                 |                        |  |     | Montaggio paratoie, ausiliari e<br>chiusura paratoie                                  | 2                |                                     |
|                 |                        |  |     | Chiusura paratoie   | -                |                                     |
|                 |                        | <b>Opera di<br/>presa di valle</b>             | 2d  | Allestimento viabilità per<br>raggiungere opera di presa di<br>valle                  | 1                | 9.5                                 |
|                 |                        |  |     | Esecuzione opere<br>temporanee di dewatering  | 3                |                                     |
|                 |                        |  |     | Scavo e consolidamento<br>opera di presa  | 3                |                                     |
|                 |                        |  |     | Montaggio griglia di presa  | 0.5              |                                     |
|                 |                        |  |     | Rimozione opere temporanee<br>di dewatering   | 2                |                                     |
|                 |                        | <b>Galleria di<br/>ventilazione e<br/>cavi</b> | 2e  | Scavo e consolidamento<br>galleria di ventilazione e cavi                             | 17               | 17                                  |
|                 |                        | <b>Vie d'acqua</b>                             | 2f  | Scavo e consolidamento<br>galleria idraulica da pozzo<br>paratoie a opera presa valle | 2                | 2                                   |
|                 |                        | <b>Ripiegamento<br/>cantiere</b>               | 2g  | Ripiegamento cantiere   | 1                | 1                                   |
| <b>COLLAUDI</b> | -                      | Collaudi                                       | -   | Collaudi idraulici e funzionali<br>gallerie;  | 2                | 3                                   |
|                 |                        |  |     | Collaudi e prove<br>elettromeccaniche in centrale                                     | 2                |                                     |
|                 |                        |  |     | Collaudi funzionali impianto  | 2                |                                     |
|                 |                        |  |     | Messa in servizio   | 1                |                                     |

Il piano di cantierizzazione per realizzare la complessa opera in progetto viene sviluppato al fine di garantire la migliore soluzione tecnica ed ambientale nelle condizioni, modalità e tempi previsti. Per ottimizzare l'esecuzione dei lavori e allo stesso tempo minimizzare gli impatti negativi sul territorio e sulla rete stradale esistente, il Programma dei Lavori ed il Sistema di Cantierizzazione si basano sull'ipotesi di affrontare le lavorazioni su diversi fronti operativi.

L'organizzazione ed il dimensionamento di ogni zona in cui vengono realizzate le lavorazioni si basa sulla tipologia d'opera o di opere che ognuno di esso dovrà servire, sui caratteri geometrici delle stesse opere, sulle scelte progettuali e di costruzione.

Nell'individuare l'area da adibire a cantiere, si è tenuto conto dei seguenti requisiti:

- ✓ dimensioni areali sufficientemente ampie;
- ✓ prossimità a vie di comunicazioni importanti o strade adeguate al transito dei mezzi pesanti;
- ✓ lontananza da zone residenziali e da recettori sensibili (scuole, ospedali, etc.);
- ✓ adiacenza alle opere da realizzare;
- ✓ vincoli e prescrizioni limitative dell'uso del territorio (da PUC, Piano Paesistico, vincoli archeologici, naturalistici, idrogeologici, etc.);
- ✓ morfologia (evitando, per quanto possibile, pendii o luoghi eccessivamente acclivi in cui si rendano necessari consistenti lavori di sbancamento o riporto);
- ✓ esclusione di aree di rilevante interesse ambientale;
- ✓ possibilità di deposito e riutilizzo dei materiali di scavo.

Per realizzare le opere è necessario prevedere strutture operative adeguate la cui entità varia in relazione al tipo ed alle dimensioni delle opere da realizzare. Nel caso in esame, in particolare nelle zone in cui si realizzeranno le opere in sotterraneo, predominanti nell'opera in oggetto, l'allestimento di cantiere previsto si divide in:

- ✓ attrezzature a cielo aperto;
- ✓ attrezzature sotterranee.

L'area di cantiere prevista attualmente è una, suddivisa in:

- ✓ area di lavoro di monte;
- ✓ Area di lavoro di valle.

Il sistema generale di gestione della cantieristica prevede la presenza di un solo campo base in corrispondenza dell'area di monte.

Per maggiori dettagli sulla trattazione di seguito riportata, si rimanda alla Relazione di Cantiere Generale (Elaborato 1351-A-FN-R-02-1).

## **4.1.2 Descrizione Attività di Cantiere**

### **4.1.2.1 Area di Lavoro di Monte**

L'area di monte è ubicata ad Ovest della SP53, nella porzione più meridionale del comune di Esterzili (CA), presso la località “Taccu Sa Pruna”. Vi si potrà accedere tramite la suddetta strada provinciale (si veda la Figura successiva). L'estensione complessiva è pari a circa 1,671,000 m<sup>2</sup>. Quest'area di cantiere conterrà al suo interno il campo base, un impianto di frantumazione e vagliatura, un impianto di betonaggio, la fabbrica virole e il bacino di monte.

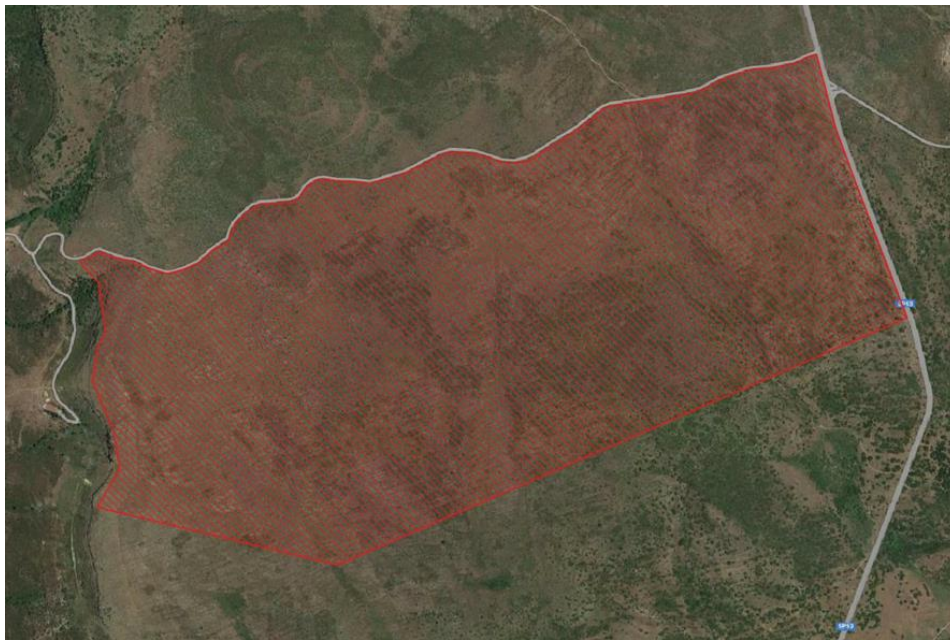


Figura 4.1: Area di lavoro di monte

#### 4.1.2.1.1 Bacino di Monte

Inizialmente, si prevede di eseguire lo scotico dell'area interessata dalla realizzazione del bacino, procedendo da Sud verso Nord. Il terreno vegetale sarà opportunamente conservato in un'area di deposito ubicata nell'area di monte, per poi essere riutilizzata per ricoprire i paramenti esterni del rilevato.

Contemporaneamente, si può procedere con lo scavo delle fondazioni del rilevato, con le relative regolarizzazioni del fondo, da Sud verso Nord (occupandosi prima dei lati Ovest e Sud, poi dei lati Est e Nord). Si prevede di stoccare temporaneamente i volumi di dolomie e di rocce del basamento (non ascrivibili a terreno vegetale) presso un'area di deposito interna all'area di monte e prossima alle aree di scavo.

Una parte di questo volume sarà mischiato con materiale selezionato e pretrattato proveniente dagli scavi delle opere in sotterraneo (i.e. gallerie d'accesso, centrale in caverna, pozzo piezometrico, etc.); la parte restante di tale volume sarà invece riutilizzata come riporto per sagomare il fondo del bacino nelle aree in cui il terreno attuale si trova ad una quota inferiore a quella del nuovo fondo del bacino, e come riporto sul paramento esterno della diga.

Contemporaneamente allo scavo delle fondazioni dovrà essere realizzato il sistema drenante, che consiste in un cunicolo di ispezione e drenaggio in calcestruzzo armato collocato sul lato Sud e parzialmente sui lati Est ed Ovest del bacino, mentre sui lati rimanenti consiste in tubazioni avvolte in geo tessuto. Il cunicolo dovrà essere progressivamente completato procedendo con gli scavi in direzione Nord. Sarà anche realizzato il cunicolo di scarico e il canale di scarico dei drenaggi per consentire l'evacuazione delle portate che inevitabilmente defluiranno con l'approfondimento degli scavi.

A seguito del completamento degli scavi di fondazione per ciascuna tratta, si procederà all'erezione della diga, eseguita tramite riporto e compattazione di strati di 30 cm di materiali sciolti provenienti dagli scavi delle opere in sotterraneo dell'impianto opportunamente selezionati, pretrattati e mischiati con materiale dolomitico proveniente dallo scavo di fondazione della diga e di regolarizzazione del bacino di monte. La stessa si può effettuare rapidamente anche con condizioni meteo avverse (comunque non estreme).

Contestualmente all'erezione della diga, e compatibilmente con la disponibilità dei volumi di scavo derivanti dall'area di lavoro di valle e dalla creazione della viabilità, sul paramento esterno della diga saranno riportati e compattati strati 20 cm consistenti in materiali provenienti dagli scavi delle opere in superficie ed in sotterraneo. Questi materiali (aventi minori qualità geomeccaniche rispetto ai materiali che costituiscono il corpo della diga) dovranno essere separati dalla diga tramite uno strato di sottofondo drenante da 25 cm.

Procedendo, dovranno essere realizzati i calcestruzzi dello sfioratore e degli accessi al cunicolo di ispezione e drenaggio, avvalendosi dell'impianto di betonaggio presente nell'area di cantiere.

Sulle aree del fondo del bacino in cui gli scavi sono conclusi, sarà possibile eseguire la stessa del geo composito (conforme al bollettino ICOLD 135) e di uno strato di pietrisco privo di fini di 25 cm.

Dopo aver terminato i movimenti terra, saranno ultimati i completamenti della stessa di geo composito sulle sponde interne della diga, del conglomerato bituminoso sul coronamento, del terreno vegetale sul paramento esterno del rilevato e saranno realizzate le finiture opere di finitura finali (tra cui le rampe di accesso ubicate sul lato Nord del bacino).

#### *4.1.2.1.2 Opera di presa di monte*

Terminato lo scavo localizzato per l'opera di presa di monte presso l'area ad Ovest del bacino, si prevede lo scavo di un pozzo verticale avente diametro interno di 5.5 m e profondità di circa 490 m. Questo pozzo ha lo scopo di raccordare l'opera di presa (realizzata tramite un calice in calcestruzzo armato) alla galleria idraulica orizzontale.

Si prevede di realizzare l'opera con metodo tradizionale (centine, spritz beton e chiodature), scavando dunque il pozzo a fondo cieco. Il diametro di scavo sarà variabile, tra i 6.1 ed i 6.6 m; si prevede un rivestimento iniziale del pozzo con spessore variabile tra i 5 ed i 30 cm.

Il materiale di risulta degli scavi sarà evacuato tramite carroponte, depositato in tramogge e caricato su autocarri che lo condurrà ad un'apposita area di deposito all'interno dell'area di lavoro di monte.

Il pozzo così ottenuto ospiterà una condotta metallica avente diametro interno di 5.5 m e spessore variabile. Ogni virola (di cui si ipotizza una lunghezza di 12 m) sarà realizzata nella fabbrica virole prevista nell'area di lavoro di monte, trasportata verso il pozzo, sollevata tramite un apposito castello, saldata alla virola precedente ed infine calata nel pozzo per 12 m. Il processo viene poi ripetuto con le virole successive. Le saldature saranno pertanto eseguite all'aperto, così come le verifiche sulle stesse.

Data la lunghezza della condotta (circa 500 m), è stata prevista la suddivisione di questo processo in due fasi:

- ✓ dopo aver calato la prima metà della condotta metallica (circa 250 m), si procede al completo riempimento (inghisaggio) dell'anello che si creerà tra la condotta metallica ed il pozzo scavato nella roccia. Il getto verrà eseguito con speciale pompa stazionaria con tubi di getto;
- ✓ dopo aver realizzato la seconda metà della condotta, questa sarà calata e saldata alla metà sottostante internamente al pozzo. Seguirà anche in questo caso l'inghisaggio della stessa.

Al termine delle suddette fasi, sarà eseguito il getto del calice in calcestruzzo armato.

#### *4.1.2.1.3 Sbocco cunicolo di drenaggio*

Dal lato Sud del bacino di monte, si prevede di realizzare un cunicolo d'accesso per poter raggiungere i cunicoli di ispezione e drenaggio del bacino di monte. Al termine di tale accesso, è posto un pozzetto di raccolta da cui parte una tubazione interrata, volta ad evacuare per gravità i drenaggi del bacino di monte.

Tale tubazione termina in un tratto a cielo aperto, in modo tale da consentire un deflusso in direzione del canale di scolo attualmente esistente.

#### *4.1.2.1.4 Canale di drenaggio dello sfioratore di superficie*

Dal lato Nord del bacino di monte, presso cui si trova lo sfioratore di superficie, è prevista la realizzazione di un canale volto a convogliare gli eventi meteorici straordinari associati alla piena con tempo di ritorno di 3,000 anni (in caso estremo), verso l'impluvio posto ad Ovest del bacino di monte.

Dalla vasca di calma posta sul lato Nord del bacino di monte, si prevede lo scavo di una trincea lunga circa 500 m in cui sarà posata e rinterrata una tubazione in PEAD avente un diametro di 50 cm, fino all'incisione esistente del terreno. Per questo tratto, dovrà essere previsto uno scavo fino alla quota d'imposta del canale (pochi metri di profondità), e dopo la posa della tubazione, si procederà al riporto dello stesso materiale sciolto derivante dagli scavi, facendo in modo che in sommità rimanga terreno vegetale. Il materiale in esubero sarà utilizzato nel riporto sul paramento di valle della diga.

#### *4.1.2.1.5 Discenderia*

Per lo scavo ed il consolidamento della discenderia, data la prevista serie geologica, si prevede di avanzare in tradizionale garantendo quindi un controllo della geometria e degli eventuali extra-scavi e con fronte irrorato da ugelli per abbattimento polveri, con escavatore idraulico attrezzato con martellone idraulico/benna dentata o con il sistema smooth blasting.



Lo smarino derivante dallo scavo di questa opera sarà evacuato tramite carri scarrabili scorrevoli su binari installati all'interno della galleria stessa e successivamente trasportato in un'apposita area di deposito all'interno dell'area di lavoro di monte.

Lo scavo della discenderia avverrà previo scavo e consolidamento di una apposita trincea (avente dimensioni in pianta di circa 10 x 50 m ed una profondità rispetto al piano campagna di circa 12 m), in cui sarà installato un argano. Una volta terminate le operazioni di scavo di tutte le opere sotterranee, la trincea sarà chiusa tramite la realizzazione di una copertura orizzontale atta a permetterne il mascheramento tramite terreno vegetativo. La copertura definitiva sarà dotata di una porzione scorrevole per assicurare l'accesso alla galleria.

#### **4.1.2.1.6 Galleria d'accesso al pozzo piezometrico**

Lungo la discenderia è prevista una biforcazione da cui ha inizio una galleria che raggiunge l'area destinata alla realizzazione del pozzo piezometrico.

Le modalità di scavo e consolidamento sono analoghe a quella della discenderia e lo scavo di questa opera può procedere parallelamente alla continuazione dello scavo della discenderia (dalla sopra citata biforcazione alla centrale in caverna).

Lo smarino sarà evacuato tramite la discenderia stessa, e successivamente trasportato in un'apposita area di deposito all'interno dell'area di monte.

#### **4.1.2.1.7 Centrale in Caverna**

Raggiunta la volta della centrale tramite la discenderia, si procederà allo scavo completo della volta (tramite scavo di No.2 cunicoli laterali e successivo scavo del nucleo centrale). Terminata la volta, si procederà allo scavo in ribasso del corpo della centrale, in fasi consecutive di scavo e consolidamenti mediante bulloni e spritz beton. I ribassi proseguiranno fino a giungere a quota della base della centrale. Il materiale di risulta degli scavi sarà evacuato inizialmente tramite la discenderia. Sul piano della sala macchine si imposteranno quindi le compartimentazioni per l'alloggiamento dei gruppi idroelettrici e dei componenti ausiliari.

Al completamento delle opere di sostegno della caverna verranno installate ed inghisate le macchine idrauliche, montate le componenti elettriche, e realizzati i locali tecnici e quanto necessario per consentire il corretto funzionamento dell'impianto.

#### **4.1.2.1.8 Sottostazione Elettrica in Caverna**

A Nord-Ovest rispetto alla centrale in caverna, si prevede di realizzare un'altra caverna, adibita all'alloggiamento dei trasformatori, che elevano la tensione da 13.8 kV a 380 kV, e della sottostazione in gas (GIS). Tale caverna è alta circa 17 m (con soffitto a volta), ha una pianta indicativa di 90 x 22.5 m ed è accessibile tramite una galleria a pendenza nulla lunga circa 30 m, che la collega con l'area Nord della centrale in caverna.

Il materiale di risulta degli scavi sarà evacuato anch'esso tramite la discenderia.

Sul piano della caverna si imposteranno quindi le compartimentazioni per l'alloggiamento dei trasformatori e delle apparecchiature elettriche ausiliarie (quadri elettrici, locale comandi e servizi ausiliari, etc.).

Al completamento delle opere verranno installati tutti gli elementi previsti all'interno della sottostazione elettrica (trasformatori, GIS, quadri elettrici, locale comandi e servizi ausiliari, sbarre, etc.).

#### **4.1.2.1.9 Pozzo piezometrico**

Terminata la galleria d'accesso alla sommità del pozzo piezometrico, si procede con lo scavo di una caverna avente una dimensioni in pianta pari a 17.6 x 26.3 m ed un'altezza di circa 13 m. Per lo scavo della camera si prevede l'utilizzo di un metodo drill & blasting.

Per la realizzazione del pozzo piezometrico è previsto uno scavo di un pozzo verticale suddiviso in due sezioni: un tratto profondo 77 m avente un diametro interno di 12 m, ed un tratto profondo circa 48 m avente un diametro interno di 2.4 m.

Si prevede di realizzare l'opera in due fasi distinte:

- ✓ in prima fase, è previsto l'utilizzo della tecnica del raise boring raggiungendo il diametro di perforazione previsto per il tratto inferiore del pozzo piezometrico;

- ✓ successivamente, si procederà con l'allargamento del foro nel tratto superiore con metodo di scavo tradizionale fino a raggiungere il diametro finale di scavo previsto dal progetto.

Dopo aver posizionato l'attrezzatura di scavo RBM (Raise Borer Machine) presso la caverna posta alla sommità del pozzo piezometrico, il primo passaggio è la realizzazione di un foro pilota di piccolo diametro, fino al raggiungimento del livello inferiore; qui l'utensile di perforazione precedentemente utilizzato viene sostituito da una testa fresante avente le dimensioni del diametro di scavo da realizzare: con verso opposto alla prima fase di perforazione, la testa viene tirata verso l'attrezzatura RBM e si realizza il pozzo di diametro 2.4 m, che verrà allargato nel tratto superiore fino al diametro di 12 m.

Attraverso il pozzo piezometrico verranno calate ed inghisate con calcestruzzo le virole metalliche aventi diametro di 2.4 m relative alla strozzatura; a tal fine, è prevista la presenza di un monotrave.

#### 4.1.2.1.10 *Vie d'Acqua*

Si illustrano di seguito le modalità di scavo previste per le vie d'acqua dell'impianto, da monte verso valle:

- ✓ pozzo verticale che contiene la condotta forzata: scavato dall'area di lavoro di monte, dall'alto verso il basso;
- ✓ tratto orizzontale contenente le biforcazioni poste a monte della centrale: dalla centrale in caverna, saranno scavate 4 gallerie, in cui saranno trasportate e saldate virole metalliche provenienti dalla fabbrica virole presso l'area di lavoro di monte; in corrispondenza del raccordo con il pozzo verticale, sarà realizzata un'apposita caverna per consentire il trasporto e la saldatura degli spicchi metallici che compongono il raccordo;
- ✓ tratto orizzontale contenente le biforcazioni poste a valle della centrale: saranno scavate gallerie a partire dalla centrale in caverna;
- ✓ tratto di galleria idraulica (rivestita in calcestruzzo armato) compreso tra il termine delle biforcazioni di valle e l'opera di presa di valle: sarà scavato partendo dalle biforcazioni poste a valle della centrale.

#### 4.1.2.2 *Area di Lavoro di Valle*

L'area di valle è ubicata in prossimità del lago Flumendosa, nella porzione più meridionale del comune di Esterzili (CA), e vi si potrà accedere tramite la viabilità esistente, adeguata per quanto necessario. L'estensione complessiva è pari a circa 41,000 m<sup>2</sup>.



Figura 4.2: *Area di Lavoro di Valle*

#### 4.1.2.2.1 *Imbocco della galleria d'accesso al pozzo paratoie*

Presso l'imbocco della galleria d'accesso al pozzo paratoie, l'area sarà pavimentata ed attrezzata con:

- ✓ Ventilatori silenziati (con emissioni entro i parametri di legge) sulla finestra di imbocco;
- ✓ Cabina elettrica di trasformazione da utenza in loco in MT o BT;
- ✓ Gruppo di elettrocompressori silenziati per fornitura d'aria compressa ai fronti di scavo e getto;
- ✓ Impianto di trattamento acque reflue provenienti dagli scavi con recapito in corpo idrico recettore nelle vicinanze (previa autorizzazione rilasciata dagli enti);
- ✓ Tramogge per deposito provvisorio materiale di scavo;
- ✓ Servizi igienici per il personale di cantiere.

#### **4.1.2.2.2 Galleria d'accesso al pozzo paratoie**

Dall'imbocco si procederà con lo scavo ed il consolidamento della galleria d'accesso al pozzo paratoie.

Le modalità di scavo e consolidamento sono analoghe a quella della discenderia.

Lo smarino derivante dagli scavi sarà evacuato tramite la stessa galleria d'accesso al pozzo paratoie e sarà successivamente trasportato in un'apposita area di deposito temporanea all'interno dell'area di monte.

#### **4.1.2.2.3 Galleria cavi**

Lungo la galleria d'accesso al pozzo paratoie è prevista una biforcazione da cui ha inizio una galleria che raggiunge la sottostazione elettrica e la centrale in caverna.

Le modalità di scavo e consolidamento sono analoghe a quella della discenderia.

Lo smarino derivante dagli scavi di questa galleria sarà evacuato tramite la stessa galleria cavi e sarà successivamente trasportato in un'apposita area di deposito temporanea all'interno dell'area di monte.

#### **4.1.2.2.4 Opera di presa di valle**

Per poter realizzare in sicurezza tale opera si prevedono le seguenti fasi realizzative:

- ✓ limitazione della quota dell'invaso di Nuraghe Arrubiu fino a 242 m s.l.m.;
- ✓ realizzazione di una paratia di pali accostati lungo tutto il perimetro dell'opera di presa. Tale struttura verrà realizzata da un apposito pontone ed avrà lo scopo principale di sostenere le spinte idrauliche agenti sull'opera durante le successive fasi realizzative. La paratia sarà costituita da micropali accostati lato terra e da pali accostati sul lato invasivo. Il passaggio dai micropali ai pali sarà funzione della lunghezza del tratto di roccia da perforare in quanto la perforazione in roccia per pali risulta di difficile esecuzione;
- ✓ Scavo in subacqueo della porzione di ammasso roccioso compreso entro il perimetro definito dalla paratia fino alla quota di fondo scavo;
- ✓ Realizzazione di un solettone di fondo in c.a. Tale opera verrà realizzata con un getto subacqueo. Nel caso in cui il peso della soletta non fosse sufficiente a contrastare le spinte di galleggiamento la stessa potrà essere ancorata mediante la realizzazione di appositi micropali di ancoraggio da realizzarsi prima del getto e poi inglobati nel getto stesso. Nel solettone saranno presenti i ferri di ripresa dei getti in elevazione;
- ✓ Posando internamente allo scavo dei casseri ed impiegando le paratie precedentemente realizzate come controcassero, viene realizzato il getto in su subacqueo delle pareti in c.a. dell'opera. Tali pareti avranno lo scopo di garantire la tenuta idraulica durante il successivo aggettamento dell'acqua contenuta all'interno dell'opera. Le pareti gettate in questa fase coincidono nel tratto di monte con quelle dell'opera di presa/restituzione, mentre per il tratto di valle sono pareti provvisorie che saranno demolite a fine lavori;
- ✓ Viene realizzato il getto della soletta di copertura dell'opera di scarico/aspersione e inizia la fase di svuotamento del bacino interno alle pareti, posizionando via via i puntoni metallici e le relative travi di contrasto sulle pareti provvisorie;
- ✓ Una volta estratta l'acqua contenuta nel bacino interno alle pareti viene realizzato il collegamento con la galleria idraulica (la cui realizzazione si era arrestata ad una distanza di sicurezza) e vengono posizionate le griglie e le ultime opere accessorie dell'opera di presa;
- ✓ Vengono chiuse le paratoie del pozzo paratoie e viene demolita la parete frontale dell'opera di presa. Dopodiché, l'invaso può tornare in condizioni di normale esercizio.

Il materiale di scavo, che verrà evacuato tramite il pontone, verrà scaricato nell'area di lavoro di valle e sarà trasportato verso l'area di monte tramite autocarri. I getti verranno eseguiti da una betonpompa stazionante sul pontone. La betonpompa potrà salire sul pontone accedendo da una rampa realizzata all'interno dell'area di lavoro di valle.

#### **4.1.2.2.5 Pozzo Paratoie**

Una volta terminata la galleria d'accesso al pozzo paratoie, sarà scavata una caverna avente dimensioni in pianta di 13 x 22 m ed una copertura a volta avente altezza massima di circa 16 m ed una copertura di circa 30 m. Il consolidamento della caverna avverrà tramite uno strato di spritz-beton e chiodature.

Successivamente si esegue lo scavo del pozzo paratoie, profondo circa 8 m ed avente un diametro di scavo di 9 m. Si prevede di eseguire lo scavo con metodo tradizionale, realizzando dunque il pozzo a fondo cieco partendo dalla caverna soprastante. Il materiale di risulta degli scavi sarà evacuato tramite la galleria d'accesso che raggiunge la caverna alla sommità del pozzo. Si prevede di consolidare inizialmente lo scavo mediante spritz beton ed eventualmente bulloni, dopodiché si provvederà a realizzare un rivestimento definitivo in calcestruzzo.

Una volta terminato il consolidamento del pozzo ed il getto della galleria idraulica compreso tra il pozzo paratoie e l'opera di presa, si procederà ai getti di prima fase per le carpenterie delle paratoie e quindi al montaggio delle paratoie medesime.

### **4.1.3 Sistema di Ventilazione**

In fase di costruzione, la ventilazione di una galleria deve garantire un'atmosfera nella quale i gas nocivi o comunque indesiderati, che vengono prodotti (dal sottosuolo, dallo scavo e dai motori dei mezzi utilizzati), risultino in concentrazioni tali da non presentare pericolo.

A seconda della tipologia di roccia incontrata e del metodo di scavo adottato, si potranno produrre polveri durante gli scavi in quantità più o meno rilevante.

Tutte le macchine saranno pertanto revisionate e a norma secondo quanto previsto dalla direttiva macchine ed equipaggiate con abbattitori di fumi.

La quantità d'aria richiesta sarà strettamente connessa ai tipi di materiale incontrati durante la perforazione ed ai sistemi di abbattimento polveri utilizzati al fronte.

Nel caso in oggetto il ricambio d'aria può essere garantito attraverso un sistema di ventilazione in aspirazione e successiva mandata. Il sistema permette di aspirare la parte anteriore del tampone dopo di che, lavorando in mandata, si ottiene il distacco della rimanente parte dal fronte ed il suo allontanamento. La fase di aspirazione risulta sensibilmente lunga in quanto, prima di passare in pressione, occorre attendere il tempo necessario per espellere i fumi dall'intera condotta.

### **4.1.4 Gestione delle Acque in Fase di Cantiere**

Durante la fase di cantiere si prevede la produzione delle seguenti tipologie di acque:

- ✓ acque derivanti da intercettazioni durante la fase di perforazione delle gallerie;
- ✓ acque utilizzate nelle attività di scavo in sotterraneo;
- ✓ acque reflue civili.

Con riferimento alle acque meteoriche si evidenzia che le aree di cantiere in superficie generalmente non saranno pavimentate, assicurando il naturale drenaggio delle stesse nel suolo. Nelle aree di lavoro saranno comunque predisposte, in funzione delle pendenze, delle canalette che permetteranno il controllo della regimazione delle acque meteoriche in caso di eventi atmosferici più intensi.

Le aree di lavoro che saranno pavimentate saranno dotate di una rete di drenaggio delle acque meteoriche, con trattamento delle acque di prima pioggia, prima dello scarico in corpo idrico superficiale.

#### **4.1.4.1 Sistema di Trattamento Acque**

Tutte le acque derivanti dall'intercettazione delle falde saranno captate ed evacuate mediante tubazioni fino ad apposito impianto di trattamento ubicato nel cantiere all'aperto antistanti l'imbocco delle gallerie d'accesso, eventualmente con l'ausilio di stazioni intermedie di pompaggio.

Per le acque reflue di lavorazione, ogni fronte di scavo o getto sarà attrezzato con apposito pozzetto di raccolta e tramite pompa di aggettamento saranno evacuate come sopra.

Il processo sarà caratterizzato da due fasi:

- ✓ decantazione, addensamento dei fanghi e depurazione delle acque. Una pompa dosatrice immette nella tubazione di mandata una soluzione di flocculante opportunamente dosata. Il risultato ottenuto è di avere una rapida precipitazione dei fanghi nel cono del decantatore che dopo un tempo programmato di permanenza vengono convogliati in una apposita vasca di stoccaggio. L'acqua depurata viene scaricata al di fuori dell'area di cantiere in corpo idrico superficiale;
- ✓ disidratazione dei fanghi addensati. Il fango addensato proveniente dalla fase di decantazione ed addensamento viene a sua volta disidratato mediante filtro pressa. Il filtro pressa ha come obiettivo la trasformazione di fango liquido addensato in fango solido perfettamente palabile e privo di sgocciolamento da destinare come rifiuto a discarica autorizzata.

Il sistema sarà progettato per assicurare il mantenimento del pH e l'abbattimento dei solidi in sospensione contenuti negli scarichi idrici nel rispetto dei limiti previsti dalla normativa vigente.

#### 4.1.4.2 Reflui Civili

Le acque sanitarie impiegate per i servizi del cantiere (e.g. docce, servizi igienici, etc) saranno collettate ed inviate a trattamento in fossa settica (tipo Imhoff) o negli impianti di trattamento descritti al precedente Paragrafo.

Il materiale trattenuto nella fossa sarà gestito e smaltito come rifiuto.

#### 4.1.5 **Sistema di Trasporto Smarino con Nastri**

L'impiego dei nastri trasportatori è dettato dai vantaggi che il trasporto in continuo offre in situazioni dove esiste una velocità di avanzamento regolare e un flusso continuo di materiale da trasportare. Inoltre, le tipologie di nastri ad oggi disponibili permettono il superamento di difficoltà specifiche, come la presenza di curve verticali ed orizzontali lungo il percorso e/o di gradienti lungo il profilo longitudinale.

Il sistema di trasporto dello smarino con trasporto continuo sarà a nastro opportunamente integrato con l'avanzamento dell'escavatore:

- ✓ la velocità e capacità del nastro saranno compatibili con la massima velocità di avanzamento del fronte di scavo;
- ✓ la granulometria dello smarino sarà compatibile con il sistema di trasporto.
- ✓ Per quanto riguarda il nastro trasportatore, esso sarà:
- ✓ montato sul paramento della galleria;
- ✓ la capacità del caricatore ed il suo posizionamento saranno adeguati alla portata ed alla velocità del nastro.
- ✓ Tale soluzione di trasporto continuo dello smarino offre notevoli vantaggi fondamentalmente riconducibili a:
- ✓ facilità di movimentazione di grandi quantità di materiale;
- ✓ ingombro ridotto nella sezione: può essere scelta la posizione in modo da non intralciare le altre lavorazioni ed i trasporti verso il fronte;
- ✓ notevole semplicità di gestione.

Inoltre, il trasporto su nastro permette una riduzione dell'inquinamento ambientale:

- ✓ a livello di polveri consentendo anche un grande risparmio dovuto all'esigenza di una ventilazione minore, elemento la cui importanza aumenta con l'aumentare della lunghezza della galleria;
- ✓ a livello di fumi e rumorosità generate, grazie all'utilizzo di una motorizzazione elettrica.

Il sistema di trasporto dello smarino con i nastri sarà utilizzato per trasportare lo smarino per le opere scavate da monte verso valle mentre la parte dello smarino, prodotto dallo scavo della galleria cavi e di ventilazione e del pozzo paratoie/opera di presa di valle, verrà trasportato lungo la viabilità esistente, che verrà adeguata.

Lo smarino derivante dallo scavo della discenderia sarà evacuato tramite carri scarrabili scorrevoli su binari installati all'interno della galleria stessa e successivamente trasportato in un'apposita area di deposito all'interno dell'area di lavoro di monte.

#### 4.1.6 Mezzi e Macchinari di Cantiere

Nel presente paragrafo si elencano le tipologie e le potenze dei mezzi che si prevede di impiegare durante le diverse fasi di cantiere.

Tabella 4.2: Caratteristiche Mezzi e Macchine di Cantiere

| ID | Tipologia   | Fissi / Mobili | Tipologia Uso (Esterno/Galleria) | Potenza [kW] | Alimentazione (Motore Diesel/Elettrico) |
|----|---|----------------|----------------------------------|--------------|---|
| 1  | Escavatore  | Mobili         | Interni/Esterni                  | 302          | diesel                                  |
| 2  | Dozer Apripista                                   | Mobili         | Esterni                          | 350          | diesel                                  |
| 3  | Dozer pesante                                     | Mobili         | Esterni                          | 560          | diesel                                  |
| 4  | Dozer medio                                       | Mobili         | Esterni                          | 350          | diesel                                  |
| 5  | Pala Gommata                                      | Mobili         | Interni/Esterni                  | 373          | diesel                                  |
| 6  | Pala Cingolata                                    | Mobili         | Esterni                          | 196          | diesel                                  |
| 7  | Retroescavatore                                   | Mobili         | Esterni                          | 200          | diesel                                  |
| 8  | Retroescavatore leggero                           | Mobili         | Esterni                          | 90           | diesel                                  |
| 9  | Rulli compattatori (terre)                        | Mobili         | Esterni                          | 150          | diesel                                  |
| 10 | Rulli compattatori piccoli                        | Mobili         | Esterni                          | 34.5         | diesel                                  |
| 11 | Rulli Lischi (conglomerato bituminoso)            | Mobili         | Esterni                          | 34.5         | diesel                                  |
| 12 | Autobetoniera 4 assi da 10 m <sup>3</sup>         | Mobili         | Interni/Esterni                  | 412          | diesel                                  |
| 13 | Pompa cls   | Fissi/Mobili   | Interni/Esterni                  | 115          | diesel                                  |
| 14 | Macchina perforatrice (per Tiranti di ancoraggio) | Fissi          | Interni                          | 125          | diesel                                  |
| 15 | Macchina per infilaggio Tiranti                   | Mobili         | Interni                          | 90           | Elettrico                               |
| 16 | Macchina per carotaggi                            | Mobili         | Interni                          | 125          | Diesel                                  |
| 17 | Autogru   | Mobili         | Interni/Esterni                  | 168          | Diesel                                  |
| 18 | Carroponte  | Fissi          | Esterni                          | 373          | Diesel                                  |
| 19 | Grader  | Mobili         | Esterni                          | 163          | Diesel                                  |
| 20 | Finitrice   | Mobili         | Esterni                          | 24.4         | Diesel                                  |
| 21 | Attrezzatura per Diaframmi                        | Fissi          | Esterni                          | 400          | Diesel                                  |
| 22 | Dumper  | Mobili         | Esterni                          | 227          | Diesel                                  |
| 23 | Autocarri 10 m <sup>3</sup>                       | Mobili         | Esterni                          | 412          | Diesel                                  |
| 24 | Autobotte   | Mobili         | Esterni                          | 412          | Diesel                                  |
| 25 | Generatori per impianti Betonaggio                | Fissi          | Esterni                          | 250          | Diesel                                  |
| 26 | Ventilatori                                       | Fissi          | Esterni                          | 200          | elettrico                               |
| 27 | Pompa Spritz                                      | Fissi          | Interni                          | 75           | elettrico                               |
| 28 | Pompa aggotamento                                 | Fissi          | Interni                          | 18           | elettrico                               |
| 29 | Bullonatore                                       | Mobili         | Interni                          | 66           | elettrico                               |
| 30 | Vibratori   | Fissi          | Esterni                          | 100          | Elettrico                               |
| 31 | Elettrocompressori                                | Fissi          | Esterni                          | 800          | Elettrico                               |
| 32 | Trasformatori Elettrici                           | Fissi          | Esterni                          | 1,500        | Elettrico                               |

#### 4.1.7 Viabilità

Al fine di raggiungere le diverse aree di lavoro necessarie per la costruzione dell'impianto, si prevede di individuare una idonea viabilità che consenta sia il transito dei mezzi di cantiere che, una volta terminati i lavori, il raggiungimento delle diverse parti dell'impianto per gli interventi di ispezione e manutenzione.

Per contenere gli impatti sul territorio si è cercato di avvalersi, per quanto possibile, della viabilità esistente (con eventuali adeguamenti ove necessario), prevedendo la creazione di nuovi tratti di viabilità solo dove strettamente necessario (accesso al piazzale in prossimità della botola della discenderia e strada di accesso al coronamento del bacino di monte).

In particolare, si prevede:

- ✓ l'adeguamento di un tratto di viabilità esistente, per una lunghezza di circa 5.5 km che collega la SP53 all'invaso di Nuraghe Arrubiu (in prossimità dell'area interessata dai lavori di realizzazione dell'opera di presa di valle);
- ✓ all'interno dell'area di cantiere saranno anche previste viabilità provvisorie, successivamente riportate allo stato ante-operam in fase di dismissione del cantiere.

## 4.2 DESCRIZIONE DEL PROGETTO

### 4.2.1 Descrizione Generale

L'impianto di accumulo idroelettrico mediante pompaggio in progetto prevede la realizzazione di un invaso di accumulo della risorsa idrica derivata dall'invaso Flumendosa per un volume utile di circa 3,000,000 m<sup>3</sup>, in corrispondenza dell'invaso stesso, nel territorio di Esterzili (CA).

Nel presente progetto è stata adottata la configurazione di macchine idrauliche che garantisce, ad oggi, la massima flessibilità: il gruppo ternario con possibilità di funzionamento in corto-circuito-idraulico. Questa tipologia di gruppo è composta essenzialmente da una pompa, una macchina elettrica funzionante sia come generatore che come motore ed una turbina sullo stesso asse. Ogni macchinario di questo gruppo ruota sempre nello stesso senso, sia in fase di generazione che di pompaggio, e pertanto i tempi di transizione tra le due fasi sono sensibilmente inferiori al più comune sistema alternativo, ossia i gruppi binari (in cui vi è un'unica macchina che idraulica che funge da turbina se ruota in un senso e da pompa se ruota nel senso opposto).

Il sistema dell'impianto in corto circuito idraulico, come sopra evidenziato, consente il funzionamento simultaneo di pompa e turbina, ed una rapida regolazione della ripartizione delle portate tra queste due macchine: in questo modo è possibile sfruttare un più ampio ventaglio di potenze, sia in fase di generazione che di pompaggio, al cui interno è possibile muoversi nei minimi tempi possibili per gli impianti di pompaggio.

Il pompaggio fornirà anche servizi che saranno essenziali per garantire la corretta integrazione delle rinnovabili, assorbendo parte dell'*overgeneration* nelle ore centrali della giornata e producendo energia in corrispondenza della rampa di carico serale in cui il sistema si trova in assenza di risorse (coprendo quindi il fabbisogno nelle ore di alto carico e scarso apporto di risorse solare/eolico). Il pompaggio potrà così contribuire alla riduzione del *curtailment* e delle congestioni di rete.

Il funzionamento dell'impianto di pompaggio prevede il prelievo di volumi di acqua in poche ore; in particolare, il prelievo dall'invaso Flumendosa (bacino di valle) dell'intero volume utile dell'impianto (circa 3,000,000 m<sup>3</sup>) avviene in un tempo minimo di circa 8.5 h); analogamente, in fase di generazione, è possibile restituire il volume accumulato nel bacino di monte (circa 3,000,000 m<sup>3</sup>) con la stessa tempistica (circa 8.5 h). Questi cicli di prelievo e restituzione, la cui occorrenza dipenderà dalle esigenze di stabilizzazione della rete elettrica nazionale e dalla effettiva disponibilità di acqua presso l'invaso di Nuraghe Arrubiu, dovrebbe avere una cadenza giornaliera.

### 4.2.2 Opere costituenti il Nuovo Impianto

Di seguito si riportano le descrizioni delle principali opere dell'impianto di accumulo idroelettrico in progetto.

#### 4.2.2.1 Opera di Presa di Valle

Presso l'invaso esistente di Flumendosa (Diga di Nuraghe Arrubiu) sarà realizzata un'opera di presa costituita da un canale di calcestruzzo armato che si raccorda con la galleria di aspirazione/scarico. L'imbocco è realizzato tramite una sezione rettangolare larga 13 m ed alta 8 m, dotata di una griglia metallica capace di intercettare materiale solido grossolano. Tali dimensioni permettono, nel caso in cui transitino la portata massima di progetto di 96.5 m<sup>3</sup>/s, di produrre velocità inferiori a 1 m/s (valore che permette di evitare perdite di carico eccessive, trasporto e accumulo di detriti e la possibilità che insorgano vibrazioni che potrebbero danneggiare le griglie). Dal canale di calcestruzzo armato, inizialmente rettangolare, si prevede un raccordo ad una sezione policentrica di diametro interno di 5.5 m.

Il fondo del manufatto di imbocco si trova a quota 230 m s.l.m.; esso è calcolato in base alla forma dell'opera di presa ed alla sommergezza minima da rispettare (per il cui calcolo si rimanda alla Relazione Idraulica - Elaborato

1351-M-FN-R-05-1), l'impianto può funzionare in pompaggio se il livello idrico dell'invaso Flumendosa è superiore a 242.00 m s.l.m.

Non essendo disponibili informazioni di dettaglio sulla batimetria attuale dell'invaso, la posizione dell'opera di presa di valle è stata selezionata sulla base di un'ipotesi relativa alla conformazione del fondale del lago, pertanto, la posizione sarà verificata ed eventualmente ottimizzata una volta disponibili chiare informazioni batimetriche.

Si prevede la realizzazione di opere di stabilizzazione del terreno di fondazione in prossimità dell'imbocco per evitare scalzamenti e limitare fenomeni di erosione che potrebbero convogliare materiale solido all'interno della presa (già limitati dalle velocità contenute previste attraverso le griglie).

Il funzionamento dell'impianto di pompaggio prevede il prelievo di volumi d'acqua in poche ore; in particolare, il prelievo dall'invaso Flumendosa (bacino di valle) dell'intero volume utile dell'impianto (circa 3,000,000 m<sup>3</sup>) avviene in un tempo minimo di circa 8.5 h; analogamente, in fase di generazione, è possibile restituire l'intero volume accumulato nel bacino di monte (circa 3,000,000 m<sup>3</sup>) con la stessa tempistica (circa 8.5 h). Questi cicli di prelievo e restituzione, la cui occorrenza dipenderà dalle esigenze di stabilizzazione della rete elettrica nazionale e dalla effettiva disponibilità di acqua presso l'invaso Flumendosa, dovrebbe avere una cadenza giornaliera.

#### 4.2.2.2 Pozzo Paratoie

A circa 150 m a monte dell'opera di presa di valle è previsto un pozzo paratoie (con diametro di 8 m e profondo circa 40 m), che è suddiviso in due sezioni: una inferiore, in cui scorre l'acqua, ed una superiore, che consente l'alloggiamento delle paratoie quando sono aperte. Tramite una caverna prevista alla sommità del pozzo si può accedere a questa opera sotterranea. In particolare, sono previsti due piani di lavoro per facilitare gli interventi di ispezione e manutenzione alle paratoie.

Nella parte inferiore del pozzo saranno alloggiati due paratoie piane in serie con tenuta sui 4 lati, alte 4 m e larghe 5.5 m, e la relativa quadristica elettrica; una paratoia è per il normale esercizio dell'impianto, mentre l'altra è ausiliaria. Le paratoie hanno il compito di disconnettere idraulicamente la condotta forzata dall'invaso di valle.

All'interno del pozzo sono contenuti scale di accesso destinate agli operatori (per ispezioni e manutenzioni) e un aeroforo avente diametro di circa 0.8 m. La caverna alla sommità ha dimensioni in pianta di 13 x 22 m ed una copertura a volta avente altezza massima di circa 16 m; essa è accessibile tramite un'apposita galleria di accesso.

#### 4.2.2.3 Centrale in Caverna

Per poter garantire la sufficiente sommergezza alle pompe, e dunque il funzionamento in piena sicurezza dell'impianto di pompaggio, è stata prevista la realizzazione di una centrale in caverna in cui alloggiare le macchine idrauliche (i cui assi sono posti a quota 165 m s.l.m.).

Il piano principale di lavoro è a quota 164.00 m s.l.m., ad una profondità di circa 490 m dal piano di campagna; il corpo della caverna ha un'altezza di circa 30 m ed ha una pianta di 145x22.5 m. L'accesso alla centrale è consentito tramite la discenderia e la galleria ventilazione e cavi.

All'interno della centrale sono alloggiati due gruppi ternari ad asse orizzontale (turbina di tipo Francis). Un gruppo ternario è sostanzialmente costituito dalla disposizione su un unico asse orizzontale di tre componenti: una turbina, una macchina elettrica che funge sia da generatore che da motore, ed una pompa. È prevista l'installazione di un sistema di organi tale per cui sia possibile il funzionamento in corto-circuito idraulico, che consente la regolazione della potenza assorbita dalla rete su tutto l'intervallo di funzionamento in pompaggio dell'impianto e consente altresì minimi intervalli di tempo necessario per la transizione tra la fase di generazione e quella di pompaggio. In particolare, sono previsti sistemi di intercettazione di monte e di valle delle macchine idrauliche, in modo da consentire la manutenzione senza la necessità di svuotare il bacino di monte e le vie d'acqua. Tale funzione di intercettazione sarà svolta da No.4 valvole rotative, a monte delle macchine, e No. 4 paratoie piene, a valle delle macchine tutte azionate oleodinamicamente. Nella seguente figura sono riportate due sezioni trasversali della Centrale, in corrispondenza della turbina e della pompa.

La seguente tabella indica le caratteristiche principali del singolo gruppo ternario, senza considerare le perdite del motore-generatore e del trasformatore.

**Tabella 4.3: Caratteristiche principali del singolo gruppo ternario**

| Grandezza           | Valore | Unità di misura |
|---------------------|--------|-----------------|
| Quota asse macchine | 165    | m s.l.m.        |



| Grandezza                               | Valore | Unità di misura   |
|---|--------|-------------------|
| Velocità nominale                       | 500    | giri/minuto       |
| Tensione                                | 13.8   | kV                |
| Frequenza                               | 50     | Hz                |
| Portata massima in fase di generazione  | 48.25  | m <sup>3</sup> /s |
| Portata massima in fase di pompaggio    | 48.25  | m <sup>3</sup> /s |
| cos( $\phi$ )                           | 0.85   | -                 |
| Potenza massima in fase di generazione  | 176    | MW                |
| Potenza massima in fase di pompaggio    | 190    | MW                |
| Potenza apparente dei generatori-motori | 230    | MVA               |

Si prevede di realizzare all'ingresso della caverna della Centrale un'area di lavoro sufficientemente ampia da consentire l'assemblaggio (*erection bay* di 21 x 22.5m) in sito di tali elementi. All'interno della caverna, si prevede l'installazione di due carriponte, aventi luci di 22.5 m e portata di 200 t, capaci di scorrere lungo tutto il corpo della centrale, in modo da consentire il montaggio delle macchine idrauliche ed elettriche nonché per la movimentazione dei macchinari in occasione di interventi di manutenzione.

All'interno della Centrale saranno inoltre presenti la quadristica elettrica di controllo, di potenza e l'impiantistica ausiliaria (impianti di raffreddamento, aerazione, condizionamento, aggottamento delle acque di drenaggio, etc.). In particolare, per quanto riguarda le acque di drenaggio afferenti alla centrale e per lo svuotamento dei volumi d'acqua contenuti nelle vie d'acqua al di sotto della quota dell'opera di presa di valle (che non possono essere svuotate per gravità), è prevista l'installazione di un sistema che consente di pompare i volumi d'acqua al di fuori della galleria d'accesso alla centrale, restituendo le acque presso l'invaso del Flumendosa (bacino di valle).

È inoltre stato progettato, in via cautelativa, un sistema di bypass (regolato da una valvola dissipatrice che funziona sia elettricamente che manualmente) che consente di svuotare, in caso d'emergenza, i volumi d'acqua presenti nel bacino di monte anche in caso di mancanza di elettricità.

Per l'approvvigionamento idropotabile, si prevede l'allacciamento alla rete acquedottistica comunale, mentre per lo smaltimento delle acque nere verranno utilizzate fosse settiche.

Il collegamento tra i motori-generatori e la caverna in cui saranno installati i trasformatori e la sottostazione elettrica sarà realizzato mediante una apposita galleria. La centrale sarà organizzata in modo che il suo funzionamento possa essere controllato in piena sicurezza da remoto, senza dunque necessitare di un presidio permanente.

Dalla centrale in caverna è possibile accedere (tramite due gallerie che ospitano i tratti di condotta aventi diametro DN 3,700 mm), ad una camera che ospita la biforcazione della condotta forzata (si veda la Figura seguente).

#### 4.2.2.4 Sottostazione elettrica

Adiacente alla centrale in caverna (a Nord-Ovest) è prevista la realizzazione di una sottostazione elettrica d'utenza (SSE) di tipo GIS anch'essa in caverna, in cui sono installati due trasformatori trifase da 240 MVA, nonché tutte le apparecchiature elettriche ausiliarie (e.g. quadri elettrici, locale comandi e servizi ausiliari, etc.).

Il corpo di tale caverna ha un'altezza di circa 17 m (con soffitto a volta) ed ha una pianta rettangolare di 90 x 22.5 m. Sopra i piedritti, alla base della volta, è prevista l'installazione di un carroponte. L'accesso a questa caverna è consentito tramite la galleria orizzontale, lunga circa 30 m, che la collega all'area Nord della centrale in caverna.

Le sbarre MT che collegano i trasformatori ai motori-generatori presente nella centrale in caverna sono alloggiare all'interno di un'apposita galleria (cunicolo) sbarre. Dalla SSE partirà una linea a 380 kV in cavo che si collegherà alla sottostazione elettrica RTN di Nurri in progetto, percorrendo la galleria cavi e ventilazione fino in prossimità dell'opera di presa di valle per poi proseguire fino alla sottostazione in parte in sub lacuale ed in parte interrata.

#### 4.2.2.5 Vie d'acqua

Dall'opera di presa presso il bacino di monte, passando per la centrale in caverna, fino all'opera di presa di valle, è prevista la realizzazione di una via d'acqua sotterranea avente sezione circolare e diametro interno di 5.5 m (ad eccezione delle biforcazioni presenti in prossimità della centrale). Tale condotta ha una lunghezza pari a circa 2,300 m, e può essere suddivisa essenzialmente nei seguenti tratti:

- ✓ Tratto verticale lungo circa 485 m, rivestito con virole metalliche di spessore variabile (da 57 mm a 20 mm) intasate con calcestruzzo;
- ✓ Tratto orizzontale lungo circa 160 m in cui la condotta principale subisce due serie di biforcazioni (necessarie per la connessione con le quattro macchine idrauliche previste in centrale: No. 2 turbine e No. 2 pompe), e due serie di raccordi. In particolare, da monte verso valle la condotta si biforca in due condotte metalliche poggiate su selle DN 3,700 mm e spessore di 39 mm, che a loro volta si biforcano in condotte metalliche poggiate su selle DN 1,900 e spessore 20 mm per le turbine e DN 1,800 e spessore 20 mm per le pompe. A valle delle macchine idrauliche sono state previste gallerie rivestite di calcestruzzo armato con DN 4,700 mm, che dopo due serie di raccordi si ricongiungono in un'unica galleria;
- ✓ tratto orizzontale lungo circa 80 m (che contiene il collegamento con la strozzatura del pozzo piezometrico), a sezione policentrica (avente diametro interno di 5.5 m) rivestita in calcestruzzo armato;
- ✓ tratto obliquo lungo circa 730 m con pendenza pari all'8% circa, a sezione policentrica (avente diametro interno di 5.5 m) rivestita in calcestruzzo armato;
- ✓ tratto obliquo lungo circa 660 m con pendenza pari all'1,5% circa, a sezione policentrica (avente diametro interno di 5,5 m) rivestita in calcestruzzo armato;
- ✓ tratto orizzontale lungo circa 120 m, a sezione policentrica (avente diametro interno di 5.5 m) rivestita in calcestruzzo armato, che collega il pozzo paratoie all'opera di presa di valle.

Per le virole metalliche, si prevede l'impiego di acciaio EN10025-4 S460ML, e la presenza di anelli di irrigidimento. La condotta forzata è stata dimensionata affinché le virole metalliche siano auto resistenti, capaci di resistere alle sovrappressioni previste in fase di esercizio senza necessitare della collaborazione del calcestruzzo circostante nei tratti in cui è essa è inghisata.

#### 4.2.2.6 Pozzo piezometrico

Il pozzo piezometrico è previsto al fine di:

- i. migliorare il comportamento dell'impianto nel caso di moto vario (che si verifica continuamente in impianti di pompaggio, specialmente ad alta flessibilità);
- ii. limitare le sovrappressioni causata dal colpo d'ariete in tutta la galleria idraulica di aspirazione/scarico;
- iii. contenere le oscillazioni del pelo libero;
- iv. permettere infine una migliore regolazione generale dell'impianto.

La realizzazione del pozzo piezometrico è prevista a circa 120 metri a valle dalla centrale in caverna; il pozzo è suddiviso in due sezioni: un tratto lungo 77 m ed avente un diametro di 12 m, ed un tratto di circa 48 m avente un diametro interno di 2.4 m.

Il pozzo sarà completamente realizzato in sotterraneo, ad una profondità di circa 360 m (sommità del pozzo), e rivestito di calcestruzzo armato. Presso la parte superiore del pozzo è prevista una camera d'accesso, avente dimensioni in pianta di 17.6 x 23.6 m ed una volta avente altezza massima di 13 m. L'accesso a tale camera, necessario agli operatori in caso di ispezione e manutenzione, sarà garantito tramite una apposita galleria.

#### 4.2.2.7 Gallerie di Accesso

##### 4.2.2.7.1 Discenderia

L'accesso alla centrale in caverna è consentito tramite la realizzazione di un'apposta discenderia inclinata, lunga circa 1,800 m e con inclinazione pari a circa il 26 %.

Tale discenderia fungerà da accesso principale alla centrale ed alla sottostazione.

All'imbocco della discenderia è prevista una trincea in cui sarà installato un argano; questa trincea presenta sulla sommità una copertura orizzontale con una porzione scorrevole in modo tale da consentire l'accesso alla discenderia (e dunque alla centrale).

All'interno di questa discenderia verrà installato un sistema di trasporto su binari con trazione a fune azionata dall'argano posto nella trincea a monte, oltre all'alloggiamento di condotte e cavidotti, adibiti a vari scopi (i.e., illuminazione, approvvigionamento idrico, drenaggio, svuotamento delle vie d'acqua a monte dell'impianto).

#### **4.2.2.7.2 Galleria Cavi e ventilazione**

Lungo la galleria d'accesso al pozzo paratoie è prevista una biforcazione da cui ha inizio una galleria che raggiungerà la sottostazione elettrica e la centrale in caverna.

Tale galleria sarà lunga circa 1,500 m con una pendenza massima dell'8 % circa.

La galleria ha la doppia funzione di permettere l'alloggiamento di cavi ad alta tensione volti a collegare la SSE alla sottostazione elettrica di Nurri (entrambe incluse nel presente progetto) e di convogliare l'ingresso della ventilazione, essenziale per il ricambio d'aria e per il raffrescamento, che raggiunge sia la centrale in caverna che la sottostazione elettrica.

I cavi ad alta tensione sono alloggiati in un apposito vano ricavato sul fondo.

All'interno della galleria è inoltre previsto l'alloggiamento di più condotte e cavidotti, adibiti a vari scopi (i.e., illuminazione, drenaggio, svuotamento delle vie d'acqua a monte dell'impianto).

#### **4.2.2.7.3 Galleria d'accesso al pozzo paratoie**

Un portale d'accesso posto in prossimità dell'invaso di Nuraghe Arrubiu definisce l'ingresso alla galleria che consente di raggiungere la caverna posta alla sommità del pozzo paratoie. Tale galleria sarà lunga circa 50 m, con pendenza massima pari al 6%.

#### **4.2.2.7.4 Galleria d'accesso al pozzo piezometrico**

Lungo la discenderia sarà prevista una biforcazione da cui avrà inizio una galleria che raggiungerà la caverna posta alla sommità del pozzo piezometrico. Per la realizzazione di questa galleria orizzontale lunga circa 700 m.

#### **4.2.2.7.5 Galleria d'accesso alla sottostazione elettrica in caverna**

Dall'area Nord della centrale in caverna è prevista una galleria che permetterà di raggiungere la SSE in caverna.

Tale galleria sarà orizzontale, lunga circa 30 m ha una sezione tipo uguale a quella della utilizzata per la galleria d'accesso alla centrale in caverna.

#### **4.2.2.8 Bacino di Monte**

Un nuovo bacino artificiale (bacino di monte) verrà realizzato presso l'altopiano situato circa 2 km ad Est rispetto al ramo dell'invaso di Nuraghe Arrubiu in cui è prevista l'opera di presa, descritta precedentemente, in località “Taccu Sa Pruna”, nel comune di Esterzili (CA).

L'invaso è di forma pseudo-quadrata, avente lato di circa 650 m e altezza massima della diga di circa 17 m (lato Sud).

Il coronamento è posto a quota 664.80 m s.l.m., ha uno sviluppo di 2,225 m, e larghezza di 6 m. Tale coronamento sarà accessibile tramite un raccordo con la viabilità esistente, posto sul lato Nord del bacino.

La diga è costituita da un rilevato di sezione trapezoidale in materiali sciolti derivanti dagli scavi delle opere in sotterraneo dell'impianto; questi saranno opportunamente selezionati e miscelati con materiale dolomitico proveniente dallo scavo di fondazione del rilevato e di regolarizzazione del fondo del bacino di monte. Le pendenze delle scarpate (sia interne che esterne) sono pari a 1.6/1.

Il bacino sarà impermeabilizzato mediante un geo composito conforme al bollettino ICOLD 135 (maggio 2010), posato su di un sottofondo drenante compattato (25 cm di spessore in corrispondenza del rilevato; 1 m di spessore sul fondo del bacino). Al di sopra del geo composito posto alla base del bacino è prevista la stesa di uno strato di 25 cm di pietrisco.

Il volume utile del bacino è di circa 3,000,000 m<sup>3</sup>, compreso tra le quote di massima regolazione (662.70 m s.l.m.) e di minima regolazione (652.00 m s.l.m.). La quota di massimo invaso è pari a 663.10 m s.l.m. Il franco è di 1.70 m (inoltre, sul coronamento è previsto un muro paraonde di 0.5 m di altezza), calcolato secondo normativa vigente (D.M. del 26/06/2014). Nella seguente Tabella vengono sintetizzate le principali caratteristiche del bacino di monte.

Tabella 4.4: Caratteristiche Principali del Bacino di Monte

| Grandezza  | Valore      | Unità di misura |
|--|-------------|-----------------|
| Volume utile di regolazione                          | ~ 3,000,000 | m <sup>3</sup>  |
| Volume di invaso1 (ai sensi del L. 584/1994)         | ~ 3,050,000 | m <sup>3</sup>  |
| Volume totale d'invaso2 (ai sensi del D.M. 24/03/82) | ~ 3,200,000 | m <sup>3</sup>  |
| Perimetro coronamento                                | 2,225       | m               |
| Larghezza coronamento                                | 6           | m               |
| Superficie liquida alla quota di min. regolazione    | ~ 197,000   | m <sup>2</sup>  |
| Superficie liquida alla quota di max. regolazione    | ~ 363,000   | m <sup>2</sup>  |
| Superficie liquida alla quota di massimo invaso      | ~ 364,000   | m <sup>2</sup>  |
| Altezza massima diga (lato esterno)                  | 17          | m               |
| Quota di fondo dell'invaso                           | 648.75      | m s.l.m.        |
| Quota di minima regolazione                          | 652.00      | m s.l.m.        |
| Quota di massima regolazione                         | 662.70      | m s.l.m.        |
| Quota di massimo invaso                              | 663.10      | m s.l.m.        |
| Escursione tra massima e minima regolazione          | 10.7        | m               |
| Franco   | 1.70        | m               |
| Altezza muri paraonde                                | 0.50        | m               |

Sul paramento esterno della diga si prevede di allocare lo smarino in esubero derivante dagli scavi dalla realizzazione delle opere in sotterraneo. Si prevede di distribuire materiale in modo tale da avere una scarpata a pendenza costante pari a 5/1, raccordando il coronamento alla topografia esistente. Questo abbancamento di materiale attorno al paramento esterno della diga ha molteplici vantaggi:

- ✓ dal punto di vista strutturale, contribuisce a favorire la stabilità del rilevato (che lavora a gravità);
- ✓ dal punto di vista paesaggistico, la debole pendenza del raccordo tra il coronamento del bacino ed il terreno circostante consente di avere un mascheramento morfologico ottimale del bacino nel territorio circostante (impatto visivo trascurabile);
- ✓ dal punto di vista ambientale, consente di annullare la movimentazione dei volumi di terre e rocce da scavo al di fuori dell'area interessata dalla realizzazione dell'impianto di pompaggio.

Le eventuali perdite saranno raccolte da un sistema di drenaggio composto da:

- ✓ tubi di drenaggio (fessurati solamente nella parte superiore) avvolti in geotessuto sul fondo del bacino;
- ✓ una tubazione di drenaggio posizionata sia al piede interno che esterno della diga, sui lavti Ovest, Nord ed Est del rilevato;
- ✓ cunicoli di drenaggi sul lato Sud del rilevato sia al piede interno che esterno della diga;
- ✓ tubi di drenaggio (rivestiti con geo tessuto) sull'intero perimetro esterno del rilevato.

Sono previsti tre accessi ai cunicoli di ispezione e drenaggio. Il recapito finale dei drenaggi avviene a Sud del bacino, all'ingresso dell'accesso principale ai cunicoli di ispezione e drenaggio.

#### 4.2.2.8.1 Opera di presa di monte

Presso il bacino di monte si prevede la realizzazione di un'opera di presa e restituzione a calice. Tale manufatto è costituito da una soglia di calcestruzzo di forma circolare, con diametro in sommità di 10 m, che convoglia le acque all'interno di una struttura verticale di diametro interno variabile, fino al raggiungimento del diametro di 5.5 m della condotta forzata.

Affinché sia garantita una corretta sommergenza alla presa, è stata imposta una differenza di 3.5 m tra la quota di minima regolazione del bacino e la quota del ciglio del calice. Si rimanda alla Relazione Idraulica (Elaborato 1351-M-FN-R-05-1) per il dimensionamento di tale manufatto.

L'opera di presa è situata presso la zona Ovest del bacino di monte, ossia più vicino all'invaso di Nuraghe Arrubiu. Questa zona presenta il fondo del bacino a quota 647.25 m s.l.m., 1.25 m sotto al ciglio del calice: tale differenza di quota consente da un lato di poter intercettare eventuale materiale solido che inavvertitamente potrebbe ritrovarsi all'interno del bacino, e dall'altro l'accesso in sicurezza all'opera di presa e restituzione da parte degli addetti. Tale area è raccordata con il resto del fondo (a quota 651.75 m s.l.m.) tramite una rampa avente una pendenza del 10%.

#### **4.2.2.8.2 Sbocco cunicolo di drenaggio**

Al termine dell'accesso al cunicolo di ispezione e drenaggio previsto nel lato Sud del bacino di monte, è posto un pozzetto di raccolta da cui parte una tubazione interrata, volta ad evacuare per gravità i drenaggi del bacino di monte. Tale tubazione termina a cielo aperto verso Sud, in modo tale da consentire un deflusso in direzione del canale di scolo attualmente esistente.

#### **4.2.2.8.3 Sfiatore di superficie**

Sul lato Nord del bacino di valle è prevista la presenza di uno sfioratore di superficie con luce di sfioro complessiva pari a 4 m, che consente di evacuare, in caso estremo, le modeste portate associate ad eventi di precipitazione intensa sulla superficie interna del bacino stesso.

#### **4.2.2.8.4 Drenaggio dello sfioratore di superficie**

Lo scarico dello sfioratore, così come lo sfioratore stesso sono stati previsti solamente in funzione delle possibili richieste della Direzione Generale per le Dighe e le Infrastrutture Idriche (DG Dighe); l'installazione di una valvola dissipatrice che può funzionare sia elettricamente che manualmente, consente di svuotare i volumi d'acqua presenti nel bacino di monte, anche in mancanza di elettricità.

Tuttavia, per le ragioni sopra esposte, a valle dello sfioratore di superficie è prevista una vasca da cui parte una tubazione interrata avente diametro di 50 cm e lunga circa 500 m, che ha il compito di recapitare, in caso estremo, le portate in uscita dallo sfioratore di superficie presso un impluvio naturale (il cui recapito finale è l'invaso Flumendosa).

Ipotizzando che lo sfioratore debba funzionare (cosa al momento non prevista), si è posta la soglia dello stesso 30 cm al di sopra della quota di massima regolazione, ci si attende che lo sfioratore non funzioni se non in condizioni di precipitazioni eccezionali associate ad un evento di piena con tempo di ritorno di almeno 3,000 anni.

Comunque, in base a questa geometria, lo sfioratore risulterebbe in funzione (presenza di acqua nel canale) nel caso in cui si verificassero contemporaneamente (bassissima probabilità, praticamente nulla) le seguenti condizioni:

- ✓ il bacino di monte è riempito fino alla quota di massima regolazione;
- ✓ precipitazioni associate ad una piena con tempo di ritorno di 3,000 anni;
- ✓ l'impianto non è in grado di poter restituire al bacino di valle parte del volume accumulato nel bacino di monte (né tramite i gruppi ternari né tramite l'apposito sistema di bypass citato precedentemente).

### **4.3 DESCRIZIONE DELLE FASI DI DISMISSIONE E RIPRISTINO**

Nel seguito vengono descritte le attività previste nell'ambito della dismissione dell'impianto di accumulo idroelettrico in progetto e le attività necessarie a ripristinare il sito dal punto di vista territoriale ed ambientale.

La dismissione ed il ripristino avranno come obiettivo la restituzione del sito alla completa disponibilità per la destinazione d'uso originariamente prevista, tenendo presente che le opere dell'impianto sono tutte in sotterraneo, ad eccezione dell'invaso di monte e dell'accesso alle opere sotterranee.

Le valutazioni su metodologie di dismissione e/o recupero riportate nel seguito 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 siano in buono 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.

### **4.3.1 Interventi di Dismissione delle Opere al Termine della Concessione di Esercizio**

Le opere realizzate, vista la loro natura e posizione, risultano spesso facilitate 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, carroponete, 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.

#### **4.3.1.1 Dismissione Opera di Presa di Valle**

Non si prevedono interventi mirati sull'opera di presa di valle in quanto questa è 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., tale quota è associata ad un volume invasato di circa 120 milioni di m<sup>3</sup> (come indicato nella Relazione Tecnica Particolareggiata Elaborato 1351-A-FN-R-01-1). Si evidenzia che il volume invasato è sempre stato superiore a 120 milioni m<sup>3</sup> 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.

#### **4.3.1.2 Dismissione 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 e perdere, sarà realizzato un getto massiccio in calcestruzzo armato (avente uno spessore indicativo di 2-3 m) sul lato rivolto verso la centrale.

#### **4.3.1.3 Centrale in Caverna**

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

#### **4.3.1.4 Dismissione Sottostazione Elettrica in caverna**

Si procederà alla completa rimozione delle componenti ed apparecchiature elettriche, meccaniche, elettromeccaniche, idrauliche presenti nella caverna. Saranno smantellate anche tutte le parti delle strutture rimovibili, come ad esempio mensole, piani metallici, strutture, impalcature, etc.

#### 4.3.1.5 Dismissione 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.

#### 4.3.1.6 Dismissione delle Gallerie

Nelle gallerie 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 delle opere seguenti:

- ✓ portale d'accesso prossimo all'invaso di Nuraghe Arrubiu mediante il getto di una parete in calcestruzzo armato avente uno spessore di 2 m;
- ✓ trincea posta alla sommità della discenderia, tramite il getto di una parete in calcestruzzo armato avente uno spessore di 2 m nella sezione iniziale della discenderia all'interno della trincea, e successivo ritombamento della trincea stessa, in modo tale da ripristinare lo stato ante operam.

Rimarrà inalterato il piazzale presente all'imbocco della galleria d'accesso al pozzo paratoie, 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.

#### 4.3.1.7 Dismissione 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 che la sua riconversione.

Nel caso in cui venga prevista l'abbattimento del bacino di monte, 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.

#### 4.3.1.8 Dismissione Vie d'Acqua

In seguito alla definizione di tutti gli interventi riportati nei Paragrafi 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.

#### 4.3.1.9 Dismissione Canale di Drenaggio dello Sfiatore di Superficie

Sia le opere fuori terra che 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.

### **4.3.2 Dismissione e Ripristino Ambientale delle Opere**

Per tutte le parti d'impianto, opere e locali non citate nel precedente Paragrafo, 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.

#### 4.3.2.1 Bacino di Monte

Il bacino di monte è l'opera più significativa a livello visivo e ambientale di tutto l'impianto. Di seguito sono descritte le alternative in merito alla gestione di tale opera:

- ✓ Opzione 1: abbattimento del bacino;

- ✓ Opzione 2: la riconversione del bacino come riserva idrica;
- ✓ Opzione 3: la riconversione del bacino per altri scopi.

#### *4.3.2.1.1 Opzione 1: Abbattimento del Bacino*

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

L'elemento più significativo di cui si dovrà predisporre l'abbattimento è la diga in materiali, 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.

#### *4.3.2.1.2 Opzione 2: Riconversione del Bacino*

Prima l'adozione di opportune misure di messa in sicurezza, il bacino di monte potrebbe essere convertito a riserva idrica. Tale riutilizzo può contemplare diversi scopi, fra cui:

- ✓ antincendio;
- ✓ agricoli;
- ✓ pesca sportiva;
- ✓ itticoltura.

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

Per poter trasferire acqua dall'invaso Flumendosa 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.

#### *4.3.2.1.3 Opzione 3: Riconversione del Bacino vuoto per altri scopi*

Un'ulteriore possibilità di utilizzo consiste nel riutilizzare il bacino vuoto (che a differenza della sopraccitata "Opzione 2" prevede tutti gli interventi di dismissione).

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.

#### *4.3.2.2 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.



### 4.3.3 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.

**Tabella 4.5: Codici C.E.R. dei rifiuti in fase di dismissione**

| 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 <sup>1)</sup> | rifiuti misti dell'attività di costruzione e demolizione non pericolosi <sup>1)</sup> |

Note:

(1): In tali rifiuti è compreso il geocomposito.

## 4.4 INTERAZIONI CON L'AMBIENTE

### 4.4.1 Fase di Cantiere

#### 4.4.1.1 Emissioni in Atmosfera

In fase di realizzazione del progetto, le attività di costruzione interessanti il cantiere in superficie comporteranno sostanzialmente le seguenti emissioni in atmosfera:

- ✓ emissioni di inquinanti da combustione, dai fumi di scarico delle macchine e dei mezzi pesanti utilizzati in cantiere (autocarri, escavatori, etc.), interni ed esterni alle gallerie;
- ✓ emissioni di polveri dalle attività di scavo in sotterraneo con frese (filtrate in condotti di aspirazione) e da movimentazione terre (trasporto e scarico terre sugli automezzi, etc.);
- ✓ sviluppo di polveri, durante le operazioni che comportano il movimento di terra superficiale per la preparazione delle aree di lavoro, per la sistemazione delle aree superficiali, etc.

Nel cantiere Campo Base Monte saranno effettuate le operazioni di calandratura, sabbatura, saldatura e verniciatura delle virole metalliche necessarie per la costruzione della condotta dell'impianto in progetto. La Fabbrica Virole sarà dotata di punti di emissione convogliate in corrispondenza delle cappe di aspirazione.

Si evidenzia che la Fabbrica Virole sarà dismessa al termine delle attività di realizzazione delle virole; pertanto, le emissioni associate alle suddette operazioni saranno limitate ad un periodo stimabile in circa 3 mesi.

Sarà inoltre presente No. 1 impianto di betonaggio, ubicato presso il cantiere Campo Base Monte.

Questo sarà alimentato da un generatore diesel da 250 kW in funzione pressoché in continuo nei periodi in cui sarà prevista una elevata richiesta di calcestruzzo.

L'impianto di betonaggio e la fabbrica virole avranno un funzionamento in gran parte sovrapposto.

#### 4.4.1.2 Prelievi Idrici

Durante le fasi di cantiere i prelievi idrici riscontrabili potranno essere collegati essenzialmente a:

- ✓ il raffreddamento delle teste di scavo;
- ✓ l'uso civile, per soddisfare le esigenze del personale di cantiere (e.g. box spogliatoi, box doccia, etc.);
- ✓ produzione di fanghi bentonitici per la realizzazione di diaframmi;
- ✓ eventuale umidificazione dell'area di cantiere al fine di limitare le emissioni di polveri.

L'approvvigionamento idrico verrà effettuato attraverso la rete acquedottistica/autobotti. Non sono previsti prelievi diretti da acque superficiali o da pozzi.

Nella seguente tabella sono riportate le tipologie, le modalità di approvvigionamento e le quantità relative ai prelievi idrici prevedibili nelle fasi di cantiere. Il calcolo dei consumi idrici per uso civile è stato calcolato sulla base di un consumo medio per addetto di circa 60 l/g. Per la determinazione dei consumi di acqua di raffreddamento delle teste scavo è stato ipotizzato un consumo di acqua pari a 1.5 m<sup>3</sup>/h per ogni fronte di scavo.

Tabella 4.6: Prelievi idrici in Fase di Cantiere

| Cantiere                | Tipologia                     | Modalità di Approvvigionamento | Stima Consumi           |                          |
|-------------------------|-------------------------------|--------------------------------|-------------------------|--------------------------|
|                         |                               |                                | Max [m <sup>3</sup> /g] | Totali [m <sup>3</sup> ] |
| Area di lavoro di Monte | Raffreddamento teste di scavo | Acquedotto/autobotti           | 10 <sup>(1)</sup>       | 2,200 <sup>(2)</sup>     |
|                         | Produzione fanghi bentonitici | Acquedotto/autobotti           | -(3)                    | 45                       |
|                         | Produzione Calcestruzzo       | Acquedotto                     | -                       | 39,500                   |
|                         | Uso civile                    | Acquedotto                     | 10                      | 4,500                    |
| Area di lavoro di Valle | Raffreddamento Teste di Scavo | Acquedotto/autobotti           | 5 <sup>(1)</sup>        | 1,100 <sup>(2)</sup>     |
|                         | Uso Civile                    | Acquedotto/autobotti           | 2                       | 600                      |
|                         | Produzione Calcestruzzo       | Acquedotto                     | -                       | -                        |

Note:

(1): Valore stimato ipotizzando un consumo di acqua pari a 1.5 m<sup>3</sup>/h per ogni fronte di scavo ed una durata delle lavorazioni giornaliere pari a 24 ore (tre turni).

(2): Valore stimato considerando un consumo di acqua pari a 1.5 m<sup>3</sup>/h per ogni fronte di scavo, per la durata di ogni singolo fronte di scavo.

(3): Non è possibile stimare un valore di consumo giornaliero, in quanto i fanghi bentonitici sono in ricircolo e le perdite dipendono dalle caratteristiche dei terreni attraversati. Il consumo reale è quindi da valutare in funzione di ciò che rimane da portar via a fine lavorazione

Le attività di collaudo idraulico saranno effettuate al termine dei lavori, prima della messa in esercizio dell'impianto.

L'umidificazione dell'area di cantiere sarà effettuata solo in caso di necessità. I quantitativi di acqua eventualmente necessari saranno in ogni caso modesti.

#### 4.4.1.3 Scarichi Idrici

Gli scarichi idrici in fase di cantiere sono sostanzialmente riconducibili a:

- ✓ le intercettazioni di acque sotterranee;
- ✓ l'acqua utilizzata per il raffreddamento delle teste di scavo;
- ✓ gli scarichi civili, dopo trattamento in fossa settica;

- ✓ le acque di prima pioggia potenzialmente inquinate incidenti le aree di cantiere pavimentate. Le altre aree di cantiere non saranno pavimentate con superfici impermeabili, assicurando il naturale drenaggio delle acque meteoriche nel suolo.

In fase di collaudo della Centrale saranno presenti le sole acque di scarico del test idraulico delle condotte. L'acqua una volta utilizzata potrà essere convogliata al bacino Flumendosa.

La seguente tabella riassume le stime relative agli scarichi idrici previsti per il cantiere del progetto.

**Tabella 4.7: Scarichi idrici in Fase di Cantiere**

| Cantiere        | Tipologia         | Modalità di Trattamento | Scarico                   | Stima Quantità          |                          |
|-----------------|-------------------|-------------------------|---------------------------|-------------------------|--------------------------|
|                 |                   |                         |                           | Max [m <sup>3</sup> /h] | Totali [m <sup>3</sup> ] |
| Area di Monte   | Reflui civili     | Fossa Imhoff            | (1)                       | (3)                     | (3)                      |
|                 | Reflui civili     | Fossa Imhoff            | (1)                       | (3)                     | (3)                      |
|                 | Acque meteoriche  | Sistema di trattamento  | Corpo idrico superficiale | (5)                     | (5)                      |
|                 | Acque sotterranee | Sistema trattamento     | Corpo idrico superficiale | 20 <sup>(2)</sup>       | 89,000 <sup>(4)</sup>    |
| Area didi Valle | Reflui civili     | Fossa Imhoff            | (1)                       | (3)                     | (3)                      |
|                 | Acque Meteoriche  | Sistema trattamento     | Corpo idrico superficiale | (5)                     | (5)                      |
|                 | Acque sotterranee | Sistema trattamento     | Corpo idrico superficiale | 5 <sup>(2)</sup>        | 22,000 <sup>(4)</sup>    |

Note:

(1): Le acque per gli usi civili saranno convogliate in vasca Imhoff.

(2): Valore di dimensionamento stimato del sistema di trattamento delle acque.

(3): Per i quantitativi convogliati in fossa Imhoff, si rimanda a quanto stimato in Tabella 4.6 in relazione ai consumi idrici per uso civile.

(4): Valore stimato considerando una durata delle fasi di scavo e valore medio di trattamento.

(5): Quantità funzione del regime pluviometrico. Le acque di prima pioggia saranno convogliate ad apposito pozzetto disoleatore che tratterà anche le acque di seconda pioggia secondo normativa

Si specifica che, come descritto nella “Relazione di cantiere generale” (Doc. No. 1351-A-FN-R-02), in ogni fase di lavoro le acque provenienti dalle gallerie verranno captate ed evacuate mediante tubazioni fino ad apposito impianto di trattamento ubicato nel cantiere antistante l'imbocco della galleria d'accesso, eventualmente con l'ausilio di stazioni intermedie di rilancio. Per le acque di lavorazione, ogni fronte di scavo o getto verrà attrezzato con apposito pozzetto di raccolta e tramite pompa di aggotamento verranno evacuate come sopra.

Sia nel primo che nel secondo le acque trattate rientreranno nei parametri di cui all'allegato 5 alla parte III del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. e quindi recapitate su corpo idrico superficiale, previa autorizzazione rilasciata dagli enti.

#### 4.4.1.4 Terre e Rocce da Scavo e Produzione di Rifiuti

Durante le fasi di realizzazione del progetto saranno prodotte terre e rocce da scavo, costituite dai lavori di scavo delle opere in sotterraneo e dalle attività di scotico presso le aree di lavoro di monte e di valle.

Le quantità indicate nel presente Paragrafo e nei seguenti sono quelle corrispondenti alle terre e rocce scavate, in cumulo, considerando un coefficiente di rigonfiamento variabile tra 1.2 e 1.27 in base alla tipologia di terreno.

Nella Tabella seguente si riporta una sintesi dei volumi delle terre e rocce da scavo che saranno prodotte, con indicazione delle aree in cui saranno movimentate e degli interventi che le origineranno. Per i materiali rocciosi viene, inoltre, fornita l'indicazione della tipologia di materiale interessata dalle attività di scavo.

**Tabella 4.8: Terre e Rocce da Scavo**

| Origine (Cantiere) | Tipologia           | Volume di scavo [m³]       | Area di deposito  | Trasporto           |   |  | Volume di riporto/ripristino [m³]   |
|--------------------|---------------------|----------------------------|---|---------------------|---|--|---|
|                    |                     |                            |   | Partenza (Cantiere) | Destinazione finale   | Modalità                               |   |
| Area di Monte      | Terreno vegetale    | 134,000 (in banco 112,000) | Deposito presso la medesima area di cantiere                                  | Area di Monte       | Riutilizzo per ricoprire i paramenti esterni del rilevato   | -                                      | 135,000 pari a 117,000 per messa a dimora dopo compattazione  |
|                    | Rocce del basamento | 555,000 (in banco 437,000) | Deposito presso la medesima area di cantiere in prossimità alle aree di scavo | Area di Monte       | Una parte di questo volume sarà mischiato con materiale selezionato e pretrattato proveniente dagli scavi delle opere in sotterraneo (i.e. gallerie d'accesso, centrale in caverna, pozzo piezometrico ecc.); la parte restante di tale volume sarà invece riutilizzata come riporto per sagomare il fondo del bacino nelle aree in cui il terreno attuale si trova ad una quota inferiore a quella del nuovo fondo del bacino, e come riporto nel mascheramento morfologico della diga | Camion, pale gommate, dozer, scavatori | 634,000 (considerando le rocce metamorfiche provenienti sia dall'area di lavoro di Monte che da quello di) pari a 551,000 per messa a dimora dopo compattazione |
|                    | Dolomie             | 821,000 (in banco 646,000) | Deposito presso la medesima area di cantiere in prossimità alle aree di scavo | Area di Monte       | Una parte di questo volume sarà mischiato con materiale selezionato e pretrattato proveniente dagli scavi delle opere in sotterraneo (i.e. gallerie d'accesso, centrale in caverna, pozzo piezometrico ecc.); la parte restante di tale volume sarà invece riutilizzata come riporto nel terrapieno della diga.   | Camion, pale gommate, dozer, scavatori | 821,000 pari a 714,000 per messa a dimora dopo compattazione  |
| Area di valle      | Terreno vegetale    | 1,200 (in banco 1,000)     |   | Area di valle       | Il materiale di scavo derivante dalle opere sotterranee sarà trasportato e depositato temporaneamente nell'area di lavoro di monte e diviso per tipologia di materiale. Successivamente sarà riutilizzato.  | autocarri                              | -   |
|                    | Rocce del basamento | 79,000 (in banco 62,000)   |   | Area di valle       | Il materiale di scavo derivante dalle opere sotterranee sarà trasportato e depositato temporaneamente nell'area di lavoro di monte e diviso per tipologia di materiale. Successivamente sarà riutilizzato   | autocarri                              | -   |

#### 4.4.1.4.1 Produzione di Rifiuti

Si prevede la produzione dei rifiuti che genericamente vengono generati nel cantiere, quali, a titolo indicativo e non necessariamente esaustivo, i seguenti:

- ✓ Oli esausti, batterie, pezzi di ricambio sostituiti;
- ✓ Residui plastici, ferrosi, di materiale elettrico;
- ✓ Scarti da locali mensa;
- ✓ Rifiuti solidi urbani;
- ✓ Acque nere;
- ✓ Fanghi provenienti da trattamento delle acque;

- ✓ Calcestruzzi armati e non derivanti da demolizioni di opere temporanee.

Tutti i rifiuti saranno gestiti e smaltiti nel rispetto delle normative vigenti ed ove possibile/applicabile sarà adottata la raccolta differenziata.

Per quanto riguarda la produzione di rifiuti legati a particolari lavorazioni associate alla specifica tipologia di cantiere (realizzazione scavi in sotterraneo, diaframmi, , etc.) di seguito si riportano delle stime preliminari delle quantità prodotte durante le fasi di costruzione. Si evidenzia che le quantità riportate sono indicative in quanto difficilmente quantificabili in fase di progettazione.

**Tabella 4.9: Rifiuti Prodotti in Fase di Cantiere**

| Descrizione              | Provenienza                                    | Modalità di gestione/deposito  | Destinazione | Quantità           |
|--------------------------|--|--|--------------|--------------------|
| Fanghi esausti e detriti | Fanghi da perforazione                         | Raccolti in vasche e trasportati con autospurgo  | Smaltimento  | 300 m <sup>3</sup> |
| Fanghi                   | Fanghi da trattamento acque                    | Caricati direttamente su camion. Tali fanghi sono accumulati sotto la fitopressa, una volta occupato lo spazio a disposizione si procede al trasporto. | Recupero     | (1)                |
| Cls (armato e non)       | Demolizione diaframmi e altre opere temporanee | La gestione e lo smaltimento avverranno sempre nel rispetto della normativa vigente  | Recupero     | 900 m <sup>3</sup> |

Note:

(1): *Quantitativo variabile, non quantificabile in questa fase*

Si sottolinea inoltre che, in fase di cantiere, sarà data evidenza delle quantità di rifiuti realmente prodotti attraverso l'adozione di uno specifico piano di gestione.

Si prevede inoltre il riutilizzo di gran parte dei volumi ricavati dagli scavi in sito. In caso di presenza di terre e rocce da scavo non riutilizzabili, queste saranno sottoposte a caratterizzazione fisico-chimica per individuare gli idonei impianti di recupero e/o smaltimento, secondo quanto previsto dalla normativa vigente.

#### 4.4.1.5 Utilizzo di Materie/Risorse e Consumo di Suolo

Di seguito vengono valutati, con riferimento alle attività di cantiere, gli aspetti relativi a:

- ✓ utilizzo materie prime e impiego di manodopera;
- ✓ occupazione di aree.

Per quanto riguarda il consumo di acqua per le necessità di cantiere si veda la seguente Tabella.

**Tabella 4.10: Utilizzo Materie Prime/Risorse**

| Cantiere             | Tipologia   | Stima Quantità         | Note  |
|----------------------|-------------|------------------------|-------|
| <b>Area di Monte</b> | No. addetti | 150                    | max   |
|                      |             | 60                     | medio |
|                      | Cls         | 300,000 m <sup>3</sup> | -     |
|                      | Acciaio     | 33,200 t               | -     |
| <b>Area di Valle</b> | No. addetti | 50                     | max   |
|                      |             | 15                     | medio |
|                      | Cls         | 25,000 m <sup>3</sup>  | -     |
|                      | Acciaio     | 2,500 t                | -     |

Il progetto prevede l'occupazione delle diverse aree di lavoro, il cui dettaglio è riportato nella seguente Tabella.

**Tabella 4.11: Ubicazione delle Aree di Cantiere**

| Cantiere      | Comune    | Superficie [m <sup>2</sup> ] |
|---------------|-----------|------------------------------|
| Area di Monte | Esterzili | 1,671,000                    |
| Area di Valle | Esterzili | 41,000                       |

#### 4.4.1.6 Emissioni Sonore e Vibrazioni

##### 4.4.1.6.1 *Caratteristiche di Rumorosità dei Mezzi Utilizzati*

Le attività di costruzione comporteranno la generazione di emissioni acustiche legate al funzionamento di macchinari di varia natura, impiegati per le varie lavorazioni di cantiere e per il trasporto dei materiali. Il rumore emesso nel corso dei lavori di costruzione ha carattere di indeterminatezza ed incertezza, principalmente in conseguenza a:

- ✓ natura intermittente e temporanea dei lavori;
- ✓ uso di mezzi mobili dal percorso difficilmente definibile;
- ✓ mobilità del cantiere.

Le attività di costruzione delle virole si svolgono all'interno del relativo capannone e consistono principalmente nelle seguenti fasi: calandratura, sabbatura, saldatura e verniciatura. L'utilizzo delle macchine tuttavia è discontinuo.

In relazione alla vicinanza dei ricettori ed alla continuità delle lavorazioni effettuate, si considera che il capannone verrà realizzato in materiale con adeguate caratteristiche fonoisolanti. Le simulazioni sono state condotte ipotizzando un potere fonoisolante delle pareti e del tetto pari a  $R_w = 32$  dB; le pareti Est ed Ovest sono state considerate aperte.

L'impianto di betonaggio sarà caratterizzato da un funzionamento in continuo per lunghi periodi (anche oltre 5 anni).

##### 4.4.1.6.2 *Vibrazioni in Fase di Cantiere*

La realizzazione opere in sotterraneo può comportare la generazione di vibrazioni anche importanti in conseguenza principalmente dell'utilizzo dei macchinari di cantiere e delle attività di scavo.

Nell'area sovrastante le gallerie non sono presenti edifici che potrebbero risultare sensibili alle vibrazioni indotte durante le attività previste.

##### 4.4.1.7 Traffico Mezzi

Durante la realizzazione delle opere il traffico mezzi su strada sarà principalmente legato a:

- ✓ trasporto di terre e rocce da scavo;
- ✓ trasporto di materiale da costruzione (calcestruzzo, laminati materiale calcareo, etc.);
- ✓ trasporto addetti.

Il traffico dei mezzi pesanti sarà legato principalmente al trasporto del materiale da costruzione mentre per quanto riguarda il trasporto delle terre e delle rocce da scavo saranno utilizzati il sistema di nastri trasportatori e i carri scarrabili nella discenderia, pertanto si ritiene trascurabile tale il traffico legato a tali attività di cantiere.

I mezzi dedicati al trasporto del personale saranno in numero variabile, a seconda del periodo, e in funzione del numero di persone addette, in ciascuna fase, alle opere di realizzazione. Si può stimare che al trasporto addetti siano dedicati circa 10 pulmini che potranno effettuare in media 7-8 transiti al giorno.

##### 4.4.1.8 Brillamento con esplosivo

Si specifica che in alcune fasi di cantiere, quali ad esempio la realizzazione del bacino di monte, verrà utilizzato dell'esplosivo per ottimizzare la realizzazione dello stesso.

L'avanzamento con esplosivo viene impiegato soprattutto nel caso di rocce di resistenza medio-alta ed è caratterizzato da cicli di lavoro ripetitivi (perforazione, caricamento, intasamento, brillamento, aerazione, protezione e allontanamento dello smarino). Un vantaggio di tale sistema di avanzamento consiste nel fatto che il materiale di scavo risulta migliore per la produzione di inerti per calcestruzzo, rispetto a sistemi meccanizzati.

## 4.4.2 Fase di Esercizio

### 4.4.2.1 Emissioni in Atmosfera

All'esercizio dell'impianto non sono associate emissioni in atmosfera a scala locale in quanto:

- ✓ in fase di turbinaggio l'alimentazione è assicurata dalle risorse idriche dell'invaso di monte (precedentemente prelevate dall'esistente invaso Flumendosa);
- ✓ in fase di pompaggio, l'alimentazione dei gruppi pompa-turbina sarà elettrica.

Emissioni in atmosfera potranno essere riconducibili unicamente al traffico mezzi per il trasporto del personale addetto alle attività di manutenzione, considerate del tutto trascurabili.

### 4.4.2.2 Prelievi Idrici

Nella seguente tabella sono sintetizzati i fabbisogni idrici in fase di esercizio.

Tabella 4.12: Prelievi Idrici in Fase di Esercizio

| Tipologia            | Modalità di Approvvigionamento     | Quantità | Note  |
|----------------------|------------------------------------|----------|---|
| Reintegri            | Invaso Flumendosa                  | 18.4 l/s | Stima del valore massimo di evaporazione del Bacino di monte  |
| Acque per usi Civili | Allaccio alla rete acquedottistica | -        | La Centrale non sarà presidiata ed i consumi saranno legati unicamente alla presenza saltuaria di addetti durante le fasi di manutenzione |

### 4.4.2.3 Scarichi Idrici

Nella seguente tabella sono sintetizzati gli scarichi idrici in fase di esercizio.

Tabella 4.13: Scarichi Idrici in Fase di Esercizio

| Tipologia   | Modalità di Trattamento | Scarico  | Quantità |
|---|-------------------------|--|----------|
| Acque di drenaggio afferenti la Centrale e Opere sotterranee                                    | -                       | Scarico presso l'invaso Fumendosa                            | (1)      |
| Volumi d'acqua contenuti nelle vie d'acqua al di sotto della quota dell'opera di presa di valle | -                       |  |          |
| Acque per usi Civili  | -                       | Fossa settica o cisterne che saranno periodicamente svuotate | (2)      |

Note:

(1): non quantificabili in tale fase;

(2): La Centrale non sarà presidiata e gli scarichi saranno legati unicamente alla presenza saltuaria di addetti durante le fasi di manutenzione

### 4.4.2.4 Produzione di Rifiuti

I rifiuti prodotti dall'esercizio dell'impianto sono prevalentemente i seguenti:

- ✓ RSU e imballaggi (carta e cartone, legno, plastica, materiali misti);
- ✓ oli esausti, smaltiti a discarica autorizzata in fusti;
- ✓ rifiuti provenienti dalla normale attività di pulizia e manutenzione, come stracci, coibentazioni, etc.;
- ✓ pitture e vernici di scarto.

La gestione dei rifiuti sarà regolata in tutte le fasi del processo di produzione, deposito, trasporto e smaltimento in conformità alla normativa vigente e da apposite procedure interne.

Il trasporto e lo smaltimento di tutti i rifiuti, pericolosi e non pericolosi, sarà effettuato tramite società iscritte all'Albo dei trasportatori e smaltitori. Gli imballaggi, costituiti essenzialmente dai contenitori degli oli ed altre sostanze, saranno gestiti secondo le norme vigenti.

**Tabella 4.14: Produzione di Rifiuti in Fase di Esercizio**

| Descrizione                       | Provenienza              | Modalità di Gestione/Deposito | Destinazione | Quantità     |
|-----------------------------------|--------------------------|-------------------------------|--------------|--------------|
| Oli esausti                       | Macchinari               | Contenitori a tenuta          | Smaltimento  | 3,000 l/anno |
| RSU e Imballaggi                  | Esercizio dell'impianto  | Contenitori a tenuta          | Smaltimento  | (1)          |
| Rifiuti da pulizia e manutenzione | Attività di manutenzione | Contenitori a tenuta          | Smaltimento  | (2)          |
| Pitture e vernici di scarto       | Attività di manutenzione | Contenitori a tenuta          | Smaltimento  | (2)          |

Note:

(1): Quantità trascurabili associate alla presenza saltuaria del personale in fase di manutenzione;

(2): Quantità difficilmente stimabile perché funzione delle attività di manutenzione.

#### 4.4.2.5 Utilizzo di Materie/Risorse e Consumo di Suolo

Presso l'impianto in progetto sarà necessario l'impiego saltuario di manodopera per attività di monitoraggio, ispezione e manutenzione.

Le risorse/materie prime utilizzate saranno quelle relative all'energia elettrica consumata e all'olio lubrificante.

La realizzazione dell'Impianto di accumulo idroelettrico mediante pompaggio determinerà l'occupazione permanente di alcune aree di superficie. Nella seguente tabella sono riportati alcuni dati di sintesi del consumo suolo in fase di esercizio.

**Tabella 4.15: Consumo di Suolo in Fase di Esercizio**

| Opera  | Superficie [m <sup>2</sup> ] | Note  |
|--|------------------------------|---|
| Opera di presa e restituzione dell'Invaso Flumendosa | ~ 340                        | Sommersa  |
| Pozzo Paratoie                                       | ~300                         | Opera interrata                                 |
| Centrale   | ~ 3,430                      | Opera interrata                                 |
| Sottostazione elettrica                              | ~ 2,090                      | Opera interrata                                 |
| Pozzo Piezometrico                                   | ~ 490                        | Opera interrata                                 |
| Imbocco Galleria accesso al pozzo paratoie           | ~ 700                        | Opera di accesso alla galleria                  |
| Bacino di monte                                      | ~ 326,100                    | superficie liquida alla quota di massimo invaso |
| Botola di accesso alla Discenderia                   | ~ 535                        | Opera di accesso alla discenderia               |

#### 4.4.2.6 Emissioni Sonore e Vibrazioni

L'esercizio dell'impianto non determina emissioni sonore percettibili a potenziali recettori, né tantomeno vibrazioni. L'ubicazione della Centrale, totalmente interrata, al cui interno sono presenti diverse sorgenti sonore, esclude la possibilità che emissioni sonore possano raggiungere la superficie.

In prossimità degli accessi non sono presenti sorgenti sonore significative. Gli impianti di ventilazione delle gallerie saranno infatti silenziati.

Le uniche emissioni sonore saranno riconducibili al traffico mezzi per il trasporto del personale addetto alla Centrale e alle attività di manutenzione, considerate del tutto trascurabili.

#### 4.4.2.7 Traffico Mezzi

In fase di esercizio dell'impianto saranno presenti i soli traffici associati alla presenza del personale e quelli relativi all'approvvigionamento di sostanze/prodotti per il funzionamento dell'impianto, per la manutenzione e per il trasporto dei rifiuti.

Questi possono essere considerati del tutto trascurabili.



## 4.5 GESTIONE DEI RISCHI ASSOCIATI A EVENTI INCIDENTALI E ATTIVITÀ DI PROGETTO

### 4.5.1 Rischi Associati a Gravi Eventi Incidentali

L'impianto di accumulo idroelettrico non è soggetto alle prescrizioni del D. Lgs 105/2015, né direttamente, in quanto stabilimento in cui non saranno presenti sostanze pericolose in quantità uguali o superiori a quelle indicate nell'allegato I dello stesso decreto (si veda a tal proposito l'inventario nazionale degli stabilimenti a rischio di incidente rilevante aggiornato semestralmente), né indirettamente, in quanto non ricade in un'area interessata da stabilimenti a rischio di incidente rilevante.

Si evidenzia inoltre che nell'impianto saranno presenti tutti i sistemi di sicurezza per la prevenzione di ogni evento incidentale.

### 4.5.2 Rischi Associati ad Attività di Progetto

Per quanto riguarda i rischi associati all'esercizio del progetto si evidenzia che i possibili malfunzionamenti potranno essere dovuti essenzialmente ad avarie di componenti o sistemi d'impianto. A tal proposito si evidenzia che i componenti principali d'impianto saranno protetti da dispositivi di sicurezza e da circuiti di protezione contro l'insorgere di condizioni operative non ammissibili anche in conseguenza di avarie.

In quest'ottica le condizioni operative degli impianti principali, dei componenti critici, dei sistemi e dei componenti ausiliari saranno continuamente monitorate e ogni insorgere di condizioni potenzialmente dannose sarà segnalato con anticipo sufficiente a consentire la messa in sicurezza dell'impianto da parte del personale operativo.

Di seguito sono elencati i principali criteri di monitoraggio sugli eventi critici per componenti fondamentali, che possano provocare l'intervento di segnalazioni di allarme ed eventualmente di arresto per l'impianto:

- ✓ Bacino di Monte:
  - installazione di riflettori ed utilizzo di interferometria satellitare,
  - assestimetri sul coronamento e su due banchine a valle su due sezioni della diga,
  - misure delle perdite dal manto, per ogni tubo di drenaggio del cunicolo e per le tubazioni che provengono dalle sezioni non dotate di cunicolo,
  - misure dei drenaggi dei tappeti drenanti della diga, delle sponde e del fondo del bacino,
  - stazione meteo con pluviometro,
  - registrazione dei livelli di invaso,
  - stato dell'apertura/chiusura dello scarico di fondo,
  - attivazione scarico di fondo e sistema di segnalazione a valle;
- ✓ Invaso Flumendosa:
  - livello dell'acqua,
- ✓ Turbine e pompe:
  - vibrazioni della macchina,
  - sovra-velocità,
  - temperatura dei cuscinetti,
  - pressione olio di lubrificazione,
  - temperatura olio di lubrificazione,
  - temperature parti attive del Motore/Generatore,
  - perdita di sincronismo dei gruppi;
- ✓ Ausiliari di Centrale:
  - pompe di aggettamento,
  - sistemi di ventilazione;
- ✓ Trasformatori:
  - temperatura olio,

- temperatura avvolgimenti,
  - percentuale gas disciolti nell'olio,
  - sovrappressioni olio,
  - protezioni elettriche montanti trasformatore;
- ✓ Generali:
- rottura tubazioni,
  - incendio ed esplosioni.

I dati rilevati saranno disponibili localmente, e trasmessi in una centrale operativa di controllo in remoto, per l'esame da parte dell'ingegnere responsabile e per la elaborazione dei bollettini mensili e delle sintesi semestrali.

Si ipotizza che la casa di guardia attualmente asservita alla diga Nuraghe Arrubiu potrà sorvegliare anche il bacino di monte attraverso telecamere a circuito chiuso. Nelle future fasi di progettazione sarà da verificare questa possibilità; in caso ciò non fosse possibile, si dovrà prevedere in prossimità del bacino di monte una nuova casa di guardia.

Per il corretto funzionamento dell'impianto sarà necessario che numerosi fluidi circolino nei sistemi d'impianto o vengano stoccati in appositi serbatoi/recipienti. Per i fluidi o le sostanze il cui rilascio possa provocare danni all'ambiente, saranno adottati idonei provvedimenti al fine di cercare di evitarne il rilascio o di ridurlo il più possibile. L'olio lubrificante sarà impiegato in notevoli quantità nell'impianto per la lubrificazione delle turbine e dei generatori elettrici e per evitarne il rilascio saranno adottate le seguenti misure:

- ✓ bacini di contenimento di capacità adeguata ad evitare che una rottura del serbatoio provochi fuoriuscite di olio;
- ✓ tutte le zone in cui possano verificarsi perdite di olio da sistemi di processo, quali pompe, valvole, tubazioni insistono su un pavimento impermeabile dotato di un sistema di drenaggio a pavimento.

L'impianto di accumulo idroelettrico in progetto sarà dotato di sistemi e dispositivi antincendio (portatili, idranti ed estintori) per lo spegnimento automatico mediante acqua e gas inerti.

In fase di esercizio sarà predisposto un Piano di Emergenza, comprendente anche le emergenze ambientali, con lo scopo di fornire uno strumento operativo per classificare le situazioni di possibile emergenza e per fronteggiarle qualora si dovessero verificare. Annualmente verranno effettuate, in occasione della formazione specifica, le prove di simulazione sulle risposte alle emergenze.

Si evidenzia infine che l'impianto è progettato in accordo alle vigenti normative di settore e quindi considerando quanto sopra riportato il potenziale rischio legato ad eventi accidentali del progetto può essere valutato come trascurabile/basso.

#### **4.5.3 Rischi associati alle calamità naturali**

Per quanto riguarda il rischio sismico, si ricorda che:

- ✓ tutti i comuni della Sardegna sono classificati in Zona 4 (rischio sismico molto basso), e non viene introdotto per detti Comuni l'obbligo della progettazione antisismica;
- ✓ il comune di Esterzili rientra quindi nella classe a minor rischio sismico (Zona 4 - rischio sismico molto basso);
- ✓ nell'area di progetto è possibile osservare la presenza di valori di accelerazione della classe 0.025-0.050 g.

A tal proposito si evidenzia che durante la progettazione del nuovo impianto sono state comunque effettuate verifiche strutturali in relazione alla sismicità.

Inoltre, si noti in ogni caso che la progettazione dell'impianto ha incluso criteri e misure tali da evitare conseguenze anche in caso dell'occorrenza di terremoti presso il sito di progetto.

In merito al rischio frana, la Pianificazione di Bacino ha individuato nell'area diverse aree a rischio frana. L'opera di presa, l'area di lavoro di valle interesseranno aree classificate a pericolosità di frana "Hg2" (pericolosità media) e "Hg3" (pericolosità elevata) in conseguenza delle forti pendenze dei versanti del Lago. Il resto del territorio è tutto classificato come zone a rischio moderato. Le opere in progetto e l'area di cantiere non interesseranno invece aree a rischio Molto Elevato.

Il progetto è stato oggetto di uno Studio Geologico, come richiesto dalla normativa, che ha riportato la caratterizzazione geologica del territorio in esame partendo da dati di letteratura, da alcuni sondaggi e indagini geognostiche e geofisiche effettuate.

In base agli esiti di tutti gli approfondimenti è stato possibile ricostruire il modello geologico dell'area di studio:

- ✓ dal punto di vista geomorfologico nell'area è presente una morfologia complessa risultante dai processi tettonici (tracce di faglie dirette e terrazzamenti) in cui il basamento metamorfico può essere considerato come un'unica unità omogenea; il tratto morfologico dominante, cioè l'altopiano interrotto dall'incisione fluviale, si spinge da quota intorno ai 650 m s.l.m. fino a quote di fondovalle di 150 m s.l.m;
- ✓ dal punto di vista geologico-strutturale, l'area si colloca nel basamento paleozoico e fa parte dell'Unità tettonica di Meana Sardo che metamorfismo di basso grado ed appartiene alla cosiddetta "Zona a Falde" della catena varisica.

Le successioni affioranti nell'area di studio interessate dalle opere in progetto, procedendo dal bacino di monte verso quello di valle, sono:

- ✓ Formazione di Dorgali (DOR);
- ✓ Arenarie di San Vito (Cambriano medio – Ordoviciano Inferiore);
- ✓ Formazione di Monte Santa Vittoria (Ordoviciano Medio).

Per quanto riguarda le aree a rischio geomorfologico presenti in relazione anche alle forti pendenze del versante si evidenzia che la progettazione sia delle opere che del cantiere terrà conto di queste aree per assicurare la piena stabilità e sicurezza. A tal proposito si segnala che il progetto è corredato anche da dedicata Relazione Geotecnica che inquadra a livello geotecnico la progettazione necessaria.

## 5 STIMA DEI POTENZIALI IMPATTI AMBIENTALI, MISURE DI MITIGAZIONE E DISPOSIZIONI PER IL MONITORAGGIO

### 5.1 STIMA DEGLI IMPATTI AMBIENTALI E MISURE DI MITIGAZIONE

#### 5.1.1 Metodologia

##### 5.1.1.1 Matrice Causa-Condizione-Effetto

Lo studio di impatto ambientale in primo luogo si pone l'obiettivo di identificare i possibili impatti significativi sulle diverse componenti dell'ambiente, sulla base delle caratteristiche essenziali del progetto dell'opera e dell'ambiente, e quindi di stabilire gli argomenti di studio su cui avviare la successiva fase di analisi e previsione degli impatti.

Più esplicitamente, per il progetto in esame è stata seguita la metodologia che fa ricorso alle cosiddette “matrici coassiali del tipo Causa-Condizione-Effetto”, per identificare, sulla base di considerazioni di causa-effetto e di semplici scenari evolutivi, gli impatti potenziali che la sua attuazione potrebbe causare.

La metodologia è basata sulla composizione di una griglia che evidenzia le interazioni tra opera ed ambiente e si presta particolarmente per la descrizione organica di sistemi complessi, quale quello qui in esame, in cui sono presenti numerose variabili. L'uscita sintetica sotto forma di griglia può inoltre semplificare il processo graduale di discussione, verifica e completamento.

A livello operativo si è proceduto alla costruzione di liste di controllo (checklist), sia del progetto che dei suoi prevedibili effetti ambientali nelle loro componenti essenziali, in modo da permettere una analisi sistematica delle relazioni causa-effetto sia dirette che indirette. L'utilità di questa rappresentazione sta nel fatto che vengono mantenute in evidenza tutte le relazioni intermedie, anche indirette, che concorrono a determinare l'effetto complessivo sull'ambiente.

In particolare, sono state individuate quattro checklist così definite:

- ✓ i **Fattori Ambientali/Agenti Fisici** influenzati, in cui è opportuno che il complesso sistema dell'ambiente venga disaggregato per evidenziare ed analizzare a che livello dello stesso agiscano i fattori causali in seguito definiti. I fattori ambientali e gli agenti fisici di seguito elencati:
  - Fattori ambientali:
    - Popolazione e salute umana,
    - Biodiversità,
    - Suolo, uso del suolo e patrimonio agroalimentare,
    - Geologia e acque,
    - Atmosfera: Aria e Clima,
    - Sistema paesaggistico: Paesaggio, Patrimonio culturale e Beni materiali;
  - Agenti Fisici:
    - Rumore,
    - Vibrazioni,
    - Campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici,
    - Radiazioni ottiche;
- ✓ le **Attività di Progetto**, cioè l'elenco delle caratteristiche del progetto in esame scomposto secondo fasi operative ben distinguibili tra di loro rispetto al tipo di impatto che possono produrre. L'individuazione delle principali attività connesse alla realizzazione dell'opera, suddivise con riferimento alle fasi di progetto, è riportata nel precedente Capitolo 4;
- ✓ i **Fattori Causali di Impatto**, cioè le azioni fisiche, chimico-fisiche o socio-economiche che possono essere originate da una o più delle attività in progetto e che sono individuabili come fattori in grado di causare oggettivi e specifici impatti. L'individuazione di tali azioni è riportata in forma sintetica per ciascun fattore ambientale/agente fisico. In particolare, sulla base delle interazioni con l'ambiente, si è proceduto inizialmente alla valutazione della significatività dei fattori causali di impatto e all'esclusione di quelli la cui incidenza potenziale sulla componente, in riferimento alla specifica fase, è ritenuta, in sede di valutazione preliminare, trascurabile;

- ✓ gli **Impatti Potenziali**, cioè le possibili variazioni delle attuali condizioni ambientali che possono prodursi come conseguenza diretta delle attività proposte e dei relativi fattori causali, oppure come conseguenza del verificarsi di azioni combinate o di effetti sinergici. A partire dai fattori causali di impatto definiti come in precedenza descritto si può procedere alla identificazione degli impatti potenziali con riferimento ai quali effettuare la stima dell'entità di tali impatti. Per l'opera in esame la definizione degli impatti potenziali è stata condotta con riferimento ai singoli fattori ambientali ed agli agenti fisici individuati ed è sintetizzata, per ciascun fattore ambientale/agente fisico.

Sulla base di tali liste di controllo si è proceduto alla composizione della matrice Causa-Condizione-Effetto, nella quale sono individuati gli effetti ambientali potenziali.

La matrice Causa-Condizione-Effetto è stata utilizzata quale strumento di verifica, dalla quale sono state progressivamente eliminate le relazioni non riscontrabili nella realtà o ritenute non significative ed invece evidenziate, nelle loro subarticolazioni, quelle principali.

Lo studio si è concretizzato, quindi, nella verifica dell'incidenza reale di questi impatti potenziali in presenza delle effettive condizioni localizzative e progettuali e sulla base delle risultanze delle indagini settoriali, inerenti i diversi parametri ambientali. Questa fase, definibile anche come fase descrittiva del sistema “impatto-ambiente”, assume sin dall'inizio un significato centrale in quanto è dal suo risultato che deriva la costruzione dello scenario delle situazioni e correlazioni su cui è stata articolata l'analisi di impatto complessiva.

Il quadro che ne emerge, delineando i principali elementi di impatto potenziale, orienta infatti gli approfondimenti richiesti dalle fasi successive e consente di discriminare tra componenti ambientali con maggiori o minori probabilità di impatto. Da essa procede inoltre la descrizione più approfondita del progetto stesso e delle eventuali alternative tecnico-impiantistiche possibili, così come dello stato attuale dell'ambiente e delle sue tendenze naturali di sviluppo, che sono oggetto di studi successivi.

#### 5.1.1.2 Criteri per la Stima degli Impatti

L'analisi e la stima degli impatti hanno lo scopo di fornire la valutazione degli impatti medesimi rispetto a criteri prefissati, eventualmente definiti per lo specifico caso. Tale fase rappresenta quindi la sintesi e l'obiettivo dello studio d'impatto.

Per la valutazione degli impatti è necessario definire criteri espliciti di interpretazione che consentano, ai diversi soggetti sociali ed individuali che partecipano al procedimento di VIA, di formulare i giudizi di valore. Tali criteri, indispensabili per assicurare una adeguata obiettività nella fase di valutazione, permettono di definire la significatività di un impatto e sono relativi alla definizione di:

- ✓ impatto reversibile o irreversibile;
- ✓ impatto a breve o a lungo termine;
- ✓ scala spaziale dell'impatto (locale, regionale, etc.);
- ✓ impatto evitabile o inevitabile;
- ✓ impatto mitigabile o non mitigabile;
- ✓ entità dell'impatto;
- ✓ frequenza dell'impatto;
- ✓ capacità di ammortizzare l'impatto;
- ✓ concentrazione dell'impatto su aree critiche.

Il riesame delle ricadute derivanti dalla realizzazione dell'opera sui singoli fattori ambientali/agenti fisici si pone quindi l'obiettivo di definire un quadro degli impatti più significativi prevedibili sul sistema ambientale complessivo, indicando inoltre le situazioni transitorie attraverso le quali si configura il passaggio dalla situazione attuale all'assetto di lungo termine. Si noti che le analisi condotte sui singoli fattori ambientali/agenti fisici, essendo impostati con l'ausilio delle matrici Causa-Condizione-Effetto, già esauriscono le valutazioni di carattere più complessivo e considerano al loro interno le interrelazioni esistenti tra le diverse configurazioni del sistema.

Nel caso dell'opera in esame la stima degli impatti è stata condotta con riferimento ai singoli fattori ambientali/agenti fisici a partire dagli impatti potenziali individuati; il risultato di tale attività è sintetizzato, con riferimento a ciascun fattore ambientale/agente fisico.

La valutazione si chiude ove opportuno con una discussione e identificazione di opportune misure di mitigazione e contenimento degli impatti (si veda il successivo paragrafo).

### 5.1.1.3 Criteri per il Contenimento degli Impatti

L'individuazione degli interventi di mitigazione e compensazione degli impatti rappresenta una fase essenziale in materia di VIA, in quanto consente di definire quelle azioni da intraprendere a livello di progetto per ridurre eventuali impatti negativi su singole variabili ambientali. È infatti possibile che la scelta effettuata nelle precedenti fasi di progettazione, pur costituendo la migliore alternativa in termini di effetti sull'ambiente, induca impatti significativamente negativi su singole variabili del sistema antropico-ambientale.

A livello generale possono essere previste le seguenti misure di mitigazione e di compensazione:

- ✓ evitare l'impatto completamente, non eseguendo un'attività o una parte di essa;
- ✓ minimizzare l'impatto, limitando la magnitudo o l'intensità di un'attività;
- ✓ rettificare l'impatto, intervenendo sull'ambiente danneggiato con misure di riqualificazione e reintegrazione;
- ✓ ridurre o eliminare l'impatto tramite operazioni di salvaguardia e di manutenzione durante il periodo di realizzazione e di esercizio dell'intervento;
- ✓ compensare l'impatto, procurando o introducendo risorse sostitutive.

Le azioni mitigatrici devono tendere pertanto a ridurre tali impatti avversi, migliorando contestualmente l'impatto globale dell'intervento proposto. Per l'opera in esame l'identificazione delle misure di mitigazione e compensazione degli impatti è stata condotta con riferimento ai singoli fattori ambientali/agenti fisici e in funzione degli impatti stimati ed è sintetizzata per ciascun fattore ambientale/agente fisico, ove applicabile.

### 5.1.2 Stima degli Impatti condotta nello SIA

Sulla base della metodologia sopra descritta, lo Studio di Impatto Ambientale (Doc. No. P0030780-H1 Rev. 1) ha condotto una stima degli impatti potenzialmente generati dalla realizzazione e dall'esercizio del progetto su ciascuna delle componenti (fattori ambientali/agenti fisici) prese in esame.

A tale scopo, nei seguenti paragrafi (5.1.2.1 e 5.1.2.2) si riportano le tabelle riepilogative dei potenziali impatti stimati, distinte per le fasi di cantiere ed esercizio del progetto e riferite ai fattori ambientali/agenti fisici trattati. Nelle suddette tabelle vengono indicate, per ciascun impatto, la significatività complessiva dello stesso e le misure di mitigazione (ove previste in caso di impatto negativo).

5.1.2.1 Riepilogo degli Impatti Potenziali stimati - Fase di Cantiere

Si riporta la tabella riepilogativa degli impatti stimati nella Fase di cantiere e riferita ai fattori ambientali/agenti fisici trattati nello SIA. Per maggiori dettagli si rimanda al capitolo dedicato dello SIA.

Tabella 5.1: Riepilogo degli Impatti Potenziali Stimati – Fase di Cantiere

| Fattore ambientale / Agente fisico | Azione di progetto   | Fattore Causale di Impatto   | Impatto Potenziale   | Segno dell'Impatto | Entità complessiva dell'impatto | Misure di mitigazione/Note   |
|------------------------------------|--|--|--|--------------------|---------------------------------|--|
| Popolazione e Salute Umana         | Allestimento cantiere e adeguamento viabilità                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Occupazione/limitazione d'uso del suolo;</li> <li>✓ disturbi/interferenze con gli usi del territorio sociali e culturali.</li> </ul>  | Impatto per Limitazione/Perdite d'Uso del Suolo e Interazioni con la Fruizione delle Aree Turistiche | -                  | <b>Bassa</b>                    | -  |
|                                    | Realizzazione delle opere                                      | Incremento di traffico da trasporto di terre, materiali, etc.  | Disturbi alla viabilità terrestre  | -                  | <b>Bassa</b>                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ accurato studio in fase di progetto degli accessi al cantiere dalla viabilità esistente;</li> <li>✓ accordi preventivi con le Autorità locali su percorsi alternativi temporanei per la viabilità, qualora necessario.</li> </ul>   |
|                                    | Allestimento/Insediamento Cantiere e Realizzazione delle opere | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ emissioni di polveri e inquinanti (CO e NOx) da utilizzo mezzi e attività di cantiere;</li> <li>✓ emissioni di inquinanti da traffico veicolare in fase di cantiere.</li> </ul> | Impatto sulla salute pubblica connesso al rilascio di inquinanti in atmosfera                        | -                  | <b>Bassa</b>                    | Si veda quanto riportato per la componente Qualità dell'Aria nel seguito.  |
|                                    | Allestimento/Insediamento Cantiere e Realizzazione delle opere | Produzione di rumore connesso alla realizzazione delle opere   | Impatto sulla salute pubblica per emissioni sonore   | -                  | <b>Bassa</b>                    | Si veda quanto riportato per la componente Rumore nel seguito.   |
|                                    | Insediamento cantiere e realizzazione opere                    | Incremento dell'occupazione  | Impatto sull'occupazione   | +                  | <b>Elevata</b>                  | -  |
|                                    | Realizzazione delle opere                                      | Richiesta di servizi e di infrastrutture per il soddisfacimento dei bisogni del personale coinvolto nelle attività di costruzione  | Impatto connesso alla Richiesta di Servizi per Soddisfacimento Necessità Personale Coinvolto         | +                  | <b>Media</b>                    | -  |
|                                    | Realizzazione delle opere                                      | Rischi per la sicurezza e la salute pubblica   | Impatto dovuto ai Pericoli per la Salute Pubblica  | -                  | <b>Trascurabile</b>             | <p>Pianificazione delle emergenze con il rispetto di specifici adempimenti volti a valutare i rischi lavorativi, ad individuare le misure per ridurre tali rischi, ad organizzare un preciso coordinamento tra le imprese che operano in una medesima unità operativa, con precisi profili di responsabilità.</p> <p>Le misure preventive per le principali tematiche legate ai rischi del lavoro in galleria, trattano in particolare i seguenti temi:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ rischio di investimento mezzi;</li> <li>✓ rischio di incendio;</li> <li>✓ soccorso;</li> <li>✓ comunicazione interno/esterno galleria;</li> <li>✓ ventilazione;</li> <li>✓ rischio presenza gas;</li> <li>✓ ambiente lavorativo.</li> </ul> |

| Fattore ambientale / Agente fisico               | Azione di progetto                                       | Fattore Causale di Impatto  | Impatto Potenziale  | Segno dell'Impatto | Entità complessiva dell'impatto | Misure di mitigazione/Note   |
|--|--|---|---|--------------------|---------------------------------|--|
| Biodiversità                                     | Presenza del cantiere                                    | Occupazione/limitazioni d'uso di suolo per la presenza del cantiere         | Sottrazione e Frammentazione di Habitat connessi al Consumo di Suolo per la presenza del cantiere                         | -                  | Bassa                           | Al termine dei lavori le aree occupate saranno riconsegnate agli usi pregressi e saranno ripristinate con il fine di ristabilire i caratteri morfo-vegetazionali preesistenti in continuità con il paesaggio circostante. E' stata proposta la ripiantumazione di vegetazione autoctona in alcune delle aree percorse dal fuoco prossime al bacino di monte. Le operazioni di ripristino saranno finalizzate alla ripresa spontanea della vegetazione autoctona e a garantire l'evoluzione vegetazionale verso le forme affini agli stadi più maturi. Inoltre, è stata prevista la piantumazione di una fascia arborea intorno al bacino di monte, di connessione alle adiacenti aree naturali (prati e pascoli naturali).   |
|  | Allestimento/Insediamento Cantiere e Realizzazione opere | Emissioni di polveri e inquinanti ed emissioni sonore da mezzi e macchinari | Disturbi ad Habitat, Fauna e Vegetazione connessi alle Emissioni Sonore, di Inquinanti e di Polveri da Mezzi e Macchinari | -                  | Bassa                           | Al fine di contenere comunque gli impatti potenziali sulla fauna e sulla vegetazione connessi alla produzione di rumore e alla produzione di polveri ed inquinanti, si prevede di: <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ autorizzare l'accesso delle macchine operatrici sol se soggette a regolare manutenzione per ridurre le emissioni acustiche ed in atmosfera;</li> <li>✓ effettuare la manutenzione periodica delle macchine operatrici anche durante il cantiere;</li> <li>✓ possibile bagnatura delle strade sterrate di cantiere in corrispondenza di eventuali abitazioni, accorgimento da mettere in atto per limitare il disturbo dovuto al sollevamento delle polveri;</li> <li>✓ riduzione della velocità di transito dei mezzi.</li> </ul>  |
| Suolo, uso del suolo e patrimonio agroalimentare | Allestimento/Insediamento Cantiere e Realizzazione opere | Emissioni di polveri e inquinanti da mezzi e macchinari                     | Impatto sulla Produzione Agroalimentare del Territorio  | -                  | Bassa                           | Si veda quanto riportato per la componente Qualità dell'Aria nel seguito.  |
|  | Realizzazione opere                                      | Utilizzo Materie Prime  | Consumo di Risorse Naturali   | -                  | Bassa                           | È prevista l'adozione delle seguenti misure di mitigazione al fine di ridurre la necessità di materie prime: <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ adozione del principio di minimo spreco e ottimizzazione delle risorse;</li> <li>✓ il materiale proveniente dagli scavi sarà reimpiegato integralmente direttamente in sito per la rinaturalizzazione dei terreni e per il mascheramento del nuovo bacino.</li> </ul>  |
|  | Realizzazione opere                                      | Produzione di Terre e Rocce da Scavo  | Impatto da Gestione delle Terre e Rocce da Scavo  | -                  | Bassa                           | Il materiale proveniente dagli scavi sarà totalmente riutilizzato per la realizzazione del bacino di monte e il suo migliore inserimento paesaggistico.  |
|  | Realizzazione delle opere                                | Produzione di rifiuti   | Impatto da produzione di rifiuti  | -                  | Bassa                           | È prevista l'adozione delle seguenti misure di mitigazione di carattere generale: <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ sarà minimizzata la produzione di rifiuti;</li> <li>✓ il materiale proveniente dagli scavi sarà totalmente riutilizzato per la realizzazione del bacino di monte e il suo migliore inserimento paesaggistico;</li> <li>✓ ove possibile si procederà mediante recupero e trattamento dei rifiuti piuttosto che smaltimento in discarica.</li> </ul> <p>La gestione dei rifiuti sarà regolata in tutte le fasi del processo di produzione, stoccaggio, trasporto e smaltimento in conformità alle norme vigenti e secondo apposite procedure operative. In generale si provvederà ad attuare le seguenti procedure:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ le attività di raccolta e di deposito intermedio saranno differenziate per tipologie di rifiuti, mantenendo la distinzione tra rifiuti urbani, rifiuti speciali non pericolosi e rifiuti speciali pericolosi;</li> <li>✓ all'interno delle aree di cantiere, le aree destinate al deposito intermedio saranno delimitate e attrezzate in modo tale da garantire la separazione tra rifiuti di tipologia differente;</li> </ul> |



| Fattore ambientale / Agente fisico | Azione di progetto                           | Fattore Causale di Impatto                    | Impatto Potenziale  | Segno dell'Impatto | Entità complessiva dell'impatto                      | Misure di mitigazione/Note  |
|------------------------------------|--|---|---|--------------------|--|---|
|                                    |  |   |   |                    |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ un'apposita cartellonistica evidenzierà, se necessario, i rischi associati alle diverse tipologie di rifiuto e dovrà permettere di localizzare aree adibite al deposito di rifiuti di diversa natura e C.E.R.;</li> <li>✓ eventuali rifiuti pericolosi saranno stoccati in contenitori impermeabili ed ermetici fatti di materiale compatibile con il rifiuto pericoloso da stoccare. I contenitori avranno etichette di avvertimento sulle quali sia accuratamente descritto il loro contenuto, la denominazione chimica e commerciale, tipo e grado di pericolo, stato fisico, quantità e misure di emergenza da prendere nel caso sorgano problemi;</li> <li>✓ il trasporto e smaltimento di tutti i rifiuti sarà effettuato tramite società iscritte all'albo trasportatori e smaltitori.</li> </ul>   |
|                                    | Insediamiento Cantiere e Realizzazione opere | Spillamenti/Spandimenti Accidentali           | Alterazione Potenziale della Qualità del Suolo  | -                  | <b>Trascurabile</b>                                  | <p>Gli eventuali impatti sulla componente dovuti alla fase di cantiere possono essere prevenuti o mitigati adottando alcune delle seguenti misure per quanto riguarda le aree esterne di cantiere:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ prevedere aree distinte per lo stoccaggio dell'humus risultante dalle operazioni di scotico e per il materiale proveniente dagli scavi;</li> <li>✓ effettuare tutte le operazioni di manutenzione dei mezzi d'opera/trasporto presso la sede logistica dell'appaltatore;</li> <li>✓ effettuare eventuali interventi di manutenzione straordinaria dei mezzi operativi in aree dedicate adeguatamente predisposte (superficie piana, ricoperta con teli impermeabili di adeguato spessore e delimitata da sponde di contenimento);</li> <li>✓ il rifornimento dei mezzi operativi dovrà avvenire nell'ambito delle aree di cantiere, con l'utilizzo di piccoli autocarri dotati di serbatoi e di attrezzature necessarie per evitare sversamenti, quali teli impermeabili di adeguato spessore ed appositi kit in materiale assorbente;</li> <li>✓ le attività di rifornimento e manutenzione dei mezzi operativi saranno effettuate in aree idonee come le aree lontane da ambienti ecologicamente sensibili.</li> </ul> <p>Per quanto riguarda lo scavo delle gallerie, al fine di evitare la dispersione in ambiente di eventuali spillamenti/spandimenti accidentali, tutte le acque derivanti dalle attività di cantiere saranno raccolte all'interno delle aree asservite al cantiere mediante apposite canalizzazioni e serbatoi prima di essere inviate all'impianto di trattamento.</p> |
|                                    | Insediamiento Cantiere                       | Occupazioni/limitazioni d'uso di suolo        | Impatto per Occupazioni/limitazioni d'uso di suolo  | -                  | <b>Modesta (Bacino di Monte Bassa (altre opere))</b> | <p>Le misure di mitigazione adottate saranno le seguenti:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ ogni modificazione connessa con gli spazi di cantiere, strade e percorsi d'accesso, spazi di stoccaggio, etc., sarà ridotta all'indispensabile e strettamente relazionata alle opere da realizzare, con il ripristino delle aree non necessarie in esercizio all'originario assetto una volta completati i lavori;</li> <li>✓ sono previsti interventi di mitigazione, volti ad un migliore inserimento ambientale e paesaggistico delle opere fuori terra (si veda quanto proposto nel "Documento Preliminare di Inserimento Paesaggistico" in Appendice alla Relazione Paesaggistica – Doc. No. P0030780-1-H4).</li> </ul>   |
| <b>Geologia e Acque</b>            | Insediamiento Cantiere e Realizzazione opere | Prelievi idrici per le necessità del cantiere | Consumo di Risorse per Prelievi Idrici in Fase di Cantiere  | -                  | <b>Media</b>   | Al fine di contenere comunque un'entità dell'impatto è prevista l'adozione del principio di minimo spreco e ottimizzazione della risorsa come misura di mitigazione principale.   |
|                                    | Insediamiento Cantiere e Realizzazione opere | Scarichi effluenti liquidi                    | Alterazione delle Caratteristiche di Qualità delle Acque connessa agli Scarichi durante la Fase di Cantiere | -                  | <b>Bassa</b>   | <p>Gli scarichi saranno trattati per l'abbattimento degli inquinanti fino al rispetto dei limiti di legge.</p> <p>Inoltre, al fine di evitare la dispersione in ambiente egli scarichi idrici, tutte le acque derivanti dalle attività di cantiere saranno raccolte all'interno delle aree asservite al cantiere</p>  |

| Fattore ambientale / Agente fisico               | Azione di progetto                                       | Fattore Causale di Impatto  | Impatto Potenziale  | Segno dell'Impatto | Entità complessiva dell'impatto | Misure di mitigazione/Note  |
|--|--|---|---|--------------------|---------------------------------|---|
|  |  |   |   |                    |                                 | mediante apposite canalizzazioni e pozzetti prima di essere inviate all'impianto di trattamento.  |
|  | Esecuzione di scavi (superficiali e profondi)            | Interazioni attività di scavo con sottosuolo e Falde sotterranee  | Interazioni con i flussi idrici sotterranei e sottosuolo                                    | -                  | <b>Media</b>                    | <p>Negli stadi più avanzati della progettazione, verranno effettuati tutti gli opportuni approfondimenti (con particolare riferimento agli aspetti idrogeologici nell'area di progetto), al fine di definire tutti gli accorgimenti tecnici da adottare per ovviare alle potenziali interferenze legate all'assetto idrogeologico ma anche geologico da parte delle opere .</p> <p>In via preliminare si evidenzia che saranno adottare le seguenti misure di mitigazione:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ durante le varie fasi di scavo saranno adottate idonee precauzioni in base alla natura dei suoli attraversati (in particolare con riferimento agli scavi relativi per la realizzazione del pozzo di carico/scarico e nell'area destinata alla futura realizzazione del bacino di monte);</li> <li>✓ il pozzo di carico/scarico del bacino di monte sarà rivestito in c.a. in modo da evitare un eventuale drenaggio di acqua, essendo l'unica opera scavata nelle dolomie;</li> <li>✓ ove localmente si riscontrassero venute significative di acqua in corso di scavo si provvederà ad interventi di impermeabilizzazione locale mediante iniezioni cementizie, al fine di non depauperare la risorsa idrica;</li> <li>✓ saranno effettuati studi specifici nelle successive fasi progettuali atti ad: <ul style="list-style-type: none"> <li>• analizzare l'interazione degli scavi con le linee di disturbo (zone di faglia e/o intensa fratturazione);</li> <li>• indagare l'effettiva condizione tensionale naturale delle rocce al fine di valutare la possibilità di orientare in modo diverso le grandi caverne per migliorare la risposta tensionale dell'ammasso roccioso dello scavo.</li> </ul> </li> </ul> |
| <b>Atmo sfera: Clima</b>                         | Allestimento/Insediamento Cantiere e Realizzazione opere | Emissioni di CO <sub>2</sub> da mezzi e macchinari di cantiere  | Effetti sul clima legati all'emissioni di gas climalteranti                                 | -                  | <b>Trascurabile</b>             | -   |
| <b>Atmosfera: Stato della Qualità dell' Aria</b> | Realizzazione delle opere                                | Emissioni di inquinanti gassosi e polveri in atmosfera dai motori dei mezzi impegnati nelle attività di costruzione | Impatto complessivo sulla qualità dell'aria indotto dalle emissioni di inquinanti e polveri | -                  | <b>Bassa</b>                    | <p>Al fine di contenere quanto più possibile le emissioni di inquinanti gassosi, si opererà evitando di tenere inutilmente accesi i motori di mezzi e degli altri macchinari, con lo scopo di limitare al minimo necessario la produzione di fumi inquinanti. Si opererà inoltre affinché i mezzi siano rispondenti alle normative vigenti in merito alle emissioni in atmosfera e siano mantenuti in buone condizioni di manutenzione.</p> <p>Per contenere quanto più possibile la produzione di polveri e quindi minimizzare i possibili disturbi, saranno adottate, ove necessario, idonee misure a carattere operativo e gestionale, quali:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ lavaggio, ove necessario, delle gomme degli automezzi in uscita dal cantiere verso la viabilità pubblica esterna;</li> <li>✓ bagnatura delle strade nelle aree di cantiere e umidificazione dei terreni e dei cumuli di inerti per impedire il sollevamento delle polveri;</li> <li>✓ controllo e limitazione della velocità di transito dei mezzi;</li> <li>✓ adeguata programmazione delle attività in funzione delle condizioni meteorologiche.</li> </ul> <p>Si stima che la bagnatura delle piste durante le attività di cantiere e la riduzione della velocità dei mezzi possa ridurre di circa il 40-50% le emissioni di polveri (stima estrapolata dal documento “Fugitive Dust Handbook” del Western Regional Air Partnership – WRAP del 2006).</p>  |

| Fattore ambientale / Agente fisico                                      | Azione di progetto                            | Fattore Causale di Impatto   | Impatto Potenziale  | Segno dell'Impatto | Entità complessiva dell'impatto   | Misure di mitigazione/Note  |
|---|---|--|---|--------------------|---|---|
|   | Fabbricazione Virole e Impianti di Betonaggio | Emissioni in atmosfera connesse all'esercizio della fabbrica virole e degli impianti di betonaggio | Impatto complessivo sulla qualità dell'aria indotto dalle emissioni di inquinanti e polveri | -                  | <b>Bassa</b>  | Non si ritiene necessaria l'adozione di specifiche misure di mitigazione, al di là delle buone pratiche di ingegneria.  |
| Sistema paesaggistico: paesaggio, patrimonio culturale e beni materiali | Esecuzione di scavi/rinterri                  | Interazione per realizzazione di scavi e Movimenti terra   | Impatto nei Confronti della Presenza di Segni dell'Evoluzione Storica del Territorio        | -                  | <b>Media</b>  | Già in fase di progettazione è stato escluso per la localizzazione del Bacino di Monte (occupazione 36 ha) l'interessamento di aree note e vincolate dalla pianificazione comunale attraverso la Tavola dell'Emergenze Archeologiche (PUC di Esterzili).<br>Tuttavia, sulla base delle evidenze riportate nella Verifica Preliminare del Rischio Archeologico presentata contestualmente al presente Studio di Impatto Ambientale (Doc. No. P0030780-1-H6) e sulla difficoltà accertata nella localizzazione precisa di diversi elementi archeologici, si ritiene opportuno, per i lavori di movimento terra, l'assistenza di personale archeologico specializzato in ottemperanza alla normativa sulla Verifica Preventiva del Rischio Archeologico (D.L. 163/2006 artt. 95-96). |
|   | Insediamiento Cantiere                        | Presenza fisica del cantiere (mezzi e macchinari)  | Impatto Paesaggistico   | -                  | <b>Bassa</b>  | Le principali misure di mitigazione degli impatti legate alla fase di cantiere sono le seguenti:<br><ul style="list-style-type: none"> <li>✓ mantenimento delle aree di cantiere in condizioni di ordine e pulizia;</li> <li>✓ ripristino a fine lavori dei luoghi e delle aree alterate in fase di cantiere e non più necessarie, attraverso la rimozione delle strutture fisse e delle aree di ricovero e stoccaggio materiali;</li> <li>✓ ripiantumazione di vegetazione autoctona in alcune delle aree percorse dal fuoco prossime al bacino di monte (superficie totale nell'ordine di 750,000 m<sup>2</sup>).</li> </ul>  |
| Rumore e Vibrazioni   | Fabbricazione Virole e impianti di betonaggio | Emissioni sonore per esercizio Fabbrica Virole e impianti di betonaggio                            | Impatto complessivo connesso alla Rumorosità Associata                                      | -                  | <b>Bassa</b>  | Gli accorgimenti progettuali che verranno adottati per minimizzare l'impatto legato al rumore sono principalmente la realizzazione dei pannelli ed il tetto del capannone in materiale con adeguato potere fonoisolante.<br>Inoltre, a tutela del ricettore, si prevede, durante le fasi di produzione delle virole e di funzionamento degli impianti di betonaggio e di frantumazione, una campagna di monitoraggio del clima acustico. Nello specifico durante la fase di cantiere sono previsti dei rilevamenti fonometrici di verifica  |
|   | Realizzazione opere                           | Emissioni sonore per utilizzo mezzi e macchinari   | Impatto complessivo connesso alla Rumorosità Associata al cantiere                          | -                  | <b>Media (presso ricettore limitrofo alle aree di lavoro di Monte), Bassa presso gli altri ricettori</b>            | Gli accorgimenti che si prevede di adottare per minimizzare l'impatto legato al rumore in fase di cantiere consistono in:<br><ul style="list-style-type: none"> <li>✓ posizionamento delle sorgenti di rumore in una zona defilata rispetto al ricettore, compatibilmente con le necessità di cantiere;</li> <li>✓ mantenimento in buono stato dei macchinari potenzialmente rumorosi;</li> <li>✓ controllo delle velocità di transito dei mezzi;</li> <li>✓ evitare di tenere i mezzi inutilmente accesi.</li> </ul>   |
|   | Realizzazione opere                           | Utilizzo di Esplosivo  | Impatto connesso alla generazione di vibrazioni prodotte dall'utilizzo di esplosivo         | -                  | <b>Trascurabile</b> (considerando la distanza dall'area del bacino di monte e della tipologia di attività prevista) | Al fine di mitigare o annullare il potenziale impatto e procedere alla realizzazione delle attività di cantiere in condizioni di sicurezza, in fase esecutiva, si provvederà a definire in dettaglio le modalità di esecuzione delle fasi di lavoro che potrebbero determinare la generazione di vibrazioni significative.<br>Al fine di mitigare o annullare tale impatto e procedere in condizioni di sicurezza sono previste le seguenti specifiche misure mitigative:<br><ul style="list-style-type: none"> <li>✓ per gli scavi con esplosivo previsti nelle zone più superficiali, si procederà con l'esecuzione di volate in maniera controllata, con microcariche e microritardi tali da ridurre le vibrazioni indotte nelle vicinanze,</li> </ul>                         |

| Fattore ambientale / Agente fisico | Azione di progetto                                       | Fattore Causale di Impatto                    | Impatto Potenziale                         | Segno dell'Impatto | Entità complessiva dell'impatto | Misure di mitigazione/Note  |
|------------------------------------|--|---|--|--------------------|---------------------------------|---|
|                                    |  |   |  |                    |                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ in linea generale, l'eventuale utilizzo dell'esplosivo sarà subordinato a verifiche in appositi campi prova, completamente isolati, con condizioni geomorfologiche rappresentative del territorio attraversato,</li> <li>✓ in relazione agli esiti di tali prove saranno definite le distanze dai ricettori entro le quali non procedere all'utilizzo degli esplosivi.</li> </ul>  |
| <b>Radiazioni Ottiche</b>          | Allestimento/Insediamento Cantiere e Realizzazione opere | Emissioni luminose per sicurezza del cantiere | Impatto per generazione emissioni luminose | -                  | <b>Trascurabile</b>             | <p>L'illuminazione del cantiere sarà realizzata in modo da:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ contenere le zone illuminate al minimo indispensabile;</li> <li>✓ evitare l'abbagliamento;</li> <li>✓ evitare disturbo al pubblico, ai vicini, alla circolazione stradale;</li> <li>✓ garantire il pieno rispetto dei requisiti di sicurezza per il personale operativo.</li> </ul> <p>Ove possibile, saranno utilizzati corpi illuminanti ad elevata efficienza luminosa e basso consumo energetico, nel rispetto dei requisiti e delle indicazioni di legge.</p> |

5.1.2.2 Riepilogo degli Impatti Potenziali stimati - Fase di Esercizio

Si riporta la tabella riepilogativa degli impatti stimati nella Fase di esercizio e riferita ai fattori ambientali/agenti fisici trattati nello SIA. Per maggiori dettagli si rimanda al capitolo dedicato dello SIA.

Tabella 5.2: Riepilogo degli Impatti Potenziali Stimati - Fase di Esercizio

| Fattore ambientale / Agente fisico | Azione di progetto            | Fattore Causale di Impatto  | Impatto Potenziale   | Segno dell'Impatto | Significatività complessiva dell'impatto | Misure di mitigazione/Note   |
|------------------------------------|-------------------------------|---|--|--------------------|--|--|
| <b>Popolazione e Salute Umana</b>  | Esercizio/Presenza dell'opera | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ limitazioni/perdite d'uso del suolo;</li> <li>✓ disturbi/interferenze con gli usi del territorio sociali e culturali.</li> </ul> | Impatto per Limitazione/Perdite d'Uso del Suolo e Interazioni con la Fruizione delle Aree Turistiche | -                  | <b>Bassa</b>                             | -  |
|                                    | Esercizio dell'opera          | Incremento dell'occupazione   | Impatto sull'occupazione   | +                  | <b>Bassa</b>                             | -  |
|                                    | Esercizio dell'opera          | Rischi per la sicurezza e la salute pubblica  | Impatto dovuto ai Pericoli per la Salute Pubblica  | -                  | <b>Trascurabile</b>                      | -  |
| <b>Biodiversità</b>                | Presenza delle opere          | Occupazione/limitazioni d'uso di suolo per la presenza delle opere  | Sottrazione e Frammentazione di Habitat connessi al Consumo di Suolo per la presenza del cantiere    | -                  | <b>Trascurabile</b>                      | Con particolare riferimento all'area del Bacino di Monte inoltre, come meglio dettagliato all'interno del dedicato "Studio Preliminare di Inserimento Paesaggistico", predisposto da LAND e presentato in appendice alla Relazione Paesaggistica (Doc. No. P0030780-1-H4), è stata prevista la piantumazione di una fascia arborea intorno al bacino di monte, di connessione alle adiacenti aree naturali (prati e pascoli naturali). |

| Fattore ambientale<br>Agente fisico  | Azione di progetto             | Fattore Causale di Impatto   | Impatto Potenziale  | Segno dell'Impatto | Significatività complessiva dell'impatto | Misure di mitigazione/Note  |
|--|--------------------------------|--|---|--------------------|--|---|
|  | Presenza delle opere           | La realizzazione dell'invaso del bacino di Monte potrebbe determinare variazioni locali del microclima                       | Alterazione di Habitat ed Ecosistemi connessi a Modifiche al Microclima per la presenza del Bacino di Monte             | -                  | <b>Trascurabile</b>                      | -   |
|  | Esercizio dell'Impianto        | Spostamento di volumi di acqua dal bacino inferiore a quello superiore (fase di pompaggio) e viceversa (fase di turbinaggio) | Alterazione di Habitat ed Ecosistemi connessi all'Attività di Adduzione/Restituzione delle Acque dell'invaso Flumendosa | -                  | <b>Trascurabile</b>                      | -   |
| <b>Suolo, uso del suolo e patrimonio</b>                                       | Esercizio/Presenza delle opere | Occupazione/limitazioni d'uso di suolo per la presenza dell'opera  | Impatto complessivo per Occupazione/Limitazione d'Uso di Suolo in Fase di Esercizio                                     | -                  | <b>Bassa</b>                             | La maggior parte delle opere saranno interrato.<br>Sono previsti interventi di mitigazione, volti ad un migliore inserimento ambientale e paesaggistico delle opere fuori terra (si veda quanto proposto nel “Documento Preliminare di Inserimento Paesaggistico” in Appendice alla Relazione Paesaggistica – Doc. No. P0030780-1-H4).  |
| <b>Geolo già e acque</b>   | Presenza delle opere           | Interferenze con i flussi idrici superficiali e sotterranei  | Modifica del drenaggio superficiale e interazioni con i flussi idrici superficiali e sotterranei                        | -                  | <b>Trascurabile</b>                      | -   |
| <b>Atmosfera: Stato della Qualità</b>  | Esercizio/Presenza delle opere | Interferenze sul microclima legate alla presenza del nuovo bacino di monte   | Impatto sul microclima  | -                  | <b>Bassa</b>                             | -   |
| <b>Sistema paesaggistico: paesaggio, patrimonio culturale e beni materiali</b> | Presenza delle opere           | Presenza fisica delle nuove strutture  | Impatto Percettivo connesso alla Presenza di Nuove Strutture in Fase di Esercizio                                       | -                  | <b>Bassa</b>                             | Per gli interventi di mitigazione ed inserimento ambientale, si rimanda a quanto presentato nella Relazione Paesaggistica (Doc. No. P0030780-1-H4). Si evidenzia inoltre che, al fine di ottimizzare l'integrazione delle opere nel contesto paesaggistico di riferimento, è stato predisposto un dedicato studio architettonico e di inserimento paesaggistico (si veda lo “Studio Preliminare di Inserimento Paesaggistico”, presentato come appendice alla Relazione Paesaggistica). |
| <b>Campi Elettrici, Magnetici ed Elettromagnetici</b>                          | Esercizio dell'opera           | Generazione di campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici  | Impatto per generazione di campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici   | -                  | <b>Trascurabile</b>                      | L'area della sottostazione elettrica avrà accesso consentito al solo personale autorizzato ed i livelli delle radiazioni saranno oggetto di monitoraggi, in linea con la normativa vigente in materia   |
| <b>Radiazioni Ottiche</b>  | Esercizio dell'opera           | Emissioni luminose per la sicurezza delle aree esterne   | Impatto per generazione emissioni luminose  | -                  | <b>Trascurabile</b>                      | Si evidenzia che sarà predisposto un sistema di illuminazione di sicurezza in corrispondenza del bacino e dell'imbocco alle gallerie. Tale sistema sarà progettato in accordo agli standard di riferimento e in maniera tale da limitare al minimo l'interessamento delle aree circostanti.   |

### 5.1.3 Impatti Cumulativi

Gli impatti cumulativi sono il risultato di una serie di attività, scarichi ed emissioni che si combinano o che si sovrappongono, creando, potenzialmente, un impatto maggiore rispetto ai singoli contributi. Nel caso in esame possono derivare dall'effetto sinergico di altre attività/progetti/opere previste (autorizzate o già in fase di cantierizzazione, ma non ancora in esercizio e che pertanto non contribuiscono alla definizione dello Scenario di Base, analizzato al precedente Capitolo) nell'area di interesse che possono potenzialmente amplificare i potenziali impatti ambientali derivanti dalle attività oggetto del presente SIA.

A titolo preventivo, in linea con le indicazioni della normativa vigente in materia, nel presente Paragrafo è riportata la valutazione degli impatti cumulativi derivanti dalla potenziale interazione tra le fasi di realizzazione ed esercizio dell'opera in esame e di progetti individuati nel raggio di circa 10 km.

Per l'individuazione dei progetti con valutazione di impatto conclusasi positivamente e non ancora realizzati o in fase di realizzazione, è stato consultato il portale dedicato alle Valutazioni di Impatto Ambientale (<https://va.mite.gov.it/it-IT>) del Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica (MASE). L'analisi non ha individuato la presenza di progetti con compatibilità ambientale acquisita a livello nazionale nel raggio dei 10 km.

Analoga consultazione è stata effettuata per le VIA a livello Regionale<sup>1</sup> nell'intorno di un raggio di circa 10 km, la ricerca ha evidenziato nell'area di intervento la presenza dei seguenti progetti:

- ✓ Comune di Escalaplano: Progetto di Coltivazione Mineraria denominata “Funtana Piroi” in località “Taccu Piroi”, in agro del comune di Escalaplano provincia di ex Sud Sardegna. Per il quale il procedimento autorizzativo è la VIA Regionale, protocollata in data 8 Novembre 2019 e riguardante una “richiesta di ampliamento della concessione mineraria denominata “Funtana Piroi”;
- [1] Comune di Sadali: S.S.198 “di Seui e Lanusei” interventi di completamento e adeguamento tratta Sadali – Villanovaluto. Per il quale il procedimento autorizzativo è la “Verifica di Assoggettabilità a VIA”, protocollata in data 17 novembre 2021 e riguardante “interventi di completamento ed adeguamento della viabilità esistente”.

Per ciò che riguarda i progetti aventi la compatibilità ambientale, sulla base della stima degli impatti riportati nel SIA e considerando la tipologia di impianto in progetto, si evidenzia quanto segue:

- ✓ Progetto di Coltivazione Mineraria denominata “Funtana Piroi”: La distanza minima rispetto al progetto dell'impianto di accumulo idroelettrico in esame è pari a circa 3.4 km.
  - In fase di cantiere, potenziali impatti cumulativi potranno essere associati essenzialmente alle emissioni sonore, alle emissioni in atmosfera ed alle interazioni legate al traffico mezzi. Si tratta, ad ogni modo, di impatti contenuti: le due aree di progetto distano oltre 3 km e le ricadute di inquinanti e le emissioni sonore sono generalmente limitate alle vicinanze dell'area di cantiere. Con riferimento ai traffici, potrà verificarsi un lieve incremento, limitato, ad ogni modo, ad alcune fasi di cantiere (la maggior parte dei traffici per il progetto dell'impianto di accumulo idroelettrico, sarà limitata all'area di cantiere);
  - ✓ In fase di esercizio potrà verificarsi un impatto sul paesaggio legato alla presenza del Bacino di Monte ed all'ampliamento dell'area di cava, comunque molto limitato (il progetto prevede un incremento delle superfici di suolo asportato e/o degradato, dai 30.71 ha attuali ai futuri 33 ha) e relativo ad un'area già compromessa (adiacente alla cava esistente). Per le motivazioni sopra indicate, eventuali impatti cumulativi con il progetto in esame, sono ritenuti **trascurabili**.
- ✓ Interventi di completamento e adeguamento tratta Sadali – Villanovaluto. La distanza minima rispetto al progetto dell'impianto di accumulo idroelettrico in esame è pari a 7.8 km;
  - In fase di cantiere: Viste le distanze in gioco, non si ritiene che eventuali impatti legati ad emissioni in atmosfera o emissioni sonore, possano cumularsi con progetto in esame. Anche con riferimento ai traffici indotti o interferenze sulla viabilità, non si ritiene che il progetto in esame possa avere interferenze cumulative con il progetto della SS198 (tutte le terre sono riutilizzate in sito ed i traffici di cantiere esterni al sito sono limitati).
  - ✓ In fase di esercizio, essendo la viabilità esistente, la nuova occupazione di suolo sarà limitata e non sono attesi impatti paesaggistici significativi.

Per le motivazioni sopra indicate, eventuali impatti cumulativi con il progetto in esame, sono ritenuti trascurabili.

\*\*\*\*\*

<sup>1</sup> Si evidenzia che non è stato possibile effettuare una ricerca ulteriore oltre a quella già indicata nella prima revisione dello SIA attraverso il portale della Regione Sardegna in quanto lo stesso risulta oggetto di manutenzione straordinaria dal mese di Novembre 2022 ad oggi (21 Giugno 2023): <https://portal.sardegnaasira.it/web/sardegnaambiente/ricerca-dei-progetti>

Si evidenzia inoltre, che il progetto in esame, come già indicato al Paragrafo 2.3 “Motivazioni e Finalità dell’Opera”, costituirà una risorsa strategica per il sistema elettrico del territorio, proprio in virtù della capacità di gestire e integrare efficacemente ed efficientemente la produzione elettrica proveniente dalle fonti rinnovabili.

In merito alle eventuali impatti cumulativi delle opere di connessione alla RTN in progetto, con nuovi progetti FER autorizzati e in cantierizzazione, si segnala la presenza di vari progetti in istruttoria presso il MASE (dato aggiornato al 30/05/2023) nessuno dei quali però ha ottenuto la compatibilità ambientale poiché l’iter è ancora in corso.

Si evidenzia che non è stato possibile effettuare una ricerca attraverso il portale della Regione Sardegna in quanto lo stesso risulta oggetto di manutenzione straordinaria dal mese di Novembre 2022 ad oggi (30 Maggio 2023).

L’analisi degli impatti cumulativi non ha tenuto conto di tutti i progetti in istruttoria tecnica in quanto si ritiene che non rappresentino un dato efficace al fine di restituire la visione oggettiva dell’impatto cumulato. Per l’analisi completa degli impatti cumulativi si rimanda all’elaborato G929\_PAE\_R\_001\_Rel\_paesaggistica\_1-1\_REV00-paragrafo 8.1.2 Approfondimento - Impatto visivo cumulato con altri progetti.

### 5.1.4 Considerazioni Conclusive

Come evidenziato nelle tabelle di sintesi, gli impatti diretti connessi alla realizzazione e all’esercizio dell’opera in progetto sono principalmente legati, alle emissioni sonore e di polveri e inquinanti (cantiere), ai consumi idrici (cantiere), alle interazioni con i flussi idrici sotterranei e il sottosuolo (scavi verticali in fase di cantiere ed all’impatto nei confronti della presenza di segni dell’evoluzione storica del territorio (cantiere), per i quali è stata stimata una significatività complessiva **media**.

Altri impatti di **modesta** entità sono relativi esclusivamente alla fase di cantiere e sono legati all’occupazione di suolo (Bacino di monte).

Si tratta tuttavia, prevalentemente di impatti legati ad una fase temporanea (seppur di diversi anni di durata), che per la maggior parte andranno ad esaurirsi immediatamente o comunque nel breve termine, una volta terminato il cantiere. Saranno inoltre previste e adottate tutte le più opportune misure di mitigazione al fine di minimizzare la significatività di tali impatti.

In fase di esercizio, l’unico impatto significativo è legato principalmente alla presenza del nuovo Bacino di monte in virtù delle dimensioni e della superficie di suolo che sarà occupata dallo stesso. L’area di intervento, ad ogni modo, appare scarsamente frequentata e fruita. Anche da un punto di vista paesaggistico, gli interventi previsti consentiranno di integrare l’opera nel paesaggio.

La scelta progettuale di prevedere la Centrale in caverna e la condotta interrata, consente pertanto di eliminare o comunque limitare considerevolmente, ogni altro potenziale impatto in fase di esercizio.

## 5.2 DISPOSIZIONI PER IL MONITORAGGIO

Al fine di mirare il controllo sui fattori ed i parametri maggiormente significativi, la cui misura consenta di valutare il reale impatto delle opere in progetto sull’ambiente, e data la natura degli interventi di progetto, le presenti disposizioni preliminari di monitoraggio risultano incentrate sull’analisi delle seguenti componenti (fattori ambientali ed agenti fisici):

- ✓ Atmosfera;
- ✓ Rumore;
- ✓ Ambiente Idrico;
- ✓ Biodiversità.

Nella tabella seguente sono riportate le attività di monitoraggio previste nelle presenti disposizioni preliminari del monitoraggio.

Tabella 5.3: Quadro sinottico della Proposta di PMA

| Componente | P.to di Monitoraggio | Parametro   | Modalità   | Fase/Frequenza  |
|------------|----------------------|---|--|---|
| Atmosfera  | ATM_01<br>ATM_02     | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ PTS;</li> <li>✓ PM<sub>10</sub></li> <li>✓ PM<sub>2,5</sub></li> <li>✓ NO</li> <li>✓ NO<sub>2</sub></li> <li>✓ NO<sub>x</sub></li> <li>✓ CO</li> <li>✓ SO<sub>2</sub></li> <li>✓ C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>,</li> <li>✓ O<sub>3</sub>;</li> <li>✓ Direzione del vento</li> <li>✓ Velocità del vento</li> <li>✓ Temperatura esterna</li> <li>✓ Umidità relativa dell'aria</li> <li>✓ Pressione atmosferica</li> <li>✓ Quantità di precipitazioni</li> <li>✓ Radiazione solare totale</li> </ul> | Campionamento                                      | AO - Fase Ante Operam<br>2 campagne da 15 giorni (periodo caldo-periodo freddo) durante l'anno precedente all'inizio lavori   |
|            |                      |   |  | CO - Fase Corso d'Opera<br>Campagne di 24 ore con cadenza bimensile da realizzarsi durante le attività di cantiere più gravose  |
|            |                      |   |  | PO – Post Operam<br>2 campagne da 15 giorni (periodo caldo-periodo freddo) durante il primo anno di messa in esercizio dell'opera   |
| Rumore     | RUM_01               | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Pressione Sonora Laeq,1sec;</li> <li>✓ LAImax,</li> <li>✓ LAFmax,</li> <li>✓ LASmax</li> <li>✓ L1,</li> <li>✓ L5,</li> <li>✓ L10,</li> <li>✓ L50,</li> <li>✓ L90,</li> <li>✓ L95;</li> <li>✓ L99</li> <li>✓ Spettro in banda di 1/3 di ottava.</li> </ul>  | Misure di 24 ore con postazione esterna semi-fissa | AO - Fase Ante Operam<br>1 misurazione di 24 ore, durante l'anno antecedente l'inizio dei lavori<br><br>CO - Fase Corso d'Opera<br>Campagne di misura da 24 ore (si propone almeno a cadenza bimestrale) da effettuarsi durante le attività di cantiere più gravose |



| Componente  | P.to di Monitoraggio | Parametro  | Modalità          | Fase/Frequenza  |
|---|----------------------|--|-------------------|---|
| Acque Superficiali Laghi/Invasi –<br>Analisi Fisiche, Chimiche e Biologiche | ASup_01<br>ASup_02   | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Parametri di base (T°, Conducibilità, pH, Torbidità, O<sub>2</sub> e ossigeno % saturazione, Trasparenza);</li> <li>✓ Parametri chimici, chimico-fisici e nutrienti (Azoto nitroso, Azoto nitrico, Azoto ammoniacale, Azoto totale, Fosforo totale, Fosfato, Silice reattiva, Alcalinità, Clorofilla a, Cloruri, Solfati, Cianuro, Fluoruri, Cloruro di vinile;</li> <li>✓ Metalli (Sb, As, B, Fe, Mn, Al, Cr, Hg, Ni, Cu, Mo, Se, V, Cd, Pb, Zn);</li> <li>✓ Composti Organici (Idrocarburi totali, TOC, Tensioattivi anionici e tensioattivi non</li> </ul> | Prelievo Campioni | AO - Fase Ante Operam<br>Campionamenti bimestrali presso ASup_02 nell'anno precedente l'inizio dei lavori |
|   |                      |  |                   | CO - Fase Corso d'Opera<br>Campionamenti mensili presso ASup_01 e ASup_02 durante le attività di cantiere |

| Componente  | P.to di Monitoraggio | Parametro  | Modalità  | Fase/Frequenza  |
|---|----------------------|--|---|---|
|   |                      | ionici, IPA, Benzene, PCB totali e singoli;<br>✓ Sostanze per-e polifluoro alchiliche (PFOS, PFBA, PFPeA, PFHxA, PFBS, PFOA);<br>✓ Fitoplancton. |   | PO – Fase Post Operam<br>Campionamenti mensili presso ASup_02 e nuovo invaso Taccu sa Pruna almeno durante l'anno successivo alla messa in esercizio dell'opera |
| Acque Superficiali Laghi/Invasi - Classificazione e dello Stato Ecologico | ASup_01<br>ASup_02   | Indici: LTLECO, ICF  | Prelievo Campioni                                   | AO - Fase Ante-Operam<br>Campionamenti bimestrali nell'anno precedente l'inizio dei lavori  |
|   |                      |  |   | CO - Fase di Cantiere<br>Campionamenti bimestrali per tutta la durata delle attività di cantiere  |
|   |                      |  |   | PO – Fase di Esercizio<br>Campionamenti bimestrali durante l'anno successivo alla messa in esercizio dell'opera   |
| Acque Sotterranee   | ASot_01              | ✓ Torbidità<br>✓ T° acqua<br>✓ Livello freaticometrico<br>✓ pH   | Prelievo campioni da Sorgente e analisi laboratorio | AO - Fase Ante operam<br>Rilevazione precedente l'inizio delle attività di scavo e movimentazione terre nell'area del bacino di monte                           |

| Componente                        | P.to di Monitoraggio  | Parametro  | Modalità   | Fase/Frequenza   |
|-----------------------------------|---|--|--|--|
|                                   |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Conducibilità elettrica specifica</li> <li>✓ Potenziale Redox</li> <li>✓ Ossigeno disciolto</li> <li>✓ Sb</li> <li>✓ O<sub>2</sub></li> <li>✓ Cloruri</li> <li>✓ Idrocarburi (n-esano)</li> <li>✓ Metalli (Al, Fe, Mn, As, Cd, Cr totale, Cr VI, Hg, Ni, Cu, Zn, Pb)</li> </ul> |  | <p>CO – Corso d’Opera</p> <p>Campionamenti ogni 15 giorni nel periodo di realizzazione del pozzo di carico/scarico del bacino di monte</p> <hr/> <p>PO - Fase Post operam</p> <p>Rilevazioni stagionali (totale 4) nell’anno successivo alla realizzazione del pozzo di carico/scarico del bacino di monte e nel 1° anno di esercizio dell’impianto</p>  |
| Biodiversità – Fauna – Chiroterri | T_CH_01   | Presenza e riconoscimento specie e/o generi di chiroterrofauna   | Osservazioni dirette e Registrazione emissioni ultrasonore con Bat-Detector e successiva identificazione con metodologie di Barataud e informazioni bibliografiche | <p>AO - Fase Ante Operam<br/>3 campagne una per ogni stagione (escluso l’inverno) durante l’anno precedente i lavori</p> <p>CO - Fase Corso d’Opera<br/>3 campagne (una per ogni stagione, escluso l’inverno) per ogni anno di durata delle lavorazioni.</p> <p>PO – Fase Post Operam<br/>3 campagne (una per ogni stagione, escluso l’inverno) per almeno l’intero anno successivo alla messa in esercizio</p>  |
| Biodiversità – Fauna – Avifauna   | <p>(Punti di osservazione Avifauna migratrice/ svernante)<br/>P_AV_01</p> <p>(Transetti Avifauna nidificante)<br/>T_AV_01<br/>T_AV_02<br/>T_AV_03</p> | Presenza e riconoscimento specie e punti di nidificazione  | Osservazione con binocolo/ cannocchiale dai punti di osservazione e lungo i transetti per identificazione, conteggio e mappature                                   | <p>AO - Fase Ante Operam<br/>No. 1 monitoraggi durante l’anno precedente i lavori per l’avifauna svernante (inizio Dicembre/metà Marzo)<br/>No. 1 monitoraggio durante l’anno precedente i lavori per l’avifauna nidificante (metà di Maggio/fine Giugno).</p> <hr/> <p>CO – Corso d’Opera<br/>No. 1 monitoraggio l’anno per l’avifauna svernante (inizio Dicembre/metà Marzo)<br/>No. 1 monitoraggio l’anno per l’avifauna nidificante (metà di Maggio/fine Giugno)</p> |

| Componente                              | P.to di Monitoraggio   | Parametro  | Modalità                 | Fase/Frequenza   |
|---|--|--|--------------------------|--|
|   |  |  |                          | PO - Fase Post Operam<br>No. 1 monitoraggio nell'anno successivo alla messa in esercizio per l'avifauna svernante (inizio Dicembre/metà Marzo)<br>No. 1 monitoraggio nell'anno successivo alla messa in esercizio per l'avifauna nidificante (metà di Maggio/fine Giugno). |
| Biodiversità – Fauna – Anfibi e Rettili | Transetti presso aree di lavoro e viabilità esistente in adeguamento | Tipologia di specie, numero di individui, stadio di sviluppo (uovo, larva, neometamorfosato, adulto) il tipo di ambiente | Visual Encounter Surveys | AO - Fase Ante Operam<br>4 campagne una per ogni stagione durante l'anno precedente i lavori   |
|   |  |  |                          | CO - Fase Corso d'Opera<br>4 campagne (una per ogni stagione) per ogni anno di durata delle lavorazioni.   |
|   |  |  |                          | PO – Fase Post Operam<br>4 campagne (una per ogni stagione) per almeno l'intero anno successivo alla messa in esercizio  |

---

## REFERENZE

“Taccu sa Pruna” – Impianto di Accumulo Idroelettrico Mediante Pompaggio ad Alta Flessibilità Doc. No. P0030780-1-H1 Rev. 0 Giugno 2022

Linee guida per la predisposizione della Sintesi non Tecnica del SIA (art. 22, comma 4 e Allegato VII alla Parte Seconda del D.Lgs. 152/2006)” Rev.1 del 30.01.2018.



**RINA Consulting S.p.A.** | Società soggetta a direzione e coordinamento amministrativo e finanziario del socio unico RINA S.p.A.  
Via Cecchi, 6 - 16129 GENOVA | P. +39 010 31961 | [rinaconsulting@rina.org](mailto:rinaconsulting@rina.org) | [www.rina.org](http://www.rina.org)  
C.F./P. IVA/R.I. Genova N. 03476550102 | Cap. Soc. € 20.000.000,00 i.v.