



EDISON S.p.A.
Milano, Italia

“Taccu sa Pruna” – Impianto di Accumulo Idroelettrico Mediante Pompaggio ad Alta Flessibilità ed Opere Connesse

Risposta alla Richiesta di Integrazioni del MASE

Doc. No. P0030780-1-H11 Rev. 1 - Luglio 2023

Rev.	Descrizione	Preparato da	Controllato da	Approvato da	Data
1	Nuova Emissione	Rina Consulting S.p.A.	C. Valentini	M. Compagnino	Luglio 2023

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 | www.rina.org
C.F./P. IVA/R.I. Genova N. 03476550102 | Cap. Soc. € 20.000.000,00 i.v.

All rights, including translation, reserved. No part of this document may be disclosed to any third party, for purposes other than the original, without written consent of RINA Consulting S.p.A.

INDICE

	Pag.
LISTA DELLE TABELLE	4
LISTA DELLE FIGURE	4
PREMESSA	6
1 ASPETTI GENERALI	8
1.1 DOCUMENTO UNICO VALUTAZIONE IMPATTI	8
1.2 IMPATTO ACCESSI SU TRATTI ACCLIVI	8
1.3 VOLUME MINIMO VITALE INVASO FLUMENDOSA	10
2 TRAFFICO	12
2.1 TRAFFICO	12
3 IMPATTI CUMULATIVI	14
3.1 IMPATTI CUMULATIVI	14
4 AMBIENTE IDRICO	16
4.1 AMBIENTE IDRICO	17
4.1.1 Stato Ecologico e Chimico Bacino di Valle	17
4.1.2 Compatibilità Opera	22
4.1.3 Precipitazioni	23
4.1.4 Gestione delle Acque di Cantiere	24
4.1.5 Vasche Imhoff	26
4.1.6 Pozzetto di Campionamento	26
4.1.7 Trattamento Acque di Prima Pioggia	26
4.1.8 Recapito Scarico Diga di Monte	26
4.1.9 Fenomeni di Erosione/Contaminazione da Scarichi Diga di Monte	28
4.1.10 Ancoraggio e Interramento Cavidotti	28
4.1.11 Interferenza tra Tratto in Galleria e Riu su Prisoneddu	29
4.1.12 Principio di Invarianza Idraulica	30
4.1.13 Approvvigionamenti Idrici di Cantiere	31
4.1.14 Interventi dall’Opera di Presa del Lago Flumendosa alle Stazioni Elettriche	32
4.1.15 Impatti sulla Qualità delle Acque per Esercizio Progetto	32
4.1.16 Carichi Inquinanti veicolati dalle Acque del Bacino di Monte al Bacino di Valle	32
4.1.17 Sollevamento Condotta “Acquedotto Sarcidano”	32
4.1.18 Limitazione della Quota di Invaso	34
4.1.19 Attraversamento Sublacuale Flumendosa	35
4.1.20 Malfunzionamento Macchine Idrauliche	35
4.1.21 Lubrificanti Ecologici e/o Biodegradabili	36
4.1.22 Materiali Basamenti, Palificazioni e/o Diaframmi	36
4.1.23 Stato Quali-Quantitativo delle Acque Sotterranee	36
4.1.24 Impatti sulla Qualità Ambientale delle Acque Sotterranee	38
5 BIODIVERSITÀ	45
5.1 IMPATTI SULLE COMUNITÀ BIOLOGICHE ACQUATICHE E RIPARIE DEL BACINO DI VALLE	45
5.2 CORINE LAND COVER AREE TEMPORANEE E DEFINITIVE	45
5.2.1 Uso Suolo Regione Sardegna 2008	45
5.2.2 Corine Land Cover	48
5.3 MISURE DI MITIGAZIONE RISCHIO COLLISIONE E FOLGORAZIONE AVIFAUNA E CHIROTTERI	49

5.4	IMPATTI SU FLORA E FAUNA SELVATICA PER PRESENZA NUOVO BACINO	49
5.4.1	Disturbi ad Habitat, Fauna e Vegetazione connessi alle Emissioni Sonore, di Inquinanti e di Polveri da Mezzi e Macchinari (Fase di Cantiere)	50
5.4.2	Alterazione di Habitat ed Ecosistemi connessi a Modifiche al Microclima per la presenza del Nuovo Bacino di Monte	50
5.5	MISURE DI MITIGAZIONE PER SPECIE VEGETALI E FAUNISTICHE	51
5.6	MISURE DI MITIGAZIONE PER L'ITTIOFAUNA	52
5.6.1	Torbidità delle Acque	52
5.6.2	Aspirazione Ittiofauna	53
5.6.3	Spiaggiamento Avannotti	54
5.6.4	Perdita Habitat Deposizionali e Riproduttivi	55
5.7	SPECIE VEGETALI E ANIMALI ALIENE A COMPORTAMENTO INVASIVO	55
6	RUMORE E VIBRAZIONI	56
6.1	RUMORE E VIBRAZIONI	56
6.1.1	Valutazione Impatto Acustico di tutte le Attività rilevanti di Cantiere	56
6.1.2	Valutazione Impatto Acustico Attività di Cantiere Bacino di Valle e Opere di Collegamento alla RTN	57
6.1.3	Ricettori Acustici	63
6.1.4	Valutazione Impatto Acustico per Incremento Viabilità	65
6.1.5	Valutazione Impatto Vibrazionale per Perforazioni e Uso Esplosivi	65
6.1.6	Misure di Mitigazione	67
6.1.7	Adeguamento PMA	67
7	PAESAGGIO	68
7.1	USI CIVICI	68
7.2	IMPATTI NUOVA VIABILITÀ (ART.142 COMMA 1 LETT.C) E G) D.LGS. 42/2004, E LEGGE REGIONALE N.45 DEL 1989, ART.10 BIS)	72
7.3	IMPATTI CANTIERE DI VALLE E OPERE DI MITIGAZIONE	72
7.4	ALTERNATIVE DI PROGETTO OPERE DI CONNESSIONE	77
7.5	NUOVA VIABILITÀ	77
7.6	RIPRISTINI/TRASFORMAZIONI A FINE VITA IMPIANTO	77
7.6.1	Interventi di Dismissione delle Opere al Termine della Concessione di Esercizio	78
7.6.2	Dismissione e Ripristino Ambientale delle Opere	80
7.6.3	Tipologia Di Materiali – Smaltimenti e Recupero	81
7.7	FOTOINSERIMENTI DEL PROGETTO CON IMPIANTI FER AUTORIZZATI	81
7.8	FOTOINSERIMENTI BACINO DI MONTE	82
7.9	FABBRICATO POZZO PIEZOMETRICO	83
7.10	IMPATTO SU ATTIVITÀ PRODUTTIVE LOCALI E TURISMO	84
8	PIANO DI DISMISSIONE	86
8.1	PIANO DI DISMISSIONE	86
9	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	87
9.1	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE SU TUTTE LE COMPONENTI	87
9.1.1	Acque Sotterranee	88
9.1.2	Stazione Taccu sa Pruna e Condotta Sub-Lacuale	88
9.1.3	Qualità delle Acque Superficiali Destinate al Consumo Umano	88
9.1.4	Qualità delle Acque Sotterranee Destinate al Consumo Umano	88
9.1.5	Monitoraggi e Sistemi di Allerta per Rischio Cianobatteri nelle Acque Destinate al Consumo Umano	88
9.2	IMPATTI CANTIERE DI VALLE	89

10	ALTERNATIVE DI PROGETTO	90
10.1	ALTERNATIVE DI PROGETTO COLLEGAMENTI ELETTRICI	90
11	MISURE DI COMPENSAZIONE	92
11.1	MISURE DI COMPENSAZIONE	92
12	RISCHI DA EVENTI NATURALI ECCEZIONALI	95
12.1	RISCHI DA EVENTI NATURALI ECCEZIONALI	95
12.1.1	Rischio Sismico	95
12.1.2	Rischio Frana	95
13	TERRE E ROCCE DA SCAVO	97
13.1	TERRE E ROCCE DA SCAVO	98
13.1.1	Impianto di Accumulo Idroelettrico Mediante Pompaggio	98
13.1.2	Opere di Connessione alla RTN	98
14	ASPETTI IDRAULICI	103
14.1	SFIORATORE SUPERFICIALE	103
14.2	PROFILI DI CORRENTE IDRICA IN CONDIZIONI DI BACINO DI VALLE COLMO	103
14.3	VARIAZIONI QUOTA NELL'INVASO DI VALLE PER ESERCIZIO PROGETTO	107
15	OSSERVAZIONI DEL PUBBLICO	108
15.1	OSSERVAZIONI DEL PUBBLICO	108
15.2	CONTRODEDUZIONI AL PARERE DEL MINISTERO DELLA CULTURA	108

APPENDICE A: Richiesta di Integrazioni MASE (Nota Prot. No. 1815 del 21 Febbraio 2023)

APPENDICE B: Sintesi degli Impatti Ambientali del Progetto

APPENDICE C: Integrazione monitoraggio biodiversità

APPENDICE D: Fotoelaborazioni

APPENDICE E: Planimetria raffronto variante connessione utente

APPENDICE F: Tabella Punti di campionamento TRS

APPENDICE G: Valutazione Impatti delle Opere di Connessione

APPENDICE H: Tabella di confronto tra Elaborati Primo Invio (28 giugno 2022) e nuovo invio (11 luglio 2023)

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 2.1:	Rifiuti Prodotti in Fase di Cantiere	12
Tabella 2.2:	Numero Medio di Mezzi Leggeri e Pesanti, Anno 2019 (ANAS sito web)	13
Tabella 4.1:	U.I.O del Flumendosa – Stato Ambientale: Rete di Monitoraggio e classificazione dei Laghi	19
Tabella 4.2:	Corpi idrici della rete di monitoraggio approvato (DGR. No. 53/22 del 2009) per le diverse categorie di acque superficiali (<i>Relazione Generale PdG – Secondo Ciclo</i>)	20
Tabella 4.3:	Classificazione LTLecco	20
Tabella 4.4:	Classificazione Indice Fitoplancton	21
Tabella 4.5:	Classificazione Inquinanti Specifici	21
Tabella 4.6:	Classificazione Stato Ecologico - Monitoraggio Operativo	22
Tabella 4.7:	Stato Chimico - Monitoraggio Operativo	22
Tabella 4.8:	Prelievi idrici in Fase di Cantiere	31
Tabella 4.9:	Classificazione Corpi Idrici Sotterranei 2021	36
Tabella 4.10:	Confronto tra stato chimico, stato quantitativo e stato complessivo tra il 2021 e il 2015	38
Tabella 5.1:	Occupazione/Limitazioni Temporanee di Suolo Fase di Cantiere	47
Tabella 5.2:	Occupazione/Limitazioni Permanenti di Suolo Fase di Esercizio	47
Tabella 5.3:	Occupazione/Limitazioni Temporanee e Permanenti di Suolo per Categoria di Uso del Suolo	47
Tabella 5.4:	Occupazione/Limitazioni Temporanee di Suolo Fase di Cantiere	48
Tabella 5.5:	Occupazione/Limitazioni Permanenti di Suolo Fase di Esercizio	49
Tabella 5.6:	Occupazione/Limitazioni Temporanee e Permanenti di Suolo per Categoria di Uso del Suolo	49
Tabella 6.1:	Caratteristiche di Rumorosità dei Mezzi	58
Tabella 6.2:	Stima della Rumorosità dei Cantieri	59
Tabella 6.3:	Stima delle Emissioni Sonore da Mezzi di Cantiere	62
Tabella 6.4:	Principali Ricettori Antropici nel Territorio circostante le Opere a Progetto	64
Tabella 7.1:	Stato dei Luoghi	69
Tabella 7.2:	Aree e Fasi di Lavoro	73
Tabella 7.3:	Codici C.E.R. dei rifiuti in fase di dismissione	81
Tabella 7.4:	Arrivi e Presenze Turistiche nel 2021 nella ex Provincia del Sud Sardegna	84
Tabella 14.1:	Valori del coefficiente di deflusso al variare del tipo di suolo e copertura del bacino	105
Tabella 14.2:	Calcolo della piena associata ad un tempo di ritorno di 5, 10 e 20 anni	105

LISTA DELLE FIGURE

Figura 1.1:	Stralci della Planimetria di Progetto su base CTR (1351-A-FN-D-01-1)	9
Figura 1.2:	Profilo discenderia	9
Figura 1.3:	Sezione tipo della paratia di imbocco della galleria di accesso	10
Figura 4.1:	Monitoraggio e Idrografia Superficiale (Piano di Tutela Acque, Tavola 2)	18
Figura 4.2:	Regione Sardegna, Cumulato di Precipitazione da Ottobre 2019 a Settembre 2020 e Rapporto con la Media Climatologica nel Periodo 1971 - 2000 (ARPA Sardegna (c), 2019)	23
Figura 4.3:	Regione Sardegna, Cumulato di Precipitazione da Maggio a Settembre 2020 e Rapporto con la Media Climatologica nel Periodo 1971 - 2000 (ARPA Sardegna (c), 2020)	24
Figura 4.4:	Schema Sistema di Trattamento delle Acque	25
Figura 4.5:	Stralcio della Planimetria di progetto su base CTR (1351-A-FN-D-01-1) con Punti di Scarico Sfiatore Superficiale e Raccolta Drenaggi	27
Figura 4.6:	Layout di cantiere sulla terraferma per l'esecuzione di una TOC – sezione tipo	28
Figura 4.7:	Tipologico di materassino per la protezione del cavo subacqueo	29
Figura 4.8:	Galleria cavi e ventilazione (Planimetria di Progetto su base CTR Doc. 1351-A-FN-D-01-1	30

Figura 4.9:	Profilo Longitudinale Galleria Idraulica	30
Figura 4.10:	Diagramma del Volume di Invaso e delle Superfici dello Specchio d’Invaso del Bacino di Nuraghe Arrubiu	33
Figura 4.11:	Andamento mensile dei volumi invasasi all’interno dell’invaso di Nuraghe Arrubiu da ottobre 1994 a settembre 2004 (fonte: CEDOC Sardegna)	34
Figura 4.12:	Andamento mensile dei volumi invasasi all’interno dell’invaso di Nuraghe Arrubiu da ottobre 2005 ad settembre 2015 (fonte: CEDOC Sardegna)	34
Figura 4.13:	Andamento mensile dei volumi invasasi all’interno dell’invaso di Nuraghe Arrubiu da ottobre 2015 ad aprile 2023 (fonte: CEDOC Sardegna)	34
Figura 4.14:	Classificazione corpi idrici sotterranei – Stato Quantitativo (Fonte: PdG 3° Ciclo di Pianificazione)	37
Figura 4.15:	Classificazione corpi idrici sotterranei – Stato Chimico (Fonte: PdG 3° Ciclo di Pianificazione)	37
Figura 4.16:	Stratigrafia dell’area del bacino di Monte (Doc. No. 1351-A-OP-R-01-1)	39
Figura 4.17:	profilo Longitudinale della galleria idraulica e del pozzo piezometrico	42
Figura 4.18:	Localizzazione della Sorgente (cerchio blu) e dell’Acquedotto (linea blu) rispetto al layout di Progetto	43
Figura 4.19:	Distribuzione delle sorgenti (pallini blu con stella) nell’area di studio	44
Figura 5.1:	Stralcio della Carta dell’Uso Suolo	46
Figura 5.2:	Uso Suolo Corine Land Cover 2018 (sito web SINAnet)	48
Figura 5.3:	Diagramma del Volume di Invaso e delle Superfici dello Specchio d’Invaso del Bacino di Nuraghe Arrubiu	54
Figura 6.1:	Ubicazione dei Potenziali Ricettori individuati in un raggio di 1 km dalle Aree di Cantiere dell’Impianto di Accumulo Idroelettrico di Taccu sa Pruna (fonte Geoportale Regione Sardegna)	64
Figura 7.1:	Area di lavoro di Valle	73
Figura 7.2:	Stralcio profilo Longitudinale Pozzo Piezometrico (Rif. 1351-A-FN-D-06-1 - Profilo longitudinale)	83
Figura 7.3:	Distribuzione percentuale degli arrivi in Sardegna nel 2021 (SIREDD Sardegna)	84
Figura 10.1:	Individuazione area cantiere base di Orroli (poligono giallo) e tracciato del cavo interrato 380 kV di utenza (verde)	90
Figura 13.1:	Planimetria tipo dell’area di micro cantiere durante gli scavi (a sinistra) e durante la posa delle fondazioni dei sostegni (a destra).	98
Figura 13.2:	Sezione dell’area di cantiere dell’elettrodotto in cavo interrato	99
Figura 13.3:	Inquadramento su base CTR del tracciato del cavo interrato e posizione dei punti di campionamento previsti.	100
Figura 13.4:	Area di cantiere “SE Sanluri” su base CTR. In giallo è delimitata l’area di cantiere. In rosso sono riportati i punti di campionamento previsti.	101
Figura 13.5:	Area di cantiere “SE Nurri 2” su base CTR. In giallo è delimitata l’area di cantiere. In rosso sono riportati i punti di campionamento previsti.	102
Figura 14.1:	<i>Bacino imbrifero sotteso dalla sezione di chiusura individuata (termine scarico sfioratore di superficie)</i>	104
Figura 14.2:	Sovrapposizione tra bacino imbrifero sotteso dalla sezione di chiusura individuata (termine scarico sfioratore di superficie) e bacino di accumulo in progetto)	106
Figura 14.3:	Diagramma del Volume di Invaso e delle Superfici dello Specchio d’Invaso del Bacino di Nuraghe Arrubiu	107

PREMESSA

Edison S.p.A. ha presentato al Ministero della Transizione Ecologica (MiTE), oggi Ministero dell’Ambiente e della Sicurezza Energetica (MASE), con Prot. No. PU0002417 del 28 Giugno 2022, istanza per l’avvio del procedimento di Valutazione di Impatto Ambientale relativamente al progetto *“Taccu sa Pruna” – Impianto di Accumulo Idroelettrico mediante Pompaggio ad Alta Flessibilità*”.

Il progetto prevede la realizzazione, nel territorio comunale di Esterzili (CA), di un bacino di monte da collegare, tramite condotta forzata interamente sotterranea (in galleria), ad un esistente bacino di valle, costituito dall’invaso del Lago Flumendosa (afferente alla Diga Nuraghe Arrubiu) localizzato anch’esso nel territorio di Esterzili e gestito dall’Ente acque della Sardegna (ENAS). La condotta, di lunghezza pari a circa 2.3 km, convoglierà le acque dal bacino di valle a quello di monte in fase di pompaggio (accumulo di energia) e dal bacino di monte a quello di valle in fase di generazione.

In profondità (~500 m), sulla verticale dell’opera di presa di monte sarà realizzata una centrale in caverna, con gli assi delle macchine idrauliche che saranno posti a una quota di 165 m s.l.m., ad una profondità di 490 m circa dal piano campagna. Qui saranno alloggiati i due gruppi ternari ad asse orizzontale, ciascuno costituito dalla disposizione su un unico asse orizzontale di tre componenti: una turbina (di tipo Francis), una macchina elettrica che funge sia da generatore che motore, ed una pompa. È previsto un *layout* di impianto tale per cui sia possibile il funzionamento in corto-circuito idraulico, che consente quindi la regolazione della potenza assorbita dalla rete su tutto l’intervallo di funzionamento in pompaggio e minimi intervalli di tempo necessario per la transizione tra la fase di generazione e quella di pompaggio. La suddetta centrale sarà collegata alla Rete elettrica di Trasmissione Nazionale (RTN) attraverso una sottostazione elettrica utente MT/AAT prevista anch’essa in caverna in prossimità della Centrale.

Le opere di rete partono dalla sottostazione d’utenza Edison alla tensione di 380 kV e consentono l’immissione e il prelievo di energia elettrica dalla RTN alla medesima tensione, in ossequio alla Soluzione Tecnica Minima Generale (STMG) che prevede un collegamento in antenna a 380 kV su una nuova stazione di smistamento a 380kV della RTN; tale stazione sarà collegata, per il tramite di due nuovi elettrodotti RTN a 380 kV, con una nuova sottostazione (SE) RTN 380 kV da inserire in entra-esci alla RTN 380 kV “Ittiri – Selargius”.

Il progetto, in linea con quanto previsto dal PNIEC, 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.

In data 16 Settembre 2022 è stato dato avvio ai termini della consultazione pubblica, conclusasi in data 16 Ottobre 2022. In questo periodo sono state pubblicate No. 6 osservazioni in merito al progetto.

Tra il 17 Ottobre 2022 e il 14 Novembre 2022 sono, inoltre, pervenute ulteriori No. 4 osservazioni.

Il 14 Ottobre 2022 ed il 28 Novembre 2022, sono pervenuti i pareri rispettivamente di:

- ✓ Comune di Sanluri;
- ✓ Ministero della Cultura – Soprintendenza speciale per il Piano Nazionale di ripresa e Resilienza.

In data 21 Febbraio 2023, infine, il Ministero dell’Ambiente e della Sicurezza Energetica (MASE) – Commissione Tecnica PNRR-PNIEC, ha trasmesso a Edison una richiesta di integrazioni (Nota Prot. No. 1815 del 21 Febbraio 2023), in merito alla documentazione di progetto in esame.

In seguito a specifici approfondimenti sviluppati al fine di soddisfare e superare alcune criticità sollevate dagli Enti, sono state introdotte alcune ottimizzazioni progettuali quali:

- ✓ Eliminazione della nuova viabilità che serviva come collegamento dell’altopiano di Taccu Sa Pruna con l’area dell’opera di presa di valle (in riva all’invaso di Nuraghe Arrubiu), prevedendo la realizzazione una discenderia inclinata, lunga circa 1,800 m. Tale opera fungerà da accesso principale alla centrale ed alla sottostazione e nella quale verrà installato un sistema di trasporto su binari con trazione a fune azionata da un argano;
- ✓ Eliminazione di 10,5 km di cavo aereo e della Stazione di transizione aereo-cavo (nei territori dei comuni di Nurri e Orroli) e realizzazione in cavo interrato di tutta la linea di Utenza che collega la SU di Taccu sa Pruna alla SU di Nurri;

Si precisa che la connessione utente, in particolare, sarà costituita da:

- ✓ 1 km di cavo in posa sub lacuale;

- ✓ 16.7 km di cavo in posa interrata della quale 1.7 posati nella galleria.

Tali ottimizzazioni hanno comportato l'aggiornamento di parte della documentazione trasmessa con l'istanza di VIA del 28 giugno 2022; in particolare, è stato necessario rivedere:

- ✓ lo Studio di Impatto Ambientale delle opere di impianto e parte degli elaborati ad esso connessi;
- ✓ gli elaborati progettuali relativi alle opere di impianto;
- ✓ parte degli elaborati progettuali relativi alle opere di connessione.

Gli elaborati sopra menzionati, ed inviati con le presenti integrazioni, di fatto sostituiscono quelli trasmessi con il primo invio della documentazione, tutti gli altri restano validi e coerenti con le ottimizzazioni progettuali presentate.

A tal proposito è stata predisposta una tabella di riepilogo dedicata, e riportata in Appendice H.

Il presente documento è stato pertanto predisposto al fine di fornire le integrazioni richieste nell'ambito della Procedura di VIA (presentate in versione integrale in Appendice A) ed è stato strutturato per capitoli, uno per ciascuna tematica affrontata, all'interno dei quali vengono riportati, sia la richiesta, in corsivo, in testa al Capitolo, sia gli approfondimenti richiesti:

- ✓ Capitolo 1: Aspetti generali;
- ✓ Capitolo 2: Traffico;
- ✓ Capitolo 3: Impatti cumulativi;
- ✓ Capitolo 4: Ambiente idrico;
- ✓ Capitolo 5: Biodiversità;
- ✓ Capitolo 6: Rumore e vibrazioni;
- ✓ Capitolo 7: Paesaggio;
- ✓ Capitolo 8: Piano di dismissione;
- ✓ Capitolo 9: Progetto di monitoraggio ambientale;
- ✓ Capitolo 10: Alternative di progetto;
- ✓ Capitolo 11: Misure di Compensazione;
- ✓ Capitolo 12: Rischi da eventi naturali eccezionali;
- ✓ Capitolo 13: Terre e rocce da scavo;
- ✓ Capitolo 14: Aspetti idraulici;
- ✓ Capitolo 15: Osservazioni del Pubblico.

Il documento è inoltre corredato dalle seguenti Appendici:

- ✓ Appendice A: Richiesta di Integrazioni MASE (Nota Prot. No. 1815 del 21 Febbraio 2023);
- ✓ Appendice B: Sintesi degli Impatti Ambientali del Progetto;
- ✓ Appendice C: Integrazione monitoraggio biodiversità
- ✓ Appendice D: Fotoelaborazioni;
- ✓ Appendice E: Planimetria raffronto variante connessione utente;
- ✓ Appendice F: Tabella Punti di campionamento TRS;
- ✓ Appendice G: Valutazione Impatti delle Opere di Connessione;
- ✓ Appendice H: Tabella di confronto tra Elaborati Primo Invio (28 giugno 2022) e nuovo invio (11 luglio 2023) .

1 ASPETTI GENERALI

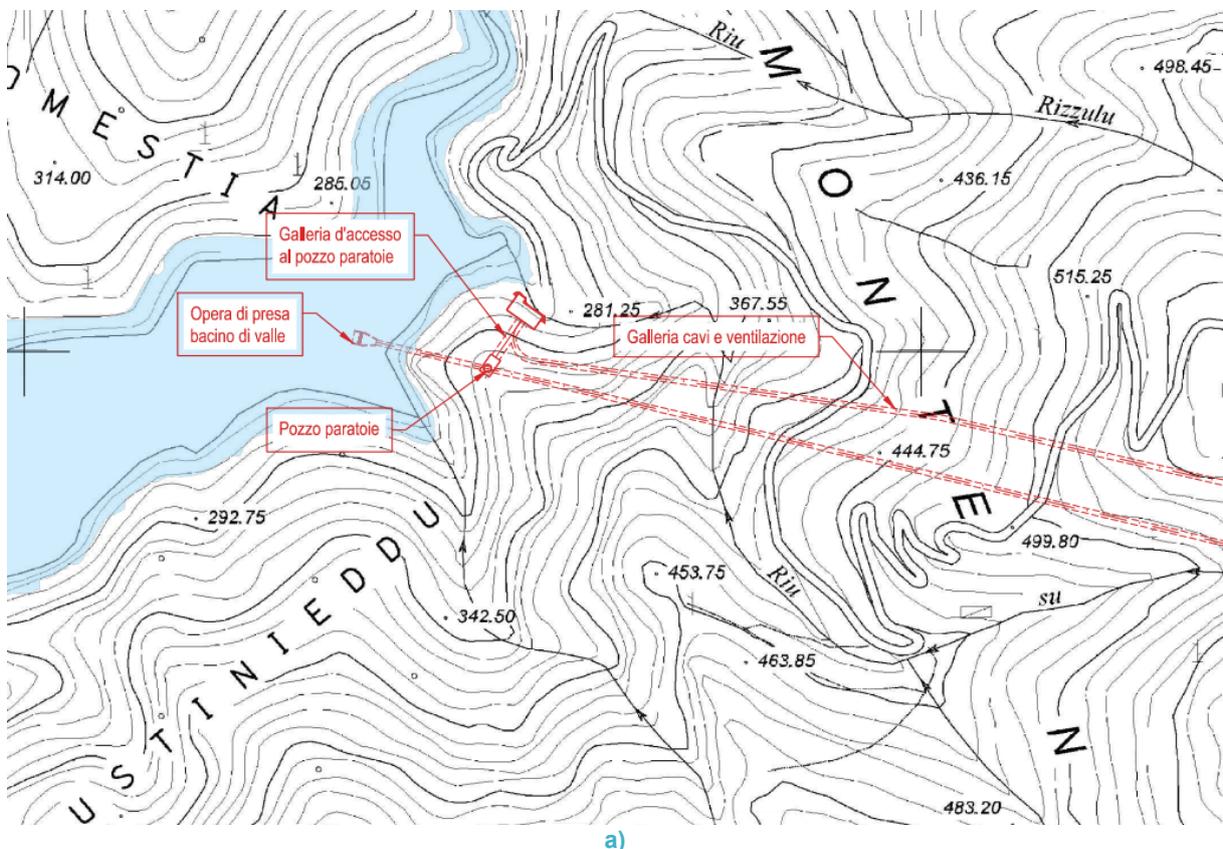
- “1.1. predisporre un unico documento sintetico in cui si evidenziano gli impatti ambientali derivanti dalla realizzazione dell’opera (bacino di monte e opere di connessione) e di volta in volta fare riferimento alle relazioni specialistiche.
- 1.2. approfondire gli impatti degli accessi che si collocano su tratti molto acclivi (superiori al 40%) e con carreggiate molto ampie (10 m di larghezza).
- 1.3. approfondire, in apposito studio con più scenari, quale sia il “volume minimo vitale” che dovrà essere comunque sempre presente nell’invaso di valle al fine di garantire, anche in condizioni di siccità estreme, il minimo deflusso vitale e la sussistenza, dello specifico ecosistema da esso garantito. Approfondire inoltre, sulla base della stima del prelievo per il primario uso irriguo e potabile da dover comunque garantire, il numero di giorni anno in cui sarà mediamente possibile utilizzare la risorsa idrica per le attività di pompaggio proposte.”

1.1 DOCUMENTO UNICO VALUTAZIONE IMPATTI

In Appendice B al presente documento si riporta un documento unico di sintesi degli impatti relativi alla costruzione ed esercizio del progetto in esame (Impianto di accumulo idroelettrico mediante pompaggio ad alta flessibilità e opere connesse) aggiornato a valle delle ottimizzazioni implementate per riscontare le osservazioni degli Enti locali

1.2 IMPATTO ACCESSI SU TRATTI ACCLIVI

Al fine di minimizzare gli impatti degli accessi e della nuova viabilità (che presenterebbe sia carreggiate ampie che un tratto in galleria di circa 800 m) in corrispondenza delle porzioni di versante molto acclivi, si è optato di gestire l’accesso alla centrale in caverna, alla sottostazione d’utenza ed in generale delle opere in sotterraneo tramite una discenderia ed un unico portale di accesso al pozzo paratoie e alla galleria cavi/ventilazione (si veda la seguente Figura).



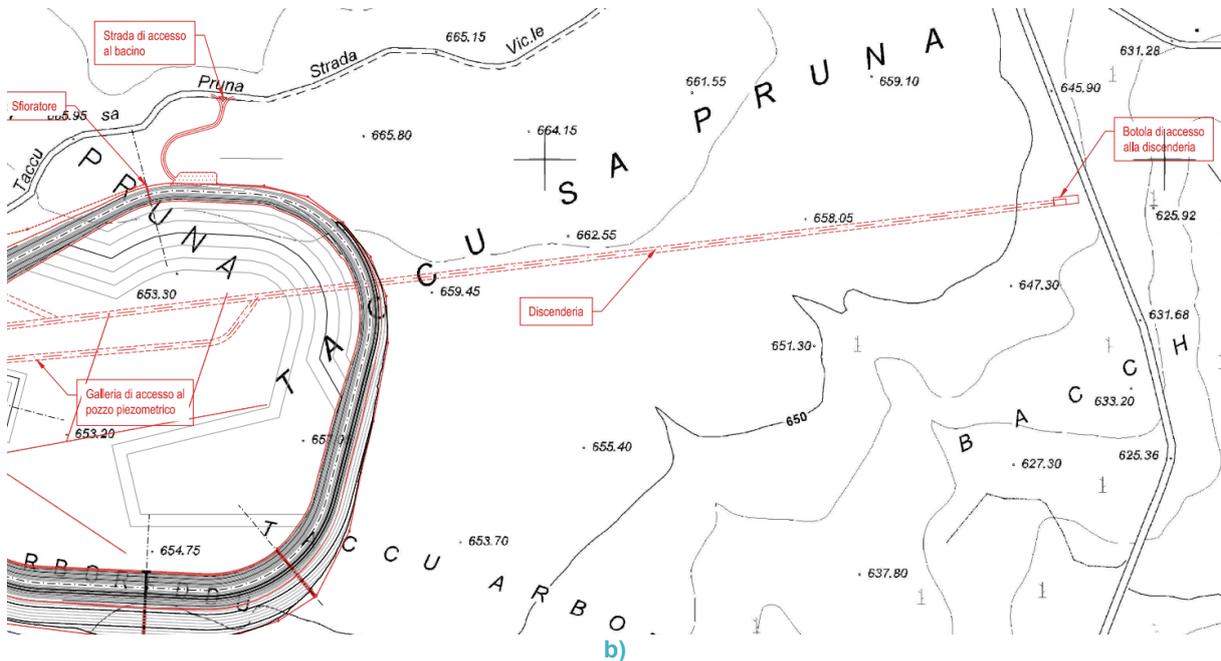


Figura 1.1: Stralci della Planimetria di Progetto su base CTR (1351-A-FN-D-01-1)

La discenderia (galleria inclinata) costituisce la principale via di accesso alla zona della centrale-sottostazione, permettendo inoltre il trasporto e la messa in stazione dei macchinari più ingombrati che dovranno essere alloggiati all'interno delle suddette caverne. Tale soluzione progettuale ha consentito l'eliminazione della viabilità prevista nei documenti inviati al MASE nel giugno 2022 (vedi figura di seguito riportata), praticamente annullando le interferenze fra versanti acclivi (spesso con pendenze superiori al 40%) ed opere di progetto.

L'imbocco della discenderia avviene tramite un'apposita trincea ubicata a tergo del bacino di monte che verrà coperta da una botola scorrevole, la quale consentirà l'accesso alla galleria. Il punto di partenza della discenderia è ubicato sull'altopiano di Taccu Sa Pruna, quest'area è pressoché pianeggiante ed è di facile accesso direttamente dalla vicina SP53.

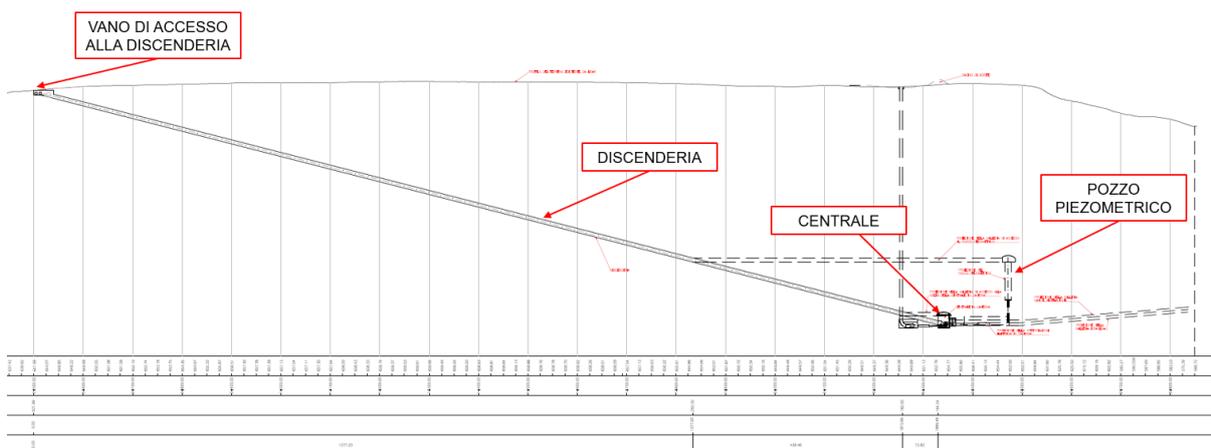


Figura 1.2: Profilo discenderia

Come si evince dalla precedente Figura, tale imbocco non risulta in una zona in cui il terreno è in pendenza, tuttavia, per completezza se ne riporta di seguito una descrizione.

L'unico portale previsto permetterà l'accesso alla galleria del pozzo paratoie e dei cavi/ventilazione. Tale opera è ubicata al termine della viabilità esistente, sulla sponda del bacino di valle (lago del Flumendosa), in una zona dove il PAI perimetra come Hg2 (aree da pericolosità di frana media) e che i rilievi geologico-strutturali eseguiti non hanno evidenziato la presenza di fenomeni di instabilità attivi e/o quiescenti. Tuttavia, al fine di garantire la stabilità dell'imbocco, è stata prevista l'adozione di metodologie di stabilizzazione del versante adeguate (paratia di micropali tirantata con travi di ripartizione).

La sezione della paratia in corrispondenza dell'asse della galleria è riportata nella seguente Figura, per ulteriori dettagli consultare doc. ref. 1351-A-GD-R-03-1_Relazione Gallerie, paragrafo 5.5 Paratia di imbocco della galleria di accesso, pagina 33.

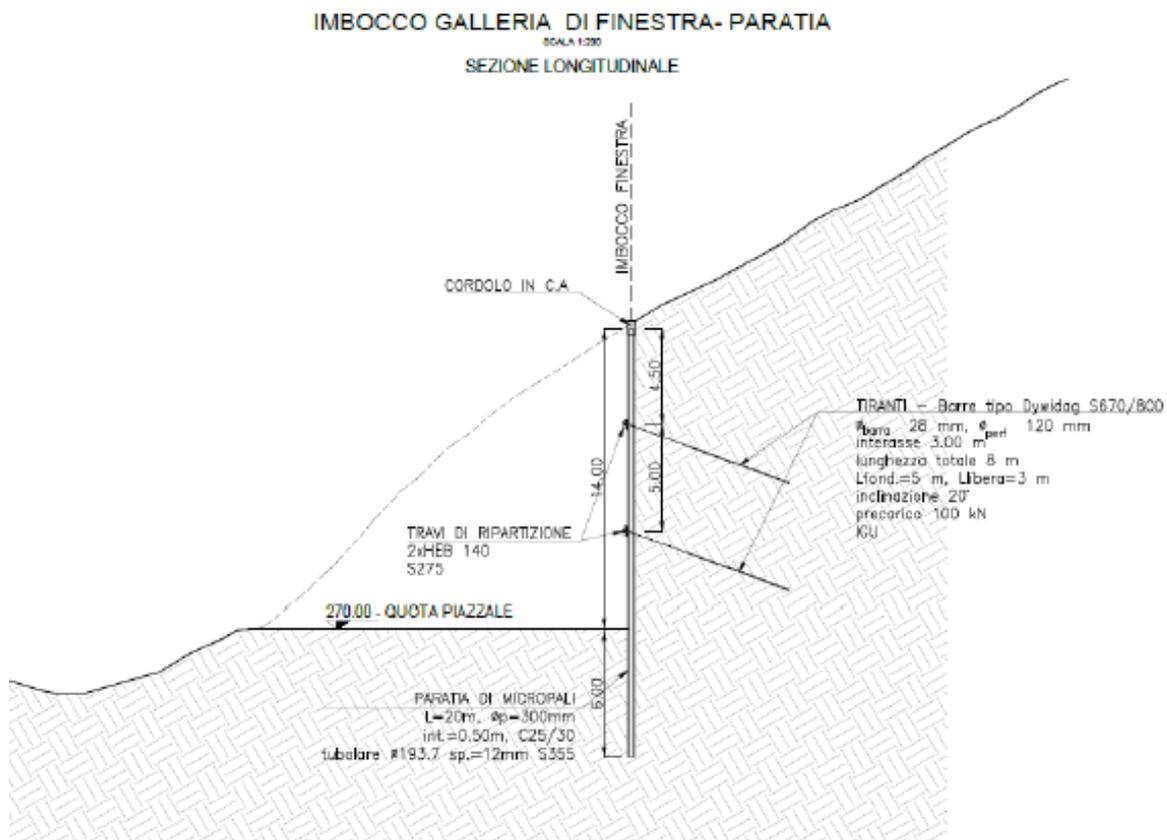


Figura 1.3: Sezione tipo della paratia di imbocco della galleria di accesso

1.3 VOLUME MINIMO VITALE INVASO FLUMENDOSA

Nel caso dell'impianto di Taccu Sa Pruna, è bene specificare che si prevede di utilizzare esclusivamente una piccola parte (meno dell'1%) del volume di invaso (ai sensi del L. 584/1994) del bacino di Nuraghe Arrubiu (gestito dall'Ente Acque della Sardegna - ENAS).

Inoltre, considerando che, per il funzionamento dell'impianto di pompaggio, la quota di minima regolazione dell'invaso di valle necessaria corrisponde a 242.00 m s.l.m., alla quale corrisponde un volume invasato del lago del Flumendosa pari a circa 127 milioni di m³ è possibile affermare che il "volume minimo vitale" che dovrà essere comunque sempre presente nell'invaso di valle al fine di garantire, anche in condizioni di siccità estreme, il minimo deflusso vitale e la sussistenza, dello specifico ecosistema da esso garantito sarà sempre garantito.

È altresì utile ricordare che l'impianto di pompaggio, per configurazione geometrica dell'opera di presa di valle (doc. ref. 1351-A-FN-R-01-1 e 1351-B-FN-D-01-1), non potrà funzionare al di sotto della suddetta quota di minima

regolazione. Si evidenzia, inoltre, che il livello idrico dell'invaso di Nuraghe Arrubiu è sempre stato superiore a 242.00 m s.l.m. da ottobre 2002 ad oggi.

In base all'analisi dei gli andamenti mensili dei volumi invasati all'interno del bacino di Nuraghe Arrubiu, disponibili da ottobre 1994 ad aprile 2023 (fonte: CEDOC Sardegna; per maggiori dettagli vedi doc. ref. 1351-A-FN-R-01-1, Capitolo 4, pagine 10-11-12), è stato ipotizzato un numero di ore medio anno pari a 1500 (circa 200 gg/anno) in cui sarà possibile utilizzare la risorsa idrica per le attività di pompaggio proposte.

Per quanto riguarda il nuovo bacino di monte, non è previsto l'utilizzo di acque derivanti da ulteriori apporti naturali; quindi non essendo sottratta ulteriore risorsa ad alcun corso d'acqua, non è necessario definire un deflusso minimo vitale per tale invaso.

In fase di pompaggio, il trasferimento dell'intero volume utile dell'impianto di pompaggio (~3.000.000 m³) dal bacino di valle a quello di monte avviene, a massima potenza in circa 8.5 h e comporta un abbassamento del livello del bacino di valle non maggiore di 6 cm. 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.

2 TRAFFICO

“2.1. Si richiede di effettuare una valutazione dei possibili impatti ambientali che possono verificarsi. In particolare, si chiede un approfondimento sull’impatto sulla viabilità e sui ricettori lungo la viabilità interessata dal trasporto dei materiali da smaltire in impianti distanti anche fino a un massimo di 80 km dall’area di intervento e, analogamente, per il trasporto agli impianti per il trattamento del materiale delle demolizioni, distanti fino a oltre 40 km dall’area interessata dall’intervento.”

2.1 TRAFFICO

Durante il cantiere per la realizzazione dell’Impianto di Accumulo Idroelettrico, saranno prodotte diverse tipologie di rifiuti, in funzione delle lavorazioni previste.

Considerando i rifiuti che genericamente vengono prodotti durante le attività di cantiere, per il caso specifico si prevede a titolo indicativo e non necessariamente esaustivo, la produzione dei seguenti rifiuti:

- ✓ 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 2.1: 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 ³
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 ³

Note:

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

Sulla base di quanto sopra riportato, è possibile stimare:

- ✓ l’invio a smaltimento di circa 300 m³ di fanghi di perforazione;
- ✓ l’invio a recupero di circa 900 m³ di materiali da demolizione.

Considerando, pertanto, la durata delle fasi di cantiere, pari a circa 82 mesi e mezzi di capacità media pari a circa 10 m³, è possibile stimare complessivamente un traffico medio mensile di circa 1.5 mezzi.

Non si ritiene che una tale entità di traffico possa comportare interazioni significative con la viabilità locale e regionale della Sardegna.

Con riferimento all’invio a recupero dei fanghi derivanti dal trattamento delle acque, in questa fase non è stato possibile stimare la produzione degli stessi. Ad ogni modo, prendendo in esame altri cantieri, paragonabili per durata e dimensioni, assumendo ipoteticamente una produzione di circa 60,000 t di fanghi da inviare a recupero e mezzi di capacità media pari a circa 20 t, è possibile stimare un traffico medio mensile di circa 35 mezzi (pari a poco più di un mezzo al giorno).

Indipendentemente dalla destinazione finale dei fanghi, si evidenzia come nel Comune di Esterzili la principale arteria stradale sia rappresentata dalla Strada statale SS198 di Seui e Lanusei. La strada ha oltre 110 km di percorrenza e collega il sud del Sarcidano alla costa orientale dell’isola, passando per la Barbagia.

La SS198 è raggiungibile direttamente attraverso la SP53, che costeggia proprio l’area di intervento.

Il report annuale del 2019 redatto da Anas S.p.A. basato sulla rete di sensori del sistema PANAMA, ha inoltre calcolato il Traffico Giornaliero Medio Annuo (TGMA) sulla base dei dati raccolti dalle singole postazioni (ANAS, sito web). Di seguito si riportano i dati relativi alla postazione 1070 situata nel Comune di Villanova Tulo, sulla SS 198.

Tabella 2.2: Numero Medio di Mezzi Leggeri e Pesanti, Anno 2019 (ANAS sito web)

Strada	km	Mezzi Leggeri	Mezzi Pesanti
SS 198	13,485	487	15

Il TGMA viene calcolato come media aritmetica del traffico misurato nelle giornate valide che costituiscono il campione di riferimento; una giornata di dati è considerata valida se la centralina non segnala malfunzionamenti e se sono caricati a sistema i dati per almeno il 98% dei 288 intervalli da 5 minuti previsti in una giornata.

In relazione alla modalità di calcolo del TGMA, per ogni postazione viene verificato che il numero di giornate con dati validi sia superiore alla metà del numero di giorni dell’anno.

In considerazione del carico di traffico stimato per tale arteria, ma più in generale, considerando le stime sopra riportate in merito ai traffici previsti per smaltimento e recupero rifiuti generati in fase di cantiere (mediamente un mezzo pesante aggiuntivo al giorno), si ritiene che indipendentemente dalla destinazione finale (fino a 40 km di distanza per il materiale delle demolizioni e fino a 80 km per gli altri materiali da smaltire), tale incremento non comporti variazioni significative di alcun genere sui potenziali ricettori ubicati in corrispondenza di tale viabilità.

3 IMPATTI CUMULATIVI

“3.1. Si chiede di approfondire ulteriormente lo studio degli impatti cumulativi tenendo conto di altri impianti da fonti rinnovabili (eolici o di altra tipologia) esistenti, in fase di cantierizzazione e già autorizzati.”

3.1 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 ambientale 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,

Analogha consultazione è stata effettuata per le VIA a livello Regionale¹ 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 di valutazione è la VIA Regionale, protocollata in data 8 Novembre 2019 e riguardante una “richiesta di ampliamento della concessione mineraria denominata “Funtana Piroi”;
- ✓ Comune di Sadali: S.S.198 “di Seui e Lanusei” interventi di completamento e adeguamento tratta Sadali – Villanovaluto. Per il quale il procedimento di valutazione 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 delle aree 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 alle aree 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 il progetto in esame. Anche con riferimento ai traffici indotti o interferenze sulla viabilità, non si ritiene che il progetto in esame possa avere interferenze

¹ 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.sardegnaambiente.it/web/sardegnaambiente/ricerca-dei-progetti>

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**.

Si evidenzia inoltre, che il progetto in esame, 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.

4 AMBIENTE IDRICO

“4.1. Con riferimento alla DIRETTIVA (UE) 2020/2184 del 16 dicembre 2020 concernente la qualità delle acque destinate al consumo umano, e in particolare all’Art. 8 “Valutazione e gestione del rischio dei bacini idrografici per i punti di estrazione di acque destinate al consumo umano” si chiede la presentazione di specifica documentazione per le risorse idriche superficiali e sotterranee destinate al consumo umano impattate dall’opera, insieme ad una valutazione della compatibilità dell’opera durante l’intera fase di cantiere e di esercizio, la valutazione degli impatti nelle diverse fasi e le specifiche misure di mitigazione.

Per le acque superficiali si richiede di fornire:

- 4.1.1. informazioni relative allo stato ecologico (potenziale ecologico in quanto invaso artificiale) e chimico del bacino di valle espresso ai sensi della Direttiva Quadro Acque e delle relative normative nazionali (D.Lgs 152/2006 e ss.mm.ii). In particolare, si richiede la classificazione (ecologica e chimica) del corpo idrico, i valori dei singoli elementi di qualità che la determinano e gli eventuali parametri che determinano il mancato raggiungimento dello stato buono. I valori devono essere relativi alla classificazione più recente.
- 4.1.2. valutazione della compatibilità dell’opera in previsione di scenari evolutivi correlati ai cambiamenti climatici e il conseguente possibile depauperamento quantitativo e qualitativo della risorsa idrica Lago Basso di Flumendosa;
- 4.1.3. valutazione della distribuzione delle precipitazioni nei periodi stagionali e la variabile cambiamenti climatici. In particolare, nelle situazioni di carenza idrica (estate) andrebbero valutate le componenti concomitanti della gestione irrigua, idropotabile e quella idroelettrica;
- 4.1.4. indicazioni per l’impianto di trattamento reflui di cantiere sul punto di recapito finale delle acque depurate;
- 4.1.5. chiarire se sia previsto l’utilizzo di vasche tipo “imhoff” per la realizzazione dell’impianto di trattamento reflui civili, indicando la loro collocazione e specifiche tecniche (es. volumi da trattare, ecc.), recapito finale dell’effluente trattato e relativo regime autorizzativo previste per la realizzazione dell’impianto di trattamento reflui civili;
- 4.1.6. integrare la progettazione con un pozzetto di campionamento a valle degli impianti di trattamento reflui;
- 4.1.7. approfondire gli elaborati progettuali relativi all’impianto di trattamento delle acque di prima pioggia, per minimizzare il rischio di contaminazione delle falde da parte di sostanze inquinanti eventualmente presenti sul suolo;
- 4.1.8. informazioni dettagliate sul recapito dello scarico della Diga di monte (in particolare se lo scarico è sul suolo o altrove);
- 4.1.9. valutazioni su eventuali fenomeni di erosione/contaminazione generati dallo scarico diretto sul suolo dello scarico della Diga di monte;
- 4.1.10. descrizione dettagliata sulle metodologie di ancoraggio dei cavidotti sul fondale del lago e sull’interramento del cavidotto in corrispondenza della riva;
- 4.1.11. descrizione dettagliata sulle modalità di superamento dell’interferenza tra il tratto in galleria in prossimità del Flumendosa ed il Riu Su Prisoneddu;
- 4.1.12. informazioni dettagliate che garantiscano il principio di invarianza idraulica associata alla realizzazione delle nuove stazioni elettriche e di tutte le opere previste o al più uguale alla condizione ante-operam;
- 4.1.13. indicare gli eventuali pozzi di emungimento o le fonti approvvigionamento per prelievi idrici menzionati come necessari per la realizzazione dell’opera;
- 4.1.14. integrazioni nello Studio di Impatto Ambientale con informazioni dettagliate sugli interventi dall’opera di presa del lago Flumendosa alle diverse stazioni elettriche;
- 4.1.15. informazioni dettagliate sugli impatti attesi sulla qualità ambientale delle acque superficiali in seguito all’attuazione del progetto;
- 4.1.16. informazioni dettagliate sugli impatti attesi in seguito all’esercizio dell’opera in progetto correlati da valutazioni predittive di tipo modellistico che tengano conto dei carichi inquinanti veicolati dalle acque del bacino di monte verso il bacino di valle;

- 4.1.17. *informazioni dettagliate sugli impatti attesi nella fase di cantiere e di esercizio relativamente al funzionamento dell'impianto di sollevamento della condotta "Acquedotto Sarcidano" (codice SIMR 7A.C1-2-3-4) in considerazione che per il funzionamento dell'opera la quota di invaso del lago del medio Flumendosa non deve scendere al di sotto del valore di 254,00 m s.l.m per le seguenti utenze:*
- *impianti di potabilizzazione di Pranu Munteri (a servizio dei comuni di Nurri e Orroli) e, in soccorso, quelli di Perd'è Cuaddu (a servizio della Z.I. di Isili) e quello di Is Barroccus (a servizio degli schemi idropotabili NPRGA n. 32 "SARCIDANO" - n. 33 "LACONI" - n. 34 "NURAGUSNURALLAO"), gestiti dalla società Abbanoa S.p.A.; - distretto irrigui Isili Nord gestito dal Consorzio di Bonifica della Sardegna Meridionale con estensione di circa 300 ha, oltre alle aree fuori distretto; - eventuale soccorso all'utenza industriale della Z.I. di Isili;*
- 4.1.18. *informazioni dettagliate sugli impatti attesi nella fase di cantiere e di esercizio derivanti dalla limitazione della quota di invaso sulla possibilità di laminazione delle piene (Piano di Laminazione vigente) e sulla regolazione della risorsa;*
- 4.1.19. *informazioni dettagliate sugli impatti attesi nella fase di cantiere per la realizzazione dell'elettrodotto in attraversamento sublacuale del Flumendosa;*
- 4.1.20. *procedure per evitare eventuali malfunzionamenti delle macchine idrauliche nella centrale e relative misure di mitigazione degli impatti;*
- 4.1.21. *le schede tecniche e informazioni dettagliate sui lubrificanti ecologici e/o biodegradabili, utilizzati per il funzionamento della centrale idroelettrica;*
- 4.1.22. *informazioni sui materiali impiegati per la costruzione di basamenti, palificazioni e/o diaframmi che non comportino impatti sulle caratteristiche chimiche delle acque superficiali e sotterranee impattate direttamente o indirettamente dall'intero progetto in tutte le fasi.*

Per le acque sotterranee si richiede di fornire:

- 4.1.23. *informazioni relative allo stato quali-quantitativo delle acque sotterranee impattate direttamente o indirettamente dall'intera opera in progetto, espresso ai sensi della Direttiva Quadro Acque e delle relative normative nazionali (D.Lgs 152/2006 e ss.mm.ii). In particolare si richiede la classificazione (quantitativa e chimica) del corpo idrico, i valori dei singoli elementi di qualità che la determinano e gli eventuali parametri che determinano il mancato raggiungimento dello stato buono. I valori devono essere relativi alla classificazione più recente.*
- 4.1.24. *informazioni sugli impatti attesi sulla qualità ambientale delle acque sotterranee in seguito all'attuazione del progetto, in particolare sullo stato quali-quantitativo della componente ambiente idrico sotterranea, con particolare riferimento alla falda superficiale e alle fonti di approvvigionamento idropotabile."*

4.1 AMBIENTE IDRICO

4.1.1 Stato Ecologico e Chimico Bacino di Valle

L'allegato 6.1 del "Piano di Gestione del Distretto idrografico della Sardegna – Caratterizzazione dei Corpi Idrici della Sardegna – Decreto del Ministero dell'Ambiente del Ministero e dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare" No. 131 del 16 Giugno 2008 propone la caratterizzazione dei principali corpi idrici superficiali ricadenti nel Territorio Regionale. La caratterizzazione (tipizzazione, individuazione ed analisi delle pressioni) dei principali corpi idrici superficiali ricadenti nel Territorio Regionale ha seguito una metodologia prevista dalla Direttiva 2000/60/CE (Direttiva Quadro sulle Acque) e dal D.Lgs. 152/06, pubblicata sul Decreto Ministeriale No. 131 del 16 Giugno 2008: sono stati considerati i parametri idromorfologici e i criteri per l'identificazione dei corpi idrici che tengono conto dell'estensione delle aree protette, delle differenze dello stato di qualità, nonché delle pressioni esistenti su territorio (Regione Sardegna, 2010).

Nella seguente figura, tratta dalla Tavola 2 "idrografia superficiale" della cartografia in allegato al Piano di Tutela delle Acque, si indica l'ubicazione delle stazioni di monitoraggio per i corsi d'acqua e i laghi. Le stazioni di monitoraggio sono state ubicate sui corpi idrici significativi e anche sui corpi idrici non significativi, ritenute utili in relazione agli obiettivi regionali di tutela della risorsa Idrica.

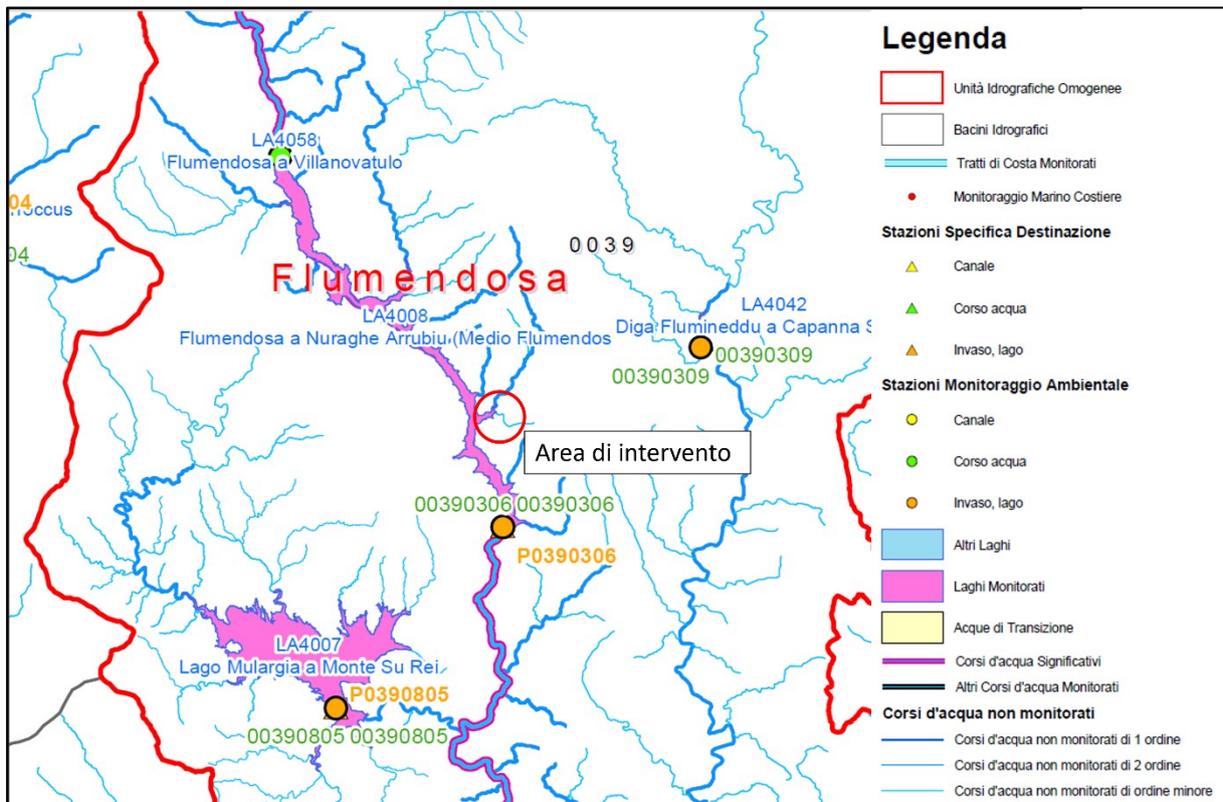


Figura 4.1: Monitoraggio e Idrografia Superficiale (Piano di Tutela Acque, Tavola 2)

Il monitoraggio del PTA riguardante la “fase conoscitiva” dello Stato di Qualità dei laghi regionali, della durata di 24 mesi e iniziata nel 2002, ha permesso, secondo quanto indicato nell’Allegato 1 del D.Lgs. 152/99, di classificare i corpi idrici individuati.

Per ciascun invaso era stata identificata un’unica stazione di campionamento, fissata nel punto di massima profondità.

Come evidenziato dalla precedente figura, l’area di intervento interessa (attraverso l’opera di presa da prevedersi nell’invaso esistente di valle), il Flumendosa a Nuraghe Arrubiu (Medio Flumendosa) – LA4008, per il quale è stata identificata la stazione di monitoraggio 00390306.

La classificazione riportata nel PTA per tale invaso è riportata nella seguente tabella, dalla quale si evince uno stato qualitativo soddisfacente.

Tabella 4.1: U.I.O del Flumendosa – Stato Ambientale: Rete di Monitoraggio e classificazione dei Laghi

Id_Bacino	Descrizione	Id_Corpo Idrico	Nome Corpo Idrico	Id_Stazione	Prov	Livello Trasparenza	Ossigeno Inorganico	Livello Clorofilla "a"	Livello Fosforo Totale	SECA	Stato Trofico
0039	Fiume Flumendosa	LA4007	Mulargia a Monte Su Rei	00390805	CA	4	3	2	3	3	MESOTROFIA
		LA4008	Flumendosa a Nuraghe Arrubiu (Medio Flumendosa)	00390306	NU	3	3	4	2	3	MESOTROFIA
		LA4009	Flumendosa a Bau Muggerris (Alto Flumendosa)	00390307	NU	3	3	2	4	3	MESOTROFIA
		LA4042	Flumineddu a Capanna Silicheri	00390309	NU	4	3	1	4	3	MESOTROFIA

Con propria Delibera No.1 del 15 Marzo 2016 il Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino ha adottato ed approvato, ai sensi dell'art. 2 della L.R. 9 Novembre 2015, No. 28, il Riesame e Aggiornamento del Piano di Gestione del Distretto Idrografico della Sardegna. Il secondo Piano di Gestione delle Acque del distretto idrografico della Sardegna è stato infine approvato con Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 27 Ottobre 2016 pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale 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 concludere 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.

In riferimento al secondo Piano di Gestione delle Acque, di cui risulta l'approvazione con DPCM del 27 Ottobre 2016 (G.U. No. 25 del 31 Gennaio 2017), nel seguito si descrive la condizione di stato chimico ed ecologico che caratterizzato i corsi idrici interessati dall'intervento.

La Direttiva 2000/60/CE all'art. 8.1 impone agli Stati membri di istituire programmi di monitoraggio per la valutazione dello stato delle acque superficiali e delle acque sotterranee, al fine di definire una visione coerente e globale dello stato delle acque all'interno di ciascun distretto idrografico. I risultati del monitoraggio svolgono un ruolo chiave nel determinare se i corpi idrici sono in buono stato e quali misure devono essere previste al fine di raggiungere gli obiettivi di buono stato. La Regione Sardegna, in conformità a quanto previsto dal decreto No. 56 del 2009 dell'ex Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del mare ha provveduto ad adeguare i programmi di monitoraggio per la valutazione dello stato delle acque superficiali, secondo i criteri tecnici riportati nell'Allegato 1 del succitato decreto.

Il programma di monitoraggio è stato approvato con Delibera del Comitato istituzionale dell'Autorità del Bacino della Sardegna No. 5 del 13 Ottobre 2009 e successivamente dalla Regione Autonoma della Sardegna con delibera della Giunta Regionale No. 53/22 del 4 Dicembre 2009. Il programma di monitoraggio si distingue in "monitoraggio di sorveglianza" per i corpi idrici *non a rischio e probabilmente a rischio* ed in "monitoraggio operativo" per i corpi idrici *"a rischio"*.

Tabella 4.2: Corpi idrici della rete di monitoraggio approvato (DGR. No. 53/22 del 2009) per le diverse categorie di acque superficiali (Relazione Generale PdG – Secondo Ciclo)

Categoria di acque superficiali	Tipologia di monitoraggio				Totale corpi idrici da monitorare per categoria di acqua superficiale	Totale stazioni
	Sorveglianza		Operativo A Rischio	Destinazione Potabile ¹⁶		
	Non a Rischio	Probabilmente a Rischio				
Corsi d'acqua	29	18	93	2	140	144
Laghi ed Invasi	0	0	32	26	32	32
Acque di Transizione	0	0	42	0	42	17
Acque marino costiere	13	5	26	0	44	44
Totale corpi idrici	43	23	193	28	258	262

Il monitoraggio è stato attuato in Sardegna dall'Agenzia Regionale per la protezione dell'Ambiente (ARPAS) negli anni dal 2011 al 2015.

La classificazione dello Stato Ecologico (SE) e dello Stato Chimico (SC), viene effettuata sulla base delle indicazioni riportate nel DM 260/2010.

Anche per ciò che riguarda i laghi e gli invasi, la Regione Sardegna si è disposta di una rete di monitoraggio. Questa è costituita da un lago naturale e da 31 invasi, in base al Decreto No. 156 del 27 Novembre 2013, e alla Direttiva 2000/60/CE, corpi idrici fortemente modificati. Sono stati, inoltre, identificati tutti come a rischio trattandosi di aree sensibili, come già indicato nel sopra citato allegato al PTA; pertanto, sono sottoposti solo al monitoraggio operativo.

Di seguito si riporta il dettaglio per l'Invaso Flumendosa a Nuraghe Arrubiu (Medio Flumendosa), gli esiti del monitoraggio per lo stato ecologico e lo stato chimico effettuato nel ciclo 2016-2021.

Stato Ecologico – Monitoraggio e Classificazione QE Chimico Fisici

Nella tabella seguente si indicano i valori calcolati di LTLeCo per ogni anno di monitoraggio e la relativa classificazione effettuata in base a quanto previsto dal D.M. 260/2010 alla Tab. 4.4.1/c, con l'applicazione della deroga per la trasparenza per alcuni invasi.

Tabella 4.3: Classificazione LTLeCo

Anagrafica Corpi Idrici				Elementi di Qualità Chimico-Fisica (EQ – CF) LTLeCo									
CI-WFD	Tipo	Macrotipo	Denominazione	Giudizio LTLeCo 2016	Giudizio LTLeCo 2017	Giudizio LTLeCo 2018	LTLeCo 2016-2018 Da media parametri con deroga trasparenza Tab. 4.2.2/d	Giudizio LTLeCo 2019	Giudizio LTLeCo 2020	Giudizio LTLeCo 2021	LTLeCo 2019-2021 Da media parametri con deroga trasparenza Tab. 4.2.2/d	Anni di monitoraggio EQ-CF 16-18	Anni di monitoraggio EQ-CF 19-21
ITG-0039-LA4008	ME-5	I1	Flumendosa a Nuraghe Arrubiu (Medio Flumendosa)	13	9	10	10	11	10		10	3	2

Stato Ecologico – Monitoraggio e Classificazione EQB - Fitoplancton

Nella tabella seguente si elenca il risultato dell'elaborazione dell'indice IPAM per il fitoplancton e la classificazione effettuata ai sensi della tabella 2 del DD 341/STA/2016.

Tabella 4.4: Classificazione Indice Fitoplancton

Anagrafica Corpi Idrici				Elementi di Qualità Biologica (EQB) ICF/IPAM Fitoplancton									
CI-WFD	Tipo	Macrotipo	Denominazione	ICF 2016	IPAM 2017	IPAM 2018	Media IPAM/ICF 2016-2018	IPAM 2019	IPAM 2020	IPAM 2021	Media IPAM 2019-2021	Anni Monitoraggio EQB 16-18	Anni Monitoraggio EQB 19-21
ITG-0039-LA4008	ME-5	I1	Flumendosa a Nuraghe Arrubiu (Medio Flumendosa)	0.61	0.56	0.75	0.64	0.54	0.75		0.64	3	2

Stato Ecologico – Monitoraggio e Classificazione Inquinanti Specifici

Nella tabella seguente si rappresenta il monitoraggio degli inquinanti specifici effettuato negli invasi (D.M. 260/2010 - tabella 1/B), nelle celle il colore verde rappresenta lo stato buono mentre il colore blu con simbolo EL lo stato elevato. Inoltre, nelle celle in verde si riporta la sostanza rilevata in concentrazione superiore al LOQ ma inferiore allo SQA-MA.

Tabella 4.5: Classificazione Inquinanti Specifici

Anagrafica Corpi Idrici				Classificazione Inquinanti Specifici Tabella 1/B (DM 260/10)							
CI-WFD	Tipo	Macrotipo	Denominazione	Giudizio NP_2016	Giudizio NP_2017	Giudizio NP_2018	Giudizio NP_2019	Giudizio NP_2020	Giudizio NP_2021	Anni Monitoraggio EQB 16-18	Anni Monitoraggio EQB 19-21
ITG-0039-LA4008	ME-5	I1	Flumendosa a Nuraghe Arrubiu (Medio Flumendosa)				As	As		0	2

Classificazione dello Stato Ecologico

Complessivamente, sulla base di quanto sopra, di seguito si riporta la classificazione dello stato ecologico dell’Invaso Flumendosa a Nuraghe Arrubiu (Medio Flumendosa) con l’indicazione degli anni di monitoraggio.

Tabella 4.6: Classificazione Stato Ecologico - Monitoraggio Operativo

CI-WFD	Tipo	Macrotipo	Denominazione	Stato Ecologico 2016-2018	Stato Ecologico 2019-2021	Anni di Monit. QE 16-18	Anni di Monit. QE 19-21	Stato Ecologico Complessivo	Livello di affidabilità	Anni in cui è classificato	EQ che det. fallimento	Sostanza rilevata > LOQ	Sostanze conc. Med > SQA-MA
ITG-0039-LA4008	ME-5	I1	Flumendosa a Nuraghe Arrubiu (Medio Flumendosa)	BUONO	BUONO	3	2	BUONO	Alto	16-18/ 19-20		As	

Monitoraggio per lo Stato Chimico

La classificazione dello stato chimico degli invasi è stata effettuata: per 15 corpi idrici su un intervallo temporale di 3 o più anni, per 13 su due anni, per 3 sono state effettuate solo attività di screening con un unico campionamento annuale e pertanto non sono classificabili (celle barrate nella tabella).

Nella tabella seguente si riporta la classificazione dello stato chimico dell'Invaso Flumendosa a Nuraghe Arrubiu (Medio Flumendosa) per il sessennio 2016-2021 (le celle barrate sono relative alle sole attività di screening, con un unico campionamento annuale).

Tabella 4.7: Stato Chimico - Monitoraggio Operativo

CI-WFD	Tipo	Macrotipo	Denominazione	Stato Chimico_2016	Stato Chimico_2017	Stato Chimico_2018	Stato Chimico_2019	Stato Chimico_2020	Stato Chimico_2021	Classificazione Stato Chimico 2016-2020	No. Anni di Monit.	Liv. Di affidab.	SOST > SQA-MA	SOST > SQA-CMA	Anni in cui è classificato
ITG-0039-LA4008	ME-5	I1	Flumendosa a Nuraghe Arrubiu (Medio Flumendosa)		B		B	B		BUONO	2	Medio			2019-2020

4.1.2 Compatibilità Opera

La compatibilità dell'opera non viene messa in discussione rispetto agli scenari evolutivi correlati ai cambiamenti climatici.

L'impianto di accumulo idroelettrico di Taccu sa Pruna, difatti, è stato pensato e sviluppato come risorsa strategica per il sistema elettrico nazionale, per garantire la corretta integrazione delle rinnovabili, in forte crescita nel territorio interessato. Il funzionamento dell'impianto, inoltre, sarà gestito in modo da non interferire con gli attuali usi irrigui della risorsa idrica, indipendentemente dai volumi presenti nell'invaso di valle.

L'impianto in progetto, infatti, potrà essere esercito anche con volumi inferiori al volume utile di regolazione (pari a circa 3.000.000 m³), a seconda delle esigenze e delle disponibilità della risorsa idrica.

Nel caso in cui la risorsa non fosse disponibile, l'impianto sarà temporaneamente fermato.

Si evidenzia infine, che le acque prelevate e rilasciate nel Lago Basso di Flumendosa non subiranno alcun depauperamento in termini qualitativi e quantitativi.

4.1.3 Precipitazioni

In relazione alla distribuzione delle precipitazioni nei periodi stagionali, nel presente paragrafo i cumulati riferiti al semestre piovoso (ottobre 2019 – aprile 2020) ed al quinquèstre maggio-settembre 2020 vengono analizzati e confrontati con la Media Climatologica nel Periodo 1971 – 2000 (dati ARPA Sardegna).

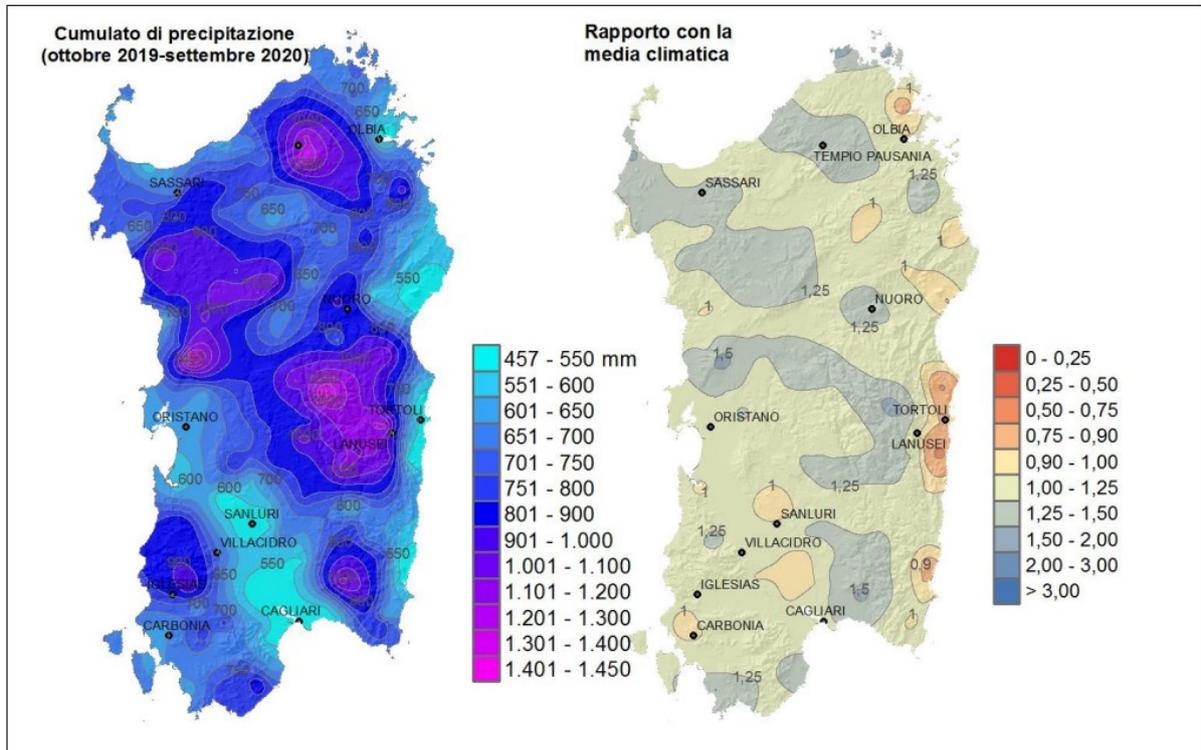


Figura 4.2: Regione Sardegna, Cumulato di Precipitazione da Ottobre 2019 a Settembre 2020 e Rapporto con la Media Climatologica nel Periodo 1971 - 2000 (ARPA Sardegna (c), 2019)

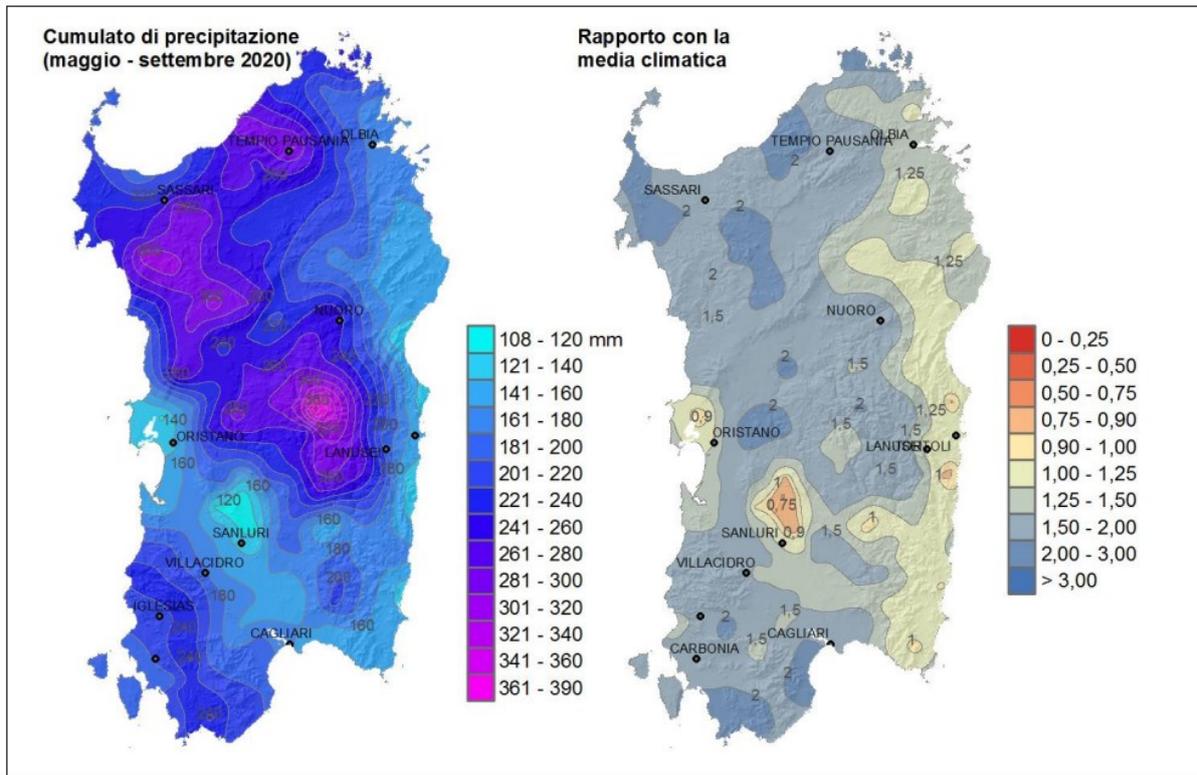


Figura 4.3: Regione Sardegna, Cumulato di Precipitazione da Maggio a Settembre 2020 e Rapporto con la Media Climatologica nel Periodo 1971 - 2000 (ARPA Sardegna (c), 2020)

I cumulati di precipitazione da Ottobre 2019 ad Aprile 2020 risultano compresi tra i 455 e i 1400 mm, e il confronto con la climatologia mostra valori sostanzialmente in linea con la media 1971-2000 (rapporto compreso tra 1.00 e 1.50).

I cumulati di precipitazione maggio-settembre 2020 risultano compresi tra i 140 e i 350 mm, e il confronto con la climatologia mostra valori sostanzialmente in linea con la media 1971-2000 (rapporto compreso tra 1.00 e 2.00).

I dati sopra riportati mostrano quindi, nonostante i cambiamenti climatici in atto, un regime di precipitazioni sostanzialmente invariato per la Regione Sardegna.

In merito all'utilizzo della risorsa, giova precisare che il funzionamento dell'impianto di accumulo idroelettrico mediante pompaggio sarà sempre subordinato alla presenza e alla tutela della risorsa idrica presente nel bacino di valle.

Infatti, come specificato al paragrafo 1.3, l'impianto è stato progettato per funzionare in pompaggio unicamente quando il livello idrico dell'invaso di Nuraghe Arrubiu è superiore a 242,00 m s.l.m. (quota che risulta essere sempre stata garantita da ottobre 2002 in poi), e quando è garantita la compatibilità con l'eventuale soddisfacimento di usi irrigui e potabili già assentiti.

4.1.4 Gestione delle Acque di Cantiere

In ogni fase di lavoro le acque provenienti dagli scavi delle gallerie verranno captate ed evacuate mediante tubazioni fino ad apposito impianto di trattamento (si veda la Figura seguente) ubicato nei cantieri all'aperto antistanti l'imbocco delle gallerie d'accesso, eventualmente con l'ausilio di stazioni intermedie di rilancio.

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

Sia nel primo caso che nel secondo, le acque opportunamente trattate, una volta verificata la conformità ai limiti di cui all'Allegato 5 della parte III del D.Lgs 152/2006 (da apposito pozzetto di campionamento ubicato a valle del

sistema di trattamento), saranno recapitate su corpo idrico superficiale (Bacino Flumendosa), previa autorizzazione rilasciata dagli enti.

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 cantiere 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 cantiere 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.

In questa fase non risulta possibile definire in maniera più dettagliata la disposizione e le specifiche tecniche dell'impianto di trattamento, in quanto questi aspetti saranno definiti dalla ditta esecutrice dei lavori in base alle esigenze del cantiere.

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 nei cantieri 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 aggotamento saranno evacuate come sopra.

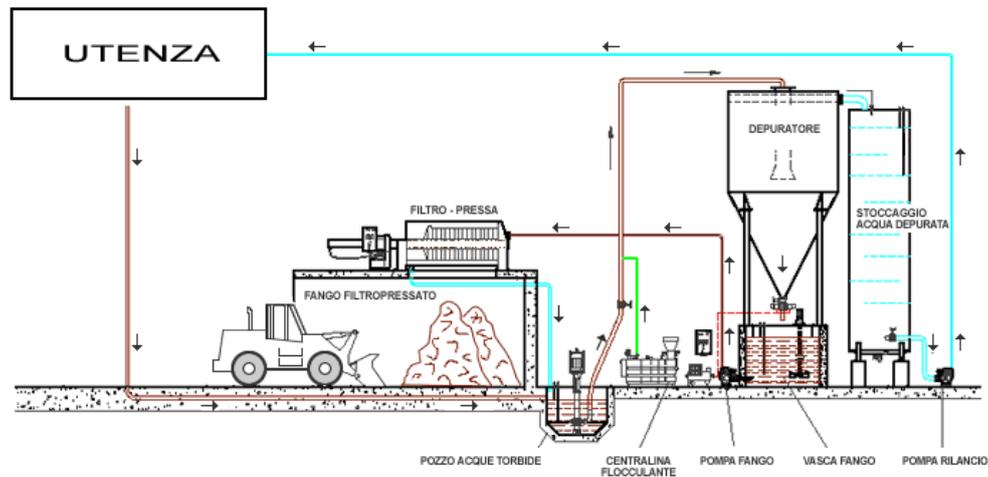


Figura 4.4: Schema Sistema di Trattamento delle Acque

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.

4.1.5 Vasche Imhoff

Si veda quanto riportato al precedente Paragrafo 4.1.4 in merito ai reflui civili.

4.1.6 Pozzetto di Campionamento

Si veda quanto riportato al precedente Paragrafo 4.1.4.

4.1.7 Trattamento Acque di Prima Pioggia

Con riferimento alle acque meteoriche, si evidenzia che le aree di cantiere in cui non c'è rischio di dispersione di sostanze inquinanti nel suolo, generalmente non saranno pavimentate, assicurando quindi il naturale drenaggio delle stesse nel suolo. Nelle aree in cui saranno eseguite le lavorazioni prevederanno, in funzione delle pendenze, canalette di drenaggio, in modo da permettere il controllo della regimazione controllata delle acque meteoriche in caso di eventi atmosferici intensi.

Le aree che invece potrebbero essere a rischio contaminazione prevederanno una pavimentazione e verranno dotate di una rete di drenaggio delle acque meteoriche, con trattamento delle acque di prima pioggia, prima dello scarico in corpo idrico superficiale.

4.1.8 Recapito Scarico Diga di Monte

Relativamente allo scarico del bacino di monte, è importante sottolineare che, essendo un impianto di accumulo idroelettrico, questo invaso non è dotato di un “classico” scarico di fondo, ma è collegato idraulicamente al lago del Flumendosa tramite una condotta forzata ed una galleria idraulica. Quindi, lo spostamento ciclico del volume d'acqua necessario per il funzionamento dell'impianto verrà sempre restituito al bacino di valle senza andare a interagire con i terreni circostanti e/o acque di falda.

Tuttavia, essendo il bacino di monte classificabile come “grande diga”, è stato previsto uno sfioratore di superficie, ubicato sul lato Nord dell'invaso. La sua luce di sfioro complessiva è pari a 4 m, il che consentirebbe di evacuare, in caso estremo, le modeste portate (~0.2 m³/s) associate ad eventi di precipitazione intensa (non sbarrando nessun corso d'acqua non si considera l'evento di piena) sulla superficie interna del bacino stesso.

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); infatti, l'installazione in centrale di una valvola dissipatrice che può essere azionata sia elettricamente che manualmente, consente di svuotare i volumi d'acqua presenti nel bacino di monte in ogni situazione, anche in mancanza di elettricità.

A valle dello sfioratore è prevista una vasca da cui parte una tubazione interrata avente diametro di 500 mm e lunga circa 500 m, che ha la funzione di recapitare, in caso estremo (di seguito descritto), le portate in uscita dallo sfioratore di superficie presso un impluvio naturale, che termina nell'invaso Flumendosa). Per maggiori dettagli si veda anche la seguente figura.

Lo sfioratore risulterebbe in funzione solo nel caso in cui si verificano contemporaneamente le seguenti condizioni:

- ✓ il bacino di monte è riempito fino alla quota di massima regolazione;
- ✓ si verifichi un evento meteorico (pioggia) con tempo di ritorno di 3,000 anni;
- ✓ l'intensità e la direzione del vento sono tali da creare un sovrizzo di almeno 30 cm in corrispondenza dello sfioratore;
- ✓ l'impianto non è in grado di poter attivare le macchine in maniera tale da restituire al bacino di valle parte del volume accumulato nel bacino di monte;
- ✓ la valvola dissipatrice non si riesca ad azionare.

Convertendo le condizioni sopra elencate in termini numerici, si può affermare che la probabilità di attivazione del canale dello sfioratore di superficie del bacino di monte sia pari a:

- ✓ probabilità che l'acqua nel livello di monte sia alla quota di massima regolazione al momento dell'inizio dell'evento di piena: si può ipotizzare una probabilità del 50%;

- ✓ probabilità che in un determinato anno accada un evento meteorico con tempo di ritorno di 3,000 anni: $1/3,000 = 0.03\%$;
- ✓ probabilità che intensità e direzione del vento siano tali da creare un sovrizzo di almeno 30 cm in corrispondenza dello sfioratore: difficilmente stimabile; pertanto, si ipotizza cautelativamente che la probabilità sia pari al 100% (coincidente con il sopracitato evento meteorico con tempo di ritorno di 3,000 anni);
- ✓ probabilità che vi sia un guasto ad entrambe le pompe-turbine e valvola dissipatrice tale per cui non è possibile in alcun modo trasferire volume di acqua dal bacino di monte a quello di valle: tale probabilità può essere stimata pari all'1%.

Il prodotto finale rappresenta la probabilità che venga attivato lo sfioratore di superficie (e che quindi possa defluire nel relativo canale e ricettore una portata massima di $0.22 \text{ m}^3/\text{s}$), ed è pari a 0.00016% . Convertendo questo numero in un tempo di ritorno, quest'ultimo sarebbe pari a $1 / 0.00016\% = 600,000$ anni.

Si evince dunque che la probabilità di contemporaneità di tali eccezionali coincidenze risulta estremamente remota.

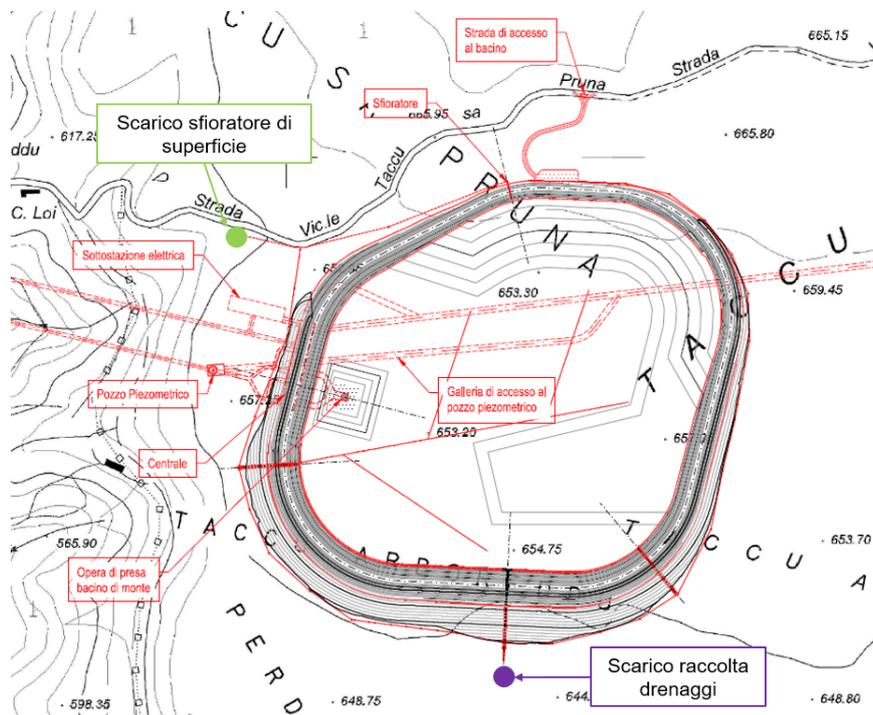


Figura 4.5: Stralcio della Planimetria di progetto su base CTR (1351-A-FN-D-01-1) con Punti di Scarico Sfiatore Superficiale e Raccolta Drenaggi

Il bacino di monte sarà inoltre dotato di un sistema di drenaggio per la raccolta di eventuali perdite, 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 lati Ovest, Nord ed Est del rilevato;
- ✓ cunicoli di drenaggi sul lato Sud del rilevato, sia al piede interno che esterno della diga;

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 (vedi figura precedente).

Si evidenzia, ad ogni modo, che le soluzioni tecniche sopra descritte sono stati previsti come ulteriore sicurezza del bacino e che, nel corso del normale esercizio dell'opera, non si prevedono perdite dal bacino stesso, il quale sarà oggetto di specifici monitoraggi. In particolare, di seguito sono elencati i principali criteri di controllo degli indicatori che possono rendere necessarie l'entrata in funzione di allarmi di sistema ed eventualmente l'arresto per l'impianto:

- ✓ assestimetri sul coronamento;

- ✓ monitoraggio previsto per identificare l'insorgere di eventuali perdite accidentali dal fondo del bacino tramite un sistema di fibre ottiche LHD, messe in opera al di sotto del geocomposito e monitorate da remoto;
- ✓ stazione meteo con pluviometro;
- ✓ registrazione dei livelli di invaso.

4.1.9 Fenomeni di Erosione/Contaminazione da Scarichi Diga di Monte

Lo scarico del bacino di monte, legato al drenaggio dello sfioratore di superficie, come evidenziato al precedente Paragrafo 4.1.8, è previsto in corrispondenza di un impluvio naturale avente come recapito finale l'invaso Flumendosa.

Come evidenziato nello Studio di Impatto Ambientale, ad ogni modo, tale scarico è stato previsto e progettato, ma il suo utilizzo viene ritenuto altamente improbabile, in quanto legato al verificarsi delle seguenti condizioni, in contemporanea:

- ✓ 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).

Considerando che la probabilità che tali condizioni si verifichino contemporaneamente risulta bassissima (praticamente nulla), non sono attesi fenomeni di erosione generati dallo scarico diretto sul suolo.

Anche con riferimento a potenziali fenomeni di contaminazione, si evidenzia che le acque presenti nel bacino di monte saranno prelevate dal bacino esistente Flumendosa e non saranno oggetto di possibili contaminazioni esterne anche in virtù di quanto meglio specificato ai successivi Paragrafi 4.1.15 e 4.1.21.

4.1.10 Ancoraggio e Interramento Cavidotti

Facendo riferimento all'interramento del cavidotto in corrispondenza della riva è utile specificare che la transizione tra il tipo cavo “terrestre” e quello “marino” avverrà all'interno delle buche giunti previste in corrispondenza delle due sponde del lago parallelamente alla linea di costa ed a una quota superiore rispetto a quella di massimo invaso del lago. Ogni buca giunti avrà una dimensione di circa 2.5 m*11.5 m* 2 m (in fase di progetto esecutivo si procederà al suo corretto dimensionamento). All'uscita delle buche giunti si prevede, dopo un breve tratto in trincea, lo scavo in TOC (Trivellazione Orizzontale Controllata) di un foro che servirà per alloggiare la prima parte del cavo sub lacuale fino al raggiungimento della quota minima di invaso del lago. Da qui il cavo sarà posato “liberamente” in acqua e appoggiato sul fondale. Il cavidotto sarà quindi ancorato al fondale per il tramite di una serie di “materassi” costituiti da blocchi di cemento prefabbricato uniti tra loro e messi sopra i cavi, che assicureranno il mantenimento del cavo sul fondo del lago fungendo sia da protezione che da zavorra.

Di seguito si riporta un'immagine che identifica in sezione la realizzazione della TOC e una fotografia dei “materassi” utilizzati per l'ancoraggio. Per ulteriori dettagli progettuali si rimanda alle tavole “Particolari posa in cunicolo” (cod. G929_DEF_T_006_Ut_cunicolo_1-1_REV01) e “Tipologici e dettagli connessione in cavo” (cod. G929_DEF_T_016_Ut_tip_dett_cavo_8-8_REV01) e alla “Relazione tecnica illustrativa – connessione utente” (cod. G929_DEF_R_004_Ut_rel_tec_ill_conn_1-1_REV02).

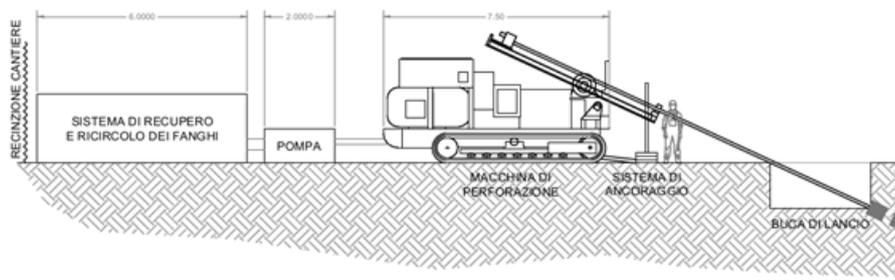


Figura 4.6: Layout di cantiere sulla terraferma per l'esecuzione di una TOC – sezione tipo



Figura 4.7: Tipologico di materassino per la protezione del cavo subacqueo

4.1.11 Interferenza tra Tratto in Galleria e Riu su Prisoneddu

L'ottimizzazione del layout di progetto ha portato alla definizione di una nuova soluzione di accesso alle caverne della centrale e della sottostazione elettrica d'utenza, ovvero mediante una discenderia inclinata con ingresso ubicato in prossimità della SP53. Tramite questa discenderia sarà possibile trasportare gli elementi più ingombranti dell'impianto (i.e., trasformatori, componenti elettromeccaniche dei gruppi ternari) alla loro destinazione finale.

Si ricorda che il progetto è stato aggiornato a seguito dei miglioramenti progettuali che prevedono una nuova discenderia in sostituzione della lunga viabilità precedentemente prevista dal progetto. Tale revisione è stata realizzata in linea anche con le osservazioni pervenute dagli Enti nell'ottica di una ottimizzazione progettuale che consentirà di minimizzare la realizzazione delle gallerie e rendere non necessaria una nuova viabilità di servizio, apportando contestualmente un miglioramento ambientale sia legato alla riduzione degli impatti in fase di costruzione sia legato in fase di esercizio ad un minor impatto paesaggistico legato all'eliminazione della nuova strada.

Pur non essendo più necessaria la vecchia galleria di accesso alla centrale (doc. ref. 1351-D-GD-D-01-0, 1351-D-GD-D-02-0, 1351-D-GD-D-03-0, 1351-D-GD-D-04-0, 1351-D-GD-D-05-0) è necessario mantenere in progetto una galleria cavi e ventilazione. Questa galleria, non dovendo più permettere il trasporto delle ingombranti componenti elettromeccaniche, avrà dimensioni più contenute rispetto alla precedente soluzione, passando dai vecchi 12 m agli attuali 8,5 m di diametro.

Tuttavia, come si evince nella seguente figura, la galleria cavi e ventilazione (così come la precedente galleria di accesso alla centrale), collocandosi a 100 m di profondità in corrispondenza dell'intersezione del Riu su Prisoneddu, non è corticale. A tale profondità, considerando il carico litostatico le fratture dell'ammasso roccioso si possono considerare chiuse, già in superficie in corrispondenza dei rilievi geomeccanici molte di esse apparivano serrate. Quindi, si esclude ogni possibile interferenza fra l'opera in sotterraneo ed il corso d'acqua sopra citato.

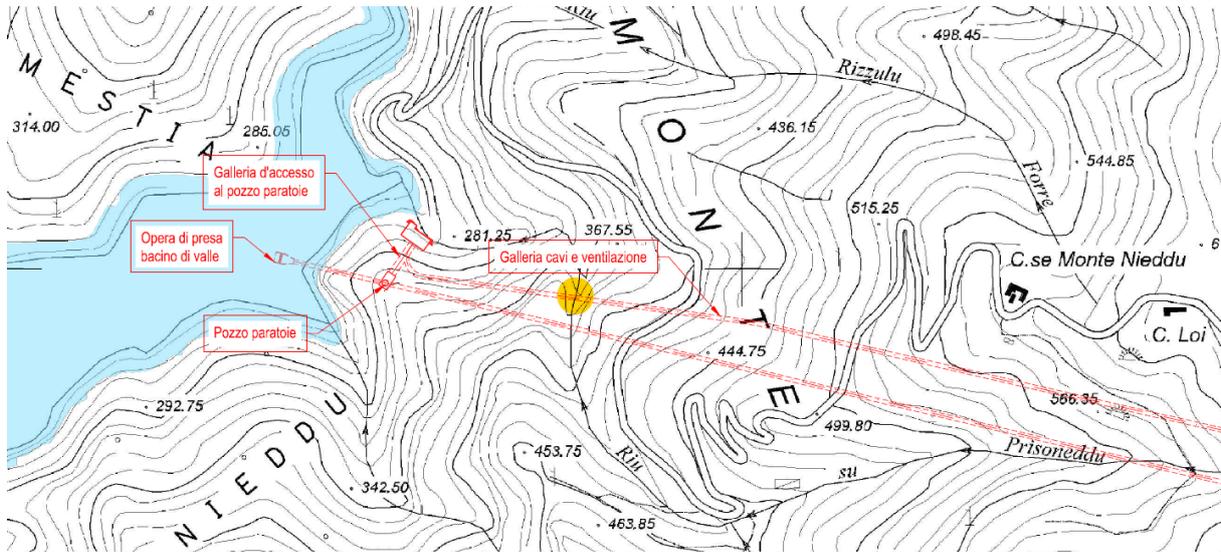


Figura 4.8: Galleria cavi e ventilazione (Planimetria di Progetto su base CTR Doc. 1351-A-FN-D-01-1)

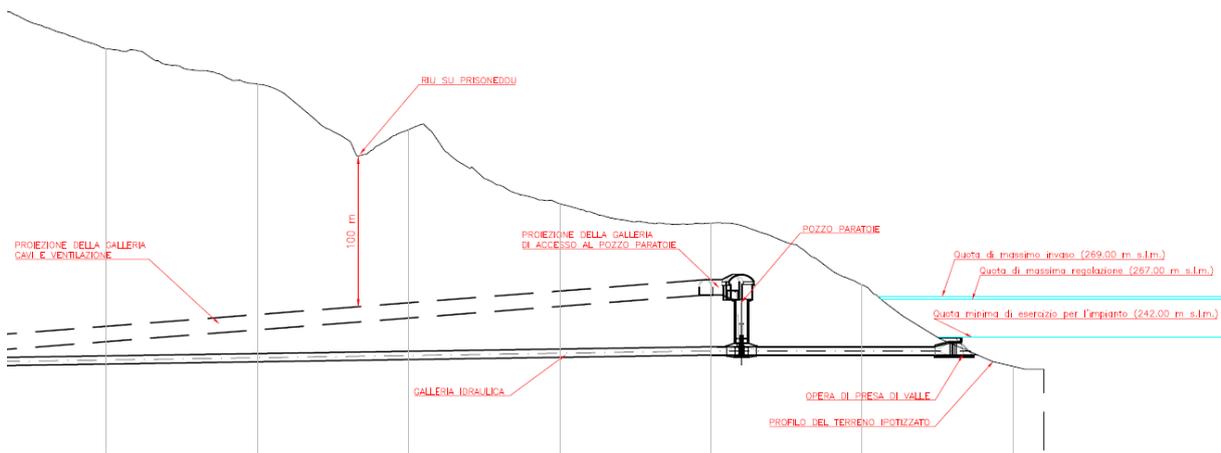


Figura 4.9: Profilo Longitudinale Galleria Idraulica

4.1.12 Principio di Invarianza Idraulica

Per il progetto di Taccu sa Pruna non è prevista la realizzazione di opere fuori terra, ad eccezione del bacino di monte. Quest'ultimo non ha un impatto negativo dal punto di vista dell'invarianza idraulica; anzi, ha un effetto migliorativo. Infatti, esso, per sua natura, accumula in maniera controllata le acque meteoriche che, altrimenti, ricadrebbero sul suolo trasformandosi in deflusso superficiale.

Per quanto riguarda le Stazioni Elettriche di Sanluri e Nurri, come evidenziato nelle tavole di progetto alle quali si rimanda ("Planimetria e sezioni di raccolta e scarico acque meteoriche - Stazione Elettrica Nurri", cod. G929_DEF_T_114_RTN_plan_sez_acque_SE_N_1-2_REV01, e "Planimetria e sezioni di raccolta e scarico acque meteoriche - Stazione Elettrica Sanluri", cod. G929_DEF_T_106_RTN_S_plan_sez_acque_SE_1-2_REV00.), sono previste delle trincee drenanti che, in fase di progettazione esecutiva verranno opportunamente dimensionate al fine di disperdere le acque meteoriche di stazione nel terreno e mantenere pertanto identiche allo stato ante-operam le condizioni di drenaggio dell'area.

Si segnala, in ogni caso, che le superfici non drenanti delle stazioni elettriche saranno solamente quelle dove sono ubicati gli edifici e quelle relative alla viabilità interna per la quale si prevede, comunque, la messa in opera di asfalto

drenante. Le restanti aree delle SE saranno occupate da superfici drenanti (aree vegetate per le scarpate e riporti e materiale drenante per le baie).

In merito al cavo interrato, come indicato nelle sezioni tipologiche di progetto (vedasi l'elaborato “Relazione tecnica illustrativa - connessione utente” (cod. G929_DEF_R_004_Ut_rel_tec_ill_conn_1-1_REV02), per uno strato di 1 m al di sotto del p.c. la trincea di posa verrà riempita con lo stesso materiale di scavo e pertanto le condizioni saranno mantenute allo stato ante operam.

Infine, per quanto riguarda i sostegni degli elettrodotti aerei, si ritiene trascurabile la modifica alle condizioni di drenaggio dell'area essendo l'opera puntuale e minima la porzione di terreno occupata dalle fondazioni dei tralicci come evidenziabile nell'elaborato “Relazione elementi tecnici di impianto - elettrodotti aerei” (cod. G929_DEF_R_036_RTN_rel_tecnici_elet_1-1_REV00).

4.1.13 Approvvigionamenti Idrici di Cantiere

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 delle aree di cantiere al fine di limitare le emissioni di polveri.

L'approvvigionamento idrico verrà effettuato attraverso la rete acquedottistica comunale. **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, considerando un numero di addetti ed una durata delle fasi come riportati al Paragrafo 4.6.1.5.1 dello SIA dell'Impianto di Accumulo Idroelettrico. Per la determinazione dei consumi di acqua di raffreddamento delle teste scavo è stato ipotizzato un consumo di acqua pari a 1.5 m³/h per ogni fronte di scavo.

Tabella 4.8: Prelievi idrici in Fase di Cantiere

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

Note:

(1): Valore stimato ipotizzando un consumo di acqua pari a 1.5 m³/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 m³/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 delle aree di cantiere sarà effettuata solo in caso di necessità. I quantitativi di acqua eventualmente necessari saranno in ogni caso modesti.

4.1.14 Interventi dall’Opera di Presa del Lago Flumendosa alle Stazioni Elettriche

Informazioni dettagliate sugli interventi relativi alle opere di connessione, dall’opera di presa del lago Flumendosa alle diverse stazioni elettriche, sono riportate negli elaborati di seguito elencati (aggiornati all’attuale versione del progetto che prevede la connessione utente totalmente in cavo interrato):

- ✓ “Relazione geologica preliminare” riferita alla connessione utente (cod G929_DEF_R_029_Ut_rel_geo_prel_1-1_REV02) cap 8.3 e 11.1
- ✓ “Relazione geologica preliminare” allegata allo SIA (cod. G929_GEO_R_001_Rel_geol_prel_1-1_REV00) cap 7.3.1 in merito alle opere RTN.

In linea generale, si può affermare che le uniche interferenze previste con l’ambiente idrico per le opere di connessione, s dovute al cantiere per la posa del cavo marino sul fondale del Lago Flumendosa e saranno associate ad un aumento momentaneo della torbidità dell’acqua per lo smuoversi dei sedimenti presenti sul fondo del lago stesso.

4.1.15 Impatti sulla Qualità delle Acque per Esercizio Progetto

Per il corretto funzionamento dell’impianto di accumulo idroelettrico è essenziale che il sistema sia un sistema chiuso, senza perdite della risorsa idrica che viene spostata dal bacino di valle a quello di monte (e viceversa). Quindi, considerando le caratteristiche di impermeabilità delle gallerie idrauliche e del pozzo piezometrico (per approfondimenti vedi doc ref. 1351-A-GD-R-03-1 e 1351-A-GD-R-05-1) è possibile affermare che l’acqua utilizzata durante l’esercizio, prelevata direttamente dal Lago Flumendosa (bacino di valle), non subirà alcuna modifica chimica nella composizione e nell’ossigenazione rispetto al suo stato originario.

Non sono, altresì, attesi fenomeni di contaminazione delle acque movimentate, legati a eventi incidentali o attività di cantiere durante la fase di realizzazione del progetto.

Si evidenzia, infatti, che eventuali fluidi/sostanze utilizzati durante l’esercizio del pompaggio, sia circolanti nei sistemi di impianto che quelli stoccati all’interno di appositi depositi/serbatoi/recipienti, non entreranno mai in contatto con le acque e saranno gestiti secondo specifiche procedure.

Al fine di evitare che fluidi o le sostanze nocive per l’ambiente si possano disperdere, saranno adottati idonee soluzioni tecniche. In particolare, gli olii lubrificanti impiegati in impianto saranno gestiti adottando le seguenti misure preventive:

- ✓ bacini di contenimento di capacità adeguata ad evitare che una rottura del serbatoio provochi dispersione di olio;
- ✓ pavimentazione impermeabile dotata di sistema di drenaggio a pavimento per tutte le zone in cui potrebbero verificarsi perdite di olio da sistemi di processo, quali pompe, valvole, tubazioni.

Si evidenzia, infine, che sono stati previsti monitoraggi della qualità delle acque sia in corrispondenza del bacino esistente (lago del Flumendosa), sia presso il nuovo bacino di Taccu sa Pruna (si veda nel dettaglio la Proposta di Monitoraggio Ambientale ripresentata tra la documentazione di VIA aggiornata Doc. P0030780-1-H5).

Relativamente alle opere di connessione non si prevedono impatti sulla qualità delle acque superficiali..

4.1.16 Carichi Inquinanti veicolati dalle Acque del Bacino di Monte al Bacino di Valle

Come evidenziato al precedente Paragrafo 4.1.15, non sono attesi impatti significativi sulle acque del bacino di valle in seguito all’esercizio dell’opera in progetto.

Le acque, di provenienza dal bacino di valle (Lago Flumendosa), subiranno unicamente una movimentazione tra un bacino e l’altro, attraverso cicli di prelievo e restituzione.

4.1.17 Sollevamento Condotta “Acquedotto Sarcidano”

Durante la **fase di esercizio** dell’impianto di accumulo idroelettrico (nella condizione di minima regolazione del pompaggio) il trasferimento dell’intero volume utile durante la fase di pompaggio (circa 3.000.000 m³), comporta l’abbassamento del livello del bacino di valle di circa 6 cm, da 242.06 a 242.00 m s.l.m. Tale variazione risulta trascurabile, se si considera che già allo stato attuale il livello del bacino oscilla, con riferimento al periodo 2004-2022, tra i 130 e 260 Mm³, ovvero tra circa 244 m slm e 264 m slm.

Quindi, già durante l'attuale gestione dell'invaso del Flumendosa, il livello del bacino richiesto per il funzionamento dell'impianto di sollevamento della condotta "Acquedotto Sarcidano", ovvero 254 m s.l.m. (associato ad un volume d'invaso pari a circa 200 Mm³, così come definito dalla curva di correlazione tra quota e volume d'invaso dell'invaso di Nuraghe Arrubiu riportata nella figura seguente), non è sempre soddisfatto.

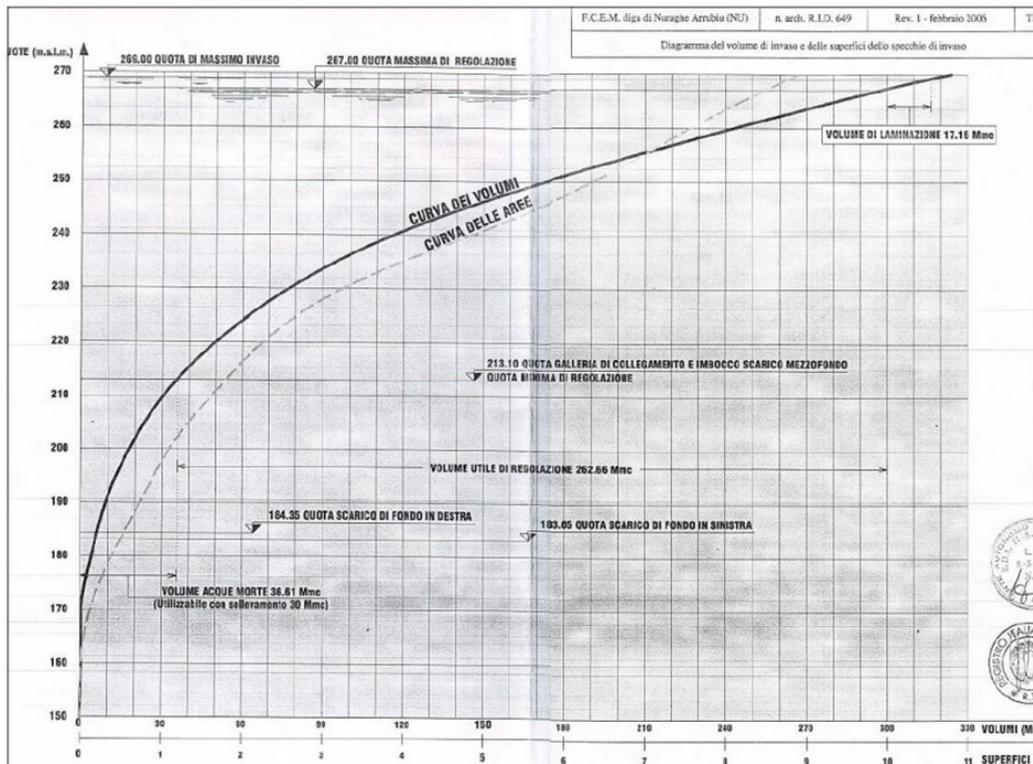


Figura 4.10: Diagramma del Volume di Invaso e delle Superfici dello Specchio d'Invaso del Bacino di Nuraghe Arrubiu

Come è possibile ricostruire dai grafici relativi ai volumi invasati nel bacino di Nuraghe Arrubiu inclusi nella relazione tecnica particolareggiata di progetto (doc. ref. 1351-A-FN-R-01-1, Capitolo 3, pagina 11), e qui di seguito per semplicità riproposti, normalmente ci si trova di fronte a lunghi periodi (6-7 mesi consecutivi) in cui il volume d'invaso è stato inferiore ai sopra citati 200 Mm³, ed in alcuni casi (dal 1995 al 2003 e nel 2016) per tutto l'anno non si è mai raggiunta tale volumetria.

Per quanto riguarda la fase di cantiere (realizzazione dell'opera di presa di valle), è utile evidenziare che la limitazione d'invaso alla quota 242 m s.l.m., da garantire per questioni di sicurezza, è temporanea e che durerà indicativamente 8 mesi. Considerando tale lavorazione non si trova sul percorso critico delle attività necessarie per la realizzazione dell'impianto di accumulo idroelettrico, al fine di minimizzare/evitare interferenze con la gestione dell'Acquedotto Sarcidano, la limitazione di invaso richiesta potrà essere prevista nel periodo dell'anno in cui il livello dell'invaso di Nuraghe Arrubiu è più basso. In particolare, osservando i grafici sopra citati, è possibile individuare come finestra temporale ottimale i mesi (n.8) compresi tra luglio e febbraio.

Tuttavia, la decisione finale sul periodo in cui attuare tale limitazione sarà necessariamente concordata con ENAS.

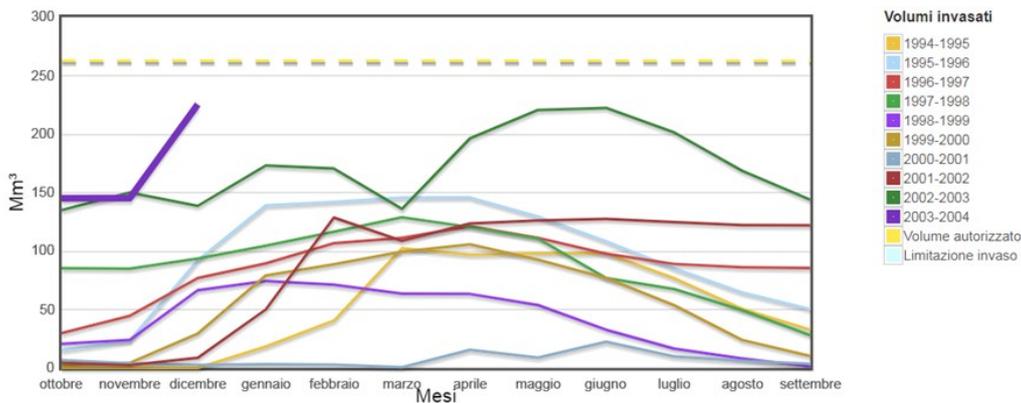


Figura 4.11: Andamento mensile dei volumi invasati all’interno dell’invaso di Nuraghe Arrubiu da ottobre 1994 a settembre 2004 (fonte: CEDOC Sardegna)

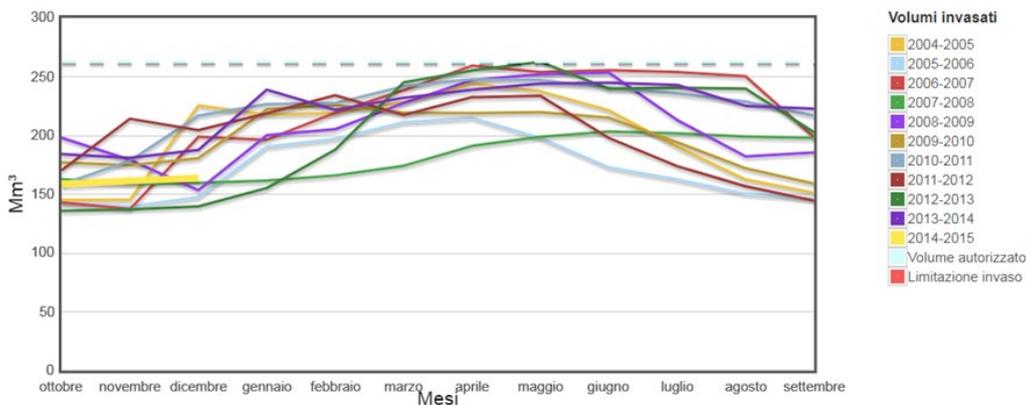


Figura 4.12: Andamento mensile dei volumi invasati all’interno dell’invaso di Nuraghe Arrubiu da ottobre 2005 ad settembre 2015 (fonte: CEDOC Sardegna)

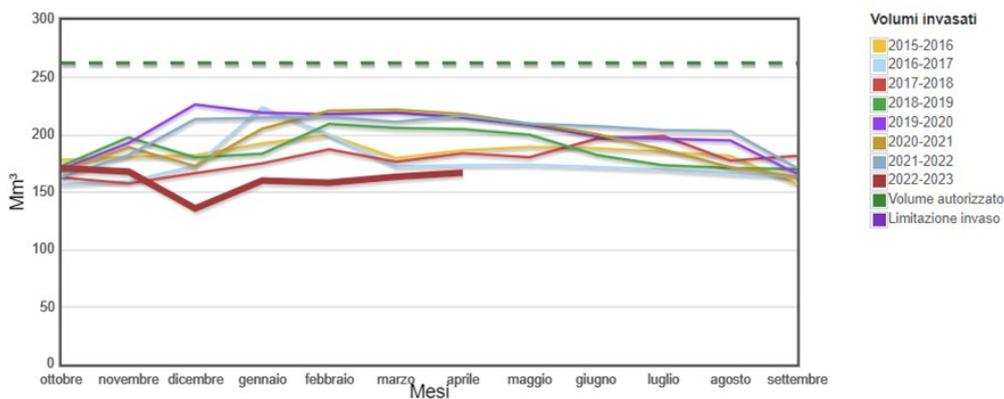


Figura 4.13: Andamento mensile dei volumi invasati all’interno dell’invaso di Nuraghe Arrubiu da ottobre 2015 ad aprile 2023 (fonte: CEDOC Sardegna)

4.1.18 Limitazione della Quota di Invaso

Come discusso nel precedente paragrafo, in fase di cantiere sarà necessario applicare una limitazione temporanea (circa 8 mesi) di invaso del bacino di valle (serbatoio di Nuraghe Arrubiu), posta a quota 242 m s.l.m.

Il “Piano di Laminazione statica preventivo dell’invaso della diga di Nuraghe Arrubiu sul fiume Flumendosa in Comune di Orroli” contiene le procedure in carico al Gestore dell’impianto per la corretta funzione di laminazione delle piene (i.e., condizioni per l’attivazione delle fasi di “pre-allarme” ed “allarme” per laminazione e le relative manovre di svasso preventivo dell’invaso di Nuraghe Arrubiu).

Regolazione della risorsa nella fase di cantiere:

A seguito delle interlocuzioni avute sia con il gestore dell’invaso che con la Regione Sardegna non si è riusciti a reperire dati di dettaglio relativi ai prelievi attualmente previsti dall’invaso di Nuraghe Arrubiu; quindi, non è stato possibile effettuare un’analisi rigorosa degli impatti derivanti dalla limitazione di invaso prevista in fase di cantiere sulla risorsa idrica.

Relativamente alla capacità di laminazione dell’invaso, imponendo temporaneamente una limitazione d’invaso ad una quota (242 m s.l.m.) ben inferiore a quella attualmente autorizzata (2676 m s.l.m.) per l’invaso di Nuraghe Arrubiu, non viene in alcun modo compromessa la capacità di laminazione dell’invaso, in quanto quest’ultimo sarebbe capace di accogliere volumi di piena superiori a quelli previsti dal piano di laminazione attualmente vigente.

Gli effetti di eventuali piene dovranno essere tuttavia tenuti in considerazione nella gestione del cantiere relativo alla realizzazione dell’opera di presa di valle, in quanto è esso che potrebbe venire allagato in caso di eventi di piena. Sarà quindi fondamentale prevedere, nelle future fasi di progettazione, opportune procedure di gestione del cantiere (i.e., monitoraggio delle condizioni meteo, messa in sicurezza e sospensione temporanea delle lavorazioni in caso di perturbazioni intense). Nello sfortunato caso di allagamento del cantiere, le attività potranno riprendere solamente quando, al termine dell’evento di piena, la quota d’invaso scenderà nuovamente al di sotto della quota di 242 m s.l.m.; ovviamente, previo aggettamento dell’acqua dall’area di lavoro.

Al fine di minimizzare il rischio di allagamento del cantiere, se in futuro si riuscissero a reperire ulteriori dati relativi all’attuale regolazione della risorsa idrica, si potrebbe stabilire un piano di gestione della quota d’invaso per la quale, negli 8 mesi previsti per la realizzare l’opera di presa di valle, venga temporaneamente mantenuta costante la quota d’invaso a 242 m s.l.m.

Regolazione della risorsa nella fase di esercizio:

Per quanto riguarda la fase di esercizio, è utile ricordare che il funzionamento dell’impianto idroelettrico in progetto sarà sempre subordinato al funzionamento delle altre utenze connesse al bacino e alle esigenze di utilizzo delle acque dell’invaso nell’ambito del sistema idrico multisettoriale sardo. Come riportato nel paragrafo 4.1.17, il trasferimento dell’intero volume utile dell’impianto (circa 3.000.000 m³) dal bacino di valle a quello di monte (fase di pompaggio) determinerà una variazione massima del livello del bacino di valle pari a 6 cm.

Tale variazione, tuttavia, può considerarsi trascurabile se rapportata alla variazione annua del bacino di valle (invaso di Nuraghe Arrubiu) che oscilla, con riferimento al periodo 2004-2022, tra i 130 e 260 Mm³, ovvero tra circa 244 m s.l.m. e 264 m s.l.m.

4.1.19 Attraversamento Sublacuale Flumendosa

Relativamente agli impatti attesi nella fase di cantiere per la realizzazione dell’elettrodotto in attraversamento sublacuale del Flumendosa, si può affermare che l’unico impatto previsto durante la posa dell’elettrodotto è l’aumento temporaneo della torbidità dell’acqua dovuto alla posa del cavo sul fondale che, per ovvie ragioni, smuoverà durante tale fase i sedimenti terrigeni e vegetali presenti. L’impatto è comunque limitato nel tempo e reversibile.

Si rimanda per ulteriori dettagli all’elaborato “Relazione geologica preliminare” riferita alla connessione utente (cod G929_DEF_R_029_Ut_rel_geo_prel_1-1_REV02) cap 8.3 e 11.1.

4.1.20 Malfunzionamento Macchine Idrauliche

Le macchine idrauliche sono equipaggiate con sensori che misurano i loro parametri di funzionamento, quali temperatura e vibrazione dei cuscinetti, velocità di rotazione della girante, spostamento triassiale della macchina, etc. Tali dati, inviati in tempo reale al centro di telecontrollo dell’impianto, consentono di monitorare lo stato di funzionamento del macchinario e quindi permettono di prevenire un suo malfunzionamento e/o danneggiamento. Inoltre, sarà previsto un protocollo di ispezioni periodiche.

Nella camera ospitante la macchina idraulica è installato un sistema di anti-allagamento, collegato ad un allarme acustico; la sua attivazione comporterà l’istantanea chiusura della valvola di macchina posta a monte delle turbine, che interrompe il flusso d’acqua in arrivo alle stesse.

4.1.21 Lubrificanti Ecologici e/o Biodegradabili

Nonostante, come riportato al precedente Paragrafo 4.1.15, l'impianto sia stato progettato al fine di evitare ogni possibile dispersione in ambiente di olii e fluidi potenzialmente dannosi, al fine di ridurre ulteriormente ogni potenziale rischio di contaminazione ambientale, ove possibile sarà preferito l'utilizzo di sostanze ecologiche, biodegradabili o comunque ambientalmente sostenibili.

La scelta e selezione di tali sostanze sarà effettuata in una fase successiva e sarà soprattutto legata alla tipologia e disponibilità dei prodotti al momento della realizzazione dell'impianto (si ricorda che per la sola realizzazione delle opere in progetto, sono stati stimati circa 7 anni).

4.1.22 Materiali Basamenti, Palificazioni e/o Diaframmi

I materiali impiegati per la costruzione di basamenti, palificazioni e/o diaframmi sono quelli tipicamente utilizzati per la realizzazione di opere civili in acqua e fuori acqua. Tali materiali essendo inerti (es. calcestruzzo, acciaio), non comportano alcuna contaminazione chimica delle acque superficiali e sotterranee. Aspetti più approfonditi verranno trattati in fase di progettazione definitiva.

4.1.23 Stato Quali-Quantitativo delle Acque Sotterranee

Il Piano Tutela delle Acque individua, per tutta la Sardegna, 37 complessi acquiferi principali, costituiti da una o più Unità Idrogeologiche con caratteristiche sostanzialmente omogenee; nel seguente elenco si riportano gli acquiferi che interessano il territorio della U.I.O. del Flumendosa:

- ✓ Acquifero dei Carbonati Mesozoici della Barbagia e del Sarcidano;
- ✓ Acquifero Detritico Carbonatico Oligo-Miocenico del Campidano Orientale;
- ✓ Acquifero Detritico Carbonatico Oligo-Miocenico del Salto di Quirra;
- ✓ Acquifero delle Vulcaniti Plio-Pleistoceniche della Giara di Gestori;
- ✓ Acquifero Detritico-Alluvionale Plio-Quaternario del Campidano;
- ✓ Acquifero Detritico-Alluvionale Plio-Quaternario di Muravera-Castiadas.

Il bacino di monte in progetto e parte delle opere di progetto, interessano i depositi sedimentari carbonatici mesozoici, a cui risulta associato l'“Acquifero dei Carbonati mesozoici della Barbagia e del Sarcidano”.

Come riportato nel secondo aggiornamento del Piano di Gestione del Distretto Idrografico della Sardegna ai sensi della Direttiva 2000/60/CE (Direttiva Quadro sulle Acque) - Terzo ciclo di pianificazione 2021-2027, l'area di progetto interessa parzialmente (bacino di monte e parte delle opere in progetto), i Corpi idrici sotterranei dei carbonati mesozoici e paleozoici e in particolare, il No.3851 - Carbonati mesozoici del Tacco di Escalapano.

Di seguito si riporta la classificazione rilevata dal Piano di Gestione, per tale corpo idrico sotterraneo, relativamente al 2021.

Tabella 4.9: Classificazione Corpi Idrici Sotterranei 2021

COD CIS	Denominazione corpo idrico	STATO CHIMICO				STATO QUANTITATIVO				STATO COMPLESSIVO	
		Stato Chimico	Liv. Di confidenza	Motivo stato scarso	Parametron che determina lo stato scarso	Stato quantitativo	Livello di confidenza	Motivo stato scarso	Elemento associato allo stato scarso: bilancio idrico/trend liv. piez.	Stato complessivo	liv. di confidenza
3581	Carbonati mesozoici del Tacco di Escalapano	Buono	medio			Buono	medio			Buono	medio

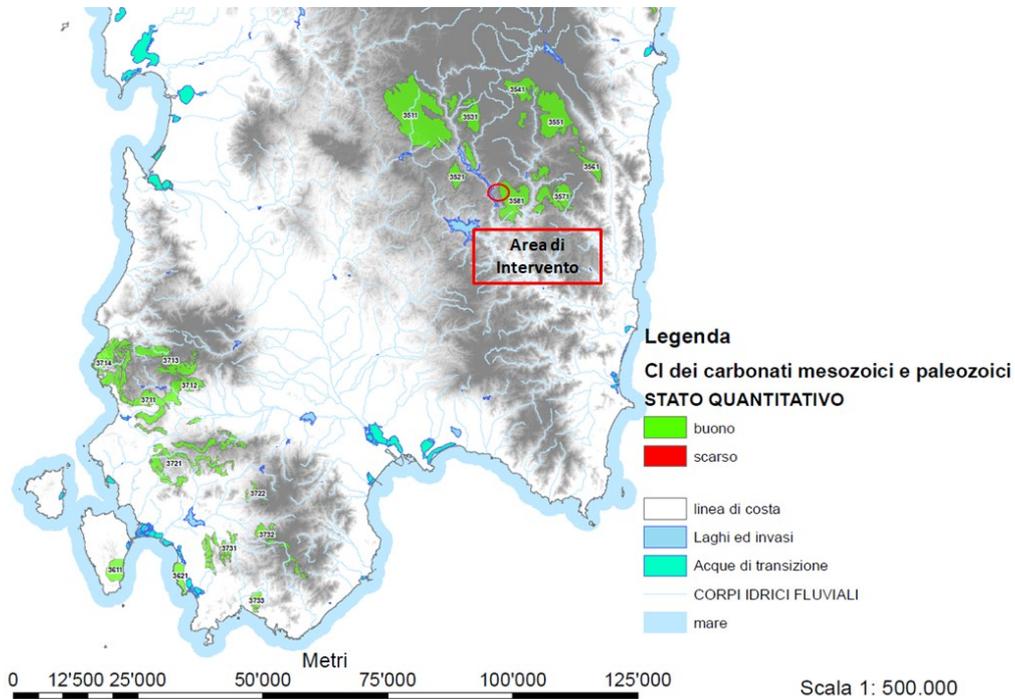


Figura 4.14: Classificazione corpi idrici sotterranei – Stato Quantitativo (Fonte: PdG 3° Ciclo di Pianificazione)

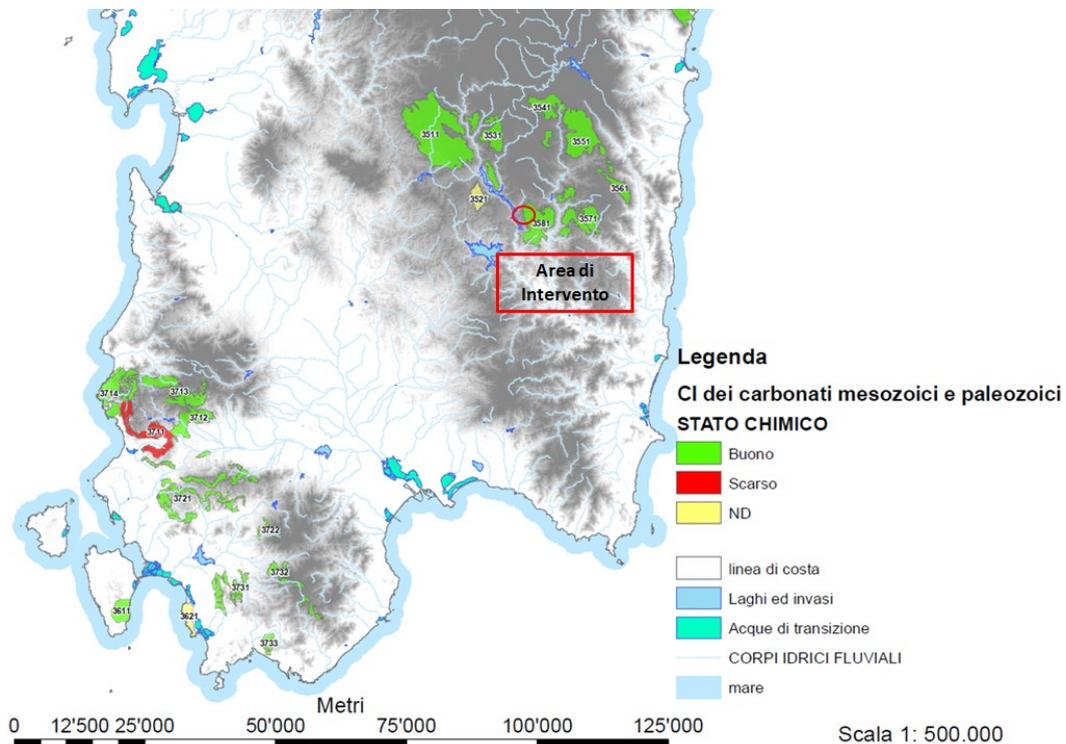


Figura 4.15: Classificazione corpi idrici sotterranei – Stato Chimico (Fonte: PdG 3° Ciclo di Pianificazione)

Da un confronto con i dati del 2015, non sono state rilevate variazioni significative.

Tabella 4.10: Confronto tra stato chimico, stato quantitativo e stato complessivo tra il 2021 e il 2015

COD CIS	Denominazione corpo idrico	STATO CHIMICO		STATO QUANTITATIVO		STATO COMPLESSIVO	
		Stato Chimico 2021	Stato Chimico 2015	Stato quantitativo 2021	Stato quantitativo 2015	Stato complessivo 2021	Stato complessivo 2015
3581	Carbonati mesozoici del Tacco di Escalapano	Buono	Buono	Buono	Buono	Buono	Buono

4.1.24 Impatti sulla Qualità Ambientale delle Acque Sotterranee

Si riportano di seguito gli impatti sulla qualità delle acque sotterranee legati alla realizzazione dell'impianto di accumulo idroelettrico mediante pompaggio ad alta flessibilità.

4.1.24.1 Interazione delle Attività di Scavo con Sottosuolo e Falda Sotterranea in Fase di Cantiere

4.1.24.1.1 *Stima dell'Impatto Potenziale*

Le attività di scavo sono relative alla realizzazione di tutte le opere in sotterraneo del progetto (vie d'acqua, gallerie di accesso alle opere sotterranee, Centrale, pozzo paratoie, pozzo piezometrico), oltre che alla realizzazione del bacino di monte previsto in superficie.

Il progetto è stato oggetto di uno Studio Geologico (Doc. No. 1351-A-OP-R-01-1) che definito l'assetto geologico-strutturale del territorio in esame, analizzando sia dati bibliografici che dati raccolti durante le campagne di indagine condotte (i.e., sondaggi geognostici, campagne geofisiche, rilievi strutturali, foto interpretazione). In base agli esiti di tutti gli approfondimenti è stato possibile ricostruire il modello geologico concettuale dell'area di studio.

Il tratto morfologico dominante è l'altopiano di Taccu Sa Pruna, il quale viene bruscamente interrotto dall'incisione fluviale del Flumendosa. L'altopiano si spinge fino ad una quota di circa 650 m s.l.m., mentre il fondovalle si attesta ad una quota di circa 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).

La stratigrafia locale, ricavata dai 3 sondaggi geognostici effettuati nell'area di interesse procedendo dai termini più antichi a quelli più recenti, può essere così riassunta (di veda la seguente figura):

- ✓ quota 0 m da p.c.: detrito colluviale con elementi di dolomie più o meno alterate e formazione di Dorgali;
- ✓ dal tetto del detrito colluviale e formazioni di Dorgali fino a quota 50 m da p.c. s.l.m: dolomie grigie massive, argille giallastre intercalate con dolomie, siltiti nere carboniose intercalate a dolomie;
- ✓ dal 40-50 m da pc. a – 60 m da p.c. sono state riscontrate nei campioni formazione di Genna Selole caratterizzate da siltiti carboniose di colore nero, formazione di Monte Santa Vittoria e formazione di S. Vito.

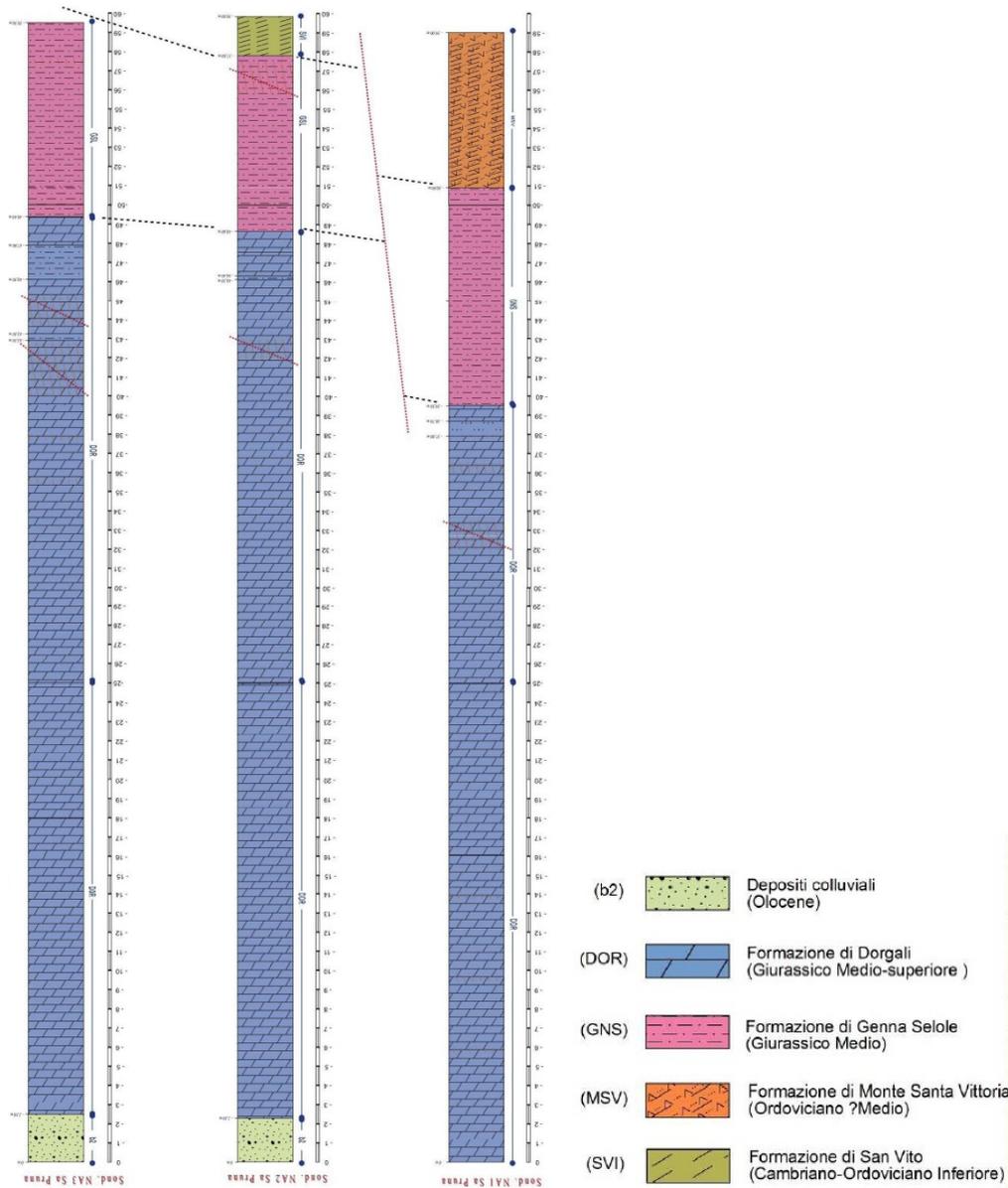


Figura 4.16: Stratigrafia dell’area del bacino di Monte (Doc. No. 1351-A-OP-R-01-1)

Per quanto riguarda le possibili interferenze fra le opere di progetto e gli ammassi rocciosi interessati dai manufatti, la Relazione Geologica (Doc. No. 1351-A-OP-R-01-1) ha evidenziato, in funzione degli studi inseriti nella relazione, quanto di seguito riportato:

- ✓ **Bacino di Monte:** Lo stato generale dell’ammasso roccioso sia in termini di discontinuità che di alterazione ha permesso di definire con maggiore certezza che le strutture carsiche nelle rocce dolomitiche sono talmente esigue da ritenersi trascurabili. In ogni caso, i valori di permeabilità misurati (prove Lugeon) su queste rocce carbonatiche hanno messo in evidenza valori dell’ordine di 10^{-6} - 10^{-7} m/s. La presenza di una falda freatica nelle dolomie è legata essenzialmente al grado di fratturazione delle rocce (porosità secondaria). Considerando i suddetti valori di permeabilità e che a seguito delle piogge verificatesi durante le perforazioni (novembre-dicembre 2021), le parti con morfologia concava nella zona dell’altopiano dolomitico sono state ricoperte da pozze d’acqua piovana che sono state assorbite lentamente nell’arco di molti giorni, ciò dimostra una certa difficoltà di infiltrazione delle acque meteoriche nel sottosuolo, nonostante la rete di fratturazioni ben evidente nelle stesse rocce dolomitiche.

Considerando, quindi, le esigue profondità di scavo del bacino non si avranno interferenze con la falda presente. È inoltre possibile escludere interferenze del rilevato del bacino con fenomeni di instabilità. Le uniche evidenze di “instabilità” (caduta di frammenti di dolomia) si possono osservare al bordo dell’altopiano (ad Est) in corrispondenza di una piccola scarpata (2-3 m di altezza), dove l’ammasso roccioso risulta più decompresso e scomposto in blocchi. Comunque, è utile sottolineare che il piede esterno del bacino di monte dista più di 200 m dalla zona sopradescritta in profondità nelle dolomie;

- ✓ Opera di presa di monte: L’opera di presa di monte è costituita da un calice ed un pozzo verticale profondo circa 500 m. Quest’opera andrà ad attraversa tutta la successione stratigrafica.

Lo scavo delle rocce attraversate non desta particolare preoccupazione, si dovrà solamente prestare attenzione in corrispondenza dei contatti litologici, che comunque risultano netti, senza particolari zone di fratturazione con spessori limitati (1-1.5 m).

Altro fattore positivo per la sicurezza degli scavi del pozzo verticale è l’assenza di strutture tettoniche.

In termini di permeabilità, la circolazione idrica sotterranea si concentra all’interno delle fessure (porosità secondaria, le rocce originariamente hanno porosità praticamente nulla) è favorita nella parte più superficiale dove le discontinuità sono più aperte per fenomeni di decompressione, fino alla profondità di qualche decina di metri. Al di sotto di questa profondità, il carico litostatico tende ad anastomizzare le fessure, chiudendole e limitando la circolazione sotterranea delle acque.

In questo contesto il complesso metamorfico ha uno spessore considerevole (superiore a 400 m) ed è interessato da una circolazione sotterranea molto scarsa.

In base a quanto sopradescritto ed analizzando i risultati delle prove Lugeon condotte, lungo la verticale di scavo del pozzo non si attendono particolari venute d’acqua in fase di scavo, così come non sono previste interferenze con l’acquifero presente.

- ✓ Caverna della Centrale: Tutte le osservazioni riportate in merito allo scavo nel complesso metamorfico del pozzo verticale dell’opera di presa di monte sono valide anche per la caverna della centrale;
- ✓ Caverna della sottostazione elettrica (SSE): Per tale opera valgono le stesse considerazioni riportate per la Centrale. L’ubicazione di questa opera in sottoterraneo è stata scelta al fine di non avere o minimizzare le possibili interferenze con faglie e/o zone particolarmente tettonizzate. In superficie sulla verticale della zona SSE è riportata una faglia (orientata WNW-ESE) presunta, derivante da fotointerpretazione, che non ha avuto nessun riscontro né da osservazioni di campo né dalle campagne geofisiche. Molto probabilmente si tratta di un lineamento superficiale che non si spinge in profondità, alle quote di progetto. Anche ammettendo che tale struttura raggiunga la SSE, questa presenterebbe una faglia (fascia cataclastica) abbastanza limitata (e.g. 0,5 – 1 m). La possibilità di venute d’acqua in fase di scavo è molto limitata;
- ✓ Pozzo Piezometrico: per le stesse motivazioni riportate in merito alle interazioni della Centrale, anche il pozzo piezometrico non interferisce con le faglie, inoltre, anche dal punto di vista della presenza di acqua, la possibilità di avere venute durante o scavo è molto limitata;
- ✓ Discenderia: l’imbocco della discenderia avviene tramite un apposito pozzo collocato a tergo del bacino di monte ad una quota di circa 642 m.s.l.m. La galleria ha andamento altimetrico discendente con pendenza attorno al 26%, per una lunghezza totale di circa 1850 m. Quest’opera andrà ad attraversa tutta la successione stratigrafica e valgono le stesse considerazioni effettuate per il pozzo verticale dell’opera di presa di monte;
- ✓ Vie d’acqua e gallerie di accesso: Le gallerie di accesso e le vie d’acqua andranno a incontrare lungo il loro sviluppo alcune faglie (non attive) in corrispondenza delle quali potrebbero incontrarsi porzioni limitate (pochi metri) dell’ammasso roccioso con caratteristiche meccaniche inferiori ai tratti indisturbati, così come potrebbero verificarsi venute d’acqua localizzate;
- ✓ Pozzo paratoie: Il pozzo paratoie verrà scavato completamente all’interno della Formazione di San Vito. L’ubicazione di quest’opera è stata definita in modo tale da non avere alcuna interferenza con le faglie rilevate/individuate. L’opera si colloca in una porzione di ammasso roccioso privo di lineamenti significativi. Tuttavia, considerando la ridotta copertura (~30 m) c’è da aspettarsi una condizione dell’ammasso roccioso più decompressa, il che potrebbe significare una maggiore apertura delle fratture. Associata a tale condizione è possibile che la circolazione sotterranea delle acque sia favorita. D’altro canto, ci si trova in corrispondenza di un naso di roccia dove, a seguito di un sopralluogo dedicato, non sono state rilevate emergenze dell’acquifero, che sembra essere “drenato” dai due impluvi posti nelle immediate vicinanze, a NE e SW.

Quindi, anche in questo caso non ci si dovrebbe aspettare venute d’acqua consistenti in fase di scavo. Un altro aspetto importante analizzato è la possibile presenza nell’area di fenomeni di instabilità. Inoltre, percorrendo il vecchio sentiero minerario che conduce al sito di estrazione dei solfuri (in riva al lago), non sono state rilevate indicazioni morfologiche di movimenti del versante.

Come indicato nella Relazione Geotecnica Generale (1351-A-GD-R-01-1), per quanto concerne le opere sotterranee e la potenziale interferenza con il sistema idrogeologico, data la scarsa permeabilità delle Arenarie di San Vito, in cui si sviluppano le gallerie, le caverne, il pozzo piezometrico e il pozzo paratoie, risulta nulla o poco significativa l'interferenza con i sistemi idrogeologici che presentano presenza di falde acquifere significative solo in corrispondenza delle dolomie superficiali. Solo in corrispondenza delle zone di imbocco della galleria di accesso e del pozzo paratoie potrà essere presente in sottterraneo una modesta infiltrazione di acque superficiali in caso di eventi meteorici; per il resto si ipotizzano solo stillicidi in corrispondenza delle zone maggiormente fratturate e/o di faglia. L'unica opera che interessa con lo scavo le dolomie è il pozzo di carico/scarico del bacino di monte, che tuttavia è un'opera rivestita con rivestimento in c.a. in modo da evitare un eventuale drenaggio di acqua. In fase di costruzione, 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.

In conclusione, tenuto conto delle caratteristiche delle aree interessate dalle attività di scavo e delle misure di mitigazione che saranno adottate (si veda il paragrafo successivo), si ritiene che l'impatto associato sulla componente idrogeologia possa essere di **media entità**. Gli scavi in profondità saranno soggetti ad approfondimenti per definire meglio la fessurazione delle rocce scavate e quindi la loro permeabilità secondaria. La scarsa permeabilità delle arenarie in cui si sviluppano le gallerie, le caverne, il pozzo piezometrico ed il pozzo paratoia, riduce l'interferenza con i sistemi idrogeologici. In relazione all'opera di presa di monte ed alla discenderia, potrebbe verificarsi un'interferenza con le acque di falda superficiali solo nelle porzioni di scavo più superficiali in corrispondenza delle dolomie (Formazione di Dorgali).

4.1.24.1.2 Misure di Mitigazione

Negli stadi più avanzati della progettazione, verranno effettuati tutti gli opportuni approfondimenti al fine di definire tutte le soluzioni tecniche da adottare per ovviare alle potenziali interferenze tra le opere di progetto e l'assetto idrogeologico-strutturale dell'area.

In via preliminare si è ipotizzato di adottare le seguenti misure di mitigazione:

- ✓ durante le varie fasi di scavo saranno adottate idonee precauzioni in base alla natura dei litotipi attraversati (in particolare con riferimento agli scavi relativi per la realizzazione della condotta forzata e nell'area destinata alla realizzazione del Bacino di Monte);
- ✓ il pozzo verticale (condotta forzata) che collega l'opera di presa di monte con la centrale in caverna sarà rivestito in c.a. in modo da garantire l'impermeabilità del manufatto, essendo insieme alla discenderia l'unica opera scavata nelle dolomie; Inoltre la condotta forzata sarà rivestita con virole metalliche di spessore variabile, il che garantirà ulteriormente ogni possibile mixing fra le acque di falda e le acque dell'invaso di Nuraghe Arrubiu, utilizzate per il funzionamento dell'impianto di accumulo.
- ✓ ove localmente (principalmente in corrispondenza delle zone di faglia e/o di intensa fratturazione) si riscontrassero venute d'acqua significative nel corso degli scavi delle opere in sottterraneo si provvederà ad interventi di impermeabilizzazione puntuali mediante iniezioni cementizie, al fine di garantire il proseguo delle lavorazioni in assenza di acqua, sia per evitare il drenaggio localizzato della risorsa idrica;

4.1.24.2 Interazioni con i Flussi Idrici Sotterranei in Fase di Esercizio

Si evidenzia che in fase di esercizio non sono previste interazioni con le acque di falda. Eventuali aggettamenti di acque di drenaggio delle caverne (Centrale e sottostazione elettrica d'utenza) e delle opere sotterranee (i.e., gallerie, pozzo paratoie) sono previsti in quantitativi non significativi. Le acque saranno in ogni caso convogliate nel Lago Flumendosa.

4.1.24.3 Interferenze con Sorgente/Acquedotto

Come è possibile osservare nella seguente figura, i tracciati delle opere in sottterraneo (galleria idraulica e galleria cavi/ventilazione) dell'impianto di accumulo idroelettrico apparentemente sembrano intersecare l'acquedotto presente in corrispondenza della rottura di pendio dell'altopiano di Taccu Sa Pruna. In realtà, come mostrato nel dettaglio del profilo longitudinale delle opere di progetto, le gallerie idraulica e cavi/ventilazione saranno realizzate a circa 470 m di profondità rispetto all'acquedotto.

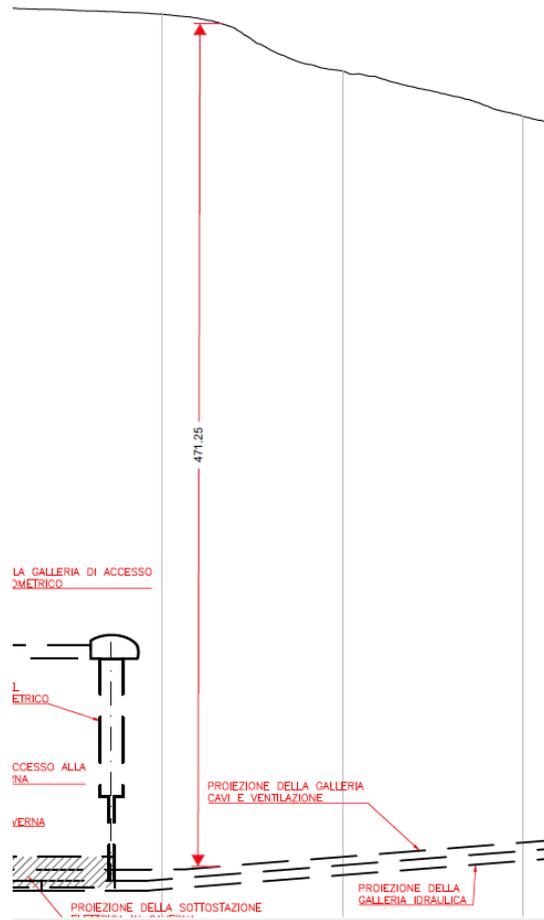


Figura 4.17: profilo Longitudinale della galleria idraulica e del pozzo piezometrico

Al contrario, potrebbe verificarsi un'interferenza con il suddetto acquedotto nell'ambito degli interventi di adeguamento del tratto di viabilità esistente (vedi la seguente Figura). Tuttavia, è utile ricordare che tali adeguamenti riguardano interventi di superficie, durante i quali si presterà particolare attenzione all'attraversamento di tale infrastruttura. Prima di eseguire una qualsivoglia attività sarà utilizzato anche una verifica del posizionamento delle tubature dell'acquedotto mediante l'uso di un cerca sottoservizi.

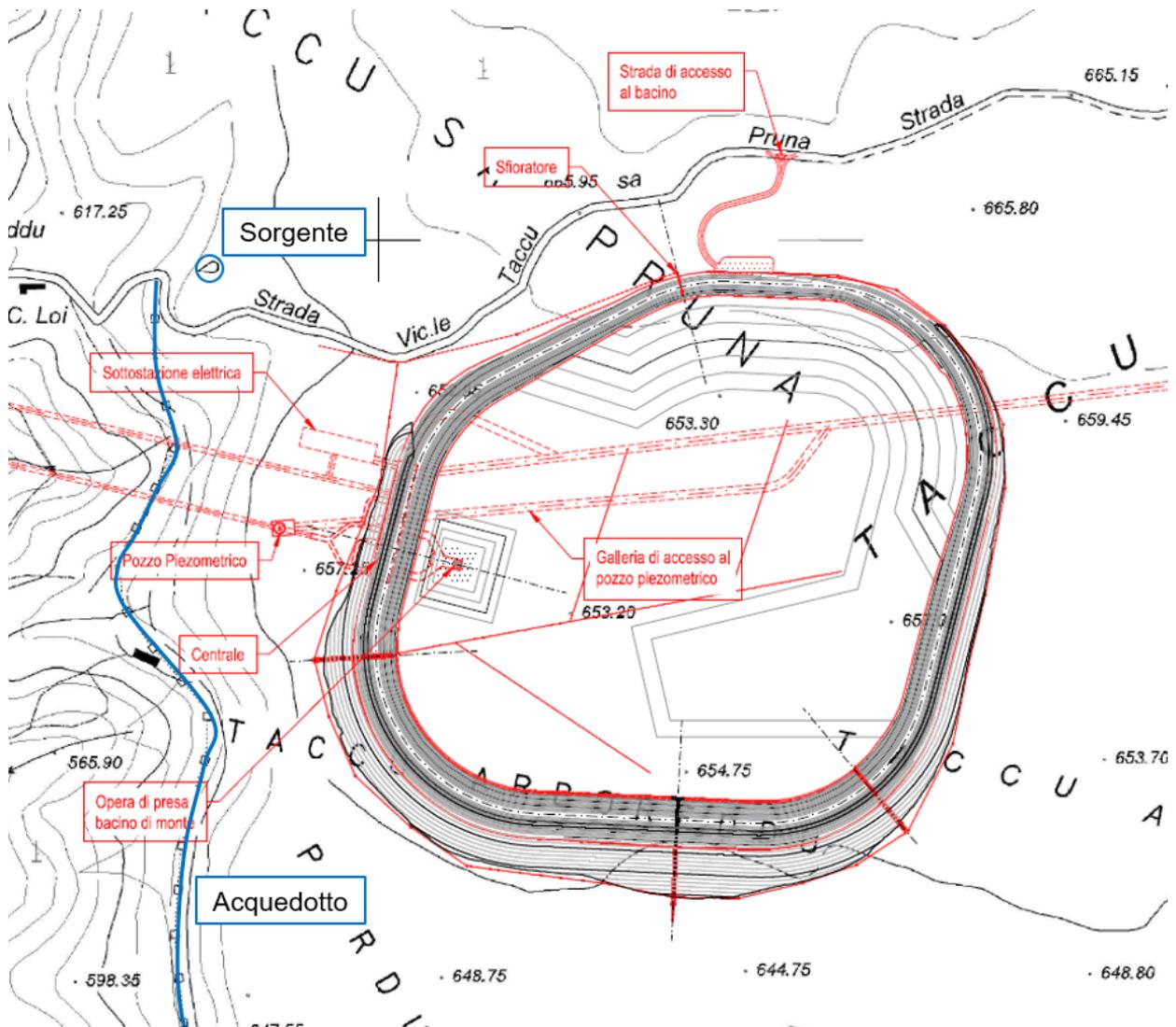


Figura 4.18: Localizzazione della Sorgente (cerchio blu) e dell’Acquedotto (linea blu) rispetto al layout di Progetto

Per quanto riguarda l’interferenza e la protezione da possibili contaminazioni della sorgente presente a lato della viabilità esistente, si evidenzia che le sorgenti presenti in zona sono disseminate lungo vari punti dell’altopiano, ma soprattutto lungo i bordi degli affioramenti dolomitici presso il contatto di base con le argille (si veda la seguente figura).

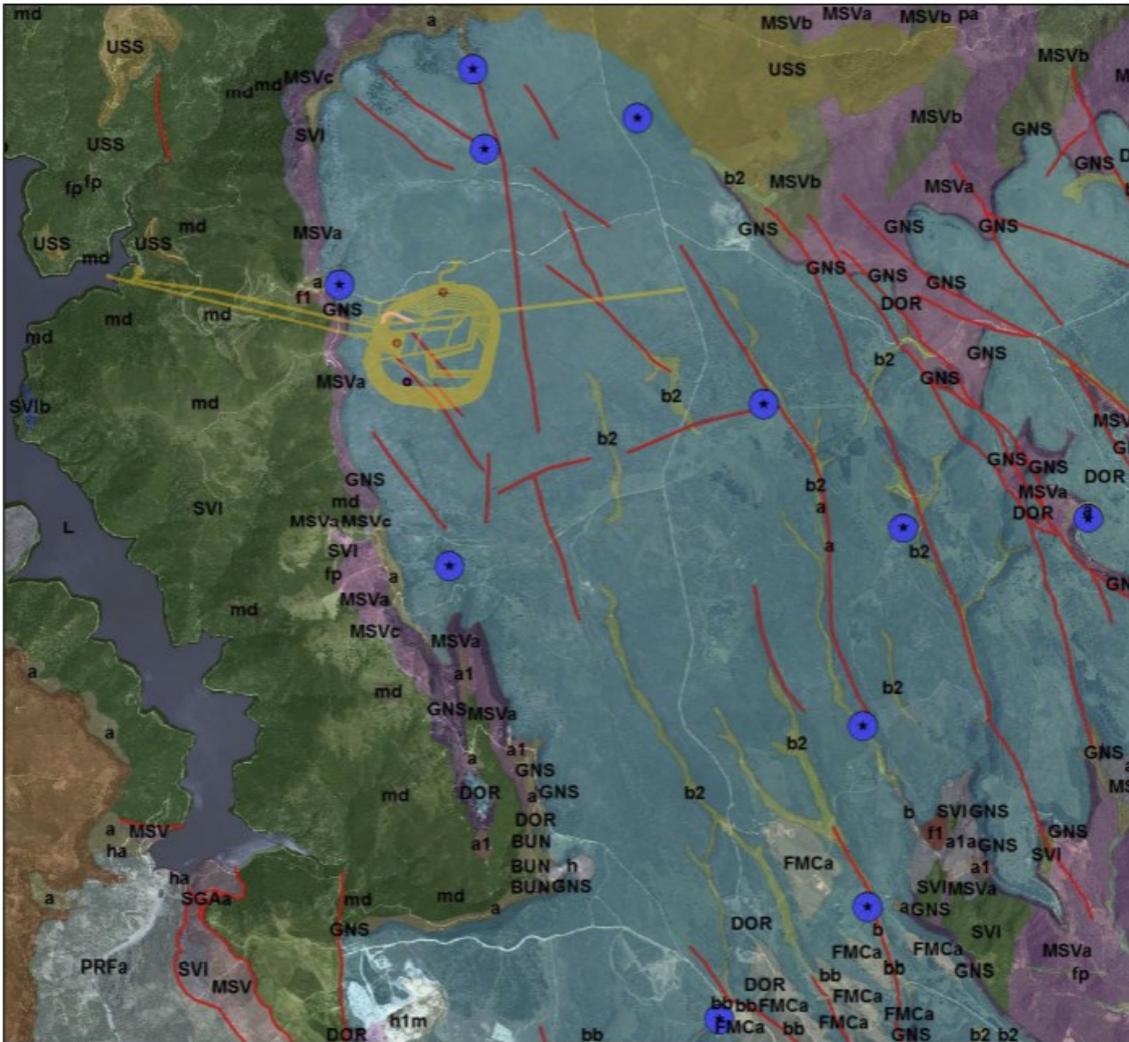


Figura 4.19: Distribuzione delle sorgenti (pallini blu con stella) nell’area di studio

Poiché la giacitura media delle dolomie pende verso i quadranti meridionali e orientali, i deflussi sotterranei entro queste rocce carbonatiche seguono queste direzioni e, pertanto, anche le sorgenti sono maggiormente diffuse in questi settori. Si tratta di sorgenti con portata modesta, ma con una certa durata stagionale che nell’altopiano assicurano i quantitativi necessari all’abbeveraggio del bestiame.

Il livello piezometrico misurato in zona bacino di monte (campagna di indagine di Dicembre 2021), indica la profondità di -1 metro da p.c. Al di sotto delle dolomie sono presenti argille e siltiti carboniose (con uno spessore medio di circa una decina di metri) presenti al di sopra di uno strato di circa 2-3 metri di conglomerati e arenarie ben cementati appartenenti alla Formazione di Genna Selole. Si tratta di una formazione tendenzialmente con bassissima permeabilità a causa dello spessore della natura delle litologie siltoso-argillose. Questa unità rappresenta quindi l’impermeabile relativo delle rocce dolomitiche sovrastanti.

In considerazione di quanto sopra e della profondità prevista per le opere di progetto, si ritiene che una potenziale interferenza con la falda possa occorrere nel corso della realizzazione del pozzo verticale che collega l’opera di presa del bacino di monte alla Centrale (circa 500 m di lunghezza) e con la realizzazione della discenderia. Tale opera sarà impermeabilizzata e non saranno possibili interferenze con la falda a meno della fase di scavo/cantiere, durante la quale saranno adottate tutte le opportune accortezze.

Al fine di verificare la corretta esecuzione dei lavori sarà previsto il monitoraggio della falda in corrispondenza dell’area di intervento.

5 BIODIVERSITÀ

- “5.1. Si richiede che vengano descritti e valutati gli impatti potenziali sulle comunità biologiche acquatiche e riparie del bacino di valle derivanti dal funzionamento del sistema di pompaggio con le frequenze massime previste e nelle diverse condizioni di riempimento del bacino di valle stesso in funzione del suo utilizzo attuale.
- 5.2. Si richiede di predisporre una tabella riassuntiva comprendente i dati di superficie delle aree utilizzate, suddivisa per tipologia di uso, definita secondo il terzo livello di Corine Land Cover, e per destinazione definitiva (occupazione temporanea in fase di cantiere o destinazione in via definitiva per la realizzazione del bacino di monte e delle opere connesse). Per le aree destinate a ripristino a fine cantiere, si richiede l’indicazione delle superfici destinate alle diverse tipologie di Opere a verde previste e di quelle destinate al ripristino ex ante, con ulteriore indicazione delle tipologie di uso del suolo oggetto di ripristino.
- 5.3. Approfondire le misure di mitigazione relative al nuovo elettrodotto aereo onde minimizzare il rischio di collisione e folgorazione dell’avifauna (inclusa quella migratrice e i chiroteri).
- 5.4. Approfondire come e quanto gli interventi dovuti al progetto impatteranno sulla flora e la fauna selvatica sia in fase di cantiere che in fase di esercizio considerando anche le potenziali variazioni microclimatiche legate alla presenza della massa d’acqua del nuovo bacino di valle.
- 5.5. Approfondire le misure di mitigazione su specie vegetali e faunistiche in fase di cantiere e di esercizio tenendo in considerazione la perdita e frammentazione del suolo.
- 5.6. Specificare le misure di mitigazione previste per ridurre la torbidità delle acque in corso d’opera; la probabilità che l’ittiofauna venga aspirata in fase di esercizio, minimizzando il rischio di risucchio degli esemplari più piccoli dalle bocche di presa ed il rischio di onda d’urto; il rischio di spiaggiamento, soprattutto degli avannotti, nelle aree soggette a cicli frequenti di asciugatura a causa delle fluttuazioni di livello attese in fase di esercizio; le perdite di habitat deposizionali e riproduttivi di specie, sia in corso d’opera che in fase di esercizio.
- 5.7. Specificare le misure di mitigazione previste per ridurre il rischio di introduzione e diffusione di specie vegetali e animali aliene a comportamento invasivo.”

5.1 IMPATTI SULLE COMUNITÀ BIOLOGICHE ACQUATICHE E RIPARIE DEL BACINO DI VALLE

L’esercizio dell’impianto di accumulo idroelettrico si basa sullo spostamento di volumi di acqua dal bacino valle a quello di monte (fase di pompaggio) e viceversa (fase di turbinaggio). L’acqua utilizzata, durante l’esercizio, non subirà alcuna modifica nella composizione chimica e nell’ossigenazione rispetto al suo stato originario. La risorsa, a livello quantitativo, è preservata a meno di perdite, considerate comunque trascurabili, dovute principalmente ad evaporazione e perdite del sistema.

Alla luce di quanto sopra riportato e in considerazione di quanto esposto al successivo Paragrafo 5.6, si ritiene pertanto che l’impatto potenziale sulle comunità biologiche acquatiche e riparie del bacino dell’invaso del Lago Flumendosa possa essere considerato trascurabile.

5.2 CORINE LAND COVER AREE TEMPORANEE E DEFINITIVE

5.2.1 Uso Suolo Regione Sardegna 2008

Con riferimento all’uso suolo delle aree direttamente interessate dalle opere a progetto è stata analizzata la cartografia regionale disponibile in forma di dati vettoriali sul geoportale della Regione Sardegna (Regione Sardegna, 2008) relativa all’uso del suolo e riferita all’aggiornamento al 2008 dell’Uso del Suolo 2003.

L’aggiornamento della carta relativa all’uso reale del suolo, suddivisa in classi di legenda (Corine Land Cover), per i poligoni delle aree rappresentate, contiene anche strati tematici lineari della viabilità e idrografia. La legenda, organizzata gerarchicamente secondo la classificazione di dettaglio delle cinque categorie CORINE Land Cover fino a 5 livelli, rispetto alla versione precedente del 2003 ha subito alcune variazioni. Per la realizzazione dell’aggiornamento dell’uso del suolo della Regione Autonoma Sardegna, attraverso la fotointerpretazione, sono state utilizzate: ortofoto AGEA 2003, Ortofoto 2004, immagini Ikonos 2005-06, immagini Landsat 2003, immagini Aster 2004, oltre a materiali ausiliari CTRN10k, DBPrior 10k e altri, con sopralluoghi su 4000 punti distribuiti sul territorio. La scala di riferimento 1:25.000, l’unità minima cartografata 0.5 ettari all’interno dell’area urbana e 0.75 ettari nell’area extra urbana.

Le diverse destinazioni d'uso sono distinte in cinque classi:

- ✓ Superfici artificiali (infrastrutture, reti di comunicazione, insediamenti antropici, aree verdi urbane);
- ✓ Superfici agricole utilizzate (seminativi, vigneti, oliveti, frutteti, etc.);
- ✓ Territori boscati e ambienti semi-naturali (presenza di boschi, aree a pascolo naturale, vari tipi di vegetazione, spiagge, dune e sabbie);
- ✓ Zone umide;
- ✓ Corpi idrici.

La seguente Figura riporta le tipologie di uso suolo caratterizzanti il territorio interessato dalle opere di progetto (e relative aree di cantiere) per l'impianto di accumulo idroelettrico (in Figura sono rappresentate, per completezza, anche le opere sotterranee, per le quali tuttavia non è previsto consumo di suolo).

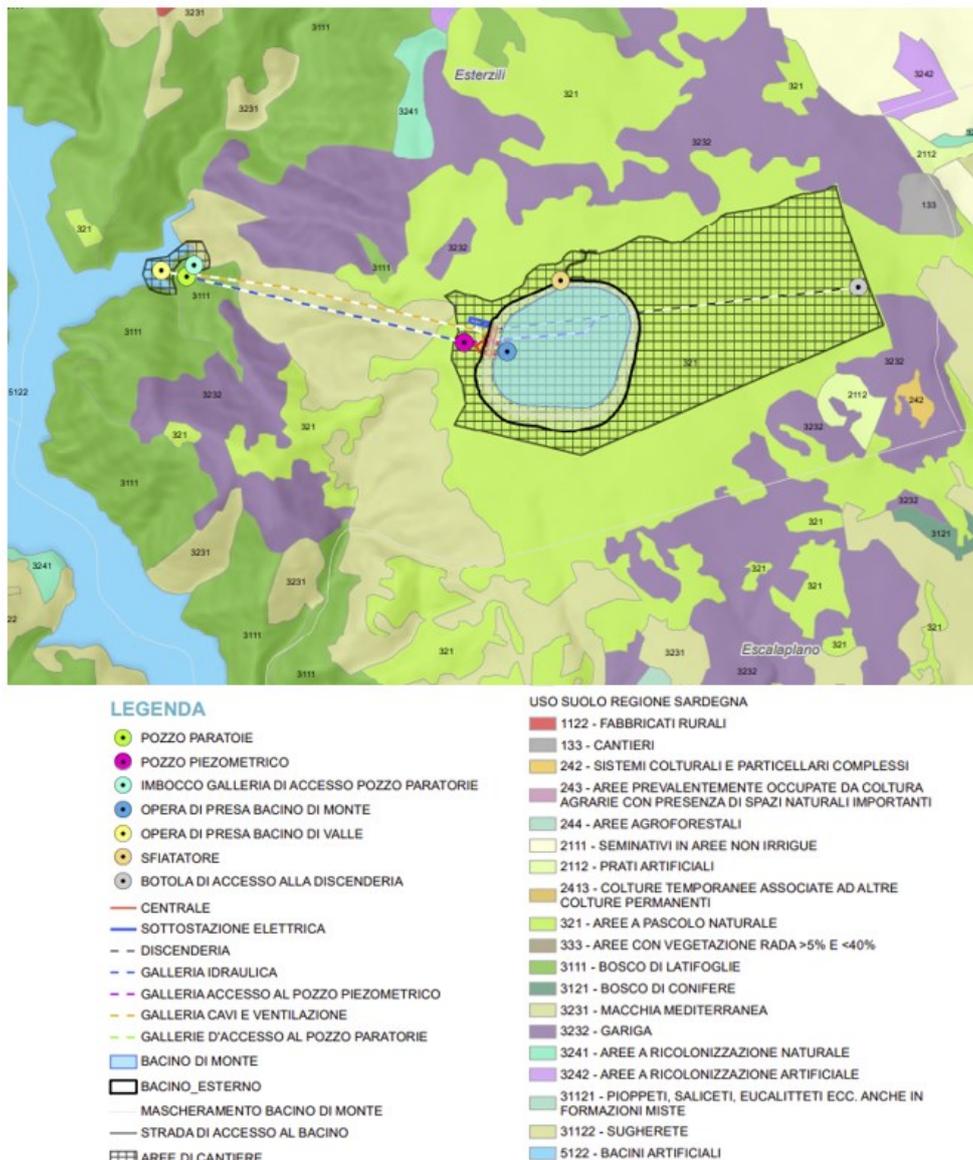


Figura 5.1: Stralcio della Carta dell'Uso Suolo

Dall'analisi della Figura risulta, nel complesso, un terreno naturale non sfruttato a livello agricolo ma solo a pascolo.

Più in particolare, nell’area dell’altopiano si trovano aree classificate come “aree a pascolo naturale” (codifica corine 321) e “gariga” (codifica corine 3232). Nel versante che degrada verso il Lago Flumendosa si trova “macchia mediterranea” (codifica corine 3231), “gariga” (codifica corine 3232). Nelle aree più prossime al Lago sono presenti anche aree classificate come “boschi di latifoglie” (codifica corine 3111).

Nelle seguenti tabelle sono riportate nel dettaglio le superfici interessate sia in fase di cantiere, sia in fase di esercizio.

Tabella 5.1: Occupazione/Limitazioni Temporanee di Suolo Fase di Cantiere

Area	Durata Attività solare [mesi]	Dimensioni [m ²]	Uso Suolo
Area di Monte	79	~ 1,670,000	Aree a pascolo naturale (Codice 321)
		~ 1,000	Macchia mediterranea (Codice 3231)
Area di Valle	54.5	~ 22,000	Bacini artificiali (Codice 5122)
		~ 11,000	Bosco di Latifoglie (Codice 3111)
		~ 8,000	Macchia mediterranea (Codice 3231)

Tabella 5.2: Occupazione/Limitazioni Permanenti di Suolo Fase di Esercizio

Area	Dimensioni [m ²]	Uso Suolo	Note
Opera di presa e restituzione dell’Invaso Flumendosa	~ 340	Bacini artificiali (Codice 5122)	Opera completamente sommersa
Imbocco Galleria accesso al pozzo paratoie	~ 700	Bosco di Latifoglie (Codice 3111)	Opera di accesso alle gallerie
Bacino di monte	~ 326,100	Aree a pascolo naturale (Codice 321)	superficie liquida alla quota di massimo invaso
Botola di accesso alla Discenderia	~ 535	Aree a pascolo naturale (Codice 321)	superficie liquida alla quota di massimo invaso

Nella seguente tabella si riporta il totale per ciascuna categoria di uso suolo interessata, occupata in fase di cantiere e di esercizio.

Tabella 5.3: Occupazione/Limitazioni Temporanee e Permanenti di Suolo per Categoria di Uso del Suolo

Uso Suolo	Superficie in fase di Cantiere [m ²]	Superficie in fase di Esercizio [m ²]
Bosco di Latifoglie (Codice 3111)	~ 11,000	~ 700
Aree a Pascolo Naturale (Codice 321)	~ 1,670,000	~ 326,635
Macchia Mediterranea (Codice 3231)	~ 9,000	-
Bacini artificiali (Codice 5122)	~ 22,000	~ 340 (sommersa)

Con riferimento alle superfici oggetto di ripristino, si evidenzia che saranno riportate allo stato antecedente l’inizio dei lavori.

Si rimanda, infine, al Capitolo 11 per maggiori dettagli in merito ai ripristini ed alle misure di compensazione previste nell’area di intervento.

5.2.2 Corine Land Cover

Nella seguente Figura vengono rappresentati gli usi suolo al terzo livello del Corine Land Cover 2018 disponibili sul sito web SINAnet (<https://www.isprambiente.gov.it/it/attivita/suolo-e-territorio/suolo/copertura-del-suolo/corine-land-cover>).

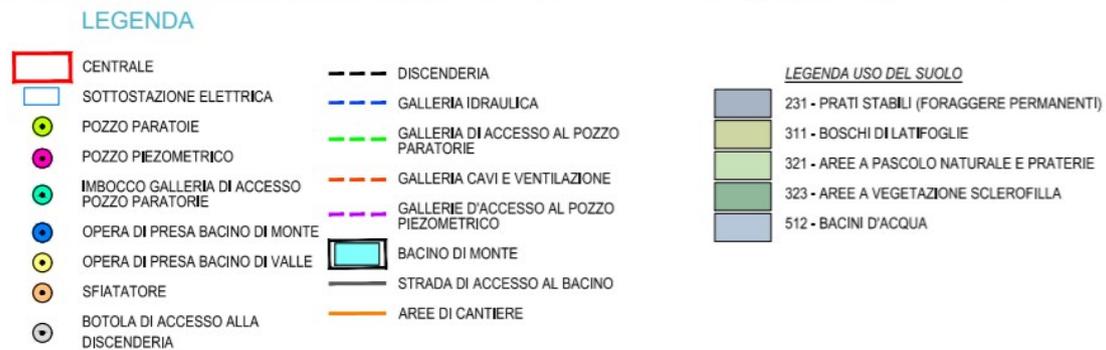


Figura 5.2: Uso Suolo Corine Land Cover 2018 (sito web SINAnet)

Come richiesto si riportano nelle seguenti tabelle le aree occupate in fase di cantiere e in fase di esercizio suddivise per tipologia di uso suolo interessate.

Tabella 5.4: Occupazione/Limitazioni Temporanee di Suolo Fase di Cantiere

Area	Durata Attività solare [mesi]	Dimensioni [m ²]	Uso Suolo CLC 2018
Area di Monte	79	1,666,230	aree a pascolo naturale (Codice 321)
		4,770	aree a vegetazione sclerofilla (Codice 323)
Area di Valle	54.5	11,925	aree a vegetazione sclerofilla (Codice 323)

Area	Durata Attività solare [mesi]	Dimensioni [m ²]	Uso Suolo CLC 2018
		18,465	bacini d'acqua (codice 512)
		10,610	boschi di latifoglie (codice 311)

Tabella 5.5: Occupazione/Limitazioni Permanenti di Suolo Fase di Esercizio

Area	Dimensioni [m ²]	Uso Suolo CLC 2018	Note
Opera di presa e restituzione dell'Invaso Flumendosa	~ 340	bacini d'acqua (codice 512)	Opera completamente sommersa
Imbocco Galleria accesso al pozzo paratoie	~ 700	boschi di latifoglie (codice 311) aree a vegetazione sclerofilla (Codice 323)	Opera di accesso alle gallerie
Bacino di monte	~ 326,100	aree a pascolo naturale (Codice 321)	superficie liquida alla quota di massimo invaso
Botola di accesso alla Discenderia	~ 535	aree a pascolo naturale (Codice 321)	superficie liquida alla quota di massimo invaso

Nella seguente tabella si riporta il totale per ciascuna categoria di uso suolo interessata, occupata in fase di cantiere e di esercizio.

Tabella 5.6: Occupazione/Limitazioni Temporanee e Permanenti di Suolo per Categoria di Uso del Suolo

Uso Suolo	Superficie in fase di Cantiere [m ²]	Superficie in fase di Esercizio [m ²]
Bosco di Latifoglie (Codice 311)	10,610	~ 700
Aree a Pascolo Naturale (Codice 321)	1,666,230	~ 326,635
aree a vegetazione sclerofilla (Codice 323)	16,695	-
Bacini d'acqua (Codice 512)	18,465	~ 340 (sommersa)

5.3 MISURE DI MITIGAZIONE RISCHIO COLLISIONE E FOLGORAZIONE AVIFAUNA E CHIROTTERI

Il dettaglio delle misure di mitigazione selezionate per ridurre il rischio di collisione e folgorazione dell'avifauna associato all'elettrodotto aereo in progetto è riportato all'interno dell'Allegato C– Integrazione Monitoraggio biodiversità al doc. P0030780-1-H8.

5.4 IMPATTI SU FLORA E FAUNA SELVATICA PER PRESENZA NUOVO BACINO

Le potenziali interazioni con la flora e la fauna selvatica, legate alla presenza del nuovo bacino di monte, possono essere così riassunte:

- ✓ modifiche al microclima locale (Bacino di Monte),
- ✓ attività di adduzione/restituzione delle acque fra i bacini, che comporta oscillazione del livello idrico,
- ✓ limitazioni/perdita d'uso del suolo (opere di superficie).

Non sono state valutate:

- ✓ le emissioni sonore in fase di esercizio, in quanto la localizzazione delle sorgenti sonore in caverna (oltre 400 m di profondità dal piano campagna) consente di ritenerle assenti o comunque del tutto trascurabili;
- ✓ le emissioni sonore e di inquinanti da traffico indotto in fase di esercizio in quanto legato ad attività di manutenzione e pertanto valutato di scarsa entità.

Con riferimento alle aree naturali tutelate presenti nell'intorno dell'area di progetto, si evidenzia che il progetto dell'impianto di accumulo idroelettrico non interessa in maniera diretta alcuna di queste aree e in particolare:

- ✓ la ZSC-ZPS ITB021103 “*Monti del Gennargentu*”, risulta ubicata ad una distanza minima di circa 13.3 km a Nord dell'area di intervento;
- ✓ l'IBA181 “*Golfo di Orosei, Supramonte e Gennargentu*”, si trova ad una distanza minima di circa 13.3 km a Nord dell'area di intervento;
- ✓ l'area protetta del “*Parco Nazionale del Golfo di Orosei e Gennargentu*” (EUAP 0944) risulta posta ad una distanza di circa 13.5 km a nord dell'area di intervento. All'interno del parco nazionale sono contenute le due aree Naturali protette regionali rappresentate dal “*Monumento naturale Texile di Aritzo*” (EUAP0468) a NW, e il “*Monumento naturale Perda 'e Liana*” (EUAP0462).

Si evidenzia ad ogni modo che, in virtù delle distanze in gioco, le valutazioni riportate nello Studio di Impatto Ambientale hanno escluso interazioni significative nei confronti della flora e della fauna selvatica potenzialmente presente in tali aree tutelate.

Con particolare riferimento alle potenziali variazioni microclimatiche legate alla presenza della massa d'acqua del nuovo bacino di monte, in fase di esercizio, di seguito si riportano alcune valutazioni.

Si rimanda, inoltre ai successivi Paragrafi 5.5 e 5.6, in merito alle misure di mitigazione per le specie vegetazionali e faunistiche e in particolare per l'ittiofauna.

5.4.1 Disturbi ad Habitat, Fauna e Vegetazione connessi alle Emissioni Sonore, di Inquinanti e di Polveri da Mezzi e Macchinari (Fase di Cantiere)

Durante le attività di costruzione il funzionamento di macchinari di varia natura, impiegati per le varie lavorazioni di cantiere e per il trasporto dei materiali, genererà sia emissioni di polveri e inquinanti che emissioni acustiche.

Come sarà descritto nei successivi Paragrafi, l'alterazione della qualità dell'aria e del clima acustico legata all'esercizio dei cantieri sarà potenzialmente causa di disturbi alla fauna e alla vegetazione di entità variabile a seconda della distanza, delle attività e dei mezzi in funzione.

Per quanto riguarda il rumore, relativamente alle specie animali, è possibile individuare cautelativamente una soglia di circa 60 dB per il verificarsi di azioni di attenzione o di fuga da parte di specie animali. Secondo le stime cautelative effettuate in base alla configurazione dei cantieri riportata al precedente Capitolo 4, tali valori si esauriscono entro i 400 m di distanza dalle aree di cantiere.

Per quanto riguarda i disturbi alla vegetazione, si evidenzia come le ricadute di inquinanti e polveri in fase di cantiere tendono ad esaurirsi prevalentemente all'interno delle stesse aree di cantiere o nelle immediate vicinanze. Anche le simulazioni condotte con riferimento alla Fabbrica Virole ed agli impianti di betonaggio hanno mostrato ricadute del tutto trascurabili.

In considerazione di quanto sopra, e dell'assenza comunque di aree tutelate, nonostante la durata estesa delle attività (circa 82 mesi), in generale si ritiene che l'impatto sulla componente possa essere valutato di bassa entità.

Altre caratteristiche dell'impatto sono le seguenti: reversibile, a medio termine, a scala locale.

5.4.2 Alterazione di Habitat ed Ecosistemi connessi a Modifiche al Microclima per la presenza del Nuovo Bacino di Monte

La realizzazione dell'invaso del bacino di monte potrebbe determinare variazioni locali del microclima.

La creazione di invasi artificiali, difatti, produce effetti sul microclima, di entità variabile a seconda delle condizioni preesistenti e delle dimensioni dell'accumulo, principalmente a causa dell'aumento di umidità a scala locale (evaporazione) e a causa delle proprietà di termoregolazione delle masse d'acqua. In letteratura sono documentati i cambiamenti nella frequenza delle nebbie e lievi variazioni delle temperature in prossimità delle masse d'acqua.

Si evidenzia che il bacino avrà un volume utile di regolazione di circa 3,000,000 m³ e una superficie dello specchio acqueo alla quota di massima regolazione pari a circa 33 ettari. Il bacino si inserisce, ad ogni modo, in un contesto

già caratterizzato dalla presenza, a meno di 2 km, dell'invaso del Flumendosa, avente un volume utile di regolazione pari a circa 262,000,000 m³, per una superficie dello specchio liquido alla quota di massima regolazione pari a oltre 8 km².

Un eventuale aumento dell'umidità a scala locale, comunque di entità contenuta, potrà comportare un'alterazione delle condizioni ambientali nell'ambito di una fascia limitata intorno all'invaso, per cui tuttavia non sono attese interferenze sulle associazioni vegetali presenti nelle vicinanze.

Nello specifico, le perdite per evaporazione annuale del bacino di monte, prendendo in considerazione il risultato più cautelativo delle stime progettuali riportate nella Relazione Idraulica allegata al Progetto Doc. No. 1351-A-FN-R-05-1 (considerando la superficie del bacino di valle alla massima regolazione per tutto l'anno), sono state stimate fino ad un massimo di circa 579,000 m³/anno (pari a 18.4 l/s).

Il bacino sarà inoltre totalmente impermeabilizzato e non si prevedono in fase esercizio variazioni nel grado di idratazione dei terreni circostanti all'invaso.

Si evidenzia, infine, che l'impianto in progetto avrà dei cicli di funzionamento a cadenza indicativamente giornaliera, per cui non si prevede che il bacino di monte sia sempre pieno.

Sulla base di quanto sopra, si ritiene che l'impatto potenziale sulla componente, sia di entità trascurabile e avrà un'estensione comunque limitata (scala locale) e lunga durata (legata alla durata di vita dell'impianto) o durata permanente (nel caso il bacino dovesse rimanere anche in seguito alla dismissione dell'impianto, ma con altra funzione).

5.4.2.1 Alterazione di Habitat ed Ecosistemi connessi all'Attività di Adduzione/Restituzione delle Acque dell'Invaso Flumendosa (Fase di Esercizio)

L'esercizio dell'impianto di accumulo idroelettrico si basa sullo spostamento di volumi di acqua dal bacino valle a quello di monte (fase di pompaggio) e viceversa (fase di turbinaggio). L'acqua utilizzata, durante l'esercizio, non subirà alcuna modifica nella composizione chimica e nell'ossigenazione rispetto al suo stato originario. La risorsa, a livello quantitativo, è preservata a meno di perdite, considerate comunque trascurabili, dovute principalmente ad evaporazione e perdite del sistema.

Alla luce di quanto sopra riportato e in considerazione di quanto esposto al successivo Paragrafo 5.6, si ritiene pertanto che l'impatto potenziale sulle comunità biologiche acquatiche e riparie del bacino dell'invaso del Lago Flumendosa possa essere considerato trascurabile.

5.5 MISURE DI MITIGAZIONE PER SPECIE VEGETALI E FAUNISTICHE

Il progetto dell'impianto di accumulo idroelettrico non avrà alcuna interferenza diretta con le aree naturali tutelate e pertanto non vi sarà alcuna perdita, né frammentazione di habitat in tali aree.

In particolare, in fase di cantiere, il progetto comporterà la sottrazione di circa 2 ha totali di aree boscate, oltre a circa 0.9 ha di macchia mediterranea e 1.1 ha di boschi di latifoglie, che al termine degli interventi si ridurranno sostanzialmente all'occupazione legata all'imbocco alle gallerie di accesso al pozzo paratoie (circa 700 m² in area interessata da bosco di latifoglie) e la maggior parte delle restanti aree saranno ripristinate.

Si evidenzia, comunque che, le superfici di tali aree rappresentano una percentuale contenuta rispetto alla presenza delle stesse categorie di suolo presenti nell'area vasta.

In fase di esercizio, con riferimento al bacino di monte, si ritiene che il posizionamento in aree a pascolo naturale non comporti un effetto di frammentazione del suolo, sebbene l'intervento stesso comporterà una sottrazione di suolo di circa 33 ha.

Al termine della fase di cantiere, i normali ripristini previsti nelle aree di cantiere non interessate in maniera permanente dalle opere in progetto, consentiranno di ridurre notevolmente le perdite: le aree saranno riconsegnate agli usi pregressi e saranno ripristinate con il fine di ristabilire i caratteri morfo-vegetazionali preesistenti in continuità con il paesaggio circostante. 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.

Sono inoltre stati proposti alcuni interventi specifici che consentiranno il recupero di aree boscate e in generale il recupero di aree naturali, quali:

- ✓ inverdimento delle scarpate del bacino di monte al fine di garantire una ottimale riconnessione dell'opera con il contesto circostante;

- ✓ ripiantumazione in altro sito degli esemplari di pregio della vegetazione esistente presenti nelle aree di cantiere e nell'area dove sorgerà il bacino di monte, previa opportune verifiche di stabilità e fattibilità, al fine di tutelare il sistema della Gariga e favorirne la rigogliosa proliferazione, integrando questo sistema anche con nuovi esemplari di vegetazione arbustiva/erbacea. Saranno lasciati liberi da interventi di piantumazione i principali corridoi faunistici esistenti al fine di mantenere l'importante funzione sociale che questa porzione territoriale ricopre attraverso la fiorente attività di pascolo. Queste azioni di ricucitura della macchia arbustiva verso il bacino di monte non ostacolano le attività dell'impianto ma favoriscono un passaggio graduale dall'area dove è localizzato il bacino verso gli ambiti più incontaminati;
- ✓ attuazione di misure generali atte a evitare il danneggiamento della vegetazione esistente e la possibile introduzione di specie alloctone invasive, soprattutto durante le operazioni di cantiere, in particolare mediante un attento controllo della qualità dei materiali introdotti (materiale vegetale, terre, substrati, etc.) oltre che attraverso opportuni accorgimenti a carico del personale operante in cantiere;
- ✓ è stata, inoltre, valutata la ripiantumazione con vegetazione autoctona di due aree, di estensione pari a circa 400.000 m², danneggiate da fenomeni di incendio tra il 2007 e il 2019 e localizzate in prossimità del nuovo impianto, al fine di favorire il ripristino di ambiti arbustivi a macchia mediterranea.
- ✓ laddove possibile, inserimento di nuova vegetazione arbustiva lungo strade ed in prossimità delle aree di cantiere con lo scopo di schermare polveri e rumorosità, contribuendo al ripristino della continuità ecologica e paesaggistica del territorio attraversato e interessato, e garantendo così riparo anche alla fauna;
- ✓ mantenimento di passaggi faunistici per garantire il pascolo agli animali e attenuare l'effetto barriera determinato dalle strade di cantiere.

Per quanto riguarda le specie faunistiche, al fine di contenere i potenziali disturbi legati alle fasi di cantiere, si prevede di:

- ✓ utilizzare macchine operatrici ed autoveicoli omologati CE per ridurre le emissioni acustiche ed in atmosfera;
- ✓ effettuare una frequente manutenzione metodica delle macchine operatrici, in quanto è noto che la pulizia dei motori, oltre a migliorarne il funzionamento, ne diminuisce le emissioni;
- ✓ effettuare regolare bagnatura dei cumuli di materiale (in alternativa, per il risparmio della risorsa idrica, effettuare copertura con teli) e delle aree di cantiere e delle gomme degli automezzi, accorgimento da mettere in atto per limitare il disturbo dovuto al sollevamento delle polveri;
- ✓ ridurre la velocità di transito dei mezzi, al fine di ridurre le emissioni sonore, di inquinanti in atmosfera e la possibilità di collisione con specie animali;
- ✓ contenere le zone illuminate al minimo indispensabile;
- ✓ evitare l'abbagliamento e la dispersione dell'illuminazione esternamente alle aree di cantiere, nel rispetto dei requisiti di sicurezza per il personale operativo, con fasci luminosi comunque rivolti verso il basso;
- ✓ delimitare le aree carrabili, strade e spazi di manovra, con reti di protezione di altezza pari a circa 1 metro per impedire alla fauna, di grande, media o piccola taglia, l'attraversamento in superficie e limitare il rischio di collisione guidando gli animali verso punti di attraversamento sicuri;
- ✓ limitare l'effetto barriera determinato dalle strade di cantiere, cercando di ricucire il tessuto interrotto attraverso la creazione di passaggi faunistici (dove la morfologia della strada lo permette), come sottopassi per animali di piccole o medie dimensioni che permettono l'attraversamento di elementi lineari come strade carrabili senza incontrare pericoli. Tali attraversamenti dovranno essere realizzati con tubi di diametro adeguato (non inferiore agli 80 cm) posti sotto la strada e alla quota del terreno; nel caso questa soluzione non risulti possibile le strade saranno delimitate solo con reti di protezione come al punto precedente.

Si precisa che in fase di esercizio gli impatti sulla flora e la fauna sono stati ritenuti trascurabili e pertanto non sono state previste misure di mitigazione in tale fase.

5.6 MISURE DI MITIGAZIONE PER L'ITTIOFAUNA

5.6.1 Torbidità delle Acque

Al fine di ridurre la torbidità delle acque del bacino di valle (Flumendosa), durante le fasi di scavo per la realizzazione dell'opera di presa, ubicata sul fondo del bacino, è stata prevista l'adozione di opportune misure cautelative.

In particolare, si evidenzia che gli scavi saranno realizzati entro un'area confinata all'interno di paratie appositamente realizzate.

Nonostante siano previsti scavi in subacqueo, si ritiene che i fenomeni di torbidità saranno limitati all'area di intervento e non comporteranno effetti sul resto del bacino.

Una volta terminati gli scavi, sono previste le seguenti attività:

- ✓ realizzazione di un solettone di fondo in c.a. 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;
- ✓ posa internamente allo scavo dei casseri ed impiegando le paratie precedentemente realizzate come controcassero, realizzazione con getto in subacqueo delle pareti in c.a. dell'opera. Tali pareti avranno lo scopo di garantire la tenuta idraulica durante il successivo aggotamento dell'acqua contenuta all'interno dell'opera. Le pareti gettate in questa fase coincidono nel tratto di monte con quelle dell'opera di rilascio, mentre per il tratto di valle sono pareti provvisorie che saranno demolite a fine lavori;
- ✓ realizzazione getto della soletta di copertura dell'opera di scarico/aspirazione e avvio della 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;
- ✓ chiusura delle paratoie del pozzo paratoie e viene demolita la parete frontale dell'opera di presa. Dopodiché, l'invaso può tornare in condizioni di normale esercizio.

Si è inoltre tenuto conto della propagazione delle polveri generate dalla movimentazione di terre, le quali a loro volta possono essere causa di intorbidimento delle acque in seguito a rideposizione. A tale scopo:

- ✓ i cassoni dei camion saranno coperti con appositi teli impermeabili, mentre i mezzi che movimentano terra o materiale polverulento in prossimità dei corpi idrici saranno dotati di dispositivi di contenimento delle polveri;
- ✓ operazioni di bagnatura delle piste di cantiere saranno previste con frequenza da adattare in funzione delle condizioni operative e meteorologiche al fine di garantire un tasso ottimale di umidità del terreno;
- ✓ i depositi di materiale sciolto in cumuli caratterizzati da frequente movimentazione, in caso di vento, saranno protetti da barriere e umidificati, mentre i depositi con scarsa movimentazione saranno protetti mediante coperture, quali teli e stuoie;
- ✓ la velocità di transito dei mezzi all'interno delle aree di cantiere in prossimità dei corpi idrici e in particolare lungo i percorsi sterrati sarà ulteriormente limitata (ad esempio con valori massimi non superiori a 20/30 km/h).

5.6.2 Aspirazione Ittiofauna

L'Impianto di Accumulo Idroelettrico mediante Pompaggio ad Alta Flessibilità di Taccu sa Pruna è stato progettato al fine di garantire una velocità di aspirazione dall'opera di presa del Bacino Flumendosa, molto contenuta (<1 m/s). In considerazione di ciò, non si prevede che le velocità in gioco siano in grado di poter risucchiare la fauna ittica (anche considerando gli esemplari più piccoli) all'interno delle vie d'acqua.

Sull'imbocco dell'opera di presa è inoltre prevista l'applicazione di una griglia metallica utile ad evitare l'ingresso nelle vie d'acqua di materiale solido (tra cui anche la fauna ittica) che potrebbe danneggiare le macchine idrauliche.

L'imbocco è realizzato tramite una sezione rettangolare larga 13 m ed alta 8 m. Tali dimensioni permettono, nel caso in cui transiti la portata massima di progetto di 96.5 m³/s, di produrre velocità inferiori a 1 m/s. Tale velocità andrà quindi diminuendo progressivamente, con l'allontanarsi dall'opera di presa.

Si evidenzia, inoltre, che l'avvio dell'impianto, sia in generazione che in pompaggio, non è istantaneo ma avviene gradualmente. In particolare, in base ai dati indicati da Fisher et al. (2012)², ci si attende che la portata prelevata dall'impianto passi da 0 m³/s alla portata massima di progetto di 96.5 m³/s in circa 90 s (fase di generazione), e che la portata restituita dall'impianto al lago passi da 0 m³/s a 96.5 m³/s in un tempo di circa 85 s. L'arresto dell'impianto, ossia l'annullamento della portata prelevata od immessa nel lago Flumendosa, avviene in tempi più rapidi, stimati in circa 15 s. Non si ritiene che tali eventi possano essere in grado di generare onde d'urto di entità tale da essere percepite dalla fauna ittica.

² Fisher, R.K., J. Koutnik, L. Meier, V. Loose, K. Engels, and T. Beyer, "A Comparison of Advanced Pumped Storage Equipment Drivers in the US and Europe," HydroVision International, 2012

5.6.3 Spiaggiamento Avannotti

In assenza di rilievi batimetrici dell'invaso, si è fatto riferimento al Foglio di Condizioni della diga di Nuraghe Arrubiu, riportato nella seguente figura.

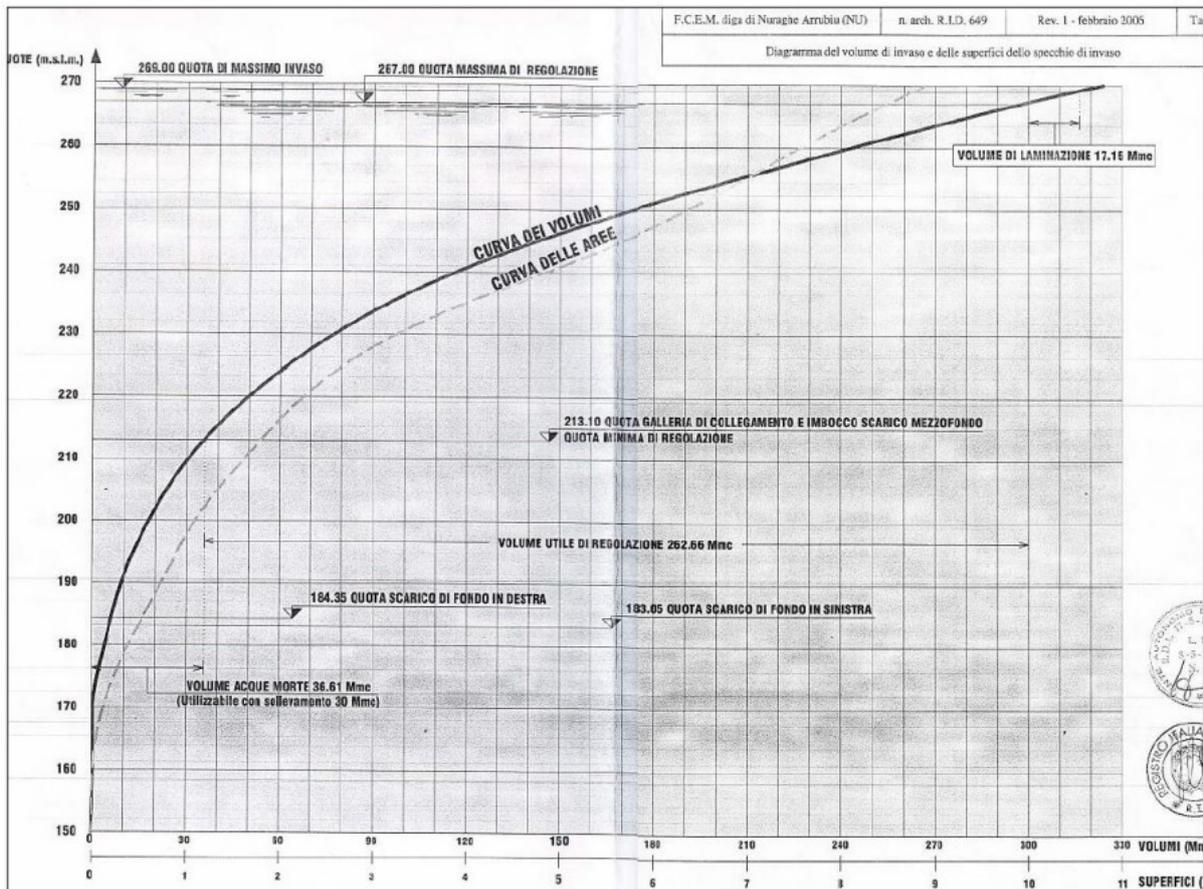


Figura 5.3: Diagramma del Volume di Invaso e delle Superfici dello Specchio d’Invaso del Bacino di Nuraghe Arrubiu

Secondo tale diagramma, l’esercizio dell’impianto potrà comportare, indicativamente, le seguenti variazioni del livello idrico:

- ✓ ad invaso pieno (volume di 316,420,000 m³): abbassamento < 6 cm;
- ✓ ad invaso alla quota minima per il funzionamento dell’impianto in generazione (127,000,000 m³): abbassamento di circa 4 cm.

Considerando la condizione più sfavorevole (invaso alla quota minima di esercizio), la suddetta variazione del livello idrico (massimo 6 cm), avrebbe luogo in 8.5 ore (tempo necessario per riempire il bacino di monte con pompaggio a massima potenza), pertanto ad una velocità media di circa 7 mm/h.

Si ritiene che una variazione del livello idrico a tale velocità non sia in grado di causare lo spiaggiamento della fauna ittica e degli eventuali avannotti presenti.

Inoltre, considerando che lo spiaggiamento degli avannotti è possibile solamente in presenza di sponde del bacino a bassa pendenza (come dice il termine, paragonabile ad una spiaggia), nel caso dell’invaso di Nuraghe Arrubiu, dove i fianchi del bacino sono molto acclivi (vedi seguente Figura) questo fenomeno non può verificarsi.



5.6.4 Perdita Habitat Deposizionali e Riproduttivi

Come evidenziato nei precedenti Paragrafi, sia in corso d'opera, sia in fase d'esercizio, le variazioni del livello idrico dell'Invaso Flumendosa saranno contenute e comunque all'interno della più ampia escursione del livello idrico già attualmente consentita al gestore della diga di Nuraghe Arrubiu. In questo senso, si ritiene che sia la costruzione dell'impianto che il suo futuro esercizio non inducano alcuna perdita di habitat deposizionale e riproduttivo di specie aggiuntiva, al di fuori dell'area associata all'opera di presa.

Si ricorda infatti che attualmente la quota di minima regolazione è pari a 213.1 m s.l.m, mentre la quota minima prevista in fase di cantiere per la realizzazione dell'opera di presa è pari a 242 m s.l.m. (come indicato nella "Relazione di cantiere generale").

L'abbassamento del livello in fase di cantiere avrà, ad ogni modo, una durata limitata alle operazioni di realizzazione dell'opera e potrà essere programmato in un periodo già caratterizzato da livello basso di riempimento del lago.

5.7 SPECIE VEGETALI E ANIMALI ALIENE A COMPORTAMENTO INVASIVO

Per quanto riguarda le misure di mitigazione previste per ridurre il rischio di introduzione e diffusione di specie vegetali e animali aliene, a comportamento invasivo, si evidenzia, innanzitutto, che l'impianto in progetto, una volta realizzato, avrà un funzionamento in ciclo chiuso, attraverso la circolazione delle acque già disponibili presso l'esistente bacino Flumendosa, da e verso il bacino di monte, un bacino artificiale di nuova realizzazione.

Non sono pertanto previsti apporti di altre acque, dai quali si potrebbe originare l'introduzione di nuove specie, né si prevede che il bacino Flumendosa sia messo in comunicazione con altro bacino esistente, creando una possibile via di diffusione di eventuali specie aliene.

Si evidenzia, in merito, che il Bacino Flumendosa risulta già in comunicazione, attraverso una galleria artificiale, con il lago Mulargia, nonché con il Lago Alto del Flumendosa, dal quale riceve le acque del Flumendosa stesso.

Per quanto riguarda, più in generale, gli interventi di ripiantumazione previsti, saranno utilizzate specie autoctone tipiche dell'area, possibilmente di provenienza locale e comunque di origine certificata.

6 RUMORE E VIBRAZIONI

“6.1. Si rileva che la documentazione trasmessa, non fornisce tutti gli elementi necessari ad una adeguata valutazione dell’impatto acustico in tutta l’area d’influenza dell’opera in esame. In particolare, si evidenzia che nella valutazione delle fasi di cantiere, ritenute più rilevanti, l’analisi si estende solo all’impatto generato dalla Fabbrica Virole, l’Impianto di Betonaggio e l’impianto di Frantumazione. Pertanto:

6.1.1. si chiede la valutazione dell’impatto di tutte le attività rilevanti di cantiere, incluso quello da uso di esplosivi;

6.1.2. si chiede sia stimato l’impatto dovuto alle attività dei cantieri presso il bacino di valle e soprattutto per le opere di collegamento alla RTN, come gli scavi relativi ai cavidotti e le fondazioni dei sostegni degli elettrodotti aerei, le sottostazioni elettriche e relative connessioni.

Tali valutazioni sono necessarie in quanto le opere previste insistono su un territorio molto vasto di competenza di molti comuni diversi con diverse situazioni di zonizzazione acustica.

6.1.3. Si chiede di conseguenza la rivalutazione dell’impatto acustico su un numero adeguato di ricettori da coinvolgere, in considerazione della posizione e della tipologia;

6.1.4. si chiede inoltre la valutazione dell’impatto dovuto agli incrementi della viabilità;

6.1.5. è inoltre da valutare l’impatto dovuto dalla componente Vibrazioni dovuto alle attività di perforazione e da uso di esplosivi;

6.1.6. Si chiede di indicare in tutti i casi, le azioni mitigative da attuare in caso di superamento delle soglie indicate dalla normativa tecnica e di legge;

6.1.7. In considerazione di quanto chiesto si ritiene opportuno un adeguamento del PMA.”

6.1 RUMORE E VIBRAZIONI

6.1.1 Valutazione Impatto Acustico di tutte le Attività rilevanti di Cantiere

Le attività di cantiere per la realizzazione del progetto in esame, come descritto all’interno dello Studio di Impatto Ambientale, saranno caratterizzate da una lunga durata, dalla presenza di numerosi mezzi e da attività di varia natura, più o meno rumorose.

In generale, ad ogni modo, si evidenzia che una gran parte di tali attività saranno realizzate in sotterraneo e pertanto si è ritenuto di poter escludere dalle valutazioni le attività ed i mezzi per i quali non si prevedono emissioni sonore significative in superficie.

I mezzi di cantiere, inoltre, sono caratterizzati da emissioni di natura intermittente e discontinue e sono inoltre mobili all’interno delle vaste aree interessate. Alcune attività, tuttavia, dovranno essere effettuate con una certa continuità e all’interno di aree fisse e definite, quali la fabbricazione delle virole metalliche, o la produzione di calcestruzzo o ancora la frantumazione delle rocce.

Per tale ragione sono stati adottati approcci differenti nella valutazione delle emissioni sonore in fase di cantiere, che hanno visto:

- ✓ la modellizzazione tramite modello SoundPLAN delle emissioni sonore generate da impianti fissi quali la fabbrica virole (operativa in maniera continua tra le ore 06:00 e le 18:00 per circa 120 giorni), l’impianto di betonaggio (operativo in maniera discontinua ma che, ai fini della simulazione è stato considerato attivo 24 ore su 24) e l’impianto di frantumazione (operativo prevalentemente in periodo diurno, ma che ai fini della simulazione è stato considerato attivo 24 ore su 24);
- ✓ la stima basata sulla potenza sonora potenzialmente emessa nei diversi cantieri e nelle diverse fasi di lavoro, considerando solo i mezzi di superficie e secondo ipotesi altamente conservative che prevedevano:
 - il contemporaneo funzionamento del numero massimo di mezzi che si stima essere presente all’esterno durante le singole fasi di lavoro (considerando cautelativamente anche i mezzi che lavorano sia all’esterno che all’interno delle gallerie);
 - l’esercizio dei singoli mezzi alla massima potenza;

Le analisi di propagazione del rumore sono state condotte schematizzando le sorgenti di emissione sonora (mezzi da costruzione) come puntiformi e tutte ubicate nel baricentro dell'area di cantiere. È stata assunta una legge di propagazione del rumore che tiene conto della sola attenuazione per effetto della divergenza (Harris, 1979).

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.

Con particolare riferimento alle stime effettuate per i mezzi di cantiere (Tabella 4.23 dello Studio di Impatto Ambientale), si evidenzia che sono stati considerati i valori di potenza sonora delle varie tipologie di mezzo, con riferimento a:

- ✓ i valori di LWA ammessi secondo quanto indicato dall'art. 1 del Decreto 24 Luglio 2006 “Modifiche dell'allegato I – Parte b, del Decreto Legislativo 4 settembre 2002, n. 262, relativo all'emissione acustica ambientale delle macchine ed attrezzature destinate al funzionamento all'esterno” (tale decreto recepisce quanto indicato dalla Direttiva 2005/88/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 14 Dicembre 2005, che modifica la Direttiva 2000/14/CE, sul riavvicinamento delle legislazioni degli Stati membri concernenti l'emissione acustica ambientale delle macchine ed attrezzature destinate a funzionare all'aperto);
- ✓ dati tipici per mezzi impiegati in cantieri assimilabili a quelli in oggetto.

Per ciascuna fase di cantiere sono stati considerati cautelativamente in esercizio tutti i mezzi potenzialmente operativi in quella fase ed è stato quindi calcolato il valore massimo.

Sulla base di quanto sopra sono quindi state effettuate le stime di impatto sui potenziali ricettori naturali e antropici, presenti nell'area. Si veda, per maggiori dettagli, quanto riportato ai Paragrafi 6.3.3.2 e 6.9.3 dello Studio di Impatto Ambientale.

Inoltre, in alcune fasi di cantiere, quali ad esempio la realizzazione del bacino di monte, è stato previsto l'utilizzo di 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.

Con riferimento ai potenziali impatti acustici legati a tali fasi, si sottolinea che:

- ✓ i possibili ricettori sono stati individuati e descritti nel successivo Paragrafo 6.1.3;
- ✓ tali ricettori risultano per la maggior parte in stato di abbandono e comunque non abitualmente frequentati. Solo per alcuni di essi non è possibile escludere una frequentazione regolare;
- ✓ al fine di mitigare ogni eventuale impatto e procedere in condizioni di sicurezza sono previste le seguenti specifiche misure mitigative:
 - per gli scavi con esplosivo previsti, si procederà con metodolgia *smooth blasting*;
 - sarà evitato l'utilizzo di esplosivo in orari sensibili,
 - precedentemente all'utilizzo di tali sistemi, sarà dato avviso alla popolazione residente o comunque frequentante le aree limitrofe.

Le attività saranno attentamente programmate e comunicate agli Enti, ai fini dell'ottenimento delle autorizzazioni necessarie, ai sensi dell'Art. 12 delle Norme Tecniche di Attuazione del Piano di Classificazione Acustica del Comune di Esterzili.

6.1.2 Valutazione Impatto Acustico Attività di Cantiere Bacino di Valle e Opere di Collegamento alla RTN

6.1.2.1 Impianto di Accumulo Idroelettrico

In fase di cantiere la generazione di emissioni acustiche è imputabile al funzionamento di macchinari di varia natura e al movimento dei mezzi pesanti quali autocarri per il trasporto di materiali, movimenti terra, etc.

La stima delle emissioni generate dai mezzi per le lavorazioni relative al cantiere di valle dell'Impianto di Accumulo Idroelettrico, è riportata nel seguito.

6.1.2.1.1 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.

Nella seguente Tabella sono presentate le caratteristiche di rumorosità considerate per le varie macchine presenti, specificando la tipologia di sorgente (fissa o mobile) e l'ubicazione (all'esterno o in sotterraneo).

Tabella 6.1: Caratteristiche di Rumorosità dei Mezzi

Tipologia	Fissi / Mobili	Tipologia Uso (Esterno/Galleria)	Potenza [kW]	PWL [dB(A)]
Escavatore	Mobili	Interni/Esterni	302	107.0
Dozer Apripista	Mobili	Esterni	350	111.0
Dozer pesante	Mobili	Esterni	560	113.0
Dozer medio	Mobili	Esterni	350	111.0
Pala Gommata	Mobili	Interni/Esterni	373	110.0
Pala Cingolata	Mobili	Esterni	196	112.0
Retroescavatore	Mobili	Esterni	200	108.5
Retroescavatore leggero	Mobili	Esterni	90	104.5
Rulli compattatori (terre)	Mobili	Esterni	150	107.0
Rulli compattatori piccoli	Mobili	Esterni	34.5	100.00
Rulli Lisci (conglomerato bituminoso)	Mobili	Esterni	34.5	100.00
Autobetoniera 4 assi da 10 m ³	Mobili	Interni/Esterni	412	112.0
Pompa cls	Fissi/Mobili	Interni/Esterni	115	95.0
Macchina perforatrice (per Tiranti di ancoraggio)	Fissi	Interni	125	106.0
Macchina per carotaggi	Mobili	Interni	125	106.0
Autogru	Mobili	Interni/Esterni	168	107.5
Carroponte	Fissi	Esterni	373	111.5
Grader	Mobili	Esterni	163	110.0
Finitrice	Mobili	Esterni	24.4	98.5
Attrezzatura per Diaframmi	Fissi	Esterni	400	108.5
Dumper	Mobili	Esterni	227	111.0
Autocarri 10 m ³	Mobili	Esterni	412	112.0
Autobotte	Mobili	Esterni	412	112.0
Generatore Diesel Impianto Betonaggio	Fissi	Esterni	250	109.5
Ventilatori ⁽¹⁾	Fissi	Esterni	200	60.0
Pompa Spritz	Fissi	Interni	75	105.5
Pompa aggotamento	Fissi	Interni	18	97.0
Bullonatore	Mobili	Interni	66	106.0
Vibratori	Fissi	Esterni	100	111.0
Elettrocompressori	Fissi	Esterni	800	74.0
Trasformatori Elettrici	Fissi	Esterni	1,500	86.0

Note:

- (1) Valore di rumorosità considerando l'abbattimento dei silenziatori che saranno applicati ai ventilatori.

6.1.2.1.2 Stima della Rumorosità

Nella seguente tabella è stimata la potenza sonora potenzialmente emessa nelle diverse fasi di lavoro, considerando solo i mezzi che lavoreranno in superficie, in quanto la rumorosità dei mezzi che opereranno in sottoterraneo non darà contributi all'esterno.

Tale stima è ampiamente conservativa in quanto ipotizza:

- ✓ il contemporaneo funzionamento del numero massimo di mezzi che si stima essere presente all'esterno durante le singole fasi di lavoro (considerando cautelativamente anche i mezzi che lavorano sia all'esterno che all'interno delle gallerie);
- ✓ l'esercizio dei singoli mezzi alla massima potenza.

Tabella 6.2: Stima della Rumorosità dei Cantieri

Cantiere	Area (m2)	Fase	Id.	Fase di Lavoro	Durata [mesi]	Durata Attività Solare [mesi]	Numero Totale Mezzi	PWL [dB(A)]
				Descrizione				
AREA DI MONTE	1,671,000	Realizzazioni	1a	Installazioni locali per servizi tecnici di cantiere (uffici. spogliatoi. mense. etc.)	2	58	15	121.9
			1b	Preparazione aree di deposito temporaneo materiale sciolto	1		10	118.1
			1c	Fabbrica virole	3		6	117.5
			1d	Realizzazione impianto di betonaggio	3		9	118.4
		Bacino di Monte	1e	Scavi rilevato. Realizzazione cunicolo e accesso cunicolo. Scavi fondo	28	68	20	123.2
			1f	Erezione del rilevato e del mascheramento morfologico. Sistemazione drenaggio del fondo del bacino. Realizzazione sfioratori di superficie	38		21	123.0
			1g	Stesa geo composito e pietrisco. Coronamento	24		14	120.5
			1h	Finiture e piazzali. Posa virole metalliche ed intasamento con calcestruzzo. Realizzazione del calice	6		18	121.7
			1i	Scavo e consolidamento pozzo verticale per condotta forzata	10		12	120.1

Cantiere	Area (m2)	Fase	Id.	Fase di Lavoro	Durata [mesi]	Durata Attività Solare [mesi]	Numero Totale Mezzi	PWL [dB(A)]
				Descrizione				
		Canale di drenaggio	1l	Allestimento cantiere ed adeguamento viabilità/impiantistica	1	4	10	120.4
			1m	Esecuzione canale di drenaggio dello sfioratore di superficie del bacino di monte	3		7	117.7
		Ripiegamento cantiere	1n	Ripiegamento cantiere	2	2	7	118.1
		Discenderia	1o	Scavo e consolidamento discenderia	22	22	10	119.8
		Centrale	1p	Progettazione. fornitura. fabbricazione elettromeccaniche	24	71	19	123.2
				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			
		Vie d'acqua	1q	Scavo e consolidamento galleria idraulica da pozzo paratoie verso centrale	17	17	17	123.0
		Sottostazione elettrica	1r	Scavo e consolidamento galleria d'accesso alla sottostazione elettrica	1	17	21	123.3
				Scavo e consolidamento caverna elettro stazione elettrica	8			
				Trasporto montaggio e inghisaggio opere elettromeccaniche	10			

Cantiere	Area (m2)	Fase	Id.	Fase di Lavoro	Durata [mesi]	Durata Attività Solare [mesi]	Numero Totale Mezzi	PWL [dB(A)]
				Descrizione				
AREA DI VALLE	41	Pozzo Piezometrico	1s	Scavo e consolidamento galleria d'accesso al pozzo piezometrico	8	18	14	122.0
				Scavo e consolidamento caverna sommità del pozzo piezometrico	3			
				Scavo e consolidamento pozzo piezometrico	3			
		Adeguamento Viabilità	2a	Adeguamento Viabilità	3	3	26	124.6
		Galleria d'accesso al pozzo paratoie	2b	Realizzazione portale d'accesso	2	4	16	122.6
				Scavo e consolidamento galleria d'accesso al pozzo paratoie	2			
		Pozzo paratoie	2c	Scavo e consolidamento caverna sommità pozzo paratoie	2	47	14	121.9
				Scavo e consolidamento pozzo paratoie	1			
				Montaggio paratoie. ausiliari e chiusura paratoie	2			
				Chiusura paratoie	-			
		Opera di presa di valle	2d	Allestimento viabilità per raggiungere opera di presa di valle	1	9.5	18	122.8
				Esecuzione opere temporanee di dewatering	3			
				Scavo e consolidamento opera di presa	3			
				Montaggio griglia di presa	0.5			
				Rimozione opere temporanee di dewatering	2			
Galleria di ventilazione e cavi	2e	Scavo e consolidamento galleria di ventilazione e cavi	17	17	9	119.0		
Vie d'acqua	2f	Scavo e consolidamento galleria idraulica da pozzo paratoie a opera presa valle	2	2	17	123.0		

Cantiere	Area (m2)	Fase	Id.	Fase di Lavoro	Durata [mesi]	Durata Attività Solare [mesi]	Numero Totale Mezzi	PWL [dB(A)]
				Descrizione				
		Ripiegamento cantiere	2g	Ripiegamento cantiere	1	1	7	118.1
COLLAUDI	-	Collaudi	-	Collaudi idraulici e funzionali gallerie;	2	3	-	-
				Collaudi e prove elettromeccaniche in centrale	2			
				Collaudi funzionali impianto	2			
				Messa in servizio	1			

Da quanto sopra emerge che le fasi maggiormente impattanti sono legate alle fasi di scavo e consolidamento galleria d'accesso alla sottostazione elettrica ed al Trasporto montaggio e inghisaggio opere elettromeccaniche per il cantiere di monte e all'adeguamento della viabilità per il cantiere di valle.

A partire da quanto sopra, sono state condotte le analisi di propagazione del rumore dai mezzi di cantiere, schematizzando le sorgenti di emissione sonora (mezzi da costruzione) come puntiformi e tutte ubicate nel baricentro dell'area di cantiere.

È stata assunta una legge di propagazione del rumore che tiene conto della sola attenuazione per effetto della divergenza (Harris, 1979):

$$L = L_{rif} - 20 \log \frac{r}{r_{rif}}$$

dove:

L= livello sonoro in decibel A a distanza r dalla sorgente puntiforme;

L_{rif} = livello sonoro che caratterizza l'emissione della sorgente ad una distanza di riferimento r_{rif} dalla sorgente puntiforme.

La somma algebrica di più contributi sonori in uno stesso punto è data dalla:

$$L = 10 \log \sum 10^{L_{ri}} / 10$$

I risultati sono sintetizzati nella seguente tabella.

Tabella 6.3: Stima delle Emissioni Sonore da Mezzi di Cantiere

AREA DI MONTE		
DISTANZA DAL BARICENTRO DEL CANTIERE [m]	EMISSIONE SONORA IN FASE DI CANTIERE (dBA)	NOTE
150	71,80	Nessun recettore individuato
250	67,36	Nessun recettore individuato
350	64,44	Nessun recettore individuato
450	62,26	Nessun recettore individuato
550	60,51	Nessun recettore individuato

650	59,06	Recettore A
AREA DI VALLE		
DISTANZA DAL BARICENTRO DEL CANTIERE [m]	EMISSIONE SONORA IN FASE DI CANTIERE (dBA)	NOTE
150	73,12	Nessun recettore individuato
250	68,68	Nessun recettore individuato
350	65,76	Nessun recettore individuato
450	63,58	Nessun recettore individuato
550	61,84	Nessun recettore individuato
650	60,39	Nessun recettore individuato

In merito al potenziale disturbo in corrispondenza dei ricettori individuati si evidenzia che:

- ✓ nessun ricettore è interessato da una rumorosità > 60 dBA(A);
- ✓ le aree interessate da rumorosità ritenuta significativa (> 60 dBA(A)) sono limitate e comprese entro una distanza massima di 550 m dal cantiere monte e 650 m dal cantiere di valle;
- ✓ la stima dei valori di emissione sonora dei macchinari è conservativa;
- ✓ il periodo di potenziale disturbo è comunque temporaneo;
- ✓ sono previste opportune misure di riduzione dell’impatto acustico, descritte al successivo paragrafo.

Si precisa, inoltre, che i valori stimati devono ritenersi cautelativi, atteso che:

- ✓ non tengono conto dell’attenuazione dovuta all’assorbimento dell’aria e del terreno;
- ✓ non tengono conto della presenza di barriere artificiali e della riflessione su suolo o terreno;
- ✓ costituiscono l’involuppo dei valori massimi attesi.

L’impatto è quindi da ritenersi di **media entità** per il ricettore A adiacente all’area di cantiere di monte e di **bassa entità** per tutte le altre aree. Altre caratteristiche dell’impatto sono le seguenti: temporaneo, reversibile, a medio termine, a scala locale.

6.1.2.2 Opere di Connessione alle RTN

Le emissioni acustiche in fase di cantiere per la costruzione delle opere di connessione (utente e RTN) saranno principalmente legate alle seguenti fonti:

- ✓ Mezzi di trasporto lungo la viabilità principale per il trasporto del materiale e dei mezzi ai cantieri base;
- ✓ Eventuale utilizzo dell’elicottero nelle fasi di montaggio e tesatura della linea;
- ✓ Montaggio e smontaggio dei sostegni;
- ✓ Esecuzione degli scavi delle fondazioni per i sostegni e la stazione elettrica;
- ✓ Esecuzione delle trincee per la posa dei cavi interrati.

Tali lavorazioni saranno di brevissima durata (al massimo 2/3 settimane per ciascun sostegno e sviluppo di scavo delle trincee pari a mediamente 50 m giornalieri), pertanto non comporteranno un significativo impatto negativo sulla componente.

L’operazione di trasporto dei materiali ed il funzionamento delle principali attrezzature di cantiere sono attività che producono rumore; tuttavia, si tratta di attività temporanee e di breve durata (al massimo quattro giorni per le aree di microcantiere e 50 m al giorno di progressione scavo per il cavo interrato) e mai contemporanee su piazzole adiacenti, evitando così sovrapposizioni. Il montaggio del sostegno, invece, determina interferenze trascurabili con il contesto.

6.1.3 Ricettori Acustici

Nell’ambito della predisposizione della documentazione del progetto in esame, è stata realizzata una campagna di monitoraggio del clima acustico ante-operam, al fine di verificare il clima acustico attuale (prima della realizzazione

ed esercizio delle opere in progetto), caratterizzare le eventuali sorgenti sonore del territorio e verificare il rispetto dei limiti acustici.

A tale scopo sono stati individuati una serie di potenziali ricettori (luoghi, edifici o aree potenzialmente frequentati da persone), in prossimità delle aree di cantiere. Si evidenzia che in fase di esercizio non sono previste emissioni sonore significative, in quanto macchinari e altre potenziali sorgenti sonore saranno ubicati in caverna a grandi profondità.

In prossimità dell'area individuata per la cantierizzazione sono assenti agglomerati abitativi e ricettori sensibili. L'area del futuro bacino è attualmente raggiungibile tramite una strada bianca interpodereale interrotta da diversi cancelli in corrispondenza delle recinzioni per il bestiame.

Nell'area di studio sono stati riscontrati alcuni rustici agricoli, parte dei quali in rovina e lungo la strada per il Lago Basso di Flumendosa è presente un capanno attrezzi a servizio della Forestale.

Come già anticipato la zona è caratterizzata da uno scarso livello di urbanizzazione. In un raggio di 1 km dalle aree di cantiere previste dal progetto sono stati individuati, in sede di sopralluogo e da consultazione delle ortofoto del 2019, in totale 10 potenziali ricettori, come riportati nella seguente figura.

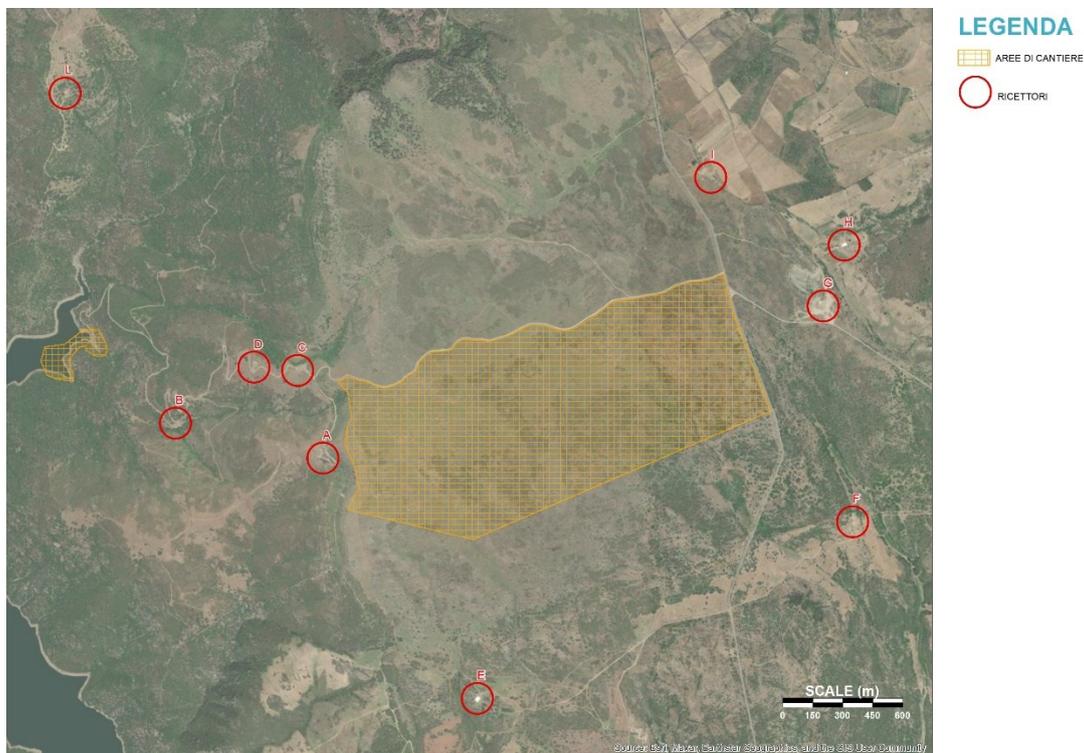


Figura 6.1: Ubicazione dei Potenziali Ricettori individuati in un raggio di 1 km dalle aree di lavoro dell'Impianto di Accumulo Idroelettrico di Taccu sa Pruna (fonte Geoportale Regione Sardegna)

I medesimi ricettori sono di seguito sinteticamente identificati:

Tabella 6.4: Principali Ricettori Antropici nel Territorio circostante le Opere a Progetto

Descrizione Ricettore	ID	Classe Acustica	Distanza minima [m]	Quota [m s.l.m.]
Edificio rurale	A ¹	III	130	612
Capanno per attrezzi	B ²	III	860	443
Edificio rurale pericolante	C	III	200	613
Edificio rurale pericolante	D	III	430	577

Descrizione Ricettore	ID	Classe Acustica	Distanza minima [m]	Quota [m s.l.m.]
Edificio/ capannone	E	III	800	600
Complesso rurale	F	III	700	590
Cava dismessa	G	III	400	633
Struttura per ricovero del bestiame	H	III	630	607
Complesso rurale	I ¹	III	480	635
Complesso rurale	L ¹	III	1,200	524

Note:

1) Da ritenersi potenzialmente frequentato sia in periodo diurno che in periodo notturno.

2) Da ritenersi potenzialmente frequentato in periodo diurno, non abitato.

Tuttavia, a seguito di approfondimenti effettuati sia tramite sopralluogo che da consultazione dei dati cartografici, si ritiene che di tutti i recettori potenzialmente interessati solo A e B siano da considerarsi rappresentativi poiché interferiti dalle emissioni che avranno luogo in sede di cantiere od esercizio dell'opera in oggetto. Si ritiene, invece, di escludere i restanti recettori poiché non significativi né per stato né per distanza dalle fonti sonore emmissive.

6.1.4 Valutazione Impatto Acustico per Incremento Viabilità

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.

Pertanto, le emissioni sonore in fase di cantiere associate al trasporto di personale, di terre e di materiali di costruzione, è stato valutato di entità trascurabile.

6.1.5 Valutazione Impatto Vibrazionale per Perforazioni e Uso Esplosivi

In alcune fasi di cantiere, quali ad esempio le fasi di scavo del fondo del bacino di monte, la metodologia di scavo prevede l'utilizzo di esplosivi. Tale tecnica di scavo è adottata anche nella vicina (3.5 km a sud del sito di progetto) cava di argilla di Funtana Piroi, di proprietà della SVI.MI.SA (Sviluppo Industriale Miniere Sarde) S.p.A., al fine di rimuovere la copertura dolomitica posta al tetto dei livelli argillosi da estrarre.

L'avanzamento con esplosivo viene impiegato soprattutto nel caso di rocce di resistenza medio-alta ed è caratterizzato da ripetuti cicli di lavoro (i.e., perforazione, caricamento, intasamento, brillamento, aerazione, protezione e allontanamento dello smarino), velocizzando così i tempi di scavo. Un ulteriore vantaggio di tale metodo di scavo consiste nel fatto che applicando maglie di perforazione differenti per la fase di volata è possibile ottenere uno smarino di pezzatura utile sia per la produzione di inerti per calcestruzzo sia per il materiale da abbancare per la realizzazione del rilevato del bacino di monte.

Il calcolo previsionale delle vibrazioni, sarà sviluppato nelle successive fasi progettuali.

Tuttavia, considerando che durante l'attività decennale della sopra citata cava di argilla sia i fabbricati posti in prossimità (distanza minima 50 m) dell'area estrattiva, così come la diga di Nuraghe Arrubiu (ubicata a circa 1.5 km NW) non ha presentato danni causati dalle vibrazioni generate dalle perforazioni e dall'uso di esplosivo, anche nell'area di progetto non ci si aspettano impatti causati dalle metodologie di scavo adottate.



Per tali motivi si ritiene più opportuno evidenziare che:

- ✓ possibili recettori dell'impatto vibrazionali sono quelli già individuati al precedente Paragrafo 6.1.3;
- ✓ tali recettori possono subire un impatto vibrazionale **trascurabile**, in considerazione della distanza dall'area del bacino di monte e della tipologia di attività prevista;
- ✓ al fine di mitigare o annullare tale impatto e procedere in condizioni di sicurezza sono previste le seguenti specifiche misure mitigative:
 - per gli scavi con esplosivo previsti nelle zone più superficiali, si procederà con l'esecuzione di *smooth blasting*, tale da minimizzare le vibrazioni indotte nelle vicinanze;
 - 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;
 - in relazione agli esiti di tali prove saranno definite le distanze dai recettori entro le quali non procedere all'utilizzo degli esplosivi.

Da un punto di vista delle emissioni acustiche, si evidenzia che le attività saranno attentamente programmate e comunicate agli Enti, ai fini dell'ottenimento delle autorizzazioni necessarie, ai sensi dell'Art. 12 delle Norme Tecniche di Attuazione del Piano di Classificazione Acustica del Comune di Esterzili.

In merito alla realizzazione delle opere di connessione, il flusso veicolare necessario prevede un aumento del traffico stesso, ma circoscritto nel tempo e la cui incidenza non causerà alcun danno alla sovrastruttura stradale. Il progetto prevede inoltre una ottimizzazione del numero di trasporti previsti sia per i voli necessari per il trasporto di materiale con l'elicottero che per i mezzi pesanti.

Per evitare un aumento del traffico locale, si è previsto inoltre che i cantieri base siano posizionati in adiacenza o poco distanti dalle arterie principali della viabilità. Il loro numero e posizionamento è stato infatti scelto anche per ottimizzare i trasporti sia in termini di distanza che in termini di quantità.

In ogni caso sarà sempre garantito il ripristino allo stato originario dei luoghi delle aree oggetto di cantierizzazione temporanea (microcantiere, cantieri base e area di cantiere del cavo interrato).

Per i dettagli in merito si rimanda alla “Descrizione del progetto” (cod. G929_SIA_R_002_Descriz_prog_2-4_REV00 - Cap 9 ANALISI DELLE AZIONI DI PROGETTO).

6.1.6 Misure di Mitigazione

Nel caso di superamento delle soglie indicate dalla normativa di legge durante la realizzazione delle opere, ai fini delle attività di cantiere potrà essere richiesta specifica autorizzazione all'Autorità Comunale, come previsto dall'Art. 12 delle Norme Tecniche di Attuazione del Piano di Classificazione Acustica.

Si evidenzia, ad ogni modo, che ove possibile saranno adottate tutte le idonee misure ed accorgimenti al fine di contenere le emissioni sonore, quali ad esempio:

- ✓ posizionamento delle sorgenti di rumore in una zona defilata rispetto al ricettore, compatibilmente con le necessità di cantiere;
- ✓ mantenimento in buono stato dei macchinari potenzialmente rumorosi;
- ✓ controllo delle velocità di transito dei mezzi;
- ✓ evitare di tenere i mezzi inutilmente accesi.

Per quanto riguarda la fabbrica delle virole, si prevede la realizzazione dei pannelli ed il tetto del capannone in materiale con adeguato potere fonoisolante.

Qualora necessario, sarà infine prevista l'installazione di barriere acustiche.

6.1.7 Adeguamento PMA

La Proposta di Monitoraggio Ambientale presentata nell'ambito della procedura di VIA del progetto in esame è stata aggiornata ed integrata sulla base dei vari contributi e richieste di integrazioni ricevute.

Per maggiori dettagli si rimanda alla Proposta di Monitoraggio Ambientale ripresentata tra la documentazione di VIA aggiornata.

7 PAESAGGIO

- “7.1. Approfondire le interconnessioni tra i vincoli da usi civici e le opere di progetto (nuovo invaso, nuova strada, opere di connessione).
- 7.2. Per le opere di nuova viabilità, anche in galleria, approfondire gli impatti significativi e negativi rispetto alle aree tutelate per legge ai sensi dell’art.142 comma 1 lett.c) e g) d.lgs. 42/2004, e legge regionale n.45 del 1989 (art.10 bis) in quanto collocate nella fascia di rispetto del Flumendosa.
- 7.3. Relativamente al cantiere di valle si chiede di integrare la documentazione fornendo maggiori informazioni riguardo gli impatti significativi e negativi e le eventuali e relative opere di mitigazione.
- 7.4. Visto l’impatto generato dalle opere di connessione per il tramite di nuovi elettrodotti aerei che corrono appaiati o vicini per circa 30 km in ambiti caratterizzati da numerose emergenze archeologiche e paesaggistiche, tenuto conto delle osservazioni pervenute dai Comuni interessati dalle stesse (Serri, Orroli, Nurri, Sanluri, Escolca, Esterlizi, la frazione di San Simone) si chiede di presentare una alternativa di progetto (interramento o percorso alternativo). Si chiede inoltre di riportare in cartografia le possibili alternative localizzative rispetto al layout proposto della zona di intervento. Si evidenziano di seguito gli attraversamenti più impattati dall’opera:
- Nel Comune di Serri in prossimità della chiesa di S.Lucia,*
- Nel Comune di Orroli in prossimità di emergenze archeologiche,*
- Nel Comune di Nurri in prossimità aree boscate tutelate paesaggisticamente per legge,*
- Nel Comune di Sanluri che ha espresso parere non favorevole,*
- Nel Comune di Escolca con interessamento prossimo ed invasivo delle relative libere visuali,*
- Nella frazione di San Simone con la relativa chiesa,*
- Nel Comune di Esterlizi.*
- 7.5. Si chiede di approfondire la valutazione dell’impatto in fase di cantiere e di esercizio della nuova strada in realizzazione della nuova diga al lago Flumendosa nel Comune di Esterlizi.
- 7.6. Si chiede di approfondire quale ripristino o trasformazione del territorio si intende apportare alla fine di vita utile dell’impianto anche in considerazione dei cambiamenti climatici.
- 7.7. Si chiedono le foto simulazioni prodotte da punti percettivi sensibili ai sensi degli art.10,136 e 142 del Dlgs 42/2004 con l’inserimento del progetto e di eventuali impianti FER già realizzati e/o autorizzati o in fase di cantierizzazione. Le foto simulazioni dovranno essere realizzate su immagini fotografiche reali e nitide, riprese in condizioni di piena visibilità, privilegiando punti di maggiore visibilità di impianto, corredate da planimetria con coni ottici, ed infine immagine aerea che rappresenti la totalità degli interventi.
- 7.8. Effettuare la fotosimulazione del bacino di monte da punti di vista significativi. Le foto simulazioni dovranno essere realizzate su immagini fotografiche reali e nitide, riprese in condizioni di piena visibilità, privilegiando punti di maggiore visibilità di impianto, corredate da planimetria con coni ottici, ed infine immagine aerea che rappresenti la totalità degli interventi.
- 7.9. Specificare quali le opere di mitigazione in prossimità del fabbricato su pozzo piezometrico, e quali i materiali da costruzione e le colorazioni adottate.
- 7.10. Approfondire come la fase di cantiere e di esercizio impatteranno sulle attività produttive locali, incluso il turismo.”

7.1 USI CIVICI

Il progetto dell’impianto di accumulo idroelettrico mediante pompaggio ad alta flessibilità, di Taccu sa Pruna, prevede l’interessamento diretto di alcune zone gravate da usi civici.

In particolare, l’Agenzia Regionale per il sostegno all’agricoltura (Argea) con Determina No. 1227 del 19 Marzo 2018 ha accertato la presenza delle terre gravate da uso civico nel Comune di Esterlizi, ai sensi dell’art. 5 della L.R. 14 Marzo 1994 No.12.

Nello specifico l'area di intervento, dalla consultazione dei dati catastali dell'Agenzia delle Entrate, interessa le seguenti particelle catastali gravate da uso civico:

- ✓ foglio 31 alla p.lla 72;
- ✓ foglio 33 alla p.lla 9, 11 e 12, 13, 15 e 16;
- ✓ foglio 34, alla p.lla 2 e 4.

L'inventario delle terre civiche associato alla Determinazione di cui sopra, identifica lo stato dei luoghi delle particelle sopra indicate, come descritto dalla seguente tabella:

Tabella 7.1: Stato dei Luoghi

Comune	Intestazione Catastale	Foglio	Mappa Attuale	Superficie (m ²)	Stato dei Luoghi	Superficie interessata dal Cantiere (m ²)	Superficie interessata da Esercizio (m ²)
Esterzili	Demanio dello Stato	31	72	1,276	Lago del Flumendosa	1,276	-
Esterzili	Demanio dello Stato/ Comune di Esterzili	33	9	10,811	Lago del Flumendosa e bosco di latifoglie	10,811	-
Esterzili	Demanio dello Stato/ Comune di Esterzili	33	11	11,797	Lago del Flumendosa e bosco di latifoglie	11,797	Ca. 340 (opera di presa e restituzione di valle)
Esterzili	Comune di Esterzili	33	12	393	bosco di latifoglie	393	-
Esterzili	Comune di Esterzili	33	13	8,042	bosco di latifoglie e macchia mediterranea	8,042	Ca 700 Imbocco Galleria accesso al pozzo paratoie
Esterzili	Comune di Esterzili	33	15	2,367	macchia mediterranea	2,367	-
Esterzili	Demanio dello Stato/ Comune di Esterzili	33	16	6,534	Lago del Flumendosa e bosco di latifoglie	6,534	-
Esterzili	Comune di Esterzili	34	2	50,880	Pascolo	50,880	50,880 impronta del bacino di monte
Esterzili	Comune di Esterzili	34	4	1,631,666	Pascolo	1,631,666	Ca. 275,220 (impronta bacino di monte)

Si evidenzia che parte delle superfici interessate, saranno interferite unicamente in fase di cantiere e riportate allo stato ante-operam una volta terminati i lavori.

L'occupazione permanente legata alla presenza delle opere sarà pertanto limitata ai circa 340 m² dell'opera di presa e restituzione di valle (comunque sommersa), presso l'Invaso di Nuraghe Arrubiu, e i circa 326,100 m² del bacino di monte.

Al termine della vita utile dell'impianto, ad ogni modo, si prevede quanto di seguito descritto:

- ✓ con riferimento all'opera di presa, non si prevedono interventi mirati essendo questa sempre sommersa e normalmente non visibile dall'esterno. Il manufatto può essere visibile solo quando il livello dell'invaso è inferiore a 241 m s.l.m. questa quota è associata ad un volume minimo invasato inferiore a 120 milioni di m³ (mai raggiunto 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 straordinarie d'invaso). Il tratto di galleria idraulica compresa tra l'opera di presa ed il pozzo paratoie sarà lasciata intatta;

- ✓ con riferimento al bacino di monte, questo potrà:
 - essere abbattuto: 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,
 - essere riconvertito come riserva idrica: previa l'adozione di opportune misure di messa in sicurezza, il bacino di monte potrebbe essere convertito a riserva idrica per diversi scopi (antincendio; agricoli; pesca sportiva; itticoltura). 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,
 - essere riconvertito per altri scopi: un'ulteriore possibilità di utilizzo consiste nel riutilizzare il bacino vuoto. 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, quali: 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.

Si evidenzia, inoltre, che anche il tratto di viabilità esistente ricadente nei seguenti Fogli:

- ✓ foglio 34, particelle 1 e 4 rispettivamente con superficie pari a 11,101 m² e 155 m²;
- ✓ foglio 33, particelle 13 e 15 rispettivamente con superficie pari a 15,797 m² e 603 m²

risulta interessato da uso civico. Si precisa che tali superfici non saranno sottratte dal progetto ma sono già attualmente interessate dalla viabilità esistente.

Tale tratto di viabilità sarà oggetto di sole attività di adeguamento in fase di cantiere e sarà utilizzata anche in fase di esercizio.

In generale, con riferimento all'interessamento delle particelle citate, gravate da uso civico, gli interventi saranno realizzati in linea con quanto previsto dalla normativa vigente e nei limiti previsti dalla LR 14 Marzo 1994.

In particolare, l'Art. 17 della sopra citata Legge, relativamente al Mutamento di destinazione, evidenzia che:

- ✓ *“1. Il mutamento di destinazione, anche se comporta la sospensione dell'esercizio degli usi civici sui terreni interessati, è consentito qualunque sia il contenuto dell'uso civico da cui i terreni sono gravati e la diversa utilizzazione che si intenda introdurre. Essa non può comunque pregiudicare l'appartenenza dei terreni alla collettività, o la reviviscenza della precedente destinazione quando cessa lo scopo per il quale viene autorizzato.*
- ✓ *2. Le domande per ottenere l'autorizzazione al mutamento di destinazione di terreni soggetti ad uso civico ed alla correlativa sospensione dell'esercizio dell'uso sono presentate all'Assessore regionale dell'agricoltura e riforma agro - pastorale dal Comune interessato, in base a deliberazione adottata dal consiglio comunale a maggioranza dei due terzi dei suoi componenti.*
- ✓ *3. Il mutamento è autorizzato con decreto dell'Assessore, previo accertamento della rispondenza a pubblico interesse dell'iniziativa per la quale il mutamento viene richiesto”.*

Come evidenziato anche dall'osservazione dell'Assessorato dell'Agricoltura e Riforma Agro-Pastorale, per tali particelle non si procederà con la procedura di esproprio, non ammessa, ma attraverso i percorsi amministrativi previsti dalla specifica normativa regionale che consente la sospensione temporanea del gravame.

In merito alle opere di connessione, l'eventuale interferenza delle opere in progetto con aree gravate da uso civico è stata verificata utilizzando i dati regionali e in particolare il documento “Provvedimenti formali di accertamento ed inventario terre civiche al 23 novembre 2020” consultabile sul sito istituzionale.

Dalle analisi compiute emerge che le linee elettriche aeree e le stazioni in progetto non interessano aree gravate da uso civico.

Si segnalano, tuttavia, delle interferenze con aree ad uso civico per i soli conduttori aerei, in particolare:

- ✓ tra i sostegni 49-50 dell'Elettrodotto aereo 380 kV ST "SE Sanluri - SE Nurri 2" – Nord, in Comune di Escolca.

- ✓ due scarpate della nuova strada di accesso alla SE di Sanluri in progetto poste all'interno del Foglio 17 Mapp.106.

L'interramento della linea di utenza proposta in sede di procedura di VIA (in accoglimento alle richieste degli enti) intercetta esclusivamente il sedime di strade esistenti ad esclusione di alcuni piccoli tratti realizzati in TOC che saranno necessari per superare delle difficoltà tecniche di realizzazione. Anche in questo caso si segnalano due interferenze marginali con aree gravate da uso civico di cui di seguito un estratto significativo. Si ribadisce che le opere in cavo interrato interessano prevalentemente il sedime di strade esistenti.

Per tali aree valgono esattamente le stesse considerazioni su riportate per le aree di impianto, circa la possibilità di sospensione temporanea del gravame mediante procedura autorizzativa regionale.

Uso Civico Comune di Orroli – Terre civiche presenza di un abbeveratoio - pascolo



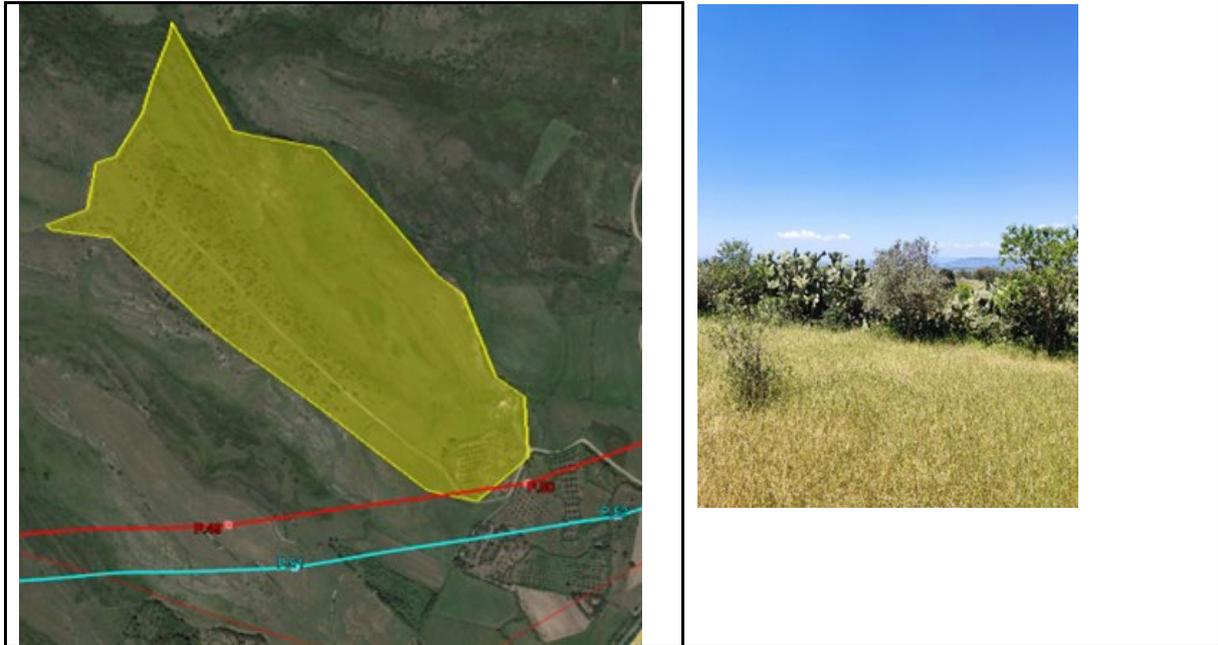
Le opere saranno realizzate in cavo interrato ed interesseranno esclusivamente il sedime di strade esistenti.

Uso Civico Comune di Orroli



Le opere saranno realizzate in cavo interrato ed interesseranno esclusivamente il sedime di strade esistenti.

Uso Civico tra i sostegni 49-50 dell'Elettrodotta aereo 380 kV ST "SE Sanluri - SE Nurri 2" – Nord, in Comune di Escolca.



Non sono previsti incidenti al suolo delle opere in progetto su aree gravate da usi civici.

Anche per le opere di rete valgono le generali considerazioni fatte per l'impianto in merito allo specifico argomento. Gli interventi saranno realizzati in linea con quanto previsto dalla normativa vigente e nei limiti previsti dalla LR 14 Marzo 1994.

7.2 IMPATTI NUOVA VIABILITÀ (ART.142 COMMA 1 LETT.C) E G) D.LGS. 42/2004, E LEGGE REGIONALE N.45 DEL 1989, ART.10 BIS)

L'aggiornamento del progetto non prevede più la realizzazione di una nuova viabilità ma solamente l'adeguamento della viabilità esistente. Si riporta di seguito la descrizione di tale aggiornamento già inserita nello SIA al paragrafo 4.5.9.

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

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 delle aree di cantiere saranno anche previste viabilità provvisorie, successivamente riportate allo stato *ante-operam* in fase di dismissione del cantiere.

7.3 IMPATTI CANTIERE DI VALLE E OPERE DI MITIGAZIONE

L'area di lavoro di valle è ubicata in prossimità del lago Flumendosa, nella porzione più meridionale del comune di Esterzili (CA).

L'estensione complessiva dell'area è pari a circa 41,000 m² e si sviluppa in gran parte nell'area del bacino di valle Flumendosa e in parte lungo le sue sponde.



Figura 7.1: Area di lavoro di Valle

In particolare, tale area sarà utilizzata come base per la realizzazione:

- ✓ dell'imbocco della galleria di accesso al pozzo paratoie;
- ✓ di gran parte delle opere in sotterraneo (gallerie di accesso, vie d'acqua, pozzo paratoie, etc.);
- ✓ dell'opera di presa di valle.

Nella seguente tabella sono sintetizzate le principali caratteristiche e le diverse fasi di cantiere, accorpate per tipologia affine di intervento.

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.

Tabella 7.2: Aree e Fasi di Lavoro

Cantiere	Area (m ²)	Fase	Id.	Fase di Lavoro Descrizione	Durata [mesi]
AREA DI MONTE	1,671,000	Realizzazioni	1a	Installazioni locali per servizi tecnici di cantiere (uffici, spogliatoi, mense, etc.)	2

Cantiere	Area (m ²)	Fase	Id.	Fase di Lavoro Descrizione	Durata [mesi]
			1b	Preparazione aree di deposito temporaneo materiale sciolto	1
			1c	Fabbrica virole	3
			1d	Realizzazione impianto di betonaggio	3
		Bacino di Monte	1e	Scavi rilevato, Realizzazione cunicolo e accesso cunicolo, Scavi fondo	28
			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
		Canale di drenaggio	1l	Allestimento cantiere ed adeguamento viabilità/impiantistica	1
			1m	Esecuzione canale di drenaggio dello sfioratore di superficie del bacino di monte	3
		Ripiegamento cantiere	1n	Ripiegamento cantiere	2
		Discenderia	1o	Scavo e consolidamento discenderia	22
		Centrale	1p	Progettazione, fornitura, fabbricazione elettromeccaniche	24
				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

Cantiere	Area (m ²)	Fase	Id.	Fase di Lavoro Descrizione	Durata [mesi]		
		Vie d'acqua	1q	Scavo e consolidamento galleria idraulica da pozzo paratoie verso centrale	17		
		Sottostazione elettrica	1r	Scavo e consolidamento galleria d'accesso alla sottostazione elettrica	1		
				Scavo e consolidamento caverna elettro stazione elettrica	8		
				Trasporto montaggio e inghisaggio opere elettromeccaniche	10		
		Pozzo Piezometrico	1s	Scavo e consolidamento galleria d'accesso al pozzo piezometrico	8		
				Scavo e consolidamento caverna sommità del pozzo piezometrico	3		
				Scavo e consolidamento pozzo piezometrico	3		
		AREA DI VALLE	41,000	Adeguamento Viabilità	2a	Adeguamento Viabilità	3
				Galleria d'accesso al pozzo paratoie	2b	Realizzazione portale d'accesso	2
						Scavo e consolidamento galleria d'accesso al pozzo paratoie	2
Pozzo paratoie	2c			Scavo e consolidamento caverna sommità pozzo paratoie	2		
				Scavo e consolidamento pozzo paratoie	1		
				Montaggio paratoie, ausiliari e chiusura paratoie	2		
				Chiusura paratoie	-		
Opera di presa di valle	2d			Allestimento viabilità per raggiungere opera di presa di valle	1		
				Esecuzione opere temporanee di dewatering	3		
				Scavo e consolidamento opera di presa	3		
		Montaggio griglia di presa	0.5				

Cantiere	Area (m ²)	Fase	Id.	Fase di Lavoro Descrizione	Durata [mesi]
				Rimozione opere temporanee di dewatering	2
		Galleria di ventilazione e cavi	2e	Scavo e consolidamento galleria di ventilazione e cavi	17
		Vie d'acqua	2f	Scavo e consolidamento galleria idraulica da pozzo paratoie a opera presa valle	2
		Ripiegamento cantiere	2g	Ripiegamento cantiere	1
COLLAUDI	-	Collaudi	-	Collaudi idraulici e funzionali gallerie;	2
				Collaudi e prove elettromeccaniche in centrale	2
				Collaudi funzionali impianto	2
				Messa in servizio	1

Per quanto riguarda l'imbocco della galleria, questo, una volta terminato il cantiere, comporterà l'occupazione di circa 700 m².

Dalla galleria di accesso al pozzo paratoie sarà realizzata la galleria cavi ed il pozzo paratoie mentre, diversamente da quanto previsto nel progetto originario, la galleria di accesso a pozzo piezometrico, il pozzo piezometrico, la centrale e la sottostazione elettrica saranno scavate dalla discenderia, interessando quindi le attività dell'area di monte.

L'area di valle sarà impegnata negli anni di cantiere, ma sarà interamente ripristinata e riportata allo stato ante-operam al termine dello stesso, a meno dei circa 700 m² del piazzale di accesso alle gallerie.

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 invaso. 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 rilascio, 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 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 del cantiere di valle.

Al termine delle attività, l'opera (circa 340 m²), risulterà immersa e non visibile e le aree di cantiere saranno interamente ripristinate.

Saranno previste misure di mitigazione in fase di cantiere quali:

- ✓ l'inserimento di vegetazione arbustiva, per compensare gli esemplari che verranno rimossi nell'area di intervento, in prossimità della sponda del Lago e del perimetro dell'area di cantiere, che potrà fungere da protezione e da riparo per fauna e avifauna;
- ✓ l'apertura di passaggi faunistici nella parte di nuova viabilità per garantire la facile raggiungibilità del Lago del Flumendosa agli animali;
- ✓ la delimitazione con recinzioni di protezione dei limiti delle strade di accesso al cantiere per evitare la collisione con animali che potrebbero attraversare l'asse viario e per indirizzarli verso aree o passaggi sicuri e per alzare di quota la traiettoria di volo dell'avifauna per evitare collisione;
- ✓ gestione razionale degli accessi alle aree di cantiere da parte di mezzi e persone;
- ✓ individuazione di aree destinate allo stoccaggio e alla lavorazione dei materiali in punti privi di vegetazione, laddove possibile, e il più possibile aperti e privi di interferenze;
- ✓ attuazione di misure atte a evitare la possibile introduzione di specie alloctone invasive durante le operazioni di cantiere, in particolare mediante un attento controllo della qualità dei materiali introdotti (materiale vegetale, terre, substrati, etc.) oltre che attraverso opportuni accorgimenti a carico del personale operante in cantiere;
- ✓ copertura con teli e/o bagnatura dei cumuli di materiali polverulenti per evitare la diffusione di polveri nell'atmosfera.

7.4 ALTERNATIVE DI PROGETTO OPERE DI CONNESSIONE

Tenuto conto delle osservazioni pervenute dai Comuni interessati dalle opere di connessione in progetto nell'ambito della procedura di VIA, al fine di ridurre gli impatti connessi a tali opere, si propone una variante progettuale che prevede l'interramento di tutta la rete di utenza (10,5 km di cavo aereo in meno) fino alla SE di Nurri, utilizzando il sedime di strade esistenti. Con questa soluzione non sarà inoltre più necessaria la realizzazione della stazione di transizione aereo-cavo prevista originariamente nel Comune di Orroli.

Con la proposta di interramento saranno notevolmente ridotte le incidenze paesaggistiche legate alla visibilità degli interventi previsti nei Comuni di Orroli e Nurri riducendo pertanto l'impatto paesaggistico delle opere in progetto.

In merito alle linee RTN, la STMG imposta da Terna impone *“un collegamento in antenna a 380 kV su una nuova stazione di smistamento a 380 kV della RTN che dovrà essere collegata, per il tramite di due nuovi elettrodotti RTN a 380 kV”,* con una nuova SE RTN 380 kV da inserire in entra-esce alla RTN 380 kV “Ittiri – Selargius”. . Si conferma che la connessione RTN dovrà essere necessariamente realizzata in aereo per gli aspetti di sicurezza della rete voluti da TERNA. Per i dettagli in merito si rimanda all'osservazione 10 del presente documento.

7.5 NUOVA VIABILITÀ

Come anticipato al precedente Paragrafo 7.2, il progetto è stato aggiornato e non è più prevista la realizzazione di nuova viabilità ma solo l'adeguamento di quella esistente.

7.6 RIPRISTINI/TRASFORMAZIONI A FINE VITA IMPIANTO

Si chiede di approfondire quale ripristino o trasformazione del territorio si intende apportare alla fine di vita utile dell'impianto anche in considerazione dei cambiamenti climatici

Nel seguito vengono descritte le attività previste a fine vita utile 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, tuttavia, è bene tenere presente che le opere dell'impianto sono tutte in sotterraneo, ad eccezione dell'invaso di monte e dell'accesso alle opere sotterranee.

Le valutazioni sulle 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.

7.6.1 Interventi di Dismissione delle Opere al Termine della Concessione di Esercizio

Le opere realizzate, vista la loro natura e posizione, facilitano le operazioni di recupero ambientale e/o reinserimento; inoltre, la maggior parte delle opere in progetto è sotterranea, quindi non visibile dalla superficie e poco impattante a livello paesaggistico e ambientale.

Si sottolinea come questo sia una diretta conseguenza delle 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 relazione alle operazioni da eseguire a fine utile dell'impianto si procederà come segue, in primis si smantelleranno e rimuoveranno 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.

7.6.1.1 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., ovvero quando il volume invasato di circa 120 milioni di m³ (come indicato nella Relazione Tecnica Particolareggiata Elaborato 1351-A-FN-R-01-1). Si evidenzia che il volume invasato all'interno del bacino di valle è sempre stato superiore a 120 milioni m³ negli ultimi 20 anni: pertanto, ci si attende che l'opera di presa di valle non sarà visibile se non in periodi di particolare siccità (o di eventuali limitazioni dell'invaso).

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

7.6.1.2 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.

7.6.1.3 [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.

7.6.1.4 [Dismissione Sottostazione Elettrica in caverna](#)

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

7.6.1.5 [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.

7.6.1.6 [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.

7.6.1.7 [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 previsto 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.

7.6.1.8 [Dismissione Vie d'Acqua](#)

In seguito alla definizione di tutti gli interventi riportati nei Paragrafi precedenti, tutti i possibili accessi alle vie d'acqua saranno sigillati e il terreno circostante reinserito nel contesto paesaggistico-naturale ante operam. Come precedentemente riportato, non si ritiene opportuno procedere con la rimozione della condotta forzata e delle gallerie idrauliche, per evitare attività impattanti come scavi, lavori, movimentazioni e modifiche del terreno.

7.6.1.9 [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.

7.6.2 Dismissione e Ripristino Ambientale delle Opere

Per tutte le parti d’impianto, opere e locali non citate nel precedente capitolo, 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.

7.6.2.1 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;

7.6.2.1.1 *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.

7.6.2.1.2 *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.

7.6.2.1.3 *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.

7.6.2.2 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.

7.6.3 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 7.3: 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 ¹⁾	rifiuti misti dell'attività di costruzione e demolizione non pericolosi ¹⁾

Note:

(1): In tali rifiuti è compreso il geocomposito

7.7 FOTOINSERIMENTI DEL PROGETTO CON IMPIANTI FER AUTORIZZATI

Con riferimento alle fotosimulazioni di progetto prodotte da punti percettivi sensibili, si evidenzia che lo “Studio preliminare di inserimento paesaggistico” è stato integrato con l'inserimento di un capitolo dedicato “Appendice A | Analisi dell'impatto visivo”. Nello specifico, nel capitolo sopracitato è stata effettuata l'analisi delle caratteristiche percettive e degli ambiti visivi allo scopo di determinare la qualità percettiva del contesto paesaggistico di riferimento e di poter individuare le condizioni e gli elementi di intervisibilità ed, eventualmente, dell'impatto potenziale indotto

dalla realizzazione delle opere oggetto d'intervento. Quando si attuano tali condizioni di intervisibilità, è possibile individuare luoghi che possono essere “punti di osservazione” delle opere in progetto.

Particolare attenzione, pertanto, è stata riservata al punto di vista: l'intervento progettato è stato verificato sia in relazione all'eventualità che esso interferisca con le visuali godibili dal sito in cui deve essere realizzato, sia in relazione alle visuali che al sito medesimo convergono dal circostante territorio, e dunque in relazione all'eventualità che, inserendosi in un ambito percepibile da altre località, comprometta il “quadro panoramico” da esse godibile.

L'analisi dell'intervisibilità è stata effettuata per l'opera di progetto relativa al bacino di monte in cui è stata redatta una carta di intervisibilità teorica che le opere possono avere sul contesto circostante, mappa che non tiene conto, però, di eventuali ostacoli visivi antropici (edifici e centri urbani) o naturali (aree boscate o filari), ma solamente della morfologia del territorio. Nonostante la presenza di 14 tra elementi storici, culturali e naturali compresi nel raggio massimo dei 5 km di buffer dal bacino di monte preso in considerazione, dalla carta di intervisibilità teorica, il bacino di monte risulta visibile solo da 3 di questi elementi. Pertanto, sono stati effettuati i confronti tra stato di fatto e stato di progetto su 7 punti considerati sensibili, tra cui i 3 beni culturali, 1 punto panoramico e 3 luoghi relativi ad ambiti della viabilità (questi ultimi selezionati sulla base delle uniche percorrenze esistenti che consentono l'accesso all'ambito di intervento o a punti panoramici e/o di fruizione turistica).

Nello specifico, il capitolo dedicato “Appendice A | Analisi dell'impatto visivo” è così strutturato:

- ✓ Considerazioni preliminari;
- ✓ Valutazione dell'impatto visivo dell'impianto nel suo contesto;
- ✓ Confronti stato di fatto – stato di progetto attraverso fotosimulazioni, complete di planimetria con coni ottici.

Al fine di dare evidenza di un risultato esaustivo, le fotosimulazioni realizzate nello studio di intervisibilità visiva dai punti sensibili sono state effettuate non solo inserendo l'impianto nel contesto territoriale ma dando evidenza anche delle opere di integrazione paesaggistica e mitigazione ambientale previste e illustrate nel capitolo “Opere di mitigazione ambientale” dello “Studio preliminare di inserimento paesaggistico”.

Si precisa che, nel contesto di progetto non risultano presenti impianti FER autorizzati o in fase di cantierizzazione, e, per tale motivo, non sono stati inseriti nelle fotosimulazioni predisposte.

Con riferimento alle altre due opere fuori terra dell'impianto, ovvero il portale di accesso alle gallerie a valle e il piazzale funzionale all'accesso alla discenderia a monte, si precisa che nel documento “Studio preliminare di inserimento paesaggistico” al capitolo “Opere di mitigazione ambientale” sono stati riportati i confronti tra stato di fatto e stato di progetto effettuati lungo la viabilità esistente, ambito “sensibile” di visibilità, seppur limitata in considerazione delle mitigazioni previste, delle opere fuori terra.

Con riferimento all'immagine aerea che rappresenti la totalità delle opere di impianto fuori terra previste si precisa che è stata inserita a conclusione del capitolo “Opere di compensazione ambientale” nel documento “Studio preliminare di inserimento paesaggistico”. Si precisa, altresì, che, nel capitolo “Opere di mitigazione ambientale” sono contenuti gli zoom planimetrici su immagine aerea alle opportune scale di rappresentazione delle opere di impianto fuori terra, al fine di dare maggiore evidenza degli interventi previsti.

Per quanto riguarda le opere di connessione, non vengono proposti ulteriori foto inserimenti del progetto sovrapposto con impianti FER autorizzati in quanto le indagini effettuate non hanno rilevato la presenza di tali impianti nelle aree oggetto di indagine. Per i dettagli si rimanda al paragrafo 3.1 del presente documento.

Per approfondimenti in merito all'incidenza visiva delle opere in progetto si rimanda all'Appendice D Fotosimulazioni. Si rimanda invece all'appendice C Piano del Verde al doc. P0030780-1-H8 per gli approfondimenti specifici in merito alle opere di mitigazione a verde e i ripristini previsti per le opere di connessione.

7.8 FOTOINSERIMENTI BACINO DI MONTE

Con riferimento alle fotosimulazioni del bacino di monte prodotte da punti significativi e all'immagine aerea che rappresenti la totalità degli interventi, si evidenzia che lo “Studio preliminare di inserimento paesaggistico” è stato integrato con l'inserimento di un capitolo dedicato “Appendice A | Analisi dell'impatto visivo”. Si rimanda alla lettura del precedente paragrafo del presente documento (7.7) per ulteriori specifiche rispetto ai contenuti e alla struttura di quanto elaborato.

7.9 FABBRICATO POZZO PIEZOMETRICO

Con riferimento all'ubicazione del pozzo piezometrico, si evidenzia che questo sarà completamente in sotterraneo, ad una profondità di circa 350 m da p.c. (vedi Figura di seguito riportata e il Paragrafo 5.6 a pag. 26 della Relazione particolareggiata Doc. 1351-A-FN-R-01-1); di conseguenza, non è prevista alcun manufatto in superficie.

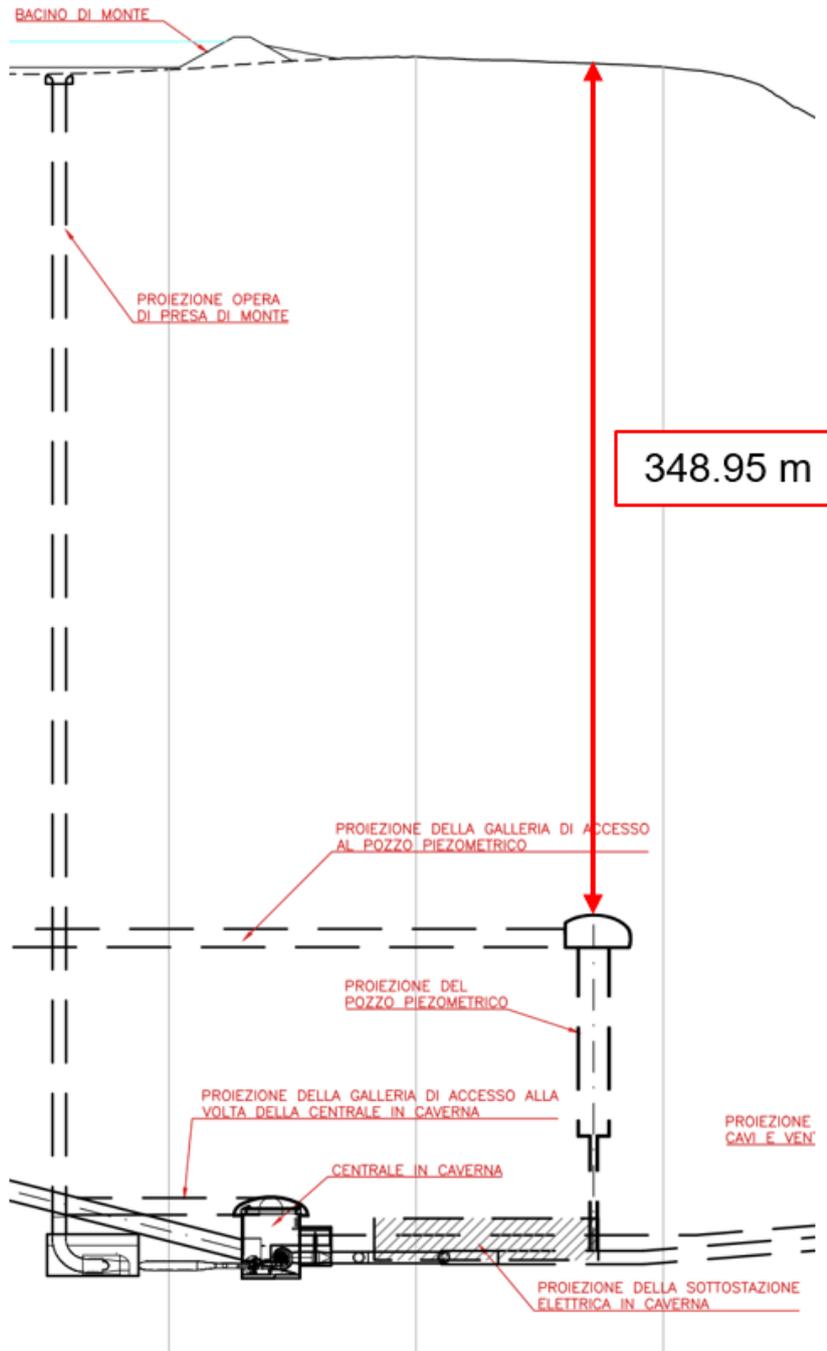


Figura 7.2: Stralcio profilo Longitudinale Pozzo Piezometrico (Rif. 1351-A-FN-D-06-1 - Profilo longitudinale)

7.10 IMPATTO SU ATTIVITÀ PRODUTTIVE LOCALI E TURISMO

Il turismo in Sardegna è uno dei settori più in espansione dell'economia regionale. Negli ultimi anni ha fatto registrare una notevole crescita, dopo una flessione negli anni tra il 2010 e il 2012 richiamando numerosi turisti provenienti sia dall'Italia che dall'Europa.

Nel 2021 la Sardegna ha superato i 2 milioni e mezzo di arrivi turistici in totale tra italiani e stranieri, mentre le presenze, ovvero le notti trascorse dai clienti italiani e stranieri negli esercizi ricettivi, hanno sfiorato i 12 milioni in totale (SIREG Sardegna).

In particolare, nel 2021 gli arrivi degli stranieri sono stati circa il 37% del totale, con 979,305 di arrivi e 4,196,546 di presenze di cui la maggior parte provenienti da Francia, Germania e Svizzera.; mentre le presenze degli italiani si sono assestate a 7,437,650 e gli arrivi a 1,649,721, di cui la maggior parte provenienti da Lombardia, Lazio e Piemonte.

Arrivi 2021

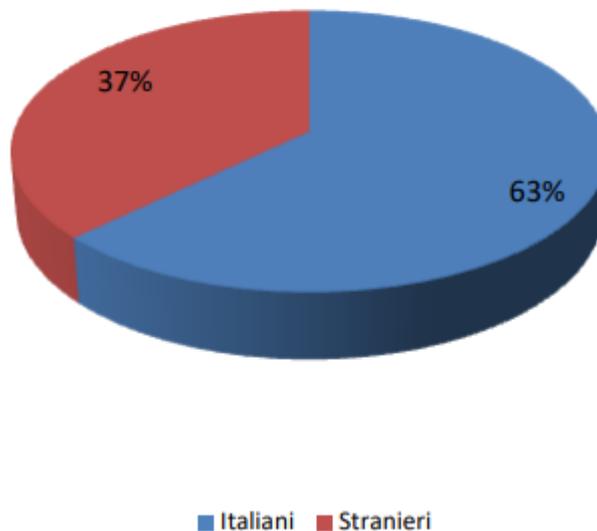


Figura 7.3: Distribuzione percentuale degli arrivi in Sardegna nel 2021 (SIREG Sardegna)

In Sardegna, come nel resto d'Italia, la stagionalità è una delle caratteristiche principali del fenomeno turistico. I mesi, infatti, in cui si registrano il maggior numero di arrivi e presenze regionali sono i mesi di Giugno, Luglio, Agosto e Settembre.

Per quanto riguarda invece nel dettaglio la ex Provincia del Sud Sardegna, secondo il report annuale dell'Osservatorio del Turismo, nell'anno 2019 sono stati registrati circa 496,010 arrivi, a fronte di quasi 2,473,074 presenze.

Tabella 7.4: Arrivi e Presenze Turistiche nel 2021 nella ex Provincia del Sud Sardegna

Provincia	ITALIANI		STRANIERI		TOTALE	
	Arrivi	Presenze	Arrivi	Presenze	Arrivi	Presenze
ex Sud Sardegna	281,921	1,451,650	112,883	546,781	394,804	1,998,431

Nel Comune di Esterzili si trova solamente un hotel a 3 stelle e un agriturismo, in quanto il comune stesso non è una meta principale di turismo rispetto al resto della Sardegna.

La realizzazione del progetto in esame ed il relativo progetto di sviluppo della rete sentieristica, potrà apportare una significativa opportunità di servizi e un incremento di turismo generale nell'area, attraverso il miglioramento della fruibilità dei luoghi del territorio e la valorizzazione dei paesaggi esistenti. È stata, difatti, prevista una riqualificazione della rete sentieristica esistente, qualificando e attrezzando un “circuito sentieristico” interamente percorribile, con una lunghezza complessiva pari a circa 10 km, il cui tracciato dal “Taccu sa Pruna” si avvicina al “Lago del Flumendosa” e raggiunge le “Cascate di Is Caddarxius” (si veda per maggiori dettagli quanto proposto all'interno dello “Studio preliminare di inserimento paesaggistico” sviluppato da LAND e riportato in Appendice A alla Relazione Paesaggistica dell'Impianto di Accumulo Idroelettrico Doc. P0030780-1-H4).

La fruizione turistica del territorio sarà favorita attraverso la messa a sistema del potenziale culturale ed ambientale del territorio attraverso il “sentiero dell'Energia di Esterzili”, circuito di circa 12 km che dal Taccu sa Pruna si avvicina al Lago Basso del Flumendosa, segue le orme degli antichi tracciati minerari e raggiunge le Cascate di Is Caddarxius.

Nello specifico, il sentiero si propone di connettere le eccellenze territoriali presenti nel territorio limitrofo con le opere di progetto, attraverso azioni di qualificazione di sentieri e percorsi già riconosciuti di interesse e la valorizzazione e la ri-scoperta di una ricchezza ambientale e culturale di valore condiviso.

Si precisa, inoltre che nello “Studio preliminare di inserimento paesaggistico” sono stati inseriti degli approfondimenti relativi al tipo di attrezzatura prevista lungo il sentiero, così come due approfondimenti relativi agli starting point per i fruitori, ovvero un'area attrezzata a parcheggio-parco per le auto in prossimità della SP53 (per chi proviene dai comuni limitrofi) e un nuovo punto di attracco del battello turistico (che già attraversa il lago basso del Flumendosa) per chi proviene dall'altra sponda del lago.

Si precisa che non si ravvisano potenziali impatti sul turismo in fase di cantiere.

Tutto questo, inoltre, potrà favorire l'attuale candidatura della Comunità Montana Sarcidano Barbagia di Seulo nel programma "Man and the Biosphere – MAB" dell'UNESCO e finanziata con Delibera della Regione Sardegna No. 50/53 del 28/12/21. Il Programma ha come obiettivo primario l'uso e la condivisione razionale e sostenibile delle risorse della biosfera e mira, con un approccio innovativo, a migliorare le condizioni di vita delle persone, a garantire una equa distribuzione dei benefici e a proteggere gli ecosistemi naturali mediante l'utilizzo delle scienze naturali e sociali, dell'economia e dell'educazione ambientale.

Il Programma MAB individua le "Riserve della Biosfera", ecosistemi terrestri, marino-costieri o misti, nei quali le comunità locali sono coinvolte nelle attività di cooperazione scientifica, ricerca interdisciplinare e sostenibilità ambientale, rappresentando pertanto esempi di best practice nell'ottica dello sviluppo sostenibile e della interazione tra sistema sociale e sistema ecologico.

Il riconoscimento a nuova Riserva della Biosfera è un obiettivo importante per il territorio, al fine di favorire un processo di sviluppo sostenibile nella popolazione locale, promuovendo le attività tradizionali (agricoltura e artigianato) e rafforzando la consapevolezza della necessità di conservare la biodiversità naturale e coltivata, la qualità dell'acqua, degli habitat e delle specie, la diversità culturale, archeologica e di paesaggio.

Per quanto riguarda le opere di connessione, si prevedono impatti positivi sulle attività produttive locali in quanto la realizzazione delle opere in progetto impiegherà diversi addetti (tra operai e tecnici) a tempo pieno. L'impegno richiesto, pur se non sufficiente a garantire stabili e significativi incrementi dei livelli di occupazione locali, risulta comunque positivo a livello locale. Si prevede altresì, in fase di cantiere, un impatto positivo dovuto agli approvvigionamenti delle materie prime e alla fornitura di vitto e alloggio alle maestranze.

In fase di esercizio non si prevede nessun impatto sulla componente in quanto saranno previste, con carattere straordinario, attività di manutenzione sulle stazioni e sugli elettrodotti ma non tali da comportare un indotto sensibile sulla componente.

In generale, per quanto riguarda il turismo, non si prevedono impatti né in fase di cantiere né in fase di esercizio.

8 PIANO DI DISMISSIONE

“8.1. “Si chiede di integrare la documentazione presentata con un piano di dismissione”.

8.1 PIANO DI DISMISSIONE

Per quanto riguarda il piano di dismissione dell’impianto di accumulo idroelettrico si rimanda alla relazione “Misure di reinserimento e recupero ambientale a fine vita utile impianto” (doc. ref. 1351-A-FN-R-03-1)

9 PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

“9.1. Il Proponente presenta due documenti separati e in uno dichiara che: “Per i comparti: Ambiente idrico; Suolo e sottosuolo; Uso del suolo; non sarà effettuato monitoraggio ambientale in quanto, dalle analisi effettuate all’interno del presente Studio di Impatto Ambientale, si evince che le opere in progetto non creano interferenze tali da giustificare il monitoraggio. Mentre la componente Atmosfera verrà monitorata solo in relazione alla realizzazione delle nuove SE in quanto la realizzazione dei sostegni non determina movimenti terra significativi e durate temporali prolungate”. Negli altri documenti è invece riportato un piano di monitoraggio che contiene il monitoraggio della componente idrica. La Commissione ritiene che l’impatto su tutte le componenti è significativo, pertanto si richiede di predisporre un piano di monitoraggio integrato ante operam, in corso d’opera e post operam che contiene tutte le componenti. In particolare:

Acque superficiali e sotterranee

- 9.1.1. integrare il PMA per le acque sotterranee in fase AO, CO e PO in corrispondenza delle zone di imbocco della galleria di accesso e del pozzo paratoie e in tutti i punti dove in fase di costruzione è presumibile rinvenire acque sotterranee nei potenziali acquiferi attraversati.
 - 9.1.2. integrare il PMA con il piano di monitoraggio della stazione Taccu Sa Pruna e del tratto relativo alla condotta sub-lacuale, riportato nelle Sintesi Non Tecniche;
 - 9.1.3. integrare il PMA, nella fase AO e CO con l’analisi dei parametri e con le frequenze previste dall’applicazione della Direttiva (UE) 2020/2184 del 16 dicembre 2020 concernente la qualità delle acque destinate al consumo umano, e in particolare in conformità all’Art. 8, al fine di valutare la qualità delle acque del Bacino e valutare gli impatti associati all’apporto del bacino di Taccu sa Pruna sulla qualità delle acque destinate al consumo umano;
 - 9.1.4. integrare il PMA, nella fase AO e CO con l’analisi dei parametri e con le frequenze previste dall’applicazione della Direttiva (UE) 2020/2184 del 16 dicembre 2020 concernente la qualità delle acque destinate al consumo umano, e in particolare in conformità all’Art. 8, al fine di valutare la qualità delle acque sotterranee destinate al consumo umano impattate direttamente o indirettamente dalle attività progettuali;
 - 9.1.5. predisposizione di monitoraggi e sistemi di allerta sulla base delle Linee guida “Cianobatteri in acque destinate a consumo umano. Linee guida per la gestione del rischio. Volume 2”. Roma: Istituto Superiore di Sanità; 2011. (Rapporti ISTISAN 11/35 Pt. 2). Lucentini L, Ottaviani M per il “Gruppo nazionale per la gestione del rischio cianobatteri in acque destinate a consumo umano”.
- 9.2. Inoltre, in considerazione del fatto che la durata stimata per il cantiere di valle è molto lunga, si chiede di specificare meglio l’impatto del cantiere di valle nel documento relativo al Piano di monitoraggio Ambientale.”

9.1 PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE SU TUTTE LE COMPONENTI

La proposta di Monitoraggio Ambientale del progetto di Impianto di Accumulo Idroelettrico e del progetto delle Opere di Connessione alla RTN è stata aggiornata, includendo tutte le componenti ambientali.

Con riferimento alla componente Suolo e Sottosuolo, si evidenzia che allo stato attuale delle conoscenze, in seguito alle analisi di laboratorio (doc ref. 1351-A-OP-A-04-1 - Analisi di laboratorio) eseguite sui campioni di roccia prelevati in corrispondenza dei tre sondaggi eseguiti nell’area del bacino di monte si ritiene possibile il riutilizzo del materiale di derivante dallo scavo sia del bacino di monte che delle opere in sotterraneo. Ad ogni modo, qualora dovesse emergere, in fase di caratterizzazione dei terreni, la non compatibilità dei materiali, questi saranno gestiti conformemente a quanto previsto dalla normativa vigente.

Per maggiori approfondimenti si veda anche la Proposta di Monitoraggio Ambientale ripresentata tra la documentazione di VIA aggiornata (Doc. P0030780-1-H5).

In merito alle opere di connessione, a valle degli impatti analizzati sulle diverse componenti riportati nel documento Allegato B – Sintesi degli impatti, non si ritiene necessario integrare ulteriormente il Piano di Monitoraggio Ambientale sulle componenti indicate. Si prevede, in ottemperanza a quanto richiesto ai punti 5 e 9.1.2 del presente documento nonché ai punti 2.6.5 e 2.6.13 del documento di risposta alle osservazioni pervenute dagli enti (cod. P0030780-1-H8), l’integrazione del monitoraggio per la componente biodiversità (si veda l’Allegato C – integrazione monitoraggio biodiversità) e per il Lago del Flumendosa.

9.1.1 Acque Sotterranee

Per quanto riguarda l'eventuale interazione tra le opere in progetto e le acque sotterranee, come riportato anche all'interno della Proposta di Monitoraggio ambientale, è bene specificare quanto segue.

Per le opere quali gallerie, caverne, pozzo piezometrico e pozzo paratoie, non si prevedono interferenze con le acque sotterranee, considerato che tali opere si sviluppano all'interno delle Arenarie di San Vito, caratterizzate da scarsa permeabilità.

Potrebbero verificarsi delle interferenze soltanto in corrispondenza delle seguenti zone sotto riportate:

- ✓ le gallerie di accesso si andranno a incontrare lungo il loro sviluppo alcune faglie (non attive) in corrispondenza delle quali potrebbero incontrarsi porzioni limitate (pochi metri) dell'ammasso roccioso con caratteristiche meccaniche inferiori ai tratti indisturbati, così come potrebbero verificarsi venute d'acqua localizzate;
- ✓ il pozzo paratoie che si colloca in una porzione di ammasso roccioso privo di lineamenti significativi e tuttavia, considerando la ridotta copertura (~30 m) c'è da aspettarsi una condizione dell'ammasso roccioso più decompressa, il che potrebbe significare una maggiore apertura delle fratture. Associata a tale condizione è possibile che la circolazione sotterranea delle acque sia favorita. D'altro canto, ci si trova in corrispondenza di un naso di roccia dove, a seguito di un sopralluogo dedicato, non sono state rilevate emergenze dell'acquifero, che sembra essere "drenato" dai due impluvi posti nelle immediate vicinanze, a NE e SW. Quindi, anche in questo caso non ci si dovrebbe aspettare venute d'acqua consistenti in fase di scavo. Un altro aspetto importante analizzato è la possibile presenza nell'area di fenomeni di instabilità.

In fase di costruzione, 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.

Nonostante quanto sopra, la Proposta di Monitoraggio Ambientale è stata integrata includendo il monitoraggio delle acque sotterranee in corrispondenza dei punti considerati maggiormente significativi, al fine di verificare che le attività di progetto non comportino alterazioni qualitative sulle stesse.

Si rimanda, in particolare, a quanto riportato al Paragrafo 6.2 del Documento No. P0030780-1-H5 Rev. 1 "Proposta di Monitoraggio Ambientale", ripresentato tra la documentazione di VIA aggiornata.

9.1.2 Stazione Taccu sa Pruna e Condotta Sub-Lacuale

In merito al monitoraggio delle acque del lago Flumendosa per la posa del cavo interrato, si rimanda per i dettagli al capitolo 2.6.13 del documento "Risposte alle osservazioni degli enti" (cod. P0030780-1-H8).

9.1.3 Qualità delle Acque Superficiali Destinate al Consumo Umano

La Proposta di Monitoraggio Ambientale è stata aggiornata, includendo, nelle fasi di AO e CO, l'analisi dei parametri e le frequenze, previsti in applicazione della Direttiva (UE) 2020/2184 del 16 dicembre 2020 concernente la qualità delle acque destinate al consumo umano.

Per maggiori approfondimenti si veda il Documento No. P0030780-1-H5 Rev. 1 "Proposta di Monitoraggio Ambientale", ripresentato tra la documentazione di VIA aggiornata.

9.1.4 Qualità delle Acque Sotterranee Destinate al Consumo Umano

La Proposta di Monitoraggio Ambientale è stata aggiornata, includendo, nelle fasi di AO e CO, l'analisi dei parametri e le frequenze, previsti in applicazione della Direttiva (UE) 2020/2184 del 16 dicembre 2020 concernente la qualità delle acque destinate al consumo umano.

Per maggiori approfondimenti si veda il Documento No. P0030780-1-H5 Rev. 1 "Proposta di Monitoraggio Ambientale", ripresentato tra la documentazione di VIA aggiornata.

9.1.5 Monitoraggi e Sistemi di Allerta per Rischio Cianobatteri nelle Acque Destinate al Consumo Umano

La Proposta di Monitoraggio Ambientale è stata aggiornata, includendo, in fase di esercizio dell'impianto (PO), il monitoraggio per il controllo delle cianotossine delle acque del nuovo bacino di monte, secondo le raccomandazioni riportate nelle Linee guida "Cianobatteri in acque destinate a consumo umano. Linee guida per la gestione del rischio. Volume 2". Roma: Istituto Superiore di Sanità; 2011. (Rapporti ISTISAN 11/35 Pt. 2). Lucentini L, Ottaviani M per il "Gruppo nazionale per la gestione del rischio cianobatteri in acque destinate a consumo umano".

Per maggiori approfondimenti si veda il Documento No. P0030780-1-H5 Rev. 1 “Proposta di Monitoraggio Ambientale”, ripresentato tra la documentazione di VIA aggiornata.

9.2 IMPATTI CANTIERE DI VALLE

Un approfondimento in merito agli impatti generati dalle attività di cantiere nell’area di valle è stato riportato nel Paragrafo 2.4 della Proposta di Monitoraggio Ambientale.

Per maggiori approfondimenti si veda il Documento No. P0030780-1-H5 Rev. 1 “Proposta di Monitoraggio Ambientale”, ripresentato tra la documentazione di VIA aggiornata.

10 ALTERNATIVE DI PROGETTO

“10.1. Discutere la possibilità di realizzare tutti o quasi i collegamenti elettrici con cavi interrati.”

10.1 ALTERNATIVE DI PROGETTO COLLEGAMENTI ELETTRICI

Relativamente alla possibilità di realizzare tutti o quasi i collegamenti elettrici con cavi interrati, tenuto conto anche delle osservazioni pervenute dai comuni interessati dalle opere di connessione nell'ambito della procedura di VIA, con la presente documentazione si propone una variante progettuale che prevede l'interramento di tutta la rete di utenza, utilizzando il sedime di strade esistenti.

Con questa soluzione non sarà inoltre più necessaria la realizzazione della stazione di transizione aereo-cavo prevista originariamente in un'area del Comune di Orroli.

L'interramento della linea di utenza ridurrà notevolmente le incidenze paesaggistiche legate alla visibilità degli interventi previsti nei Comuni di Orroli e Nurri.

Tale variante progettuale consentirà, inoltre, di ridurre l'estensione areale del cantiere base previsto nel comune di Orroli; infatti, i cantieri relativi alla realizzazione di opere in cavo interrato necessitano di minor spazio per il deposito dei mezzi e dei materiali. Si segnala comunque che in fase di progettazione esecutiva, di concerto con gli enti e sulla base dell'effettiva disponibilità dell'area, l'ubicazione delle aree di cantiere base potrà subire modifiche. Di seguito si riporta un estratto che individua l'area aggiornata per tale cantiere base.



Figura 10.1: Individuazione area cantiere base di Orroli (poligono giallo) e tracciato del cavo interrato 380 kV di utenza (verde)

Analoga valutazione è stata eseguita per le linee di connessione alla RTN tuttavia per tali opere si esclude la possibilità di realizzazione in cavo interrato.

Infatti, la STMG fornita da Terna impone *“un collegamento in antenna a 380 kV su una nuova stazione di smistamento a 380 kV della RTN che dovrà essere collegata, per il tramite di due nuovi elettrodotti RTN a 380 kV, con una nuova SE RTN 380 kV da inserire in entra-esce alla RTN 380 kV “Ittiri – Selargius”.* **Si conferma che la connessione RTN dovrà essere realizzata in aereo.**

Nell'Allegato E - “Planimetria raffronto variante connessione utente” è possibile vedere le due soluzioni di progetto, quella “originale” con la connessione utente mista aereo – cavo interrato e quella aggiornata con tutta la connessione utente in cavo interrato.

In merito agli approfondimenti richiesti si rimanda ai seguenti elaborati:

- ✓ **Elaborato Doc. No. P0030780-1-H8 Rev. 1 - Luglio 2023**

- Risposta alle osservazioni dei Comuni
- Risposta all'osservazione della Regione - Impatti sul Paesaggio delle Opere Proposte (Punto 4)
- ✓ Aggiornamento del Piano Tecnico delle Opere allegato relativo alle opere di utenza

11 MISURE DI COMPENSAZIONE

“11.1. In riferimento alle misure di compensazione, si richiede di dettagliare quali misure si intendono intraprendere nello specifico, fornendo anche evidenza di accordi o impegni sottoscritti tra le parti a supporto di tali impegni ed eventuali garanzie economiche a supporto”.

11.1 MISURE DI COMPENSAZIONE

Edison, nell'ambito della realizzazione dello Studio di Impatto Ambientale per l'impianto di Taccu sa Pruna, oltre alle misure di mitigazione proposte, finalizzate a minimizzare gli impatti ambientali del progetto, ha individuato una serie di misure di compensazione ambientale volte a:

- ✓ integrare le componenti fuori terra nel contesto paesaggistico;
- ✓ valorizzare gli aspetti paesaggistici caratteristici dei territori interessati;
- ✓ contribuire alla fruizione della rete sentieristica esistente.

Si riporta, di seguito, un elenco sintetico e per tipologia di opera, delle potenziali misure di compensazione individuate nello studio e delle più significative azioni mitigative previste. Per maggiori dettagli, si rimanda al documento Relazione Paesaggistica (P0030780-1-H4) e all'Appendice A ad esso allegata.

Bacino di monte:

- ✓ riutilizzo totale di terre e rocce da scavo, derivanti dalla realizzazione dell'impianto, in loco e nello specifico tale volume verrà utilizzato per la modellazione delle sponde del bacino di monte;
- ✓ inverdimento delle scarpate del bacino di monte al fine di garantire una ottimale riconnessione dell'opera con il contesto circostante;
- ✓ ripiantumazione in altro sito degli esemplari di pregio della vegetazione esistente integrando con nuovi esemplari di vegetazione arbustiva/erbacea finalizzata alla ricucitura della macchia arbustiva (circa 250.000 m² di vegetazione arbustiva ridistribuita);
- ✓ ripiantumazione con vegetazione autoctona delle aree danneggiate da fenomeni di incendio tra il 2007 e il 2019 (circa 400.000 m²) e localizzate in prossimità del nuovo impianto, al fine di favorire il ripristino di ambiti arbustivi a macchia mediterranea;
- ✓ il bacino potrà essere messo a disposizione della Protezione Civile nelle operazioni di prevenzione incendi, costituendo un “serbatoio” raggiungibile da mezzi antincendio.

Portale di accesso alle gallerie, sarà visibile la porzione di muratura di contenimento dell'accesso rispetto al versante nel quale si inserisce oltre che ad elementi relativi alla sicurezza del sito di lavoro, quali cancelli e recinzioni. Lo spazio prospiciente il portale verrà lasciato libero da ingombri e vegetazione al fine di garantire la corretta esecuzione di manovre da parte dei mezzi di trasporto.

- ✓ sarà realizzato nei pressi di un piazzale esistente dove un tempo già sorgeva piazzale di cantiere relativo alla realizzazione del collegamento “Flumineddu-Flumendosa”, la cui presenza è ormai andata perduta;
- ✓ per i rivestimenti e le colorazioni in facciata si prevede l'utilizzo di materiali locali o in accordo all'analisi cromatica e materica del contesto paesaggistico circostante;
- ✓ le pavimentazioni esterne al manufatto saranno realizzate in materiali che garantiscano un buon drenaggio superficiale ed utilizzando le colorazioni del contesto. Il cancello di accesso e le recinzioni avranno una colorazione scelta tra la palette di colorazioni verdi del contesto e la loro struttura sarà tale da garantire permeabilità visiva e creare continuità con il paesaggio retrostante.
- ✓ si provvederà alla ripiantumazione in altro sito degli esemplari di pregio della vegetazione esistente presenti nelle aree di cantiere (circa 750 m² di vegetazione ridistribuita), previa opportune verifiche di stabilità e fattibilità, al fine di tutelare il sistema della Gariga e favorirne la rigogliosa proliferazione.

Sentiero dell'Energia di Esterzili circuito tematico individuato quale riqualificazione di parte della rete sentieristica esistente nell'ambito di intervento. Il tracciato collega “Taccu sa Pruna” si avvicina al “Lago del Flumendosa” e raggiunge le “Cascate di Is Caddarxius”. Agevolando l'accessibilità dei luoghi si viene a migliorarne la fruibilità turistica.

- ✓ riqualificazione puntuale delle tracce sentieristiche presenti sul territorio, allo stato attuale in parte dimenticate, attività di recupero e manutenzione dei sentieri esistenti, attraverso la messa in sicurezza e l'inserimento di elementi di protezione;

- ✓ l’inserimento di aree attrezzate per la sosta e punti belvedere, soprattutto in virtù delle caratteristiche panoramiche del sito;
- ✓ predisposizione di aree di sosta attrezzate con panchine e servizi che diventano punti panoramici e zone di riposo lungo il circuito;
- ✓ predisposizione di connessioni verticali (scale) che consentono al fruitore di velocizzare il processo di discesa verso le “Cascate di Is Caddarxius”;
- ✓ inserimento di pannelli informativi e resa fruibile di contenuti attraverso “app” e strumenti digitali per la comunicazione di informazioni sugli itinerari e sui paesaggi attraversati;
- ✓ realizzazione di un’area attrezzata per il parcheggio delle auto in prossimità della SP53;
- ✓ creazione di un nuovo punto di attracco del battello turistico che attraversa il Lago Basso del Flumendosa direttamente connesso al Sentiero dell’Energia.

Con riguardo alle opere di connessione, si riportano, di seguito, ulteriori potenziali misure di compensazione ambientale individuate.

Protocollo Unesco e Comunità Energetiche: tenuto conto delle osservazioni pervenute dai comuni interessati dalle opere in progetto, Edison propone come misura di compensazione lo svolgimento di attività a supporto della candidatura dei comuni al Protocollo UNESCO MAB. Edison metterà a disposizione degli enti territoriali interessati dalla candidatura la propria esperienza tecnica al fine di contribuire al raggiungimento dell’obiettivo.

Tali attività dovranno essere pianificate in concerto con gli enti.

Come ulteriore misura di compensazione, Edison si propone come supporto tecnico per aiutare la costituzione di eventuali Comunità Energetiche. Anche questa attività dovrà essere pianificata in concerto con gli enti. (Per i dettagli in merito si rimanda a quanto sviluppato nell’elaborato Doc. No. P0030780-1-H11 Rev. 0 - Giugno 2023 in risposta alle osservazioni del Comune di Serri).

Area Fieristica di Santa Lucia: Edison propone come misura di compensazione la realizzazione di un’area a verde da ubicarsi nelle vicinanze della Chiesa di Santa Lucia e della Fiera. Le aree individuate come idonee al progetto sopra menzionato potranno subire modifiche a valle delle possibili interlocuzioni e tavoli tecnici con l’Ente Territoriale interessato. Le specie da utilizzare saranno concertate con l’ente competente in fase di progettazione esecutiva al fine di accogliere eventuali ulteriori suggerimenti. Per i dettagli in merito si rimanda a quanto sviluppato nell’elaborato Doc. No. P0030780-1-H11 Rev. 0 - Giugno 2023 in risposta alle osservazioni del Comune di Serri.

Costruzione di Nuove vasche antincendio: Si propone la realizzazione di vasche antincendio, realizzate a norma di legge anche per i mezzi aerei, e ubicate in siti idonei concertati con gli enti competenti e i Comuni interessati. La realizzazione di nuove vasche antincendio contribuirà ad implementare i punti di attingimento idrico incrementando così la rete regionale. Per i dettagli in merito si rimanda a quanto sviluppato nell’elaborato Doc. No. P0030780-1-H11 Rev. 0 - Giugno 2023 in risposta alle osservazioni del Comune di Serri.

Punti di monitoraggio sui tralicci in progetto: in accordo con Terna potrà essere valutata, in fase esecutiva, l’individuazione lungo le linee elettriche in progetto di alcuni punti di monitoraggio (da concordare con gli enti competenti) che permetta di implementare la rete di monitoraggio regionale.

La Società ha stimato un contributo per le misure di mitigazione e compensazione ambientale corrispondente a ca. l’1% del costo di investimento (~ 6 milioni di euro), ancorché tale stima potrà essere ridefinita nelle successive fasi progettuali anche in relazione agli esiti delle procedure autorizzative e di interlocuzione con gli enti.

In merito alla sottoscrizione di eventuali accordi con i Comuni interessati o atti di impegno per la realizzazione delle misure di compensazione ambientale si specifica quanto segue.

Edison, in questa fase di progettazione preliminare e tenuto conto che la disciplina di settore rinvia in sede di riunione di conferenza di servizi volta al rilascio dell’Autorizzazione Unica la definizione di eventuali misure di compensazione a favore dei Comuni, di carattere ambientale e territoriale e non meramente patrimoniali o economiche, non ha ancora finalizzato la stipula di accordi o impegni definitivi con gli enti territoriali per la realizzazione di progetti di compensazione ambientale.

Tali accordi potranno dunque essere definiti e circoscritti, anche da un punto di vista economico, nelle successive fasi progettuali/autorizzative, quando il quadro realizzativo e prescrittivo dell’opera in progetto sarà meglio definito.

Ad ogni modo, Edison proseguirà nell’individuazione, negli approfondimenti e nella progettazione delle migliori misure di compensazione ambientale che per le Amministrazioni locali si rendesse necessario implementare sul territorio interessato dalle opere in progetto.

Infine, giova precisare che, l'assenza di vincoli, gravami e più in generale di prescrizioni anche di carattere ambientale, nonché la disponibilità delle aree interessate dalle misure compensative dovrà costituire pre-condizione alla sottoscrizione di accordi con le predette Amministrazioni. Ovviamente, la realizzazione degli interventi oggetto di tali accordi sarà condizionata al rilascio dell'Autorizzazione Unica ed al decorso dei termini per l'impugnazione da parte di terzi, nonché all'avvio dell'iniziativa.

12 RISCHI DA EVENTI NATURALI ECCEZIONALI

“12.1. Predisporre un documento integrato nel quale vengono discussi i rischi da eventi naturali eccezionali che in presenza delle nuove infrastrutture impiantistiche (ad es. elettriche) possono provocare incidenti e le rispettive azioni di mitigazioni previste. In particolare, in caso di incendi nelle aree dell'impianto e limitrofe prevedere la possibilità di accesso alla risorsa idrica del bacino di monte da parte dei mezzi antincendio delle autorità preposte.”

12.1 RISCHI DA EVENTI NATURALI ECCEZIONALI

Con riferimento alle caratteristiche sito-specifiche delle aree interessate dalle opere in progetto, così come evidenziato anche nello Studio di Impatto Ambientale, il progetto in esame potrebbe essere soggetto a rischi legati alle seguenti calamità naturali, tra loro connesse:

- ✓ rischio sismico;
- ✓ rischio frana.

12.1.1 Rischio Sismico

Con riferimento al 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. Per maggiori particolari si rimanda alla seguente documentazione allegata al progetto:

- ✓ “Relazione sulla Sismica dei Manufatti in Sottterraneo” (Doc. No. 1351-A-GD-R-02-1);
- ✓ “Verifiche di stabilità del rilevato del serbatoio di monte” (Doc. No. 1351-J-FN-R-01-1).

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.

12.1.2 Rischio Frana

L'opera di presa e l'area 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 le aree di cantiere non interesseranno invece aree a rischio Molto Elevato.

Il progetto è stato oggetto di uno Studio Geologico (Doc. No. 1351-A-OP-R-01-1), 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 varisca.

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.

13 TERRE E ROCCE DA SCAVO

“13.1. Il proponente nell’istanza presentata per il progetto in esame, sia per la parte di impianto di accumulo idroelettrico, sia per quella delle opere connesse, fa riferimento al Piano preliminare di utilizzo in sito delle terre e rocce da scavo ai sensi dell’Art. 24 del D.P.R. 120/2017. Nella documentazione fornita ed analizzata (“Piano preliminare di utilizzo in sito delle terre e rocce da scavo escluse dalla disciplina dei rifiuti” Doc. No. P0030780-1-H3 Rev. 0 – Giugno 2022 e G929_GEO_R_002_Rel_trs_1-1_REV00) il proponente fa riferimento al trasporto di quantitativi di materiali da un cantiere di valle al cantiere di monte. Nel chiarire che l’art. 24 del DPR 120-2017 prevede che il materiale scavato possa essere riutilizzato nello stesso sito di produzione in cui sono generate le terre e rocce da scavo e che, a maggior chiarimento, anche le “Linee guida sull’applicazione della disciplina per l’utilizzo di terre e rocce da scavo” (n. 22/2019 approvate con delibera del Consiglio SNPA n. 54 del 9 maggio 2019) chiariscono che il sito è da intendersi come “area di cantiere quella dove si effettuano le attività a progetto, caratterizzata da contiguità territoriale in cui la gestione operativa dei materiali non interessa la pubblica viabilità” mentre è fornita la possibilità di riutilizzare i materiali da scavo in altra WBS di progetto o in siti esterni attraverso la predisposizione di un Piano di Utilizzo Terre (PUT) ai sensi dell’art. 9 del DPR 120/2017 e dell’allegato 5, previa verifica della compatibilità, si richiede di:

- identificare e delimitare su base cartografica i siti di produzione previsti
- identificare e delimitare su base cartografica i siti di destinazione previsti
- delimitare su base cartografica i percorsi dei mezzi per il trasporto dai siti di produzione ai siti di destinazione

Ai fini delle verifiche di cui all’art. 24, commi 4 e segg., del DPR 120 del 2017, il Proponente dovrà integrare il Piano Preliminare con l’indicazione dei volumi previsti delle terre e rocce da scavo e dei volumi di riutilizzo in sito del terreno escavato, riportandoli anche in una tabella riepilogativa, nonché con il numero dei punti di campionamento e l’indicazione dei livelli di prelievo dei campioni.

Inoltre, si evidenzia che:

- nel documento relativo all’impianto di accumulo risultano delle discrepanze in merito ai volumi di scavo (pag. 57/59) che passano dai 1.919.000 mc di scavo ai 1.959.000 mc riportati in tabella;
- nel documento si afferma che il corpo diga verrà realizzato attraverso il mescolamento del materiale di scavo ottenuto in corrispondenza del bacino di monte con il materiale roccioso. Non appare chiaro se il proponente abbia effettuato degli studi per la verifica della compatibilità di tale materiale con la realizzazione della suddetta opera idraulica.
- qualora i terreni dovessero subire contaminazione durante lo scavo in sotterraneo e non saranno riutilizzabili, si dovrà provvedere ad un aggiornamento della documentazione per l’approvvigionamento di una parte molto consistente dei volumi di materiali necessari alla realizzazione dei paramenti degli argini del bacino.

Qualora il proponente dovesse optare per la redazione del Piano di Utilizzo delle Terre e Rocce da Scavo (PUT), dovrà presentare e trasmettere per approvazione al MASE il Piano di Utilizzo delle Terre e Rocce da Scavo (PUT) redatto secondo l’art. 9 del DPR 120/2017 e l’allegato 5, precedentemente concordato con la competente ARPA.

In particolare, il Piano di utilizzo delle Terre e rocce da scavo (PUT) redatto ai sensi dell’art.9 del DPR 120/2017 e contenente tutti i contenuti minimi di cui all’allegato 5 del medesimo DPR, dovrà anche contenere quanto segue:

- numero cantieri effettivi che si intendono aprire, dimensioni area degli scavi, lunghezza e profondità degli scavi per ciascuna opera del progetto;
- volumi di terre e rocce escavate, volumi di terre e rocce in regime di sottoprodotto da destinare a riutilizzi interni, esterni e in regime di rifiuto da destinare a discarica;
- numero di sondaggi e numero di campioni circostanziati a tutte le opere del progetto, aggiornato e contestualizzato al DPR 120/2017 sulla base di ulteriori indagini ed accertamenti;
- risultati preliminari di indagini analitiche effettuati sui campioni.”

13.1 TERRE E ROCCE DA SCAVO

13.1.1 Impianto di Accumulo Idroelettrico Mediante Pompaggio

Il documento “Piano preliminare di utilizzo in sito delle terre e rocce da scavo escluse dalla disciplina dei rifiuti” (Doc. No. P0030780-1-H3) per l’Impianto di Accumulo Idroelettrico è stato ripresentato tra la documentazione di VIA aggiornata.

Tale modifica, inoltre, permetterà di collegare l’area di monte a quella di valle, tramite gallerie e garantendo, pertanto, la movimentazione e il riutilizzo delle terre e rocce da scavo all’interno della medesima area in cui si effettuano le attività a progetto, caratterizzata da contiguità territoriale e in cui la gestione operativa dei materiali non interessa la pubblica viabilità.

13.1.2 Opere di Connesione alla RTN

In relazione alle attività di gestione delle Terre e Rocce da Scavo prodotte durante la realizzazione delle opere in progetto è bene specificare che

Come già indicato nel documento G929_GEO_R_002_Rel_trs_1-1_REV00 e nel documento aggiornato G929_DEF_R_032_Ut_piano_prel_TRS_1-1_REV02, elaborato a seguito della variante progettuale per l’elettrodotta di utenza “SE Nurri 2 – SU Taccu sa Pruna”, non si prevede lo spostamento ed utilizzo dei materiali scavati in cantieri diversi da quelli di produzione.

Per questo motivo la documentazione relativa alla gestione delle TRS è stata elaborata ai sensi dell’Art. 24 del D.P.R. 120/2017 e non sono stati individuati altri siti di destinazione.

Nella relazione G929_GEO_R_002_Rel_trs_1-1_REV00 i punti di campionamento per le stazioni sono stati calcolati considerando le stazioni elettriche e le relative strade di accesso come entità separate. Tuttavia considerata la modesta lunghezza delle strade, si è ritenuto opportuno considerare le strade di accesso come una parte del cantiere stazione. Il numero dei punti di campionamento è stato pertanto aggiornato alla nuova definizione delle aree di scavo. Sono stati previsti 30 punti di campionamento per il cantiere “SE Sanluri”, avente area di circa 114,000 m² e 22 punti di campionamento per il cantiere “SE Nurri 2”, con area 75.000 m².

Di seguito si descrivono le aree di cantiere e le modalità di gestione previste del materiale.

13.1.2.1 Elettrodotti aerei e raccordi: microcantieri

La gestione del materiale scavato per la realizzazione dei nuovi elettrodotti aerei sarà gestita interamente nelle aree circostanti ai sostegni, denominate “Aree di microcantiere”. Di seguito vengono brevemente descritte le aree e le modalità di gestione del materiale scavato. Per un maggiore dettaglio si rimanda al capitolo 6.2 dell’elaborato “Descrizione del progetto” (cod. G929_SIA_R_002_Descriz_prog_2-4_REV00).

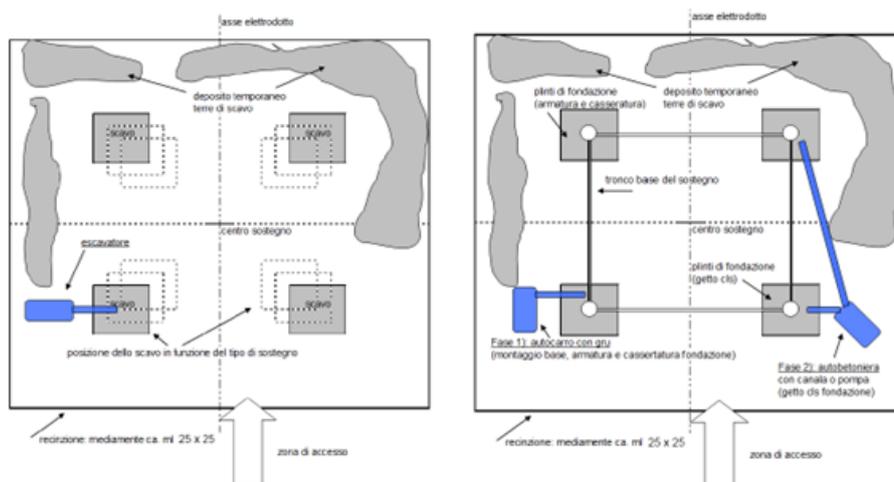


Figura 13.1: Planimetria tipo dell’area di micro cantiere durante gli scavi (a sinistra) e durante la posa delle fondazioni dei sostegni (a destra).

L’attività avrà inizio con lo scavo delle fondazioni. Si tratta in ogni caso di scavi di modesta entità e limitati a quelli strettamente necessari alla fondazione, il posizionamento delle armature ed il successivo getto di calcestruzzo.

Il materiale scavato durante la realizzazione dei sostegni sarà depositato temporaneamente nell'area di cantiere temporaneo, dopodiché sarà utilizzato per il riempimento degli scavi e il livellamento del terreno alla quota finale di progetto.

I siti di deposito temporaneo per i materiali di scavo prodotti nell'ambito delle opere di fondazione corrispondono alle cosiddette aree di “micro-cantiere”, denominati anche “area sostegno”. Si tratta di cantieri destinati alle operazioni di scavo, getto in cemento armato delle fondazioni, rinterro ed infine all'assemblaggio degli elementi costituenti la tralicciatura del sostegno.

Il terreno può essere riutilizzato solo dopo accertamenti della sua idoneità attraverso indagini chimico-fisiche specifiche. Nel caso in cui le analisi dovessero rilevare dei superamenti delle CSC, la quota parte di materiale da scavo contaminato sarà gestita come rifiuto e conferita ad idoneo impianto di recupero o trattamento/smaltimento con le modalità previste dalla normativa vigente (Titolo IV del D. Lgs. 152/2006 e s.m.i.) ed il riempimento verrà effettuato con materiale inerte di idonee caratteristiche.

Eventuale materiale in esubero, non utilizzabile per le operazioni di rinterro, potrà essere gestito come rifiuto e conferito ad idoneo impianto di trattamento e recupero. Per gli eventuali trasporti di terreno verranno impiegati automezzi con adeguata capacità di trasporto (circa 20 m³), protetti superiormente con appositi teloni al fine di evitare la dispersione di materiale.

Per il deposito temporaneo del materiale da scavo prodotto nell'ambito della realizzazione dei sostegni aerei, la durata prevista corrisponderà al tempo necessario per la realizzazione della fondazione e per la sistemazione delle aree dopo la tesatura.

È stato previsto un punto di campionamento per ogni nuovo sostegno in costruzione. Si rimanda all'Allegato F-Tabella Punti di campionamento TRS per l'individuazione dei punti.

13.1.2.2 [Elettrodotto in cavo interrato 380 kV “SE Nurri 2 – SU Taccu Sa Pruna”](#)

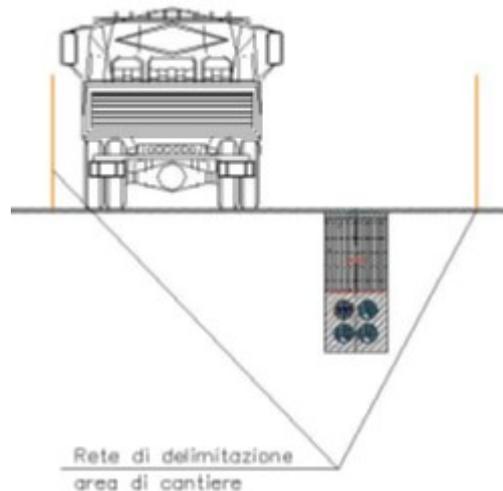


Figura 13.2: Sezione dell'area di cantiere dell'elettrodotto in cavo interrato

Per la posa dei cavi interrati l'area di cantiere è costituita essenzialmente dalla trincea di posa del cavo che si estende progressivamente sull'intera lunghezza del tracciato.

Le terre e rocce da scavo saranno depositate su un manto impermeabile, in forme di cumuli, ognuno di dimensioni massime di 10 m³ ed in condizioni di massima stabilità evitando scoscendimenti (in presenza di pendii), aree vicine a canali o fossati e non a ridosso delle essenze arboree.

Ogni cumulo sarà individuato univocamente e sarà caratterizzato per determinare la classificazione di pericolosità del rifiuto e la tipologia della discarica per lo smaltimento.

Per qualsiasi trasporto di terreno, ove venga eseguito, in via esemplificativa verranno impiegati di norma automezzi con adeguata capacità di trasporto (circa 20 m³), protetti superiormente con appositi teloni al fine di evitare la

dispersione di materiale, specie se inquinato, durante il tragitto verso il deposito autorizzato o la discarica autorizzata

Le Terre e Rocce da scavo non conformi alle CSC e quelle non riutilizzabili in quanto eccedenti, saranno accantonate in apposite aree dedicate e, successivamente, caratterizzate ai fini dell'attribuzione del codice CER per l'individuazione dell'impianto autorizzato.

Le TRS saranno quindi raccolte e avviate a operazioni di recupero o di smaltimento secondo una delle seguenti modalità alternative (Art. 23 del D.P.R. 120/2017):

- ✓ con cadenza almeno trimestrale, indipendentemente dalle quantità in deposito;
- ✓ quando il quantitativo di rifiuti in deposito raggiunga complessivamente i 4,000 m³ di cui al massimo 800 m³ di rifiuti pericolosi. In ogni caso, allorché il quantitativo di rifiuti non superi il suddetto limite all'anno, il deposito temporaneo non può avere durata superiore ad un anno.

Il criterio di gestione del materiale scavato prevede il suo deposito temporaneo presso l'area di cantiere e successivamente il suo utilizzo per il rinterro degli scavi, previo accertamento, durante la fase esecutiva, dell'idoneità di detto materiale per il riutilizzo in sito. In caso i campionamenti eseguiti forniscano un esito negativo, il materiale scavato sarà destinato ad idonea discarica, con le modalità previste dalla normativa vigente e il riempimento verrà effettuato con materiale inerte di idonee caratteristiche.

Il cantiere del cavo interrato sarà posto per la maggior parte su viabilità esistente. Per l'individuazione cartografica dell'asse del tracciato del cavo si fa riferimento alla tavola “Corografia di progetto – CTR” (cod. G929_DEF_T_002_Ut_coro_prog_CTR_X-3_REV02).

Di seguito si riporta la perimetrazione su base CTR del tracciato del cavo interrato e la posizione prevista per i punti di campionamento, che potranno essere modificati nelle successive fasi progettuali. Per il numero di campioni da prelevare per ogni punto individuato e le profondità di prelievo si rimanda all'Allegato F - Tabella Punti di campionamento TRS.

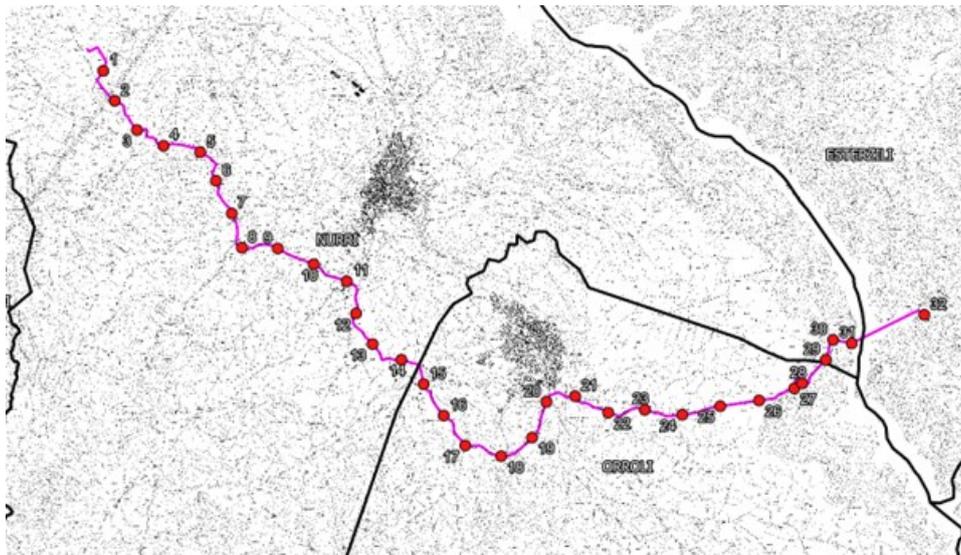


Figura 13.3: Inquadramento su base CTR del tracciato del cavo interrato e posizione dei punti di campionamento previsti.

13.1.2.3 Stazione Elettrica 380/150 kV Sanluri

L'area di cantiere corrisponde al sedime della stazione elettrica e all'area occupata dai rilevati, oltre a quella occupata dall'adeguamento della viabilità esistente.

La stazione sarà costruita in rilevato mediante scavo-riporto. Il materiale scavato sarà interamente riutilizzato in sito. Non vi sarà infatti trasporto di materiale scavato al di fuori dell'area di cantiere. Di seguito si riporta la perimetrazione su base CTR dell'area di cantiere la posizione prevista per i punti di campionamento, che potranno essere modificati nelle successive fasi progettuali. Per il numero di campioni da prelevare per ogni punto individuato e le profondità di prelievo si rimanda all'Allegato F - Tabella Punti di campionamento TRS.

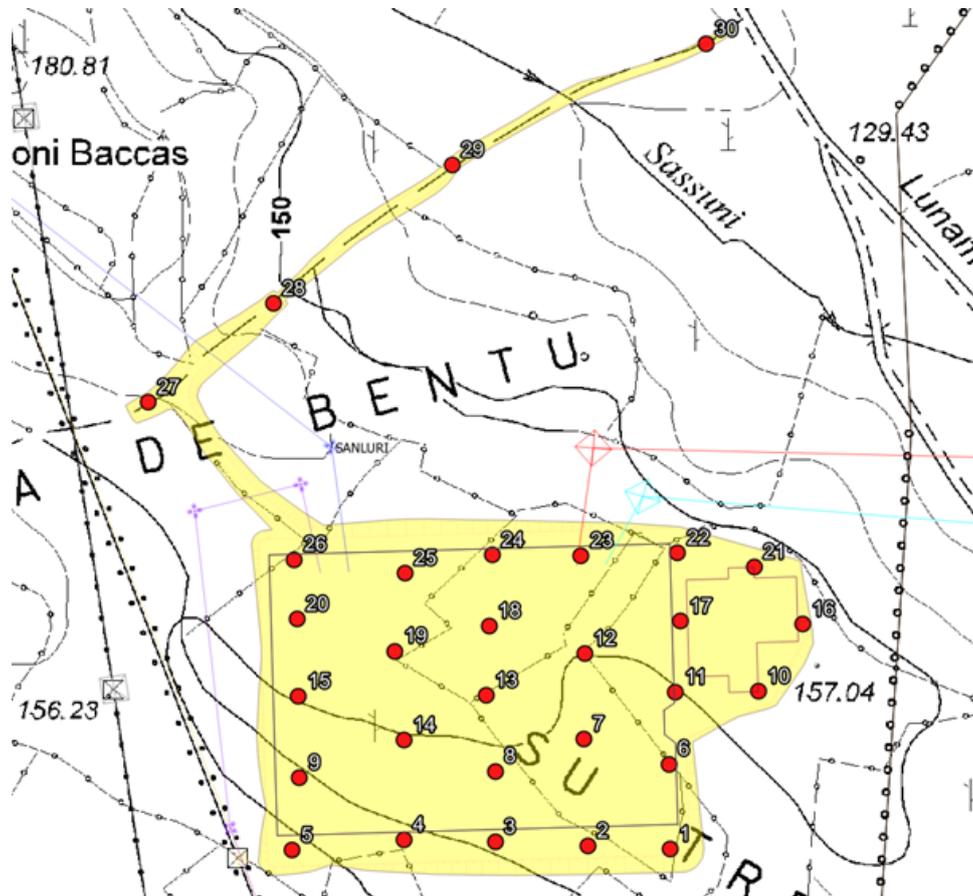


Figura 13.4: Area di cantiere “SE Sanluri” su base CTR. In giallo è delimitata l’area di cantiere. In rosso sono riportati i punti di campionamento previsti.

13.1.2.4 Stazione Elettrica 380/150 kV Nurri 2

L’area di cantiere corrisponde al sedime della stazione elettrica e all’area occupata dai rilevati, oltre a quella occupata dall’adeguamento della viabilità esistente.

La stazione sarà costruita in rilevato mediante scavo-riporto. Il materiale scavato sarà interamente riutilizzato in sito. Non vi sarà trasporto di materiale scavato al di fuori dell’area di cantiere. Di seguito si riporta la perimetrazione su base CTR dell’area di cantiere la posizione prevista per i punti di campionamento, che potranno essere modificati nelle successive fasi progettuali. Per il numero di campioni da prelevare per ogni punto individuato e le profondità di prelievo si rimanda all’Allegato F - Tabella Punti di campionamento TRS.

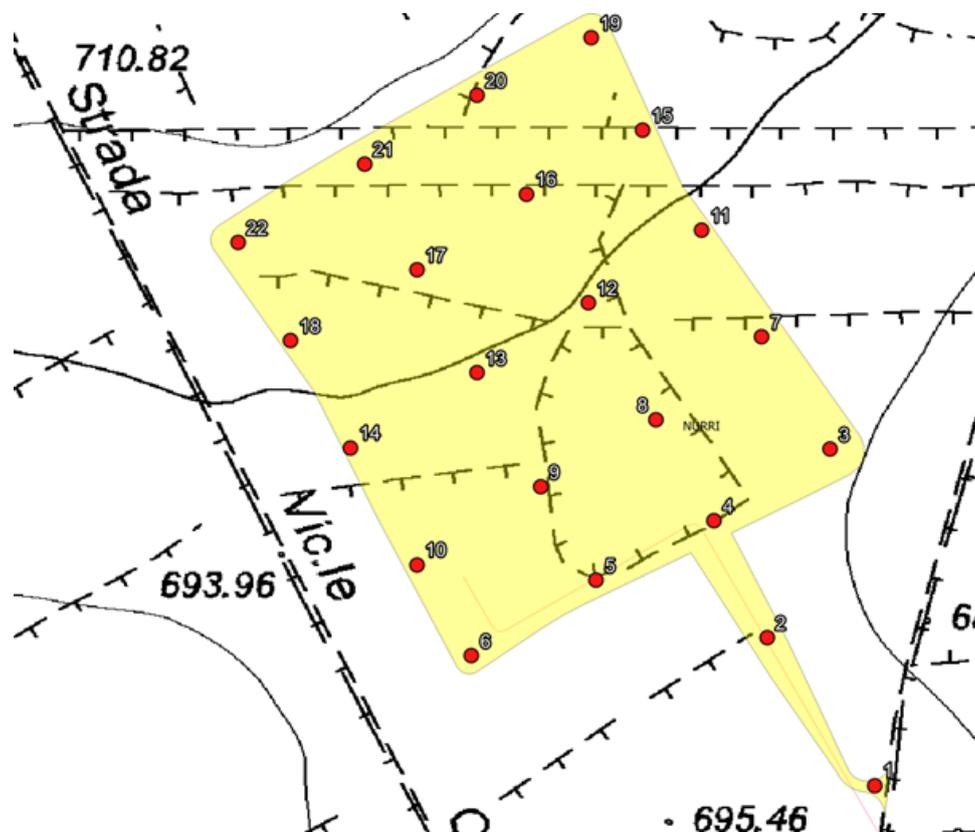


Figura 13.5: Area di cantiere “SE Nurri 2” su base CTR. In giallo è delimitata l’area di cantiere. In rosso sono riportati i punti di campionamento previsti.

14 ASPETTI IDRAULICI

- “14.1. Con riferimento alla “Relazione tecnica particolareggiata” Elaborato 1351-A-FN-R-01-0, nel paragrafo 5.8.3 si descrive uno sfioratore superficiale di cui occorre precisare se relativo al nuovo invaso di monte o a quello già esistente di valle.
- 14.2. Il recapito finale dello sfioratore superficiale del nuovo bacino di monte, in utilizzo definito “estremo”, nell’elaborato 1351-A-FN-R-01-0 al paragrafo 5.8.3 è individuato in un impluvio naturale il cui recapito finale è l’invaso di Nuraghe Arrubiu, ovvero l’invaso di valle. All’uopo occorre verificare i profili di corrente idrica che si genererebbero in detto impluvio anche in condizioni di bacino di valle colmo con possibile generazione di rigurgiti, al fine di definire o meno se siano necessarie arginature o vi siano aree destinate alla laminazione delle acque eventualmente eccedenti. Andrà inoltre verificato se occorrono o meno interventi di risagomatura e/o sistemazione dell’alveo impluvio e/o dissipatori. Definire, infine, quali siano gli effetti sul bacino di valle relativi alla se pur rara possibilità di attivazione di scarico di bacino di monte a bacino di valle completamente invasato.
- 14.3. Indicare secondo i seguenti distinti scenari di minimo, massimo e medio invasamento del bacino di valle, quale sia la variazione di quota che si genera nell’invaso di valle per effetto del prelievo e del pompaggio al bacino di monte.”

14.1 SFIORATORE SUPERFICIALE

Lo sfioratore superficiale menzionato al capitolo 5.8.3 della relazione tecnica particolareggiata è relativo al nuovo invaso di monte.

14.2 PROFILI DI CORRENTE IDRICA IN CONDIZIONI DI BACINO DI VALLE COLMO

Nel presente paragrafo viene analizzato ed evidenziato che la probabilità di attivazione dello sfioratore di superficie del bacino di monte è estremamente remota, e che il contributo della portata massima evacuata tramite lo sfioratore di superficie può essere considerata trascurabile rispetto alle portate già defluenti nel ricettore finale in occasione di un evento di piena con tempo di ritorno di 3,000 anni.

Probabilità di attivazione dello scarico dello sfioratore di superficie del bacino di monte

Come descritto al § 5.8.4 della Relazione tecnica particolareggiata (doc. ref. 1351-A-FN-R-01-1), lo sfioratore risulterebbe in funzione solo nel caso in cui si verificano contemporaneamente le seguenti condizioni:

- ✓ il bacino di monte è riempito fino alla quota di massima regolazione;
- ✓ si verifichi un evento meteorico (pioggia) con tempo di ritorno di 3,000 anni;
- ✓ l’intensità e la direzione del vento sono tali da creare un sovrizzo di almeno 30 cm in corrispondenza dello sfioratore;
- ✓ l’impianto non è in grado di poter attivare le macchine in maniera tale da restituire al bacino di valle parte del volume accumulato nel bacino di monte;
- ✓ la valvola dissipatrice non si riesca ad azionare.

Convertendo le condizioni sopra elencate in termini numerici, si può affermare che la probabilità di attivazione del canale dello sfioratore di superficie del bacino di monte sia pari a:

- ✓ probabilità che l’acqua nel livello di monte sia alla quota di massima regolazione al momento dell’inizio dell’evento di piena: si può ipotizzare una probabilità del 50%;
- ✓ probabilità che in un determinato anno accada un evento meteorico con tempo di ritorno di 3,000 anni: $1/3,000 = 0.03\%$;
- ✓ probabilità che intensità e direzione del vento siano tali da creare un sovrizzo di almeno 30 cm in corrispondenza dello sfioratore: difficilmente stimabile; pertanto, si ipotizza cautelativamente che la probabilità sia pari al 100% (coincidente con il sopracitato evento meteorico con tempo di ritorno di 3,000 anni);
- ✓ probabilità che vi sia un guasto ad entrambi i gruppi ternari e valvola dissipatrice tale per cui non è possibile in alcun modo trasferire volume di acqua dal bacino di monte a quello di valle: tale probabilità può essere stimata pari all’1%.

Il prodotto finale rappresenta la probabilità che venga attivato lo sfioratore di superficie (e che quindi possa defluire nel relativo canale e ricettore una portata massima di 0.22 m³/s), ed è pari a 0.00016%. Convertendo questo numero in un tempo di ritorno, quest'ultimo sarebbe pari a $1 / 0.00016\% = 600,000$ anni.

Si evince dunque che la probabilità di contemporaneità di tali sfortunate coincidenze è estremamente remota.

Contributo della portata dello scarico dello sfioratore di superficie del bacino di monte rispetto alle portate già defluenti nel ricettore finale

Di seguito viene valutata la portata di piena del bacino imbrifero d'interesse, ossia quello del ricettore in cui termina lo scarico dello sfioratore di superficie. Le portate di piena sono valutate con tempi di ritorno di 5, 10 e 20 anni, per poter consentire un migliore confronto tra gli ordini di grandezza degli eventi di piena normale del bacino imbrifero d'interesse e la portata massima eventualmente derivante dallo sfioratore di superficie.

Il bacino imbrifero d'interesse (sotteso dalla sezione di chiusura coincidente con lo sbocco della tubazione che trasporta le acque provenienti dallo sfioratore di superficie) ha un'estensione pari a circa 560,000 m².

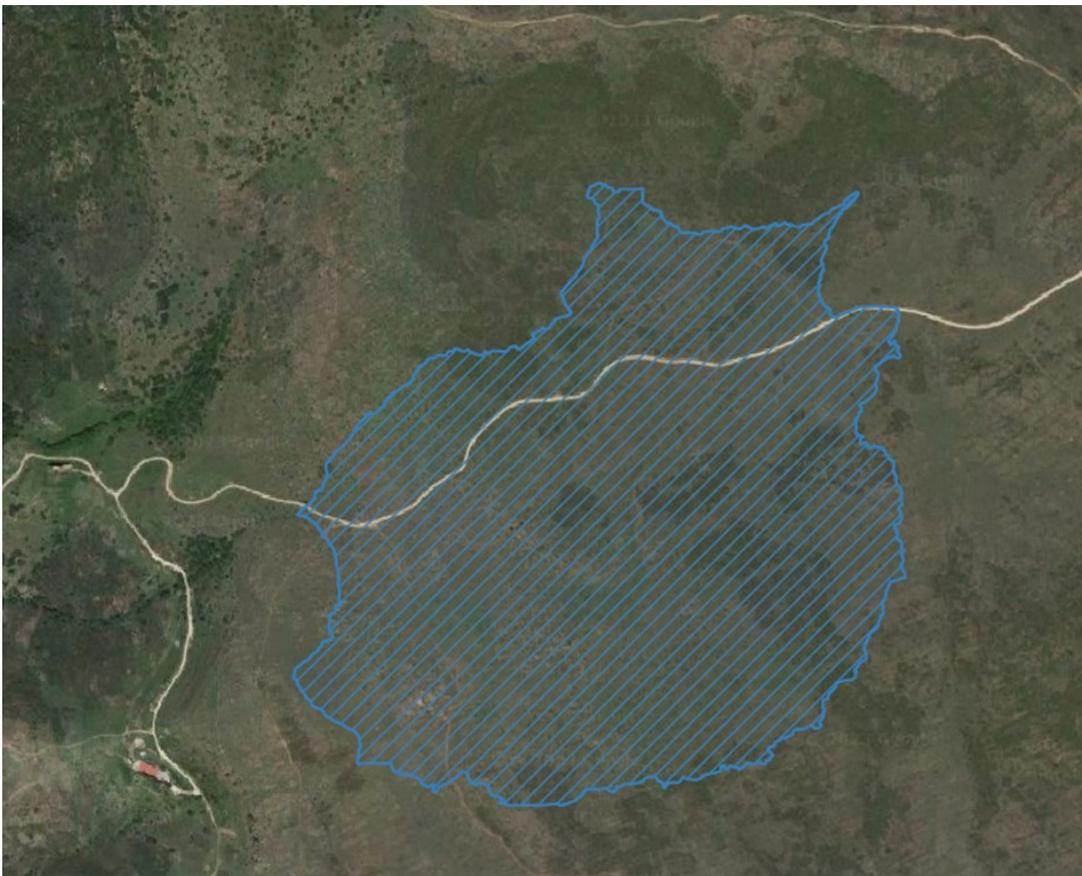


Figura 14.1: Bacino imbrifero sotteso dalla sezione di chiusura individuata (termine scarico sfioratore di superficie)

La portata massima attesa all'interno di questa canaletta può essere stimata tramite la formula razionale:

$$Q_T [\text{m}^3/\text{s}] = 0.28 \cdot c \cdot i_T(t_c) \cdot A$$

in cui:

- ✓ 0.28 = coefficiente numerico che consente di ottenere la portata in m³/s [-]
- ✓ c = coefficiente di deflusso del bacino [-], ossia la frazione dell'afflusso meteorico che si traduce in deflusso superficiale

- ✓ $i_T(t_c)$ = l'intensità di precipitazione [mm/h] con tempo di ritorno T e durata pari al tempo di corrivazione t_c [h]
- ✓ A = area del bacino [km²]

Per la determinazione del coefficiente di deflusso si fa riferimento alla tabella seguente, che riprende i valori indicati dalla FAO3 1976. A favore di sicurezza, si assume un valore pari a $c = 0,5$ (il valore massimo contenuto previsto nella Tabella 14.1).

Tabella 14.1: Valori del coefficiente di deflusso al variare del tipo di suolo e copertura del bacino

Tipo di suolo	Copertura del bacino		
	coltivazioni	pascoli	boschi
Suoli molto permeabili sabbiosi o ghiaiosi	0,20	0,15	0,10
Suoli mediamente permeabili (senza strati di argilla)- Terreni di medio impasto o simili	0,40	0,35	0,30
Suoli poco permeabili. Suoli fortemente argillosi o simili con strati di argilla vicini alla superficie. Suoli poco profondi sopra roccia impermeabile	0,50	0,45	0,40

L'intensità di precipitazione associata al tempo di ritorno T può essere stimata tramite la seguente formula:

$$i_T(t_r) = \frac{h_T}{t_r}$$

In cui h_T può essere calcolato utilizzando la definizione fornita dal progetto VaPI (si rimanda al § 3 della *Relazione Idrologica*, doc. ref. 1351-A-FN-R-04-1).

Per il tempo di corrivazione, si utilizza la formula di Giandotti:

$$t_c \text{ [h]} = \frac{4 \cdot \sqrt{A} + 1.5 \cdot L}{0.8 \cdot \sqrt{H_m - H_{min}}}$$

in cui:

- ✓ $L = 1.2$ km = lunghezza dell'asta principale
- ✓ $H_{med} = 659$ m s.l.m. = altitudine media del bacino imbrifero
- ✓ $H_{min} = 649$ m s.l.m. = altitudine minima del bacino imbrifero

In base a quanto riportato, i valori della piena associata a tempi di ritorno di 5, 10 e 20 anni sono rispettivamente **$Q_5 = 1.5$ m³/s, $Q_{10} = 1.9$ m³/s e $Q_{20} = 2.3$ m³/s.**

In Tabella 14.2 vengono riassunti i risultati di questo metodo:

Tabella 14.2: Calcolo della piena associata ad un tempo di ritorno di 5, 10 e 20 anni

Grandezza	Valore	Unità di misura
A	0.56	km ²
c	0.50	-
t_c	1.89	h
h_5	36	mm
$i_5(t_c)$	19	mm/h
Q_5	1.5	m ³ /s
h_{10}	46	mm

³ FAO, [Conservation Guide n° 2; Hydrological Tecnicques for upstream conservation, Roma 1976.](#)

Grandezza	Valore	Unità di misura
$i_{10}(t_c)$	24	mm/h
Q_{10}	1.9	m ³ /s
h_{20}	56	mm
$i_{20}(t_c)$	30	mm/h
Q_{20}	2.3	m ³ /s

Si può notare anche solo la portata di piena del bacino imbrifero d'interesse per un tempo di ritorno di 5 anni è nettamente superiore alla portata che eventualmente potrebbe derivare dallo sfioratore di superficie del bacino di monte (0.22 m³/s).

In virtù della remota probabilità di attivazione dello scarico citata precedentemente (tempo di ritorno stimabile in 600,000 anni), la presenza dello scarico dello sfioratore di superficie non influenza in modo rilevante le condizioni idrauliche del bacino imbrifero d'interesse.

Si ritiene inoltre rilevante fare presente che il bacino di accumulo in progetto occupa parzialmente il bacino imbrifero sopra citato, come si può evincere dalla figura seguente, e pertanto ci si aspetta che con l'introduzione del bacino in progetto si riduca l'entità degli eventi di piena che potrebbero interessare l'impiuvio che recepisce le acque dello sfioratore di superficie. Considerando che nella formula razionale la portata di piena è proporzionale all'area, e che il bacino sottrae al bacino imbrifero in questione una porzione pari a circa 270.000 m², le portate di piena si ridurrebbero del 48 % circa, passando così a valori pari a circa $Q_5 = 0.8 \text{ m}^3/\text{s}$, $Q_{10} = 1.0 \text{ m}^3/\text{s}$ e $Q_{20} = 1.2 \text{ m}^3/\text{s}$.

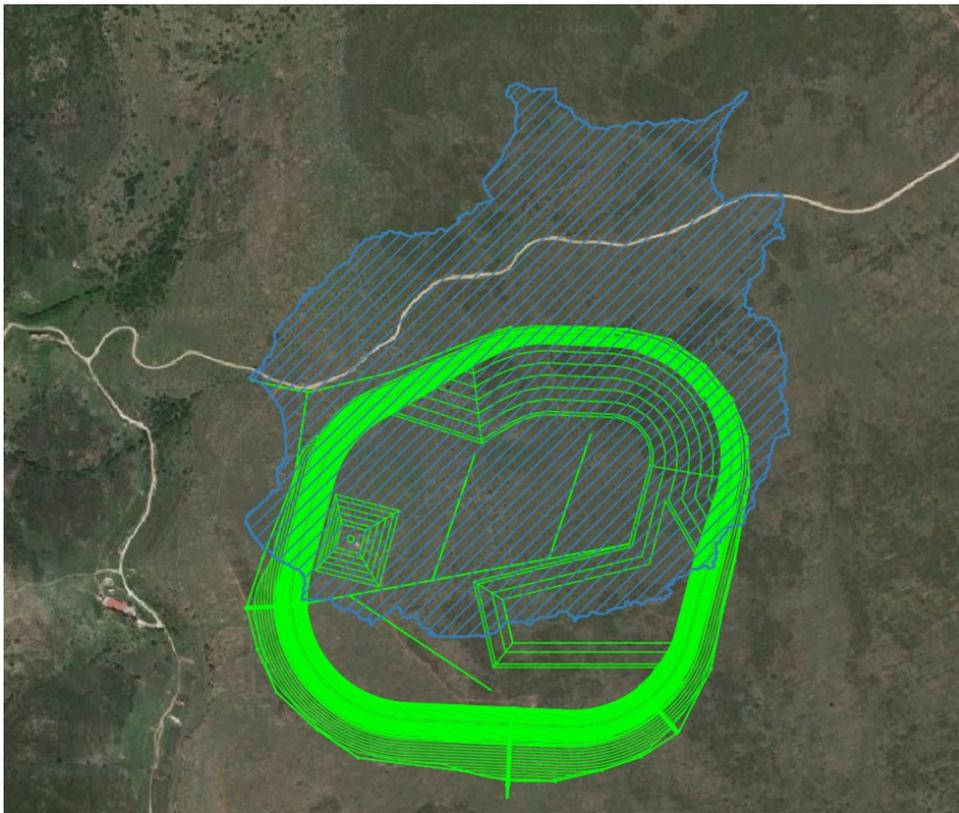


Figura 14.2: Sovrapposizione tra bacino imbrifero sotteso dalla sezione di chiusura individuata (termine scarico sfioratore di superficie) e bacino di accumulo in progetto)

Pertanto, la presenza dello scarico dello sfioratore di superficie non rende necessario alcun intervento di messa in sicurezza a valle dello scarico stesso (e.g., arginature, dissipatori, vasche di laminazione, etc.) e che l'influenza sui fenomeni di trasporto solido sia trascurabile.

Si ritiene infine che l'attivazione dello sfioratore di superficie non produca alcun effetto sensibile sul bacino di valle, in quanto il contributo di tale scarico (220 l/s) rappresenta lo 0,005% della portata di progetto della diga di Nuraghe Arrubiu (pari a 4.320 m³/s, come riportato nel Foglio Condizioni per l'Esercizio e la Manutenzione della diga di Nuraghe Arrubiu).

14.3 VARIAZIONI QUOTA NELL'INVASO DI VALLE PER ESERCIZIO PROGETTO

In assenza di rilievi batimetrici dell'invaso, si è fatto riferimento al Foglio di Condizioni della diga di Nuraghe Arrubiu, riportato nella seguente figura.

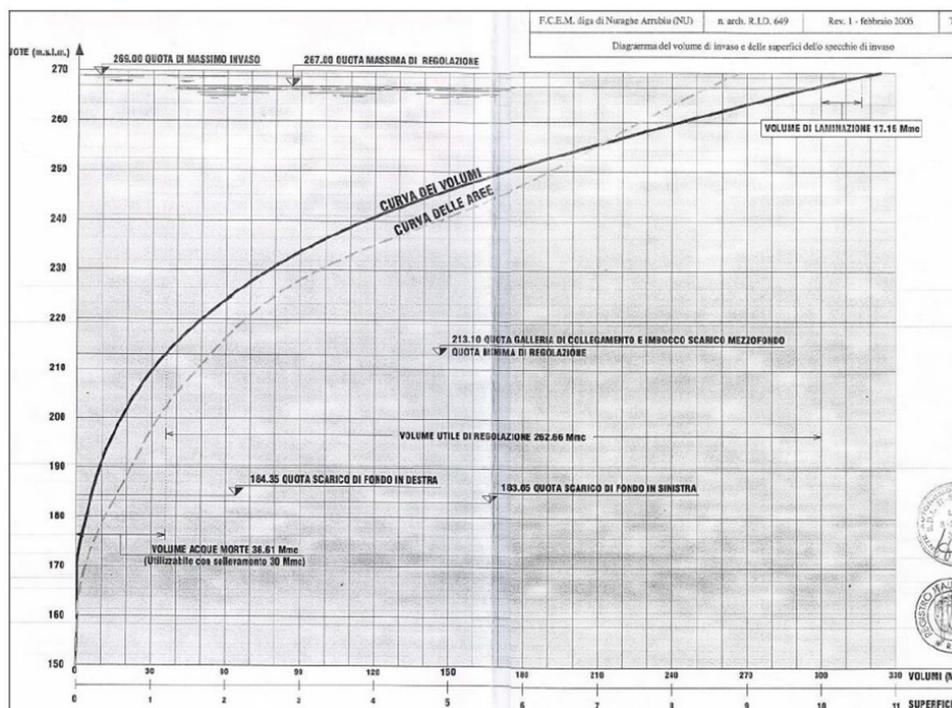


Figura 14.3: Diagramma del Volume di Invaso e delle Superfici dello Specchio d'Invaso del Bacino di Nuraghe Arrubiu

Il trasferimento dell'intero volume utile dell'impianto dal bacino di valle al bacino di monte (fase di pompaggio) e viceversa (fase di generazione) avviene in un tempo non inferiore a 8,5 h e comporta le seguenti variazioni di livello del bacino di valle. Con riferimento alla fase di pompaggio:

- ✓ minimo invasamento: si ipotizza di raggiungere, al termine della fase di pompaggio, la quota di 242,00 m s.l.m. (quota minima ammissibile per il funzionamento in pompaggio). La quota iniziale, precedente al prelievo di 3.000.000 Mm³, è di circa 242,06 m s.l.m. La variazione è di ~ 6 cm.
- ✓ massimo invasamento: ipotizzando una quota iniziale del bacino pari a 267,00 m s.l.m. (quota di massima regolazione), la quota raggiunta al termine della fase di pompaggio (prelievo di 3.000.000 Mm³) è circa 266,96 m s.l.m. La variazione è di ~ 4 cm.
- ✓ medio invasamento: ipotizzando una quota iniziale del bacino pari a 254,50 m s.l.m. (media tra 242 e 267 m s.l.m.), la quota raggiunta al termine della fase di pompaggio (prelievo di 3.000.000 Mm³) è circa 254,45 m s.l.m. La variazione è di ~ 5 cm.

Le stesse escursioni valgono per la fase di generazione.

15 OSSERVAZIONI DEL PUBBLICO

“15.1. Dalla consultazione pubblica emerge che sono stati presentati pareri e osservazioni al progetto. Nel caso se ne voglia dare riscontro si chiede che venga elaborato separato documento.”

15.1 OSSERVAZIONI DEL PUBBLICO

In data 16 Settembre 2022 è stato dato avvio ai termini della consultazione pubblica, conclusasi in data 16 Ottobre 2022. In questo periodo sono state pubblicate No. 6 osservazioni in merito al progetto.

Tra il 17 Ottobre 2022 e il 14 Novembre 2022 sono, inoltre, pervenute ulteriori No. 4 osservazioni.

In risposta a tali osservazioni si rimanda al documento dedicato P0030780-1-H8 Rev.1 *“Risposte alle Osservazioni allo Studio di Impatto Ambientale”*, presentato contestualmente al presente, nell’ambito della presentazione della documentazione integrativa di progetto.

15.2 CONTRODEDUZIONI AL PARERE DEL MINISTERO DELLA CULTURA

Con riferimento al Parere del Ministero della Cultura, si rimanda al documento dedicato P0030780-1-H9 Rev.0 *“Controdeduzioni al Parere del Ministero della Cultura – Soprintendenza speciale per il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (Prot. No. MITE-2022-0149039 del 28 Novembre 2022)”*, presentato contestualmente al presente, nell’ambito della presentazione della documentazione integrativa di progetto.