

“VILLAROSA”

Progetto di Impianto di Accumulo Idroelettrico e Opere di Connessione alla RTN

Comuni di Calascibetta, Enna e Villarosa (EN)

COMMITTENTE



Studio di Impatto Ambientale Volume II – Descrizione Progetto

REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
0	DOCUMENTAZIONE PER AUTORIZZAZIONI	14/07/23	RINA Consulting Geotech	C. Valentini N. Ricciardini	M. Compagnino P. Ricciardini

Codifica documento: P0037241-1-H2



Edison S.p.A.
Milano, Italia

**“Villarosa” – Progetto di Impianto di Accumulo
Idroelettrico e Opere di Connessione alla RTN**

Studio di Impatto Ambientale – Volume II: Descrizione Progetto

Doc. No. P0037241-1-H2 Rev. 0 – Luglio 2023

Rev.	Descrizione	Preparato da	Controllato da	Approvato da	Data
0	Prima Emissione	RINA Consulting S.p.A. Geotech s.r.l.	Ing. C. Valentini Dott. N. Ricciardini	Ing. M. Compagnino Ing. P. Ricciardini	Luglio 2023

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

INDICE

	Pag.
LISTA DELLE TABELLE	3
LISTA DELLE FIGURE	3
1 INTRODUZIONE	6
2 DESCRIZIONE DEL PROGETTO DELL'IMPIANTO DI ACCUMULO IDROELETTRICO	7
2.1 GLI IMPIANTI DI ACCUMULO IDROELETTRICO MEDIANTE POMPAGGIO	7
2.2 LA DIGA DI "VILLAROSA"	8
2.2.1 Descrizione	8
2.2.2 Bacino Imbrifero	10
2.3 DESCRIZIONE DEL PROGETTO	10
2.3.1 Descrizione Generale	10
2.3.2 Opere costituenti il Nuovo Impianto	10
2.3.3 Viabilità	18
2.3.4 Sintesi dei Dati Caratteristici dell'Impianto	19
2.4 DESCRIZIONE DELLA FASE DI CANTIERE	20
2.4.1 Cronoprogramma	20
2.4.2 Aree di Cantiere e Fasi di Lavoro	20
2.4.3 Descrizione delle Aree di Cantiere	22
2.4.4 Descrizione Attività per Ogni Cantiere	28
2.4.5 Sistema di Ventilazione	32
2.4.6 Gestione delle Acque in Fase di Cantiere	32
2.4.7 Sistema di Trasporto Smarino con Nastri	33
2.4.8 Mezzi e Macchinari di Cantiere	34
2.5 DESCRIZIONE DELLE FASI DI DISMISSIONE E RIPRISTINO	45
2.5.1 Interventi di Reinserimento/Recupero delle Opere al Termine della Concessione di Esercizio	45
2.5.2 Interventi di Recupero e Reinserimento Ambientale delle Opere al Termine della Concessione di Esercizio	47
2.5.3 Tipologia di Materiali – Smaltimenti e Recupero	48
3 DESCRIZIONE DEL PROGETTO DELLE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN	50
3.1 ANALISI DELLA DOMANDA E DELL'OFFERTA	50
3.1.1 Bilancio Energetico Regione Sicilia	50
3.1.2 STATO E CRITICITA' DELLA RETE ELETTRICA IN SICILIA	53
3.1.3 SPECIFICITA' DELLA RTN NELL'AREA DI STUDIO	54
3.2 DESCRIZIONE DEL PROGETTO	55
3.2.1 OPERE DI UTENZA	55
3.2.2 Opere RTN	56
3.2.3 RIEPILOGO DEGLI INTERVENTI IN PROGETTO	57
3.2.4 RACCORDI AEREI ENTRA-ESCI 380 kV SULLA "CHIARAMONTE GULFI – CIMINNA"	57
3.2.5 STAZIONE ELETTRICA 380/150/36 kV "CALASCIBETTA"	58
3.2.6 CARATTERISTICHE TECNICHE DELLE OPERE IN PROGETTO	58
3.3 DESCRIZIONE DELLA FASE DI CANTIERE	64
3.3.1 ACCESSI AI CANTIERI	64
3.3.2 ELETTRODOTTI AEREI	66

3.3.3	ELETTRODOTTI DA DEMOLIRE	77
3.3.4	NUOVI ELETTRODOTTI IN CAVO INTERRATO	79
4	INTERAZIONI CON L'AMBIENTE	88
4.1	IMPIANTO DI ACCUMULO IDROELETTRICO	88
4.1.1	Fase di Cantiere	88
4.1.2	Fase di Esercizio	112
5	DESCRIZIONE DELLE ALTERNATIVE DI PROGETTO CONSIDERATE	116
5.1	IMPIANTO DI ACCUMULO IDROELETTRICO	116
5.1.1	Opzione Zero	116
5.1.2	Alternative di Progetto	118
5.2	OPERE CONNESSE	118
5.2.1	Opzione Zero	118
5.2.2	Scenari Alternativi	118
5.2.3	Ottimizzazioni in Fase di SIA e di PTO	129
6	VALUTAZIONE E GESTIONE DEI RISCHI ASSOCIATI A EVENTI INCIDENTALI, ATTIVITÀ DI PROGETTO E CALAMITÀ NATURALI	133
6.1	GESTIONE DEI RISCHI ASSOCIATI A EVENTI INCIDENTALI E ATTIVITÀ DI PROGETTO	133
6.1.1	Rischi Associati a Gravi Eventi Incidentali	133
6.1.2	Rischi Associati ad Attività di Progetto	133
6.2	RISCHI ASSOCIATI ALLE CALAMITÀ NATURALI	134
6.2.1	Rischio Sismico	134
6.2.2	Rischio Frana	135

APPENDICE A: ANALISI DELLE ALTERNATIVE PROGETTUALI

LISTA DELLE TABELLE

Tabella 2.1:	Caratteristiche principali dell'invaso	8
Tabella 2.2:	Caratteristiche principali del singolo gruppo reversibile	14
Tabella 2.3:	Caratteristiche principali del bacino artificiale di monte	15
Tabella 2.4:	Dati Caratteristici dell'Impianto	19
Tabella 2.5:	Aree di Cantiere e Fasi di Lavoro	20
Tabella 2.6:	Mezzi di Cantiere	34
Tabella 2.7:	Cantiere di Monte– Realizzazioni	35
Tabella 2.8:	Cantiere di Monte – Bacino di Monte	36
Tabella 2.9:	Cantiere di Monte - Canale di Drenaggio	37
Tabella 2.10:	Cantiere di Monte – Vie d'Acque	38
Tabella 2.11:	Cantiere di Monte – Ripiegamento Cantiere	40
Tabella 2.12:	Cantiere Sbocco Scarichi Bacino di Monte	41
Tabella 2.13:	Cantiere Centrale Ipogea	42
Tabella 2.14:	Cantiere di valle	43
Tabella 2.14:	Codici C.E.R. dei rifiuti in fase di dismissione	49
Tabella 4.1:	Stima Emissioni da Mezzi Terrestri, Fattori di Emissione AQMD	88
Tabella 4.2:	Stima delle Emissioni di Inquinanti dai Motori dei Mezzi di Cantiere	90
Tabella 4.3:	Polveri da Movimentazione del Terreno di Scavo	94
Tabella 4.4:	Polveri da Movimentazione del Terreno di Scotico e Sistemazione Superficiale	94
Tabella 4.5:	Emissioni Inquinanti Totali per Cantiere	95
Tabella 4.6:	Caratteristiche Geometriche ed Emissive della Cabina di Verniciatura e Sabbiatura	100
Tabella 4.7:	Caratteristiche Geometriche ed Emissive del Generatore Diesel degli Impianti	100
Tabella 4.8:	Prelievi Idrici in Fase di Cantiere	101
Tabella 4.9:	Scarichi Idrici in Fase di Cantiere	102
Tabella 4.10:	Terre e Rocce da Scavo	103
Tabella 4.11:	Rifiuti Prodotti in Fase di Cantiere	104
Tabella 4.12:	Utilizzo materia prime e risorse	105
Tabella 4.13:	Ubicazione delle Aree di Cantiere	105
Tabella 4.14:	Caratteristiche di Rumorosità dei Mezzi	106
Tabella 4.15:	Principali Sorgenti Sonore durante la Fabbricazione Virole	107
Tabella 4.16:	Principali Sorgenti Sonore Impianti di Betonaggio	108
Tabella 4.17:	Principali Sorgenti Sonore Impianti di Frantumazione	108
Tabella 4.18:	Principali Sorgenti Sonore Fabbrica Conci	108
Tabella 4.19:	Stima della Rumorosità dei Cantieri	109
Tabella 4.20:	Stima delle Emissioni Sonore da Traffico Veicolare	111
Tabella 4.20:	Prelievi Idrici in Fase di Esercizio	112
Tabella 4.21:	Scarichi Idrici in Fase di Esercizio	113
Tabella 4.22:	Produzione di Rifiuti in Fase di Esercizio	113
Tabella 4.23:	Utilizzo di Materie Prime/Risorse in Fase di Esercizio	114
Tabella 4.24:	Consumo di Suolo in Fase di Esercizio	114

LISTA DELLE FIGURE

Figura 2.1:	Impianto di Accumulo Idroelettrico, Schema di Funzionamento (Bao et al., 2019)	8
Figura 2.2:	Diga del Lago Villarosa	9

Figura 2.3:	Vista longitudinale dell'opera di presa di valle	11
Figura 2.4:	Vista planimetrica dell'opera di presa di valle (sezione A-A)	12
Figura 2.5:	Pianta della Centrale Ipogea	13
Figura 2.5:	Planimetria del Bacino di Monte	16
Figura 2.7:	Vista Longitudinale dell'Opera di Presa e Restituzione di Monte	17
Figura 2.8:	Sezione tipo viabilità	19
Figura 2.9:	Area di cantiere di monte (Viabilità 1 da adeguare in magenta e Viabilità 2 da creare in Arancio) 24	
Figura 2.10:	Area di cantiere Scarichi Drenaggi Bacino Monte	25
Figura 2.11:	Area di cantiere officina e deposito (in magenta la Viabilità 1 da adeguare)	26
Figura 2.12:	Area cantiere Centrale Ipogea (Viabilità 3 da adeguare in magenta, Viabilità 4 da adeguare in rosso)27	
Figura 2.13:	Area cantiere di valle (in arancio la Viabilità 7 da creare ed in magenta la Viabilità 6 da adeguare) 28	
Figura 2.14:	Schema Sistema di Trattamento delle Acque	33
Figura 3.1:	Bilancio energia elettrica Regione Puglia (fonte: statistiche regionali TERNA 2019)	50
Figura 3.2:	Consumi anno 2019: complessivi 17.282,9 GWh; per abitante 3.537 kWh (fonte: statistiche regionali TERNA 2019)	51
Figura 3.3:	Produzione lorda di energia elettrica prodotta per tipologia di fonte (TWh) (fonte: sito TERNA rif. 2020) 51	
Figura 3.4:	Produzione lorda di energia elettrica da fonti rinnovabili (TWh) (fonte: sito TERNA rif. 2020)	52
Figura 3.5:	Consumi di energia elettrica per settore (GWh) (fonte: sito TERNA rif. 2020)	52
Figura 3.6:	Le principali criticità della rete elettrica nella Regione Sicilia (Fonte: Piano di Sviluppo della Rete TERNA 2021)	54
Figura 3.7:	Assetto della RTN nell'area di studio – in azzurro la zona di interesse	55
Figura 3.8:	Esempio di posa in trincea	59
Figura 3.9:	Sezione tipica di posa per cavi in galleria all'interno di cunicolo Error! Bookmark not defined.	
Figura 3.10:	Esempio di installazione Sistema IPB (Isolated Phase Bus) – fonte: Duresca® Bus bar system (Moser Glaser)	60
Figura 3.11:	Esempio di installazione Sistema IPB (Isolated Phase Bus) – fonte: Duresca® Bus bar system (Moser Glaser)	60
Figura 3.12:	Esempio di installazione Sistema IPB (Isolated Phase Bus)	61
Figura 3.13:	Planimetria elettromeccanica SE “Calascibetta”	62
Figura 3.14:	Planimetria elettromeccanica Raccordi aerei SE Calascibetta alla 380 kV Chiaramonti Gulfi - Ciminna	64
Figura 3.15:	Layout tipo dell'area centrale	68
Figura 3.16:	Layout tipo dell'area sostegno (scavo fondazione)	69
Figura 3.17:	Layout tipo dell'area sostegno (getto e montaggio basi)	70
Figura 3.18:	Layout tipo dell'area sostegno (montaggio sostegno)	71
Figura 3.19:	Layout tipo dell'area di linea	72
Figura 3.20:	Layout tipo dell'area di linea (archivio)	72
Figura 3.21:	Realizzazione di fondazioni superficiali tipo CR per un sostegno a traliccio. Nell'immagine si possono osservare le quattro buche, la base del sostegno collegata alla fondazione tramite i “monconi” ed i casseri utilizzati per i quattro “colonnini” (immagine d'archivio)	75
Figura 3.22:	Realizzazione di fondazioni superficiali tipo CR per un sostegno a traliccio. Nell'immagine si può osservare una fondazione CR appena “scasserata”. Si possono distinguere facilmente la parte inferiore a parallelepipedo tronco piramidale ed il colonnino di raccordo con la “base” del sostegno (immagine d'archivio)	76
Figura 3.23:	Realizzazione elettrodotto interrato. Fase di scavo mediante trivellazione orizzontale controllata (immagine d'archivio)	82

Figura 3.24:	Realizzazione elettrodotto interrato. Fase di scavo predisposizione tubiere di alloggiamento cavi AT (immagine d'archivio)	83
Figura 3.25:	Realizzazione elettrodotto interrato. Fase di posa cavo AT (immagine d'archivio)	84
Figura 3.26:	Realizzazione elettrodotto interrato. Fase di predisposizione buca giunti cavi AT (immagine d'archivio)	85
Figura 3.27:	Realizzazione elettrodotto interrato. Fase di predisposizione buca giunti cavi AT – giunti (immagine d'archivio)	86
Figura 3.28:	Realizzazione elettrodotto interrato. Fase di predisposizione buca giunti cavi AT – posa elementi cls di sicurezza (immagine d'archivio)	87
Figura 4.1:	Calandratura	99
Figura 5.1:	Corridoi di fattibilità analizzati	119
Figura 5.2:	Corridoio fattibilità Soluzione 1	120
Figura 5.3:	Ipotesi posizione area SE Terna – Soluzione 1	120
Figura 5.4:	Corridoio fattibilità Soluzione 2	121
Figura 5.5:	Ipotesi posizione area SE Terna – Soluzione 2	121
Figura 5.6:	Corridoio fattibilità Soluzione 3	122
Figura 5.7:	Ipotesi posizione area SE Terna – Soluzione 3	122
Figura 5.8:	Layout delle alternative di tracciato per la connessione utente	131

1 INTRODUZIONE

Il presente Volume è dedicato alla descrizione degli aspetti progettuali relativi alle opere (Impianto di Accumulo Idroelettrico e Opere Connesse) ed alle fasi di cantiere per la realizzazione delle stesse.

Lo Studio di Impatto Ambientale è stato aggiornato per fornire una valutazione aggiornata esaustiva sul progetto dell'impianto di Accumulo idroelettrico mediante pompaggio e la relativa connessione elettrica, che in relazione a successivi approfondimenti progettuali svolti, ha apportato alcuni miglioramenti al progetto prevedendo meno volumi di scavo per la minimizzazione delle gallerie.

Questo ha generato anche un accorciamento della linea elettrica di allacciamento alla RTN di circa 1.2 km.

Al fine di ottemperare alla STMG rilasciata da TERNA viene inoltre adeguato il progetto delle opere RTN. La STMG (Codice Pratica 202201570) ricevuta con nota prot. P20220088693 del 11.10.2022, prevede che lo schema di allacciamento dell'impianto di pompaggio venga collegato in antenna a 380 kV con la sezione 380 kV di una nuova stazione elettrica di trasformazione (SE) 380/150 kV della RTN da inserire in entra-esce al futuro elettrodotto RTN a 380 kV della RTN “Chiaramonte Gulfi – Ciminna” previsto nel Piano di Sviluppo Terna cui raccordare la rete AT afferente alla SE RTN di Calascibetta. A seguito di un tavolo tecnico tenutosi tra tutti i produttori con la medesima soluzione di connessione, si è convenuto con Terna di prevedere una stazione elettrica 380/150/36 kV.

A seguito della STMG sopra descritta, le opere RTN vengono pertanto integrate con:

- ✓ L'inserimento di una sezione 150 kV nella Stazione Elettrica;
- ✓ L'inserimento di una sezione 36 kV nella Stazione Elettrica;
- ✓ I raccordi entra-esce in cavo interrato tra la Stazione Elettrica suddetta e la linea aerea esistente 150 kV “Nicoletti – Caltanissetta”.

Tale revisione, avendo riposizionato la Centrale (comunque prevista in sotterraneo) e alcune aree di cantiere, ha conseguito anche la minimizzazione dell'interessamento di aree boscate e la ridefinizione del mascheramento morfologico.

Considerando i benefici attesi dalle modifiche apportate al progetto che hanno investito molte componenti ambientali, sia in fase di cantiere, sia in fase di esercizio e le richieste della Commissione VIA di avere un'analisi degli impatti del progetto unica che comprenda sia l'Impianto di Accumulo Idroelettrico mediante Pompaggio puro sia le Opere di Connessione Elettrica alla RTN, è stata intrapresa la scelta di rimettere un aggiornamento unico dello Studio di Impatto Ambientale, del Piano di Monitoraggio e della Relazione di Gestione delle Terre e Rocce da Scavo.

Al fine di fornire il quadro ambientale aggiornato più completo, infine, si evidenzia che per rispondere puntualmente a tutte le richieste pervenute dagli Enti è stato elaborato un Rapporto che riassume tutte le Risposte alle Osservazioni allo Studio di Impatto Ambientale dell'intero progetto (Doc. No. Rina Consulting P0037241-1-H8 Rev. 0 - Luglio 2023).

Il presente SIA, predisposto in conformità a quanto indicato dalla normativa nazionale vigente (Art. 22 e Allegato VII alla Parte Seconda del D. Lgs. No. 152/2006 e ss.mm.ii.) ed alle Linee Guida redatte dal Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (SNPA, 2020) per la redazione degli Studi di Impatto Ambientale, si propone di fornire ogni informazione utile in merito alle possibili interferenze derivanti dalle attività di cantiere e di esercizio correlate alla realizzazione del progetto con le componenti ambientali.

Nel particolare il Volume II, oltre alla presente introduzione, è così strutturato:

- ✓ nel Capitolo 2 si riporta una descrizione del progetto dell'Impianto di Accumulo Idroelettrico, delle nuove opere e delle fasi di cantiere;
- ✓ nel Capitolo 3 si riporta una descrizione del progetto delle Opere Connesse, delle nuove opere e delle fasi di cantiere;
- ✓ nel Capitolo 4 sono descritte le interazioni con l'ambiente derivanti dalla realizzazione dall'esercizio delle opere in progetto;
- ✓ nel Capitolo 5 sono descritte l'opzione 0 e le alternative di progetto valutate;
- ✓ nel Capitolo 6 sono riportate, infine, considerazioni in merito alla valutazione e gestione dei rischi associati a eventi incidentali, attività di progetto e calamità naturali.

2 DESCRIZIONE DEL PROGETTO DELL'IMPIANTO DI ACCUMULO IDROELETTRICO

Nel presente Capitolo verranno descritte le caratteristiche di un impianto di accumulo idroelettrico mediante pompaggio e dettagliate le caratteristiche delle opere a progetto.

Saranno inoltre descritte le fasi di cantiere previste per la realizzazione dell'impianto e le successive fasi di dismissione e ripristino, una volta che lo stesso sarà giunto a fine vita.

La Corografia delle opere a progetto in scala 1:10,000 (Doc. No. 1388-A-FN-D-04-1), è riportata tra i documenti di progetto.

2.1 GLI IMPIANTI DI ACCUMULO IDROELETTRICO MEDIANTE POMPAGGIO

Il progressivo incremento della capacità installata di generazione rinnovabile, in particolare non programmabile, registrato negli ultimi anni e atteso con trend ancora più sostenuti in prospettiva (+ 40 GW al 2030 di nuovi impianti eolici e fotovoltaici), in combinazione con il progressivo decommissioning degli impianti termoelettrici che sono risorse programmabili, implicherà impatti significativi sulle attività di gestione della rete di Terna, soprattutto in termini di bilanciamento istante per istante di produzione e domanda di energia elettrica, con l'insorgenza di problematiche strutturali di *overgeneration*.

In tale contesto, lo sviluppo di nuovi sistemi di accumulo potrebbe fornire un contributo significativo alla mitigazione degli impatti attesi, rappresentando di fatto uno degli strumenti chiave per abilitare la transizione energetica proprio in virtù delle caratteristiche intrinseche di tali impianti. In particolare, nell'ambito degli accumuli, gli impianti di pompaggio idroelettrico rappresentano ad oggi una tecnologia più matura rispetto allo storage elettrochimico, soprattutto per immagazzinare significativi quantitativi di energia.

I pompaggi idroelettrici consentono di effettuare una traslazione temporale tra produzione e consumo (*load shifting*), ovvero assorbire l'energia elettrica in eccesso rispetto alla domanda nelle ore a maggior generazione rinnovabile (tipicamente le ore centrali della giornata) e rilasciarla nei momenti caratterizzati da carico residuo più elevato.

Tali impianti sono costituiti da due serbatoi posti a quote diverse e collegati da un sistema di opere e condotte idrauliche simili a quelle di un normale impianto idroelettrico. Dopo il primo riempimento del bacino di valle o di monte (dipende da quale bacino è quello esistente), il sistema funziona in ciclo chiuso senza ulteriori apporti di acqua, assorbendo energia elettrica in fase pompaggio e generando energia elettrica in fase produzione (turbinaggio), secondo le necessità del sistema nelle diverse ore della giornata.

Si veda la figura seguente dove è riportato lo schema di funzionamento di un possibile impianto di accumulo idroelettrico.

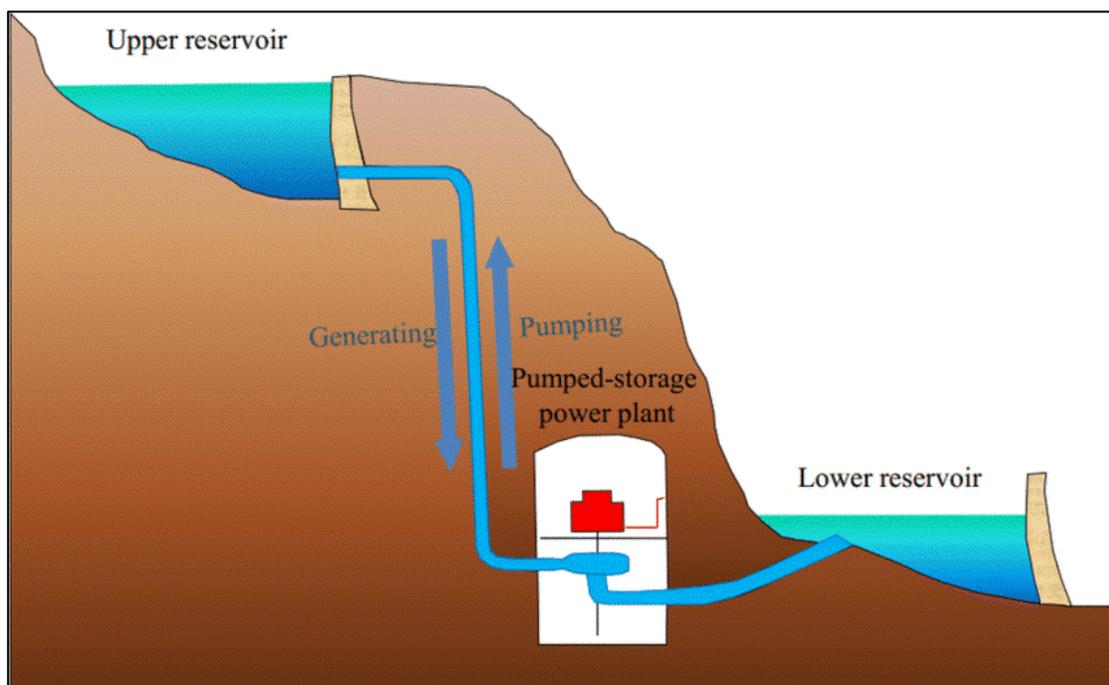


Figura 2.1: Impianto di Accumulo Idroelettrico, Schema di Funzionamento (Bao et al., 2019)

Per poter svolgere un ciclo intero di generazione di potenza e di ripristino del livello iniziale del bacino superiore, è pertanto necessario prelevare energia elettrica dalla rete.

2.2 LA DIGA DI “VILLAROSA”

2.2.1 Descrizione

La diga di Villarosa sbarrò il fiume Morello, affluente del Fiume Imera Meridionale, nel comune di Villarosa, in provincia di Enna. La diga è attualmente gestita dalla Regione Siciliana - Assessorato Regionale dell'Energia e dei servizi di Pubblica Utilità - Dipartimento Regionale Acqua e Rifiuti (A.R.R.A.), ma in passato era a servizio delle miniere della zona (i.e., miniera per l'estrazione di sali alcalini misti di Pasquasia).

L'invaso, attualmente, non ha alcun utilizzo, perché gravato da una importante limitazione d'invaso e l'acqua presenta caratteristiche chimiche non idonee ad utilizzi agricoli o potabili (valori di salinità - solfati - oltre i limiti di potabilità).

Nella seguente tabella si riportano le principali caratteristiche dell'invaso.

Tabella 2.1: Caratteristiche principali dell'invaso

Grandezza	Valore	Unità di misura
Quota di massimo invaso	393.71	m s.l.m.
Quota di massima regolazione	392.50	m s.l.m.
Quota massima autorizzata (nota UTD prot. 1109 del 19.08.08)	384.00	m s.l.m.
Quota di minima regolazione	372.00	m s.l.m.
Superficie specchio liquido alla quota di massimo invaso	1.43	km ²
Superficie specchio liquido alla quota di massima regolazione	1.34	km ²
Superficie specchio liquido alla quota di minima regolazione	0.20	km ²
Volume totale d'invaso (ai sensi del D.M. 24/03/82)	17.16 · 10 ⁶	m ³

Grandezza	Valore	Unità di misura
Volume di invaso (ai sensi del L. 584/1994)	15.35 · 10 ⁶	m ³
Volume utile di regolazione	14.80 · 10 ⁶	m ³
Volume utile di regolazione (rilievo batimetrico del 2021)	11.13 · 10 ⁶	m ³
Volume di laminazione	1,81 · 10 ⁶	m ³
Superficie del bacino imbrifero direttamente sotteso	102.00	km ²
Portata di massima piena di progetto	1,350.00	m ³ /s
Tempo di ritorno	n.d.	anni
Altezza della diga (ai sensi del D.M. 24/03/82)	38.00	m
Altezza della diga (ai sensi del L. 584/1994)	33.40	m
Altezza di massima ritenuta	24.11	m
Quota coronamento	396.00	m s.l.m.
Franco (ai sensi del D.M. n° 44 del 24/03/82)	2.29	m
Franco netto (ai sensi del D.M. n° 44 del 24/03/82)	1.50	m
Sviluppo del coronamento	450.00	m
Volume della diga	1,560,000	m ³
Grado di sismicità assunto nel progetto		1



Figura 2.2: Diga del Lago Villarosa

¹ Il Comune di Villarosa è stato classificato zona sismica 2, ai sensi dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274/2003, aggiornata con la Delibera della Giunta Regionale della Regione Siciliana n. 408 del 19.12.2003, ma nei calcoli di progetto della diga esistente non si è tenuto conto delle azioni sismiche.

2.2.2 Bacino Imbrifero

Il serbatoio "Villarosa" è stato ottenuto mediante lo sbarramento del fiume Morello; si tratta di un invaso artificiale nato a scopo industriale tra il 1968 e il 1973 a supporto dell'attività della miniera di Pasquasia nel villarosano.

Esso è alimentato dal bacino imbrifero diretto, dell'estensione di 102 km² circa.

2.3 DESCRIZIONE DEL PROGETTO

2.3.1 Descrizione Generale

L'impianto di accumulo idroelettrico mediante pompaggio in progetto prevede la realizzazione di un invaso di accumulo della risorsa idrica derivata dall'invaso Villarosa per un volume utile di circa 3,100,000 m³, in corrispondenza dell'invaso stesso, nel territorio di Villarosa (EN).

Nel presente progetto è stata adottata una classica configurazione di gruppi binari monostadio regolante: una macchina idraulica reversibile pompa/turbina accoppiata ad un motore/generatore asincrono. Questa tipologia di gruppo è composta essenzialmente da una macchina idraulica che, ruotando in un senso, svolge la funzione di pompa (macchina idraulica operatrice), mentre, ruotando in senso opposto, svolge la funzione di turbina (macchina idraulica motrice). La regolazione della potenza avviene tramite variazione di velocità di rotazione delle pompe-turbine; inoltre, in fase di generazione, la regolazione della potenza può essere eseguita anche tramite il distributore delle macchine. Per poter avviare le pompe deve essere presente un avviatore statico, mentre per cambiare tipo di funzionamento e quindi il senso di rotazione, è necessario il fermo del gruppo.

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

Il funzionamento del sistema di accumulo idroelettrico è assimilabile ad un ciclo chiuso in cui il volume prelevato dall'invaso di valle viene poi interamente restituito all'invaso medesimo turbinando l'acqua, precedentemente pompata nel bacino di monte, escludendo ogni interazione con corpi idrici naturali esistenti

Per maggiori dettagli si rimanda alla relazione tecnica particolareggiata (Doc. 1388-A-FN-R-01-1).

2.3.2 Opere costituenti il Nuovo Impianto

2.3.2.1 Opera di Presa e Restituzione dell'Invaso di Valle

Presso l'invaso esistente di Villarosa sarà realizzata un'opera di presa costituita da un canale di calcestruzzo armato che si raccorda con la galleria di scarico. L'imbocco ha due sezioni rettangolari, alte 9.50 m e larghe 6.50 m, dotate di griglie metalliche a maglie larghe, capaci di intercettare materiale solido grossolano. Tali dimensioni permettono, considerando una portata di progetto pari a 120m³/s, di avere velocità inferiori a 1 m/s all'imbocco della galleria. Questo valore permette sia di evitare perdite di carico eccessive, che di prevenire trasporto ed accumulo di detriti, nonché l'insorgenza di vibrazioni che potrebbero danneggiare le griglie. A valle della griglia è stato previsto un raccordo ad una sezione policentrica di diametro interno di 6.1 m.

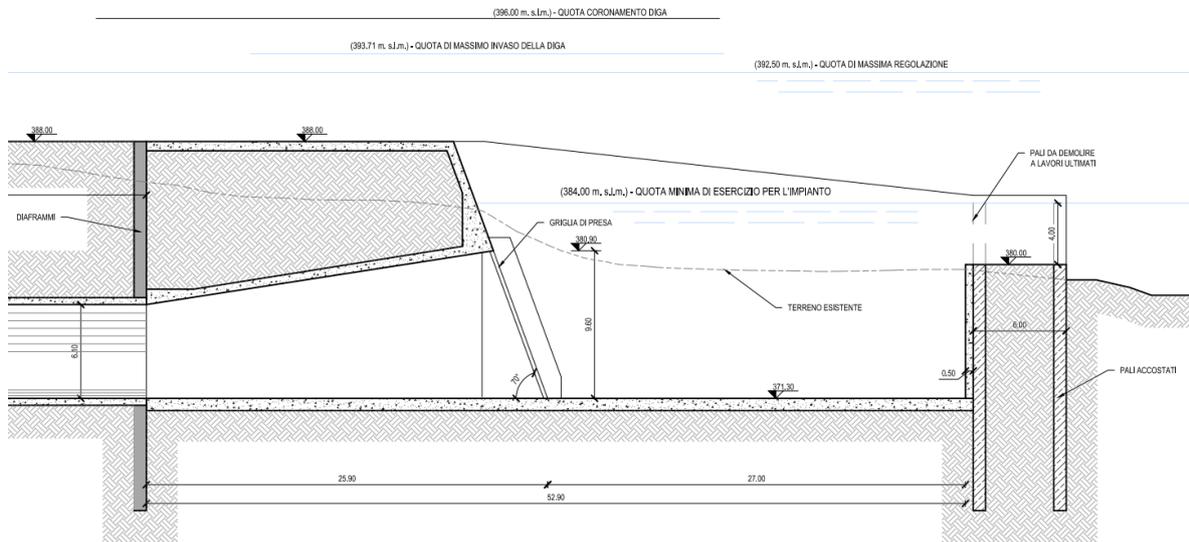


Figura 2.3: Vista longitudinale dell'opera di presa di valle

Il fondo del manufatto di imbocco si posiziona a quota 371.30 m s.l.m., questo valore è stato calcolato considerando la forma dell'opera di presa e la sommergenza minima da rispettare (per il cui calcolo si rimanda alla relazione idraulica).

Quindi, adottando la geometria dell'opera di presa sopradescritta, analizzando la curva quote-volumi, si è scelto di adottare una quota minima per l'esercizio dell'impianto pari a 384 m s.l.m., a cui corrisponde un volume invasato di 3 Mm³

Saranno previste opere di stabilizzazione del terreno di fondazione in prossimità dell'imbocco al fine di evitare scalzamenti e limitare fenomeni di erosione, che potrebbero convogliare materiale solido all'interno della presa (già limitati dalle contenute velocità di flusso adottate in fase di progetto).

Inoltre, sempre in prossimità dell'imbocco, è prevista una vasca in calcestruzzo, più alta della quota attuale dei sedimenti e più larga dell'imbocco stesso, avente forma trapezoidale, che svolge la funzione di muro perimetrale dell'imbocco limitando l'apporto di materiale solido e consentendo la funzionalità dell'impianto stesso a fronte di una riduzione dei volumi di scavo.

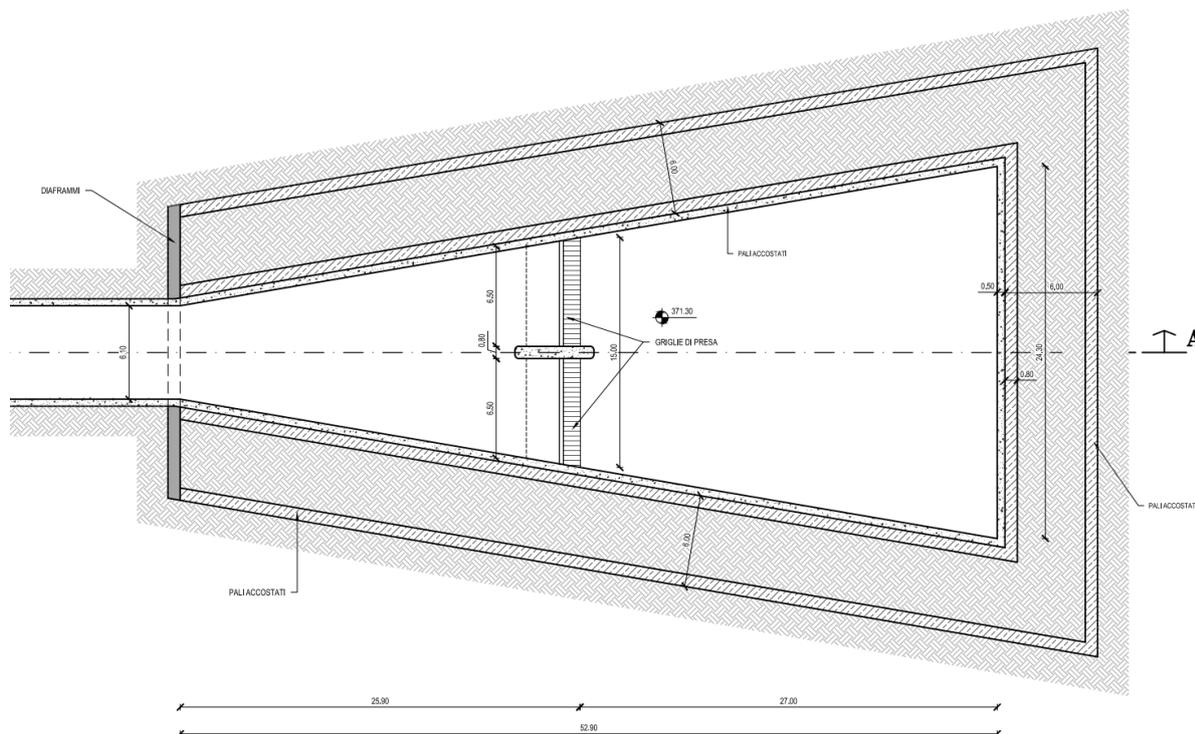


Figura 2.4: Vista planimetrica dell'opera di presa di valle (sezione A-A)

2.3.2.2 Pozzo Paratoie

A circa 80 m dall'imbocco dell'opera di presa di valle è collocata la camera paratoie, costituita da un pozzo verticale profondo circa 35 m ed avente diametro interno di 12 m. Nella parte inferiore del pozzo, è previsto l'alloggiamento di due paratoie piane in serie, a cassa stagna con tenuta sui quattro lati (di dimensioni pari 3.2 x 4.8 m), e la relativa quadristica elettrica. Una paratoia serve durante il normale esercizio dell'impianto, mentre l'altra è ausiliaria. Il compito delle paratoie è quello di disconnettere idraulicamente la condotta forzata dall'invaso di valle.

All'interno del pozzo sono contenute scale di accesso destinate agli operatori (per ispezioni e manutenzioni) e un aeroforo avente diametro di 0.5 m.

Alla sommità del pozzo paratoie è prevista una botola per consentire la rimozione delle paratoie ed una porta per l'accesso del personale.

2.3.2.3 Vie d'Acqua

Dall'opera di presa presso il bacino di monte, passando per la centrale, fino all'opera di presa di valle, è prevista la realizzazione di una via d'acqua sotterranea. In prossimità della centrale saranno tuttavia presenti delle biforcazioni che consentiranno di alimentare i due gruppi binari installati. Tale condotta ha una lunghezza di circa 4.8 km, e può essere suddivisa essenzialmente nei seguenti tratti:

- ✓ tratto verticale (opera di presa di monte) rivestito con virole metalliche avente diametro 5,900 mm e profondità pari a circa 20 m; la sommità di questo tratto è raccordata con l'opera di presa e restituita a calice. Le virole verranno intasate con calcestruzzo. La condotta forzata è stata dimensionata affinché le virole metalliche siano autoresistenti, capaci di resistere alle sovrappressioni previste in fase di esercizio senza necessitare della collaborazione del calcestruzzo circostante nei tratti in cui è essa è inghisata;
- ✓ tratto inclinato lungo circa 1,600 m e con una pendenza di circa 17 %, rivestito con virole metalliche avente diametro 5,900 mm, che dal tratto verticale precedente si dirige verso i pozzi della centrale in cui sono ospitate le due pompe-turbine;

- ✓ un tratto orizzontale a monte delle pompe-turbine, con sviluppo pari a circa 90 m, realizzato tramite virole metalliche inghisate a tratti e caratterizzate da una biforcazione (che consente di convogliare l'acqua verso le due pompe-turbine) con cui la condotta avente DN 5,900 mm si biforca in due condotte con diametro DN 4,200 mm; sono infine previsti raccordi per passare dal diametro DN 4,200 mm al DN 2,500 mm (diametro delle valvole a sfera presenti in centrale);
- ✓ un tratto orizzontale a valle delle pompe-turbine, con sviluppo pari a circa 80 m, in cui la condotta principale incontra una biforcazione a monte della centrale (necessaria per la connessione con le pompe-turbine) ed un raccordo a valle della centrale. In particolare, da monte la condotta si biforca in due condotte con diametro DN 4,200 mm; sono infine previsti raccordi per passare dal diametro DN 4,200 mm al DN 2,500 mm (diametro delle valvole a sfera presenti in centrale); a valle delle macchine sono previste invece due gallerie in calcestruzzo armato che si ricongiungono in un'unica galleria a sezione circolare avente DN 6,100 mm;
- ✓ un tratto sub-orizzontale a valle della centrale, lungo circa 2,900 m e con pendenza del 2% circa, avente sezione circolare con diametro interno DN 6,100 m realizzato tramite galleria rivestita di calcestruzzo armato. Tale tratto si estende dal raccordo a valle della centrale fino al pozzo paratoie;
- ✓ un tratto orizzontale a valle del pozzo paratoie, avente sezione policentrica con diametro interno DN 6,100 mm e lungo circa 80 m, realizzato tramite galleria rivestita di calcestruzzo armato, che raccorda il pozzo paratoie all'opera di presa e restituzione di valle.

2.3.2.4 Centrale Ipogea

È stata prevista la realizzazione di una centrale ipogea, accessibile tramite la galleria d'accesso descritta nel seguito.

La struttura presenta una pianta a forma di “T”, in cui il tratto sommitale, ad orientamento sud-est/nord-ovest, ospita i due gruppi di produzione e pompaggio (chiamata nel seguito “sala macchine”), mentre il tratto perpendicolare al primo ospita la sottostazione elettrica d'utenza (chiamata “sottostazione elettrica”); nella seguente Figura è mostrata una pianta della centrale ipogea.

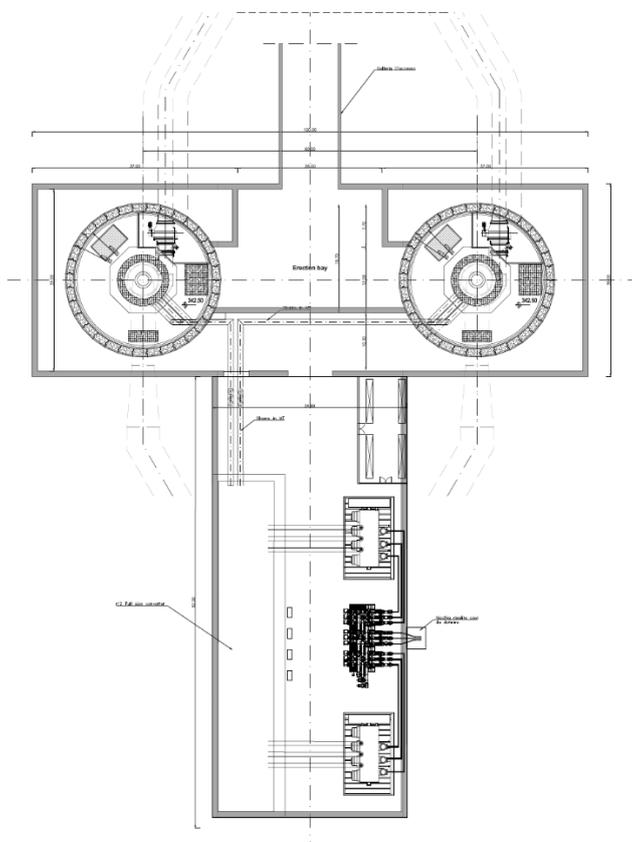


Figura 2.5: Pianta della Centrale Ipogea

L'area della sala macchine ipogea ha dimensione in pianta di circa 100 x 35 m, mentre l'area della sottostazione elettrica ipogea ha dimensione in pianta di circa 80 x 35 m.

La sala macchine è organizzata su due livelli:

- ✓ Una zona ribassata (piano di calpestio a quota 382.50 m s.l.m.) nella zona antistante al termine della galleria d'accesso, che funge da *erection bay* durante la fase di cantiere (area di lavoro sufficientemente ampia da consentire l'assemblaggio dei gruppi binari in centrale);
- ✓ Una zona rialzata (piano di calpestio a quota 389.50 m s.l.m.) nella zona rimanente (ad eccezione dell'area interessata dai pozzi)

All'interno dei due pozzi della sala macchine (aventi profondità pari a circa 70 m e diametro interno di circa 25 m), sono alloggiati due gruppi reversibili ad asse verticale. Un gruppo reversibile è sostanzialmente costituito dalla disposizione su un unico asse verticale di due componenti: una pompa-turbina di tipo Francis e una macchina elettrica che funge sia da generatore che motore. I motori-generatori sono di tipo sincrono a velocità variabile e sono collegati a due *full size converters* (convertitori statici di frequenza che consentono di avere la massima variabilità in fase di pompaggio) che utilizzano tecnologie simili a quelle messe a punto nel settore eolico.

Sono previsti sistemi di intercettazione di monte e di valle delle macchine idrauliche, in modo da consentire la manutenzione senza la necessità di svuotare il bacino di monte e le vie d'acqua. Tale funzione di intercettazione sarà svolta da No. 2 valvole a sfera, a monte delle macchine, e No. 2 paratoie piane, a valle delle macchine (ognuno di questi organi sarà dotato della propria centralina oleodinamica).

La quota dell'asse delle macchine è stata definita in maniera tale da garantire la sufficiente sommergezza alle pompe, e dunque il funzionamento in piena sicurezza dell'impianto di pompaggio.

La seguente Tabella riporta le principali caratteristiche dei gruppi pompa-turbina:

Tabella 2.2: Caratteristiche principali del singolo gruppo reversibile

Grandezza	Valore	Unità di misura
Quota asse macchine	330	m s.l.m.
Velocità massima	375	giri/minuto
Tensione	20	kV
Frequenza	38	Hz
Portata massima in fase di generazione	60	m ³ /s
Portata massima in fase di pompaggio	60	m ³ /s
cos(ϕ)	1.00	-
Potenza massima in fase di generazione (ai morsetti del generatore)	137	MW
Potenza massima in fase di pompaggio (ai morsetti del motore)	145	MW
Potenza apparente dei generatori-motori	145	MVA

Nel caso di funzionamento di entrambi i gruppi reversibili in pompaggio, la portata massima è pari a 115 m³/s, a cui è associata una potenza ai morsetti del motore di circa 280 MW.

Nel caso di funzionamento di entrambi i gruppi reversibili in generazione, la portata massima è pari a 120 m³/s, a cui è associata una potenza ai morsetti del generatore di circa 275 MW.

All'interno della sala macchine sono collocati anche due carroporti, la quadristica elettrica di controllo e di potenza nonché l'impiantistica ausiliaria (i.e., impianti di raffreddamento, aerazione, condizionamento, aggotamento delle acque di drenaggio, gruppo elettrogeno di emergenza).

L'area della sottostazione elettrica ipogea ha il piano di calpestio posto alla stessa quota della parte superiore della sala macchine ipogea (389.50 m s.l.m.), ad eccezione di una zona nell'angolo sud ovest in cui il piano di calpestio

è ribassato di circa 1.5 m. All'interno di quest'area ribassata sono alloggiati *full size converter*, collegati ai motori-generatori dei due gruppi binari tramite due terne di sbarre a media tensione. Ciascuno dei due *full size converter* ha una potenza nominale di 165 MVA.

Sul lato est della sottostazione elettrica ipogea saranno alloggiati due trasformatori trifase da 170 MVA che elevano la tensione da 20 kV a 400 kV, e della sottostazione con impianto di distribuzione isolato in gas (GIS).

L'allacciamento alla rete elettrica avverrà tramite cavidotti a 400 kV alloggiati all'interno di un apposito pozzo ricavato in una nicchia posta sul lato est della sottostazione elettrica ipogea. La connessione alla rete Terna sarà realizzata con un collegamento tramite elettrodotto in cavo interrato ad alta tensione (400 kV) fino ad una nuova stazione elettrica di smistamento 400 kV (in progetto), che tramite raccordi aerei entra-esci sarà collegato all'elettrodotto "Chiaramonte Gulfi – Ciminna" (autorizzato ed in progetto).

La centrale ipogea presenta una soletta sulla parte sommitale, ricoperta da terreno vegetale in modo da annullare quasi totalmente l'impatto visivo sul territorio. Sulla sommità della centrale dovranno comunque essere previsti dei camini/griglie per consentire un'adeguata ventilazione della stessa.

La centrale sarà organizzata in modo che il suo funzionamento possa essere controllato in piena sicurezza da remoto, senza dunque necessitare di un presidio continuo.

2.3.2.5 Bacino di Monte

È prevista la realizzazione di un bacino artificiale, ricavato tramite scavo e creazione di un rilevato costituito da un mix di materiale derivante dagli scavi e materiale di buona qualità derivante da cava. L'ubicazione del bacino è posta in corrispondenza di un altopiano situato circa 3 km a Nord dell'invaso di Villarosa.

La posizione e la dimensione dell'invaso è stata studiata in modo da rispettare vincoli esistenti ed ottimizzare più aspetti, tra cui la compatibilità ambientale, la potenza dell'impianto, la compatibilità con la gestione dell'invaso di Villarosa, i costi di realizzazione e gestione dell'impianto.

La planimetria del bacino è mostrata nelle tavole di progetto Doc. No. 1388-H-FN-D-01-1, 1388-H-FN-D-02-1 e 1388-H-FN-D-03-1.

Le scarpate relative agli scavi ed ai paramenti interni ed esterni hanno pendenza di 2.5/1. L'altezza massima dei paramenti interni è di 28.5 m (definita come differenza tra la quota del coronamento ed il piano di fondazione del fondo del bacino), mentre l'altezza massima del paramento esterno è di 24 m.

Gli scavi del fondo hanno pendenze variabili ma in genere modeste o nulle.

Il coronamento del bacino, di perimetro 1,670 m, è largo 6 m e sarà connesso alla viabilità esistente. Saranno eseguite due vie di accesso che dal coronamento consentiranno di accedere al fondo del bacino, una in senso orario ed una in senso antiorario. Il franco è di 2.10 m (inoltre, sul coronamento è previsto un muro paraonde di 0.5 m di altezza), calcolato secondo normativa vigente (D.M. del 26/06/2014).

Si prevede l'esecuzione di un cunicolo di ispezione e drenaggio al piede di monte della diga, accessibile dal punto più depresso del rilevato.

Le sponde interne della diga ed il fondo del bacino saranno rivestiti con un manto in conglomerato bituminoso; tale rivestimento ha la funzione di impermeabilizzare l'invaso (in modo da evitare perdite).

È inoltre prevista una depressione locale, di profondità pari a 2.7 m, in corrispondenza dell'imbocco dell'opera di presa e restituzione. Tale depressione permette di garantire la corretta sommergenza dell'imbocco della condotta di presa. In corrispondenza di tale affossamento localizzato viene prevista una platea in calcestruzzo. Le principali caratteristiche geometriche sono riassunte nella seguente Tabella.

Tabella 2.3: Caratteristiche principali del bacino artificiale di monte

Grandezza	Valore	Unità di misura
Volume utile di regolazione	3,100,000	m ³
Volume di invaso	3,150,000	m ³
Volume totale d'invaso	3,200,000	m ³
Perimetro coronamento	1,670	m
Larghezza coronamento	6	m

Grandezza	Valore	Unità di misura
Superficie liquida alla quota di min. regolazione	75,000	m ²
Superficie liquida alla quota di max. regolazione	169,000	m ²
Superficie liquida alla quota di massimo invaso	171,000	m ²
Altezza massima diga (lato esterno)	24.00	m
Altezza massima diga (lato interno)	28.50	m
Quota di fondo dell'invaso	616.50	m s.l.m.
Quota di minima regolazione	617.00	m s.l.m.
Quota di massima regolazione	642.45	m s.l.m.
Quota di massimo invaso	642.90	m s.l.m.
Quota del coronamento	645.00	m s.l.m.
Escursione giornaliera	25.45	m
Franco	2.1	m

Sul paramento esterno della diga si prevede di allocare lo smarino in esubero derivante dagli scavi dalla realizzazione delle opere in sotterraneo e dalla creazione della nuova viabilità per raggiungere l'imbocco della galleria d'accesso. Si prevede di distribuire materiale in modo tale da avere una scarpata a pendenza costante, raccordando il coronamento alla topografia esistente.

Questo abbancamento di materiale attorno al paramento esterno della diga ha molteplici vantaggi:

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

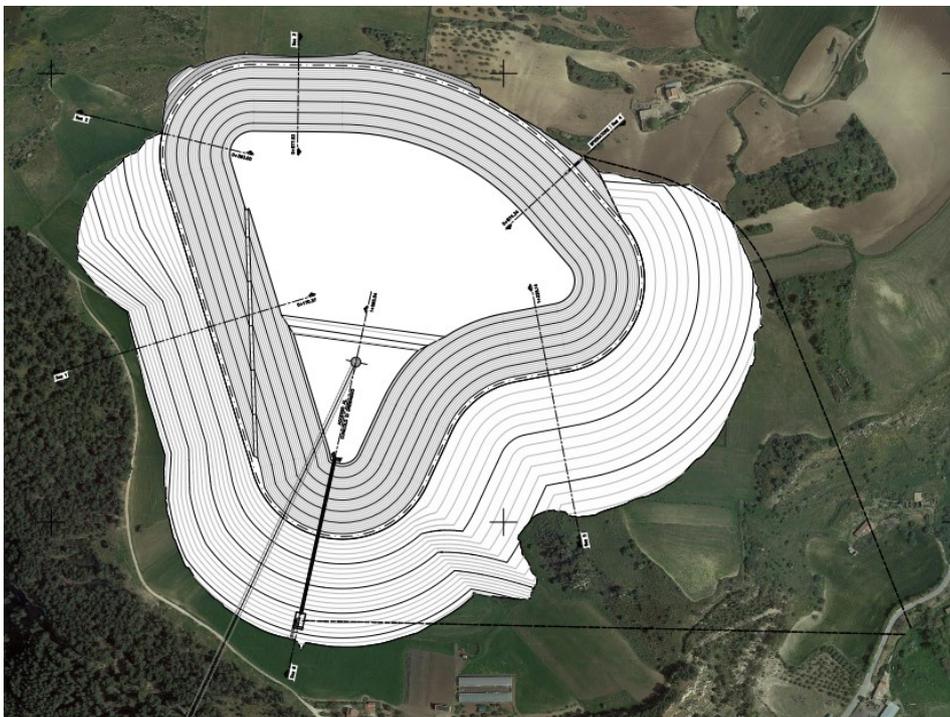


Figura 2.6: Planimetria del Bacino di Monte

Presso il lato Nord-Est del bacino di monte è previsto uno sfioratore di superficie largo 4 m. A valle dello sfioratore di superficie, ha inizio una condotta sotterranea lunga circa 700 m e con una pendenza del 9% circa che scarica presso un impluvio naturale posto a sud est del bacino di monte, in prossimità della strada SS290. Nello stesso punto si prevede anche di recapitare le acque provenienti dai drenaggi della diga: anche in questo caso si prevede la realizzazione di una condotta sotterranea, lunga circa 650 m e con una pendenza del 5% circa.

Ponendo la soglia dello sfioratore 30 cm al di sopra della quota di massima regolazione, ci si attende che esso non funzioni se non in condizioni di piena associata ad un tempo di ritorno di almeno 3,000 anni. Infatti, in base a questa disposizione, lo sfioratore risulterebbe in funzione nel caso in cui si verificano contemporaneamente le seguenti condizioni:

- ✓ il bacino di monte è riempito fino alla quota di massima regolazione;
- ✓ si verifica un evento di piena 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 portata massima transitante attraverso tale sfioratore è pari a 0.40 m³/s (per il calcolo, si rimanda alla *Relazione Idraulica*, doc. ref. 1388-A-FN-R-05-1).

2.3.2.6 Opera di presa e restituzione del bacino di monte

Presso il bacino di monte si prevede la realizzazione di un'opera di presa e restituzione a calice. Tale manufatto è costituito da una soglia di calcestruzzo di forma circolare, con diametro in sommità 12 m, che convoglia le acque all'interno di una struttura verticale di diametro interno variabile, rastremando fino al raggiungimento del diametro della condotta forzata (5.90 m).

Affinché sia garantita una corretta sommergenza alla presa, è stata imposta una differenza di 2.0 m tra la quota di minima regolazione del bacino e la quota del ciglio del calice. Si rimanda alla relazione idraulica per il dimensionamento di tale manufatto.

In una corona circolare di ampiezza pari a circa 11.50 m, si prevede di mantenere il livello del fondo del bacino a quota costante, ossia 1.20 m al di sotto del ciglio dell'opera.

Questa corona circolare è raccordata con il resto del fondale tramite una scarpata di pendenza pari a circa il 10%, ed è utile per i seguenti scopi:

- ✓ consente di poter intercettare eventuale materiale solido che inavvertitamente potrebbe ritrovarsi all'interno del bacino;
- ✓ consente l'accesso in sicurezza all'opera di presa e restituzione da parte degli addetti;
- ✓ lo spessore della corona circolare e la tenue pendenza della scarpata consente l'accesso a mezzi utili per eseguire interventi di ispezione e manutenzione relativi all'opera di presa e restituzione ed alla condotta forzata.

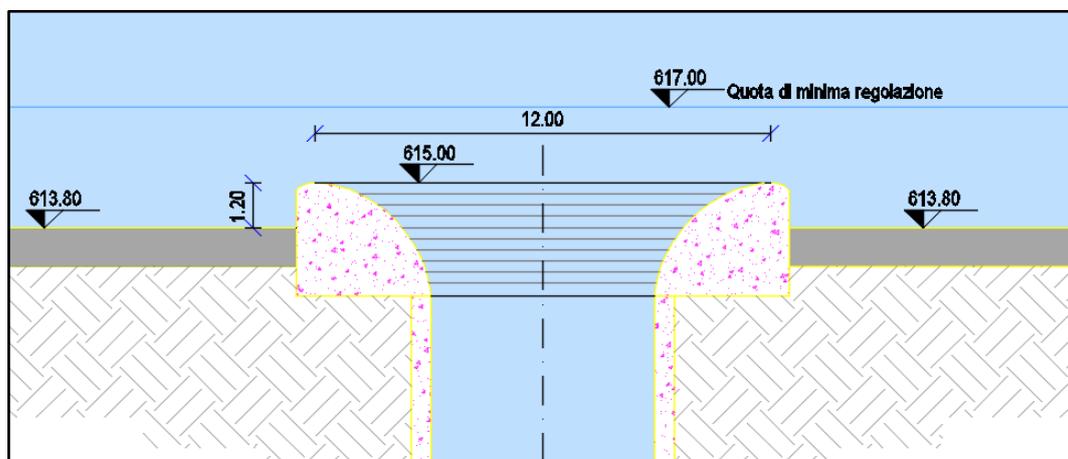


Figura 2.7: Vista Longitudinale dell'Opera di Presa e Restituzione di Monte

2.3.2.7 Sistema di pompaggio per lo svuotamento delle acque al di sotto dell'opera di presa

Dall'interno della centrale parte un sistema di pompaggio (aggottamento acque) che ha lo scopo di convogliare all'esterno dell'impianto i volumi d'acqua al di sotto della quota dell'opera di presa e restituzione di valle; tale svuotamento si rende necessario in caso di ispezioni alle vie d'acqua o manutenzioni sulle valvole a sfera o le paratoie piane presenti in centrale.

Si prevede dunque la realizzazione di un sistema di convogliamento all'interno della centrale (dotato di opportune valvole dissipatrici) che raccoglie le acque dal canale di scarico, dalla condotta forzata e dalle macchine e le incanala in una tubazione metallica di diametro nominale DN 1,000 mm, alloggiato all'interno della galleria d'accesso alla centrale e che termina in prossimità del portale d'ingresso; il tratto finale sarà parzialmente interrato e le acque verranno rilasciate nell'alveo del Fiume Morello, immissario del bacino di Villarosa.

Tale condotta può anche essere utilizzata come percorso alternativo per lo svuotamento del bacino di monte (nel caso remoto in cui ci sia la contemporanea necessità di svuotare il bacino di monte e l'impossibilità di utilizzare entrambe le turbine). Pertanto, si rende indispensabile l'installazione di valvole dissipatrici, attraverso cui poter regolare l'efflusso in uscita in modo tale da consentire di svuotare il 75% del volume d'invaso di monte in 3 giorni.

2.3.2.8 Galleria d'accesso alla Centrale

L'accesso alla centrale ipogea è reso possibile tramite una galleria lunga circa 750 m e con pendenza pari a circa il 3.5%. A seconda delle condizioni del terreno incontrato verranno adottate sezioni tipo adeguate.

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

Il portale d'ingresso è ubicato in corrispondenza di una pista agricola esistente, con quota d'ingresso prossima a quella della strada stessa, ossia circa 405 m s.l.m.

2.3.3 Viabilità

L'impianto in progetto prevede la realizzazione di una rete di viabilità di servizio: alcuni tratti si rendono necessari sia per la fase di cantiere che per la fase di normale esercizio dell'impianto, mentre altri tratti solo per la fase di cantiere.

Le opere costituenti l'impianto sono raggiungibili attraverso la viabilità attualmente esistente (viabilità secondaria, strade sterrate ad uso agricolo o forestale), ma alcune di esse devono essere adeguate per consentire il transito dei mezzi di cantiere in piena sicurezza. Sono pertanto previsti allargamenti, miglioramenti del fondo stradale, ampliamento di raggi di curvatura della viabilità esistente. Si fa presente che durante l'operazione di selezione delle componenti dell'impianto si è tenuto conto della vicinanza alla viabilità esistente e dell'estensione dei tratti da adeguare, in modo da limitare con-temporaneamente l'impatto ambientale ed i costi di realizzazione di nuove strade e di adeguamento delle esistenti.

Nella planimetria delle aree di cantiere e delle viabilità (Doc. 1388-A-FN-D-03-1) sono indicati i tratti di strada di cui si prevede l'adeguamento o la creazione, che consistono in:

- ✓ Viabilità 1 (di lunghezza pari a circa 1.7 km): adeguamento del tratto di strada che dalla SS 290 sale verso Nord consente di raggiungere l'area di cantiere relativa al bacino di monte (non si tratta della Contrada S. Antonio, ma della strada più a Nord);
- ✓ Viabilità 2 (di lunghezza pari a circa 0.3 km): creazione di un nuovo tratto di viabilità che dallo svincolo in Contrada S. Antonio consente di raggiungere il bacino di monte;
- ✓ Viabilità 3 (di lunghezza pari a circa 1 km): adeguamento di un tratto di strada che dalla SS 290 conduce all'area della centrale ipogea;
- ✓ Viabilità 4 (di lunghezza pari a circa 0.4 km): adeguamento di un tratto di strada che dalla sopra citata Viabilità 3 consente di raggiungere l'imbocco della galleria d'accesso alla centrale;
- ✓ Viabilità 5 (di lunghezza pari a circa 0.5 km): creazione di un tratto di strada che collega la Strada Comunale 10 Ferrarelle alla Trazzera Regia Caltanissetta Calascibetta;
- ✓ Viabilità 6 (di lunghezza pari a circa 1.4 km): adeguamento di un tratto della Strada Comunale 7 Manca di Leto Cariota e di una strada sterrata esistente; questo tratto parte dalla Trazzera Regia Caltanissetta Calascibetta e finisce al termine della strada sterrata (da cui partirà la creazione della Viabilità 7);
- ✓ Viabilità 7 (di lunghezza pari a circa 0.7 km): creazione di un tratto di strada che unisce la Strada Comunale 7 Manca di Leto Cariota alla sommità del pozzo paratoie.

Sia per i tratti di viabilità da adeguare che per quelli da creare *ex novo*, si prevede di realizzare tratti stradali di tipo F (strada urbana). Nella seguente Figura sono riportate le sezioni tipo che si intendono adottare in caso di sterro e riporto.

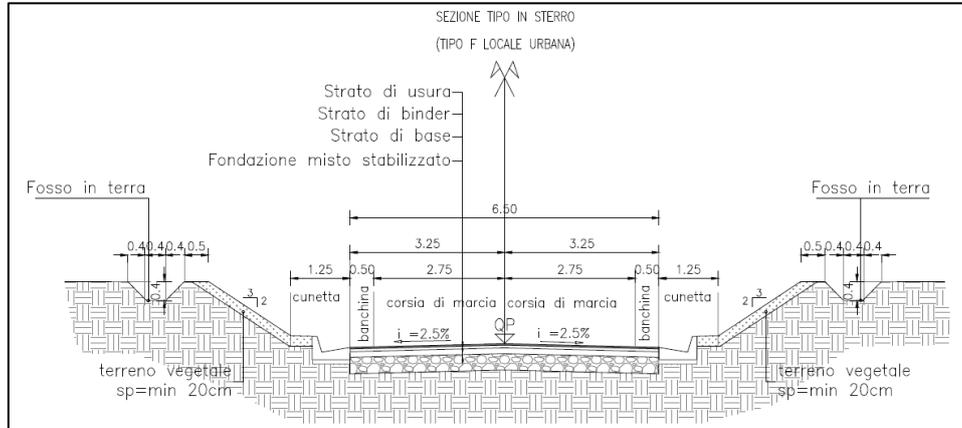


Figura 2.8: Sezione tipo viabilità

2.3.4 Sintesi dei Dati Caratteristici dell’Impianto

Si riportano nella tabella seguente i principali dati dell’impianto.

Tabella 2.4: Dati Caratteristici dell’Impianto

Caratteristica	Quantità	Unità di misura
Volume utile del bacino di monte	~ 3.100.000	m ³
Quota di massimo invaso del bacino di monte	642,90	m s.l.m.
Quota di massima regolazione del bacino di monte	642,45	m s.l.m.
Quota di minima regolazione del bacino di monte	617,00	m s.l.m.
Quota di massima regolazione dell’invase di valle	392,50	m s.l.m.
Quota massima autorizzata dell’invase di valle (nota UTD prot. 1109 del 19.08.08)	384,00	m s.l.m.
Quota di minima regolazione dell’invase di valle (per il funzionamento dell’impianto di pompaggio)	384,00	m s.l.m.
Dislivello medio tra i due bacini	~ 240	m
Ore di generazione minime consecutive a massima potenza	~ 8,0	h
Ore di pompaggio minime consecutive a massima potenza	~ 8,0	h
Salto netto massimo in fase di generazione	~ 245	m
Salto netto medio in fase di generazione	~ 230	m
Salto netto minimo in fase di generazione	~ 215	m
Prevalenza netta massima in fase di pompaggio	~ 270	m
Prevalenza netta media in fase di pompaggio	~ 255	m
Prevalenza netta minima in fase di pompaggio	~ 240	m
Portata massima in fase di generazione	~ 120	m ³ /s
Portata massima in fase di pompaggio	~ 115	m ³ /s
Potenza massima in fase di generazione (ai morsetti del	~ 270	MW

Caratteristica	Quantità	Unità di misura
generatore		
Potenza massima in fase di pompaggio (ai morsetti del motore)	~ 290	MW
Diametro della galleria di scarico	6.100	mm
Diametro della condotta forzata	5.900	mm
Lunghezza totale dell'asse delle vie d'acqua	~ 4.800	m

2.4 DESCRIZIONE DELLA FASE DI CANTIERE

2.4.1 Cronoprogramma

Il cronoprogramma complessivo delle attività (Doc. No. 1388-A-FN-A-01-1) è riportato tra la documentazione progettuale. La durata totale prevista per la realizzazione di tutte le opere, incluse le tempistiche per i collaudi (idraulici, prove elettromeccaniche, funzionali dell'impianto, etc.), il ripiegamento dei cantieri e il completamento dei ripristini ambientali è pari circa 57 mesi.

2.4.2 Aree di Cantiere e Fasi di Lavoro

Le principali caratteristiche dei diversi cantieri sono riportate schematicamente nella seguente tabella, nella quale sono riportate le diverse fasi, accorpate per tipologia affine di intervento. Nel presente paragrafo vengono inoltre descritte in dettaglio tali aree di cantiere ed è riportata la descrizione delle relative lavorazioni effettuate.

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 2.5: Aree di Cantiere e Fasi di Lavoro

Cantiere	Area (m ²)	Fase	Id.	Fase di Lavoro	Durata [mesi]	Durata Attività Solare [mesi]
				Descrizione		
CANTIERE DI MONTE	558,000	Realizzazioni	1a	Allestimento cantiere ed adeguamento viabilità	4	57
			1b	Installazioni locali per servizi tecnici di cantiere (uffici, spogliatoi, mense, etc.)	2	
			1c	Preparazione aree di deposito materiale sciolto	1	
			1d	Realizzazione impianto di betonaggio, fabbrica dei conci ed area di maturazione dei conci per TBM	6	
			1e	Realizzazione fabbrica virole	6	
		Bacino di Monte	1f	Scavi rilevato, realizzazione cunicolo e accesso al cunicolo, scavi fondo, scavo e consolidamento pozzo verticale per scavi TBM	19	

Cantiere	Area (m ²)	Fase	Id.	Fase di Lavoro	Durata [mesi]	Durata Attività Solare [mesi]
				Descrizione		
			1g	Erezione rilevato e mascheramento morfologico, sfioratore di superficie e realizzazione sfioratore scarico di superficie e drenaggi	28	
			1h	stesa conglomerato bituminoso, coronamento e finiture piazzali realizzazione del calice	24	
			1i	posa virole metalliche ed intasamento con calcestruzzo	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	
		Vie d'acqua	1n	scavo e consolidamento galleria idraulica tra bacino di monte e pozzo paratoie (TBM)	18	
		Ripiegamento cantiere	1o	Ripiegamento cantiere	3	
		CANTIERE SBOCCO SCARICHI BACINO DI MONTE	1,200	Realizzazioni	2a	
Sbocchi Scarico bacino di monte	2b			Sistemazione sbocco scarichi bacino di monte	3	
Ripiegamento cantiere	2c			Ripiegamento cantiere	1	
CANTIERE CENTRALE IPOGEA	172,000	Adeguamento viabilità	3a	Adeguamento viabilità	3	53
		Galleria d'accesso alla centrale	3b	scavo e consolidamento galleria d'accesso e relativo piazzale mascheramento morfologico	17	
		Centrale ipogea	3c	Scavo e consolidamento centrale e sottostazione	34	
			3d	trasporto, montaggio e inghisaggio opere elettromeccaniche	16	
		Biforcazioni di monte	3e	Scavo e consolidamento gallerie idrauliche a monte e valle della centrale, fino alla biforcazione	3	
CANTIERE DI VALLE	91,000	Adeguamento viabilità	4a	Adeguamento viabilità	3	17

Cantiere	Area (m ²)	Fase	Id.	Fase di Lavoro	Durata [mesi]	Durata Attività Solare [mesi]
				Descrizione		
		Pozzo paratoie	4b	Scavo e consolidamento pozzo paratoie e galleria idraulica in direzione valle	5	
			4c	recupero TBM	2	
			4d	montaggio paratoie, ausiliari Chiusura paratoie	2	
		Opera di presa di valle	4e	Allestimento viabilità per raggiungere opera di presa di valle	2	
			4f	Esecuzione opere temporanee di dewatering Rimozione opere temporanee di dewatering	5	
			4g	Scavo e consolidamento opera di presa	4	
			4h	montaggio griglia presa	1	
		Ripiegamento cantiere	4i	Ripiegamento cantiere	2	
		COLLAUDI			5a	

2.4.3 Descrizione delle Aree di Cantiere

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

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

Nell'individuare le aree da adibire ai cantieri, si è tenuto conto dei seguenti requisiti:

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

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

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

Le attrezzature a cielo aperto consistono in strutture generiche ed installazioni tecniche esterne, quali:

- ✓ Uffici tecnici amministrativi per la conduzione e la direzione lavori;
- ✓ Mensa/refettori, spogliatoi e servizi igienici;
- ✓ Officina: essa deve essere adeguata al complesso parco mezzi necessario (jumbo, perforatori, dumper, macchine per la messa in opera di spritz beton, martelloni, etc.);
- ✓ Stazione di rifornimento per automezzi con motore diesel;
- ✓ Alimentazione (aria compressa, acqua, energia elettrica);
- ✓ Impianto di betonaggio;
- ✓ Depositi per materiali di consumo (i.e., gasolio, lubrificanti, ricambi, etc.), e da costruzione (i.e., cemento, inerti, centine, armature, barre, etc.);
- ✓ Cassoni per la raccolta dei rifiuti (i.e., legno, ferro, imballaggi misti, etc.);
- ✓ Gru per carico/scarico materiale;
- ✓ Impianto di lavaggio delle attrezzature;
- ✓ Impianti di separazione e depurazione delle acque di deflusso provenienti dalle gallerie, dagli impianti di betonaggio e di lavaggio mezzi;
- ✓ Ventilatori d'aerazione del cantiere di scavo;
- ✓ Impianto di alimentazione energia elettrica, aria compressa ed acqua di processo;
- ✓ Pompaggio (pompe sommerse e tubazioni fisse per l'allontanamento delle acque di percolazione delle gallerie);
- ✓ Etc.

Le attrezzature sotterranee, relative alla realizzazione delle gallerie naturali ed artificiali, sono:

- ✓ le installazioni tecniche relative allo scavo in avanzamento, quali TBM, perforatrici a roto-percussione (*jumbo*), chiodatrici, *dumper*, escavatori; le installazioni tecniche relative all'alimentazione di energia elettrica, acqua, aria compressa ed aerazione del cantiere di scavo;
- ✓ i sistemi di trasporto per materiale di scavo, calcestruzzo, betoncino proiettato, materiale da costruzione, etc.;
- ✓ le installazioni tecniche per il rivestimento quali casseri, armature, macchine per la messa in opera di betoncino proiettato.

Secondo le fasi esecutive previste e secondo il cronoprogramma (doc. ref. 1388-A-FN-A-05-1), per realizzare le opere in progetto, è previsto l'impianto di un solo campo base, nelle vicinanze del bacino di monte.

Le aree di cantiere, al termine dei lavori in oggetto, dovranno essere ripristinate mediante lo smontaggio e la rimozione dei prefabbricati, la demolizione delle opere in cemento armato e dell'eventuale asfaltatura, la rimozione delle reti interrato e la stesa del terreno vegetale, ripristinando i luoghi.

Le aree di cantiere previste attualmente sono cinque (si veda anche la Planimetria Doc. No. 1388-A-FN-D-05-1, riportata tra la documentazione di progetto):

- ✓ Cantiere di monte;
- ✓ Cantiere sbocchi scarichi bacino monte
- ✓ Cantiere officina e deposito;
- ✓ Cantiere Centrale Ipogea;
- ✓ Cantiere di valle.

Il sistema generale di gestione della cantieristica comporta la presenza di un solo campo base in corrispondenza del cantiere di monte.

Per maggiori dettagli sulla trattazione di seguito riportata, si rimanda alla Relazione di Cantiere Generale (Doc. 1388-A-FN-R-02-1).

2.4.3.1 Cantiere di Monte

L'area di cantiere è ubicata a cavallo tra il comune di Villarosa ed il comune di Calascibetta, a Nord rispetto alla SS 290, si veda la seguente Figura. Vi si potrà accedere tramite l'adeguamento della sopra citata “Viabilità 1” e la creazione della sopra citata “Viabilità 2”. L'estensione complessiva è pari a circa 558,000 m².

Quest'area di cantiere conterrà al suo interno il campo base, un impianto di frantumazione e vagliatura, un impianto di betonaggio, la fabbrica virole, la fabbrica dei conchi e il bacino di monte.

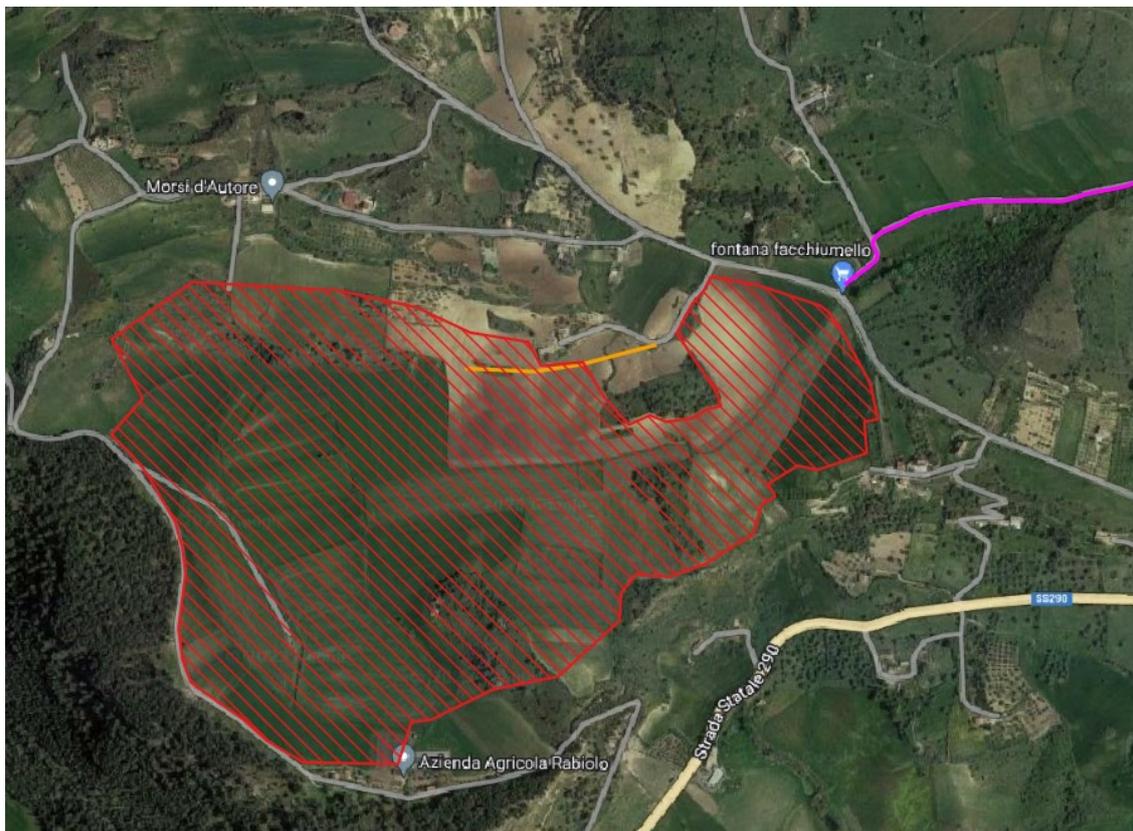


Figura 2.9: Area di cantiere di monte (Viabilità 1 da adeguare in magenta e Viabilità 2 da creare in Arancio)

2.4.3.1.1 Campo base

Come indicato in precedenza, in corrispondenza del cantiere di monte è ubicato l'unico campo base disponibile. Le principali componenti che lo caratterizzano sono:

- ✓ Recinzione;
- ✓ Edificio guardiania e servizi di sicurezza;
- ✓ Parcheggio e parco macchine di servizio;
- ✓ Zona di servizio: Uffici della DL e della Committenza, Uffici dell'impresa, Servizi igienici, spogliatoi e docce degli uffici, zona di ristoro, mensa;
- ✓ Area tecnica: Deposito e ufficio topografia, Laboratorio terre, Laboratorio calcestruzzi, Deposito carote e campioni, Magazzini equipaggiamenti e materiali diversi, Deposito casseforme, Serbatoio acqua per usi civili, Cassoni rifiuti;
- ✓ Manutenzione macchine operatrici: Officina, Deposito pezzi di ricambio, Serbatoio carburante, Parcheggio mezzi d'opera;
- ✓ Impianti: Impianto di trattamento dei materiali provenienti dagli scavi, Deposito materiali da scavi da trattare, Deposito materiali da scavi trattati da mettere in opera, Silo acqua lavaggi materiali da costruzione, Impianto

di betonaggio, Impianto di frantumazione, Silo cemento, Deposito inerti, Silo acqua per impasti, Area di deposito e lavorazione dei ferri di armatura, Impianto di produzione dei conglomerati bituminosi, Deposito bitumi, o Deposito inerti e additivi per conglomerato bituminoso;

- ✓ Sistemi e servizi generali: Comunicazione, Illuminazione, impianti elettrici e di messa a terra, Generatore di emergenza, Serbatoio carburante del generatore, Potabilizzazione idrica, Trattamento liquami, Raccolta differenziata dei rifiuti;
- ✓ Depositi ed aree di prestito: Deposito rifiuti, deposito materiali provenienti dagli scavi da riutilizzare, deposito del terreno vegetale da riutilizzare.

Le auto di servizio saranno dei fuori strada utili per raggiungere i vari punti del cantiere (servizio infermieristico, vetture fuoristrada e mezzi di lavoro).

2.4.3.2 Cantiere Sbocco Scarichi Bacino Monte

L'area di cantiere è ubicata interamente nel comune di Villarosa, a Sud Est rispetto al “Cantiere di Monte”. Vi si potrà accedere tramite la SS 290. L'estensione complessiva è pari a circa 1,200 m².

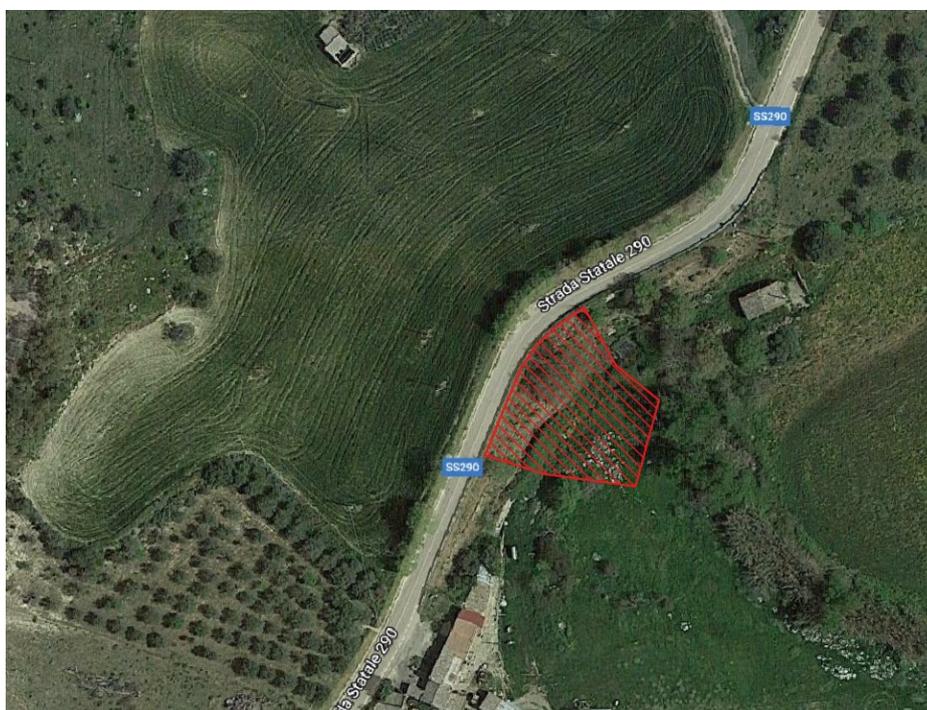


Figura 2.10: Area di cantiere Scarichi Drenaggi Bacino Monte

Presso il lato Nord-Est del bacino di monte è previsto uno sfioratore di superficie largo 4 m. A valle dello sfioratore di superficie, ha inizio una condotta sotterranea lunga circa 700 m e con una pendenza del 9% circa che scarica presso un impluvio naturale posto nell'area di cantiere in questione, in prossimità della strada SS290. Nella stessa area si prevede anche di recapitare le acque provenienti dai drenaggi della diga: anche in questo caso si prevede la realizzazione di una condotta sotterranea, lunga circa 650 m e con una pendenza del 5% circa.

La realizzazione di queste due condotte avverrà tramite la tecnica della perforazione orizzontale controllata (TOC), sviluppata nelle seguenti fasi: esecuzione di un foro pilota (di piccolo diametro) dall'area di cantiere di monte verso l'area di cantiere in questione, alesatura del foro (da valle verso monte) e posa del tubo (da valle verso monte). Si prevede di posare tubazioni i PVC-A con diametri di 400 mm.

2.4.3.3 Cantiere officina e deposito

Ad est del “cantiere di monte” si prevede occupare un'area finalizzata al deposito di materiali sciolti derivanti, ed un'area in cui realizzare un'officina per i mezzi di cantiere, come indicato nella seguente Figura.

Questo cantiere è ubicato interamente nel comune di Calascibetta ed è accessibile tramite il sopra citato tratto di “Viabilità 1”.

Nell’area interessata dal deposito sarà steso un geotessile (tessuto non tessuto); al termine dei lavori questo sarà rimosso e tutta l’area sarà completamente ripristinata. L’estensione complessiva è pari a circa 22,000 m².



Figura 2.11: Area di cantiere officina e deposito (in magenta la Viabilità 1 da adeguare)

2.4.3.4 Cantiere Centrale Ipogea

L’area di cantiere è ubicata a Nord del lago di Villarosa, all’interno del comune di Villarosa, si veda la seguente Figura, e vi si potrà accedere tramite la creazione del sopracitato tratto di “Viabilità 3” (che parte dalla SS 290 situata a Nord rispetto all’area di cantiere) e dal sopracitato tratto di Viabilità 4.

L’estensione complessiva è pari a circa 172,000 m².

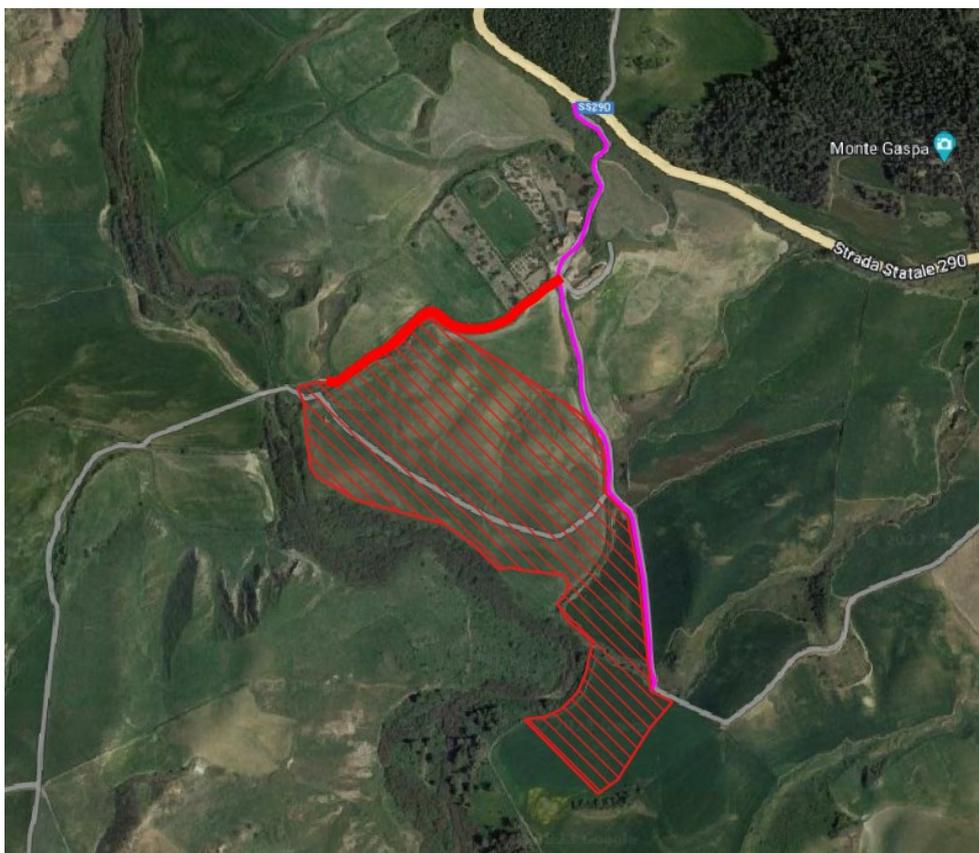


Figura 2.12: Area cantiere Centrale Ipogea (Viabilità 3 da adeguare in magenta, Viabilità 4 da adeguare in rosso)

Il materiale di scavo derivante dalle opere sotterranee sarà trasportato e depositato sia nella medesima area di cantiere, e verrà diviso a seconda delle sue caratteristiche geomeccaniche. Il trasporto, che si svolgerà sempre all'interno dell'area di progetto, sarà effettuato tramite autocarri.

2.4.3.5 Cantiere di valle

L'area di cantiere è ubicata sulla sinistra idrografica del lago di Villarosa, come indicato nella seguente Figura e ricade prevalentemente in Comune di Enna. L'accesso è consentito tramite la creazione della sopracitata "Viabilità 4" e l'adeguamento della sopra citata "Viabilità 5".

L'estensione complessiva è pari a circa 91,000 m².



Figura 2.13: Area cantiere di valle (in arancio la Viabilità 7 da creare ed in magenta la Viabilità 6 da adeguare)

Il materiale di scavo, che verrà depositato provvisoriamente man mano a tergo dell'opera, verrà evacuato mediante benna sollevata da autogrù e collocata in un'area di deposito nell'area di cantiere. Successivamente, tali volumi verranno trasportati presso l'area del cantiere di monte o l'area di cantiere della centrale ipogea (in caso siano già state realizzate le biforcazioni poste alla base dei pozzi della centrale, e comunque a seconda dello stato d'avanzamento ed alle esigenze di cantiere), mediante i nastri trasportatori previsti all'interno della galleria idraulica scavata tramite TBM.

2.4.4 Descrizione Attività per Ogni Cantiere

2.4.4.1 Opere da realizzare – cantiere di monte

2.4.4.1.1 Bacino di Monte

Il bacino è delimitato da un rilevato arginale da classificare come grande diga per via sia della sua altezza che del volume da esso invasato. Il bacino è impermeabilizzato internamente mediante un rivestimento in conglomerato bituminoso. Esso è dotato di uno sfioratore di emergenza, di un sistema di raccolta e controllo dei drenaggi e da una strada di accesso all'interno del bacino.

Inizialmente, si prevede di eseguire lo scotico dell'area interessata dalla realizzazione del bacino, procedendo da Ovest verso Est. Si prevede che la quasi totalità del terreno vegetale derivante da questa attività di scotico venga venduta, mentre una porzione sarà depositata nel cantiere stesso per poi essere riutilizzata per ricoprire i paramenti esterni del rilevato.

Contemporaneamente, si può procedere con lo scavo delle fondazioni del rilevato, con le relative regolarizzazioni del fondo, da Ovest verso Est. Si prevede di stoccare i volumi di unità sedimentarie derivanti dagli scavi (non ascrivibili a terreno vegetale) presso un'area di deposito interna all'area di cantiere e prossima alle aree di scavo. Una parte di questo volume sarà miscelato con materiale selezionato e pretrattato proveniente dagli scavi delle opere in sotterraneo (i.e., galleria d'accesso, via d'acqua, etc.) e da materiale da cava con buone caratteristiche geotecniche; la parte restante di tale volume sarà invece riutilizzata come riporto per sagomare il fondo del bacino nelle aree in cui il terreno attuale si trova ad una quota inferiore a quella del nuovo fondo del bacino, e come riporto sul paramento esterno della diga.

Contemporaneamente allo scavo delle fondazioni dovrà essere realizzato il sistema drenante. Il sistema di tubazioni e cunicoli dovrà essere progressivamente completato procedendo con gli scavi in direzione Est. Sarà anche realizzato il cunicolo di scarico e il canale di scarico dei drenaggi per consentire l'evacuazione delle portate che inevitabilmente defluiranno con l'approfondimento degli scavi.

A seguito del completamento degli scavi di fondazione per ciascuna tratta, si procederà all'erezione della diga, eseguita tramite riporto e compattazione di strati di 30 cm. La stesa si può effettuare anche con condizioni meteo avverse (comunque non estreme).

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

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

Sulle aree del fondo del bacino in cui gli scavi sono conclusi, sarà possibile eseguire la stesa del manto bituminoso. Dopo aver terminato i movimenti terra, saranno ultimati i completamenti della stesa di manto bituminoso sulle sponde interne del rilevato e sul coronamento, e saranno realizzate le finiture finali.

2.4.4.1.2 *Vie d'Acqua*

Terminato lo scavo localizzato per l'opera di presa di monte presso l'area a sud del bacino, si prevede lo scavo di un pozzo verticale che svolge una duplice funzione, in quanto inizialmente verrà impiegato come punto di accesso per l'attacco dello scavo della galleria idraulica. Si hanno dunque le seguenti fasi realizzative del pozzo di presa di monte:

- ✓ **Struttura provvisoria** - il pozzo di presa di monte, nella sua configurazione iniziale, costituisce il punto di attacco per lo scavo della via d'acqua che, nel tratto iniziale, verrà realizzata tramite scavo di tipo tradizionale. All'interno del tratto di galleria scavata in tradizionale verrà poi collocata la TBM per avviare lo scavo meccanizzato del tunnel. Pertanto, il pozzo di presa di monte inizialmente dovrà essere realizzato con pianta rettangolare di dimensioni nette pari a circa 25 m x 13 m al fine di consentire di calare le componenti della TBM all'interno del tratto della via d'acqua realizzato con scavo tradizionale;
- ✓ **Struttura definitiva** - una volta completato lo scavo della via d'acqua potrà essere realizzata la struttura definitiva del pozzo forzato. Gli scavi in esubero necessari per la messa in stazione della TBM verranno ritombati al fine consentire il completamento dell'invaso di monte.

Gli scavi necessari al raggiungimento della quota di fondo del pozzo forzato, da cui sarà avviato lo scavo della galleria idraulica, saranno sorretti da una paratia di pali.

Per il tratto di vie d'acqua compresa tra il pozzo dell'opera di presa di monte ed il pozzo paratoie (lungo circa 4.7km), si prevede di eseguire lo scavo tramite TBM (Tunnel Boring Machine) di tipo chiuso che consente una velocità di esecuzione adeguata alla realizzazione di questo lungo tratto di galleria. Il diametro di scavo della TBM è pari a 6.9 m.

Per il consolidamento della galleria scavata con TBM, si prevede la posa di conci prefabbricati in calcestruzzo, i quali vengono realizzati presso l'area di cantiere.

Lo scavo della TBM terminerà in corrispondenza del pozzo paratoie, da cui avverrà il recupero della TBM.

Il materiale di scavo sarà trasportato all'esterno e diviso per tipologia di materiale, a seconda delle sue caratteristiche geomeccaniche. Tale divisione permetterà di inviare alle diverse destinazioni il materiale stesso mediante appositi autocarri.

Il tratto di condotta forzata (lungo circa 1,700 m, dall'opera di presa fino alla centrale ipogea) così ottenuto ospiterà una condotta metallica avente diametro interno di 5.9 m e spessore variabile. Ogni virola (di cui si ipotizza una lunghezza di 12 m) sarà realizzata nella fabbrica virole prevista nel cantiere di monte, trasportata verso il pozzo, sollevata tramite un apposito castello, saldata alla virola precedente ed infine calata nella galleria idraulica per 12 m. Il processo viene poi ripetuto con le virole successive. Le saldature saranno pertanto eseguite all'aperto, così come le verifiche sulle stesse.

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

2.4.4.2 Opere da realizzare – cantiere Centrale Ipogea

2.4.4.2.1 Imbocco galleria di accesso alla centrale

Presso l'imbocco della galleria d'accesso alla centrale, l'area sarà pavimentata ed attrezzata con:

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

2.4.4.2.2 Galleria di accesso

La via di accesso alla centrale ha origine direttamente dal piano campagna in una zona pianeggiante per cui si prevede di realizzare l'opera di accesso secondo le seguenti modalità:

- ✓ nel tratto iniziale del tracciato, per una lunghezza di circa 400 m e fino ad una profondità massima di scavo di circa 10 m, si prevede di realizzare una galleria artificiale che verrà interrata al termine dei lavori. In particolare, per consentire la realizzazione delle opere si procederà secondo i seguenti criteri:
 - per una lunghezza di circa 150 m, si prevede di realizzare uno scavo in trincea; a partire dal fondo scavo verrà realizzata la struttura scatolare della galleria artificiale,
 - superati i 3 m di scavo e fino ad un'altezza massima di 10 m le scarpate saranno invece sostenute da paratie di sostegno; la struttura scatolare risulterà fondata direttamente sui diaframmi di sostegno degli scavi;
- ✓ superati i 10 m di scavo la sezione risulterà completamente al di sotto del piano campagna per cui sarà possibile procedere alla realizzazione della galleria di accesso con metodo *cut & cover* per circa 70 m, fino a raggiungere una copertura di almeno 5 metri;
- ✓ Superati i 15 m di scavo, corrispondenti dunque ad una copertura di circa 5 m al di sopra della galleria *cut & cover* lo scavo procederà con una galleria naturale fino al raggiungimento del piano di lavoro della centrale.

2.4.4.2.3 Centrale Ipogea e Sottostazione Ipogea

La struttura presenta una pianta a forma di “T”, in cui il lato orizzontale sommitale ospita i due gruppi di produzione e pompaggio (chiamata nel seguito “sala macchine ipogea”), mentre il tratto verticale perpendicolare al primo ospita la sottostazione elettrica (chiamata “sottostazione elettrica ipogea”).

L'area della sala macchine ipogea ha dimensione in pianta di circa 100 x 35 m, mentre l'area della sottostazione elettrica ipogea ha dimensione in pianta di circa 80 x 35 m.

Di seguito vengono illustrate le principali fasi realizzative per lo scavo ed il consolidamento della centrale ipogea:

- ✓ Realizzazione dei diaframmi di sostegno lungo il perimetro della centrale ipogea (forma a “T”);
- ✓ Scavo dall'alto della sala macchine ipogea e della sottostazione ipogea;
- ✓ Posa in opera di una soletta puntone;
- ✓ Completamento dello scavo della centrale ipogea fino alla quota di 388.5 m s.l.m. (fondazione);
- ✓ Realizzazione dei diaframmi di sostegno dei due pozzi della sala macchine;
- ✓ Approfondimento degli scavi nell'area compresa tra i due pozzi (area che fungerà da *erection bay*); questa zona ribassata (con piano di lavoro posto a 382.5 m s.l.m.) sarà raccordata con la galleria d'accesso;
- ✓ Scavo dall'alto all'interno due pozzi;
- ✓ Posa di terreno vegetale sulla sommità della centrale ipogea e raccordo con la morfologia esistente.

Il materiale di scavo sarà trasportato e depositato nella medesima area di cantiere e diviso per tipologia di materiale, a seconda delle sue caratteristiche geomeccaniche. Il trasporto, che si svolgerà sempre all'interno dell'area di progetto, sarà effettuato tramite autocarri.

All'interno dei pozzi e sul piano di lavoro a quota 382.50 m s.l.m. si imposteranno quindi le compartimentazioni per l'alloggiamento dei gruppi idroelettrici e dei componenti ausiliari.

Al completamento delle opere di sostegno della centrale ipogea verranno installate ed inghisate le macchine idrauliche, montate le componenti elettriche, e realizzati i locali tecnici e quanto necessario per consentire il corretto funzionamento dell'impianto. Contemporaneamente, saranno installati tutti gli elementi previsti all'interno della sottostazione elettrica (trasformatori, GIS, quadri elettrici, locale comandi e servizi ausiliari, sbarre, etc.).

2.4.4.3 Opere da realizzare – cantiere di valle

2.4.4.3.1 *Opera di presa di valle*

La costruzione dell'opera di presa avverrà secondo le seguenti fasi di lavoro, previa realizzazione di un'apposita viabilità:

- ✓ Abbassamento della quota acqua del bacino di Villarosa fino a quota 380 m s.l.m.;
- ✓ Esecuzione della pista di accesso dalla viabilità circumlacuale all'area interessata dalla realizzazione dell'opera di presa.
- ✓ Realizzazione di paratie di diaframmi con esecuzione di un poligono chiuso: sul fianco del lago le paratie coincidono con quelle messe a protezione dell'abbassamento localizzato; si eseguono paratie di diaframmi parallele alla galleria di derivazione fino a dove si prevede di passare da scavo a cielo aperto a scavo in sotterraneo;
- ✓ Innalzamento di muri temporanei fino alla quota di 384 m s.l.m. in modo da consentire il riempimento dell'invaso fino alla quota di 382.5 m s.l.m.;
- ✓ Scavi all'interno del poligono delimitato dalle paratie, dal lago verso l'esterno;
- ✓ Realizzazione opere in c.a. (galleria, raccordi, imbocchi);
- ✓ Demolizione parziale della paratia di diaframmi dal lato del pozzo paratoie, in modo da consentire il collegamento con la galleria proveniente dal pozzo paratoie;
- ✓ Abbassamento quota acqua bacino di Villarosa fino a 380 m s.l.m.
- ✓ Demolizione dei muri temporanei di innalzamento e sistemazione del profilo del terreno vicino alla presa con scogliera.

Lo scavo all'interno dei diaframmi verrà effettuato con escavatore, procedendo dall'opera di presa verso il pozzo paratoie.

Il materiale di scavo, che verrà depositato provvisoriamente man mano a tergo sull'impronta dell'opera, verrà evacuato mediante benna sollevata da autogrù e deposta nell'area di cantiere, nelle apposite tramogge e quindi trasportate a destinazione con autocarri.

Lo scavo avverrà per campioni, a seconda della verifica di stabilità dello scavo e verrà seguito da un getto del solettone di fondo.

I getti verranno eseguiti da pompa autocarrata stazionante sulla circumlacuale.

2.4.4.3.2 *Pozzo Paratoie*

Lo scavo del pozzo (avente diametro interno di 12 m e profondità di circa 35 m) verrà realizzato con metodo tradizionale. In particolare, si prevede di eseguire una cortina di pali trivellati di grande diametro compenetrati; a completamento avvenuto della cortina di pali, si procederà con lo scavo all'interno del pozzo tramite l'utilizzo di un escavatore.

Il materiale di risulta degli scavi sarà evacuato tramite una autogrù stazionante nel piazza-le previsto esternamente al pozzo paratoie, depositato in tramogge e caricato su auto-carri che lo condurranno alla destinazione finale.

Il getto del pozzo avverrà dal basso verso l'alto, alimentato da pompa di calcestruzzo autocarrata posizionata nell'area di cantiere del pozzo stesso.

In seguito al consolidamento del pozzo, si prevede di asportare dal pozzo la TBM (in arrivo dal bacino di monte). Successivamente, tramite il pozzo sarà scavata e consolidata la porzione di galleria idraulica compresa tra il pozzo paratoie e l'opera di presa di valle (galleria rivestita in calcestruzzo a sezione policentrica avente diametro interno pari a 6,100 mm). Infine, si procederà ai getti di prima fase per le carpenterie delle paratoie e quindi al montaggio delle paratoie medesime.

2.4.5 Sistema di Ventilazione

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

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

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

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

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

2.4.5.1 Reversibilità dei Ventilatori

In caso di emergenza o come prevenzione rispetto al ristagno dell'aria, potrebbe rendersi necessaria una inversione di direzione del flusso d'aria.

L'inversione del flusso d'aria si ottiene semplicemente invertendo il senso di rotazione e, nel caso di ventilatori azionati da motori elettrici, l'operazione può essere effettuata con un semplice commutatore.

2.4.5.2 Uso di Depolveratori

Per limitare l'impatto generato dalla produzione delle polveri durante le fasi di perforazione, sarà previsto l'uso di depolveratori a secco: l'aria con la polvere viene accelerata dalla girante e, dopo una biforcazione della cassa, necessaria per poter mantenere il motore del ventilatore al di fuori del flusso dell'aria polverosa incontra un filtro metallico a maglia fine.

In tale sezione la maggior parte delle particelle che sono costrette a compiere un percorso tortuoso vengono fermate; nell'ultima parte del depolveratore è situato un filtro aria a vani del tipo inerziale in cui le ultime particelle di polvere si depositano oppure cadono nella vasca sottostante.

2.4.6 Gestione delle Acque in Fase 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 aggrottamento 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, saranno recapitate su corpo idrico superficiale, previa autorizzazione rilasciata dagli Enti competenti.

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.

2.4.6.1 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.

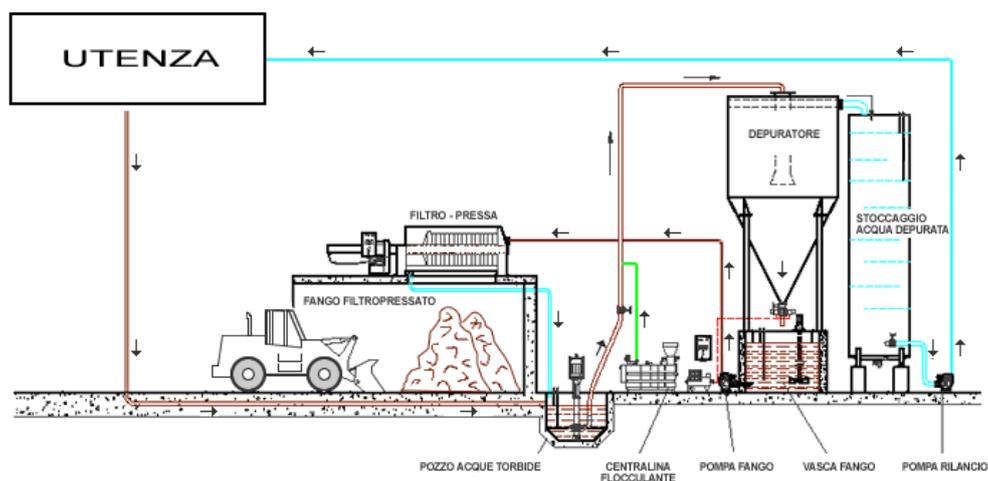


Figura 2.14: Schema Sistema di Trattamento delle Acque

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.

2.4.6.2 Reflui Civili

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

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

2.4.7 Sistema di Trasporto Smarino con Nastri

L'impiego dei nastri trasportatori è dettato dai vantaggi che il trasporto in continuo offre in situazioni dove esiste una velocità di avanzamento regolare e un flusso continuo di materiale da trasportare. Inoltre, le tipologie di nastri

ad oggi disponibili permettono il superamento di difficoltà specifiche, come la presenza di curve verticali ed orizzontali lungo il percorso e/o di gradienti lungo il profilo longitudinale.

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

- ✓ velocità e capacità del nastro saranno compatibili con la massima velocità di avanzamento del fronte di scavo;
- ✓ granulometria dello smarino sarà compatibile con il sistema di trasporto.

Per quanto riguarda il nastro trasportatore, esso sarà:

- ✓ montato sul paramento della galleria;
- ✓ la capacità del caricatore ed il suo posizionamento saranno adeguati alla portata ed alla velocità del nastro.

Tale soluzione di trasporto continuo dello smarino offre notevoli vantaggi fondamentalmente riconducibili a:

- ✓ facilità di movimentazione di grandi quantità di materiale;
- ✓ ingombro ridotto nella sezione: può essere scelta la posizione in modo da non intralciare le altre lavorazioni ed i trasporti verso il fronte;
- ✓ notevole semplicità di gestione.

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

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

2.4.8 Mezzi e Macchinari di Cantiere

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

Tabella 2.6: Mezzi di Cantiere

ID	Tipologia	Fissi / Mobili	Tipologia Uso (Esterno/Galleria)	Potenza [kW]	Alimentazione (Motore Diesel/Elettrico)
1	Escavatore	Mobili	Interni/Esterni	302.0	diesel
2	Dozer Apripista	Mobili	Esterni	350.0	diesel
3	Dozer pesante	Mobili	Esterni	560.0	diesel
4	Dozer medio	Mobili	Esterni	350.0	diesel
5	Pala Gommata	Mobili	Interni/Esterni	373.0	diesel
6	Pala Cingolata	Mobili	Esterni	196.0	diesel
7	Retroescavatore	Mobili	Esterni	200.0	diesel
8	Retroescavatore leggero	Mobili	Esterni	90.0	diesel
9	Rulli compattatori (terre)	Mobili	Esterni	150.0	diesel
10	Rulli compattatori piccoli	Mobili	Esterni	34.5	diesel
11	Rulli Lisci (conglomerato bituminoso)	Mobili	Esterni	34.5	diesel
12	Rulli a piede di pecora	Mobili	Esterni	150.0	diesel
13	Autobetoniera 4 assi da 10 m3	Mobili	Interni/Esterni	412.0	diesel
14	Pompa cls	Fissi/Mobili	Interni/Esterni	115.0	diesel
15	Macchina perforatrice (per Tiranti di ancoraggio)	Fissi	Interni	125.0	diesel
16	Macchina per carotaggi	Mobili	Interni	125.0	Diesel
17	Autogru	Mobili	Interni/Esterni	168.0	Diesel
18	Gru	Fissi	Esterni	168.0	Diesel
19	Carroponte	Fissi	Esterni	373.0	Diesel
20	Grader	Mobili	Esterni	163.0	Diesel
21	Finitrice	Mobili	Esterni	24.4	Diesel

ID	Tipologia	Fissi / Mobili	Tipologia Uso (Esterno/Galleria)	Potenza [kW]	Alimentazione (Motore Diesel/Elettrico)
22	Attrezzatura per Diaframmi	Fissi	Esterni	400.0	Diesel
23	Dumper	Mobili	Esterni	227.0	Diesel
24	Autocarri 10 m3	Mobili	Esterni	412.0	Diesel
25	Autobotte	Mobili	Esterni	412.0	Diesel
26	Generatore diesel impianto Betonaggio	Fissi	Esterni	250.0	diesel
27	Ventilatori	Fissi	Esterni	200.0	elettrico
28	Pompa Spritz	Fissi	Interni	75.0	elettrico
29	Pompa aggotamento	Fissi	Interni	18.0	elettrico
30	Bullonatore	Mobili	Interni	66.0	elettrico
31	Posizionatori per Infilaggi	Mobili	Interni/Esterni	90.0	elettrico
32	Vibratori	Fissi	Esterni	-	Elettrico
33	Elettrocompressori	Fissi	Esterni	400-800	Elettrico
34	Trasformatori Elettrici	Fissi	Esterni	1,500.0	Elettrico
35	TBM	Mobili	Interni	560.0	diesel

2.4.8.1 Cantiere di Monte

2.4.8.1.1 Realizzazioni

Il numero massimo dei mezzi che si prevede utilizzare in ciascuna delle fasi di cantiere, unitamente alla stima del loro fattore di utilizzo rispetto all'intera durata della fase, è esplicitato nella seguente Tabella.

Si ricorda che le principali fasi di lavorazione per il cantiere sono (si veda la Tabella 2.5):

- ✓ Fase 1a: Allestimento cantiere ed adeguamento viabilità;
- ✓ Fase 1b: Installazioni locali per servizi tecnici di cantiere (uffici, spogliatoi, mense, etc.);
- ✓ Fase 1c: Preparazione aree di deposito materiale sciolto;
- ✓ Fase 1d: Realizzazione impianto di betonaggio, fabbrica dei conci ed area di maturazione dei conci per TBM
- ✓ Fase 1e: Realizzazione fabbrica virole.

Tabella 2.7: Cantiere di Monte– Realizzazioni

Tipologia Mezzi/Impianti	No. Mezzi [No.] e Fattore di Utilizzo [μ]										
	Fase 1a		Fase 1b		Fase 1c		Fase 1d		Fase 1e		
	No.	μ	No.	μ	No.	μ	No.	μ	No.	μ	
1	Escavatore	1	0.25	1	0.25	-	-	1	0.5	-	-
2	Dozer Apripista	1	0.25	1	0.25	-	-	-	-	-	-
3	Dozer pesante	1	0.25	1	0.25	-	-	-	-	-	-
4	Dozer medio	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	Pala Gommata	1	0.75	2	0.75	-	-	1	0.5	-	-
6	Pala Cingolata	1	0.5	2	0.5	-	-	1	0.25	-	-
7	Retroescavatore	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	Retroescavatore leggero	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	Rulli compattatori	1	0.25	1	0.25	-	-	1	0.25	-	-
10	Rulli compattatori piccoli	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	Rulli Lisci	-	-	-	-	1	0.25	-	-	-	-
12	Rulli a piede di pecora	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	Camion 4 assi con botte cls da 10 m ³	-	-	-	-	2	0.5	-	-	2	1
14	Pompa cls	-	-	-	-	1	0.5	-	-	-	-
15	Sonde per Tiranti	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tipologia Mezzi/Impianti	No. Mezzi [No.] e Fattore di Utilizzo [μ]										
	Fase 1a		Fase 1b		Fase 1c		Fase 1d		Fase 1e		
	No.	μ	No.	μ	No.	μ	No.	μ	No.	μ	
16	Macchina per carotaggi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17	Autogru	1	0.25	1	0.25	1	0.5	1	0.25	-	-
18	Gru	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19	Carroponte	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	Grader	1	0.5	1	0.5	-	-	-	-	-	-
21	Finitrice	-	-	-	-	1	0.25	-	-	-	-
22	Attrezzatura per Diaframmi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23	Dumper Articolato	1	0.75	1	0.75	-	-	1	0.5	-	-
24	Camion 4 assi con cassone da 20 m ³	1	0.5	1	0.5	-	-	-	-	-	-
25	Autobotte	1	0.5	1	0.5	-	-	1	0.5	1	0.25
26	Generatore Betonaggio	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
27	Ventilatori	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28	Pompa Spritz	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29	Pompa aggotamento	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30	Bullonatore	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31	Posizionatori per Infilaggi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
32	Vibratori	-	-	-	-	2	0.5	-	-	-	-
33	Elettrocompressori	1	1	1	1	1	0.5	1	1	1	1
34	Trasformatori Elettrici	1	0.5	1	1	1	1	1	1	1	1
35	TBM	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

2.4.8.1.2 Bacino di Monte

Il numero massimo dei mezzi che si prevede utilizzare in ciascuna delle fasi del cantiere Bacino di Monte, unitamente alla stima del loro fattore di utilizzo rispetto all'intera durata della fase, è esplicitato nella seguente tabella.

Si ricorda che le principali fasi di lavorazione per il cantiere sono (si veda la Tabella 2.5):

- ✓ Fase 1f: Scavi rilevato, realizzazione cunicolo e accesso al cunicolo, scavi fondo, scavo e consolidamento pozzo verticale per scavi TBM;
- ✓ Fase 1g: Erezione rilevato e mascheramento morfologico, sfioratore di superficie e realizzazione sfioratore scarico di superficie e drenaggi;
- ✓ Fase 1h: stesa conglomerato bituminoso, coronamento e finiture piazzali realizzazione del calice;
- ✓ Fase 1i: posa virole metalliche ed intasamento con calcestruzzo.

Tabella 2.8: Cantiere di Monte – Bacino di Monte

Tipologia Mezzi/Impianti	No. Mezzi [No.] e Fattore di Utilizzo [η]								
	Fase 1f		Fase 1g		Fase 1h		Fase 1i		
	No.	η	No.	η	No.	η	No.	η	
1	Escavatore	2	0.5	1	0.75	1	0.5	-	-
2	Dozer Apripista	1	0.25	-	-	-	-	-	-
3	Dozer pesante	2	0.25	1	0.5	-	-	-	-
4	Dozer medio	-	-	-	-	1	0.5	-	-
5	Pala Gommata	1	0.5	2	0.75	2	0.75	-	-
6	Pala Cingolata	1	0.5	2	0.5	1	0.25	-	-
7	Retroescavatore	-	-	-	-	2	0.75	-	-
8	Retroescavatore leggero	-	-	-	-	1	0.5	1	0.5
9	Rulli compattatori	1	0.5	1	0.25	1	0.25	-	-
10	Rulli compattatori piccoli	-	-	-	-	-	-	-	-

Tipologia Mezzi/Impianti		No. Mezzi [No.] e Fattore di Utilizzo [η]							
		Fase 1f		Fase 1g		Fase 1h		Fase 1i	
		No.	η	No.	η	No.	η	No.	η
11	Rulli Lisci	-	-	-	-	-	-	1	0.25
12	Rulli a piede di pecora	-	-	-	-	-	-	-	-
13	Camion 4 assi con botte cls da 10 m ³	1	0.5	-	-	-	-	1	0.5
14	Pompa cls	1	0.5	1	0.25	-	-	1	0.25
15	Sonde per Tiranti	-	-	-	-	-	-	-	-
16	Macchina per carotaggi	-	-	1	0.25	-	-	-	-
17	Autogru	1	0.25	-	-	1	0.25	1	0.75
18	Gru	-	-	-	-	-	-	-	-
19	Carroponte	-	-	-	-	-	-	1	0.5
20	Grader	1	0.5	-	-	-	-	-	-
21	Finitrice	-	-	-	-	-	-	1	0.25
22	Attrezzatura per Diaframmi	-	-	-	-	-	-	-	-
23	Dumper Articolato	1	0.5	2	0.5	1	1	-	-
24	Camion 4 assi con cassone da 20 m ³	1	0.5	2	0.75	2	0.75	2	0.5
25	Autobotte	2	0.5	1	0.5	2	0.5	1	0.5
26	Generatore Betonaggio	-	-	-	-	-	-	-	-
27	Ventilatori	-	-	-	-	1	1	-	-
28	Pompa Spritz	-	-	1	0.25	1	0.5	-	-
29	Pompa aggotamento	-	-	1	0.75	1	0.75	-	-
30	Bullonatore	-	-	1	0.25	-	-	-	-
31	Posizionatori per Infilaggi	-	-	-	-	-	-	-	-
32	Vibratori	2	0.25	-	-	-	-	1	0.25
33	Elettrocompressori	2	0.75	-	-	1	1	1	1
34	Trasformatori Elettrici	1	1	1	0.75	1	0.75	1	0.75
35	TBM	-	-	-	-	-	-	-	-

2.4.8.1.3 Canale di drenaggio

Il numero massimo dei mezzi che si prevede utilizzare in ciascuna delle fasi del cantiere Canale di Drenaggio, unitamente alla stima del loro fattore di utilizzo rispetto all'intera durata della fase, è esplicitato nella seguente tabella.

Si ricorda che le principali fasi di lavorazione per il cantiere sono (si veda la Tabella 2.5):

- ✓ Fase 1l: Allestimento cantiere ed adeguamento viabilità/impianistica;
- ✓ Fase 1m: Esecuzione canale di drenaggio dello sfioratore di superficie del bacino di monte.

Tabella 2.9: Cantiere di Monte - Canale di Drenaggio

Tipologia Mezzi/Impianti		No. Mezzi [No.] e Fattore di Utilizzo [η]			
		Fase 1l		Fase 1m	
		No.	η	No.	η
1	Escavatore	1	0.25	1	1
2	Dozer Apripista	1	0.25	-	-
3	Dozer pesante	1	0.25	-	-

Tipologia Mezzi/Impianti		No. Mezzi [No.] e Fattore di Utilizzo [η]			
		Fase 1l		Fase 1m	
		No.	η	No.	η
4	Dozer medio	-	-	1	0.5
5	Pala Gommata	1	0.75	1	1
6	Pala Cingolata	1	0.5	-	-
7	Retroescavatore	-	-	-	-
8	Retroescavatore leggero	-	-	1	0.5
9	Rulli compattatori	1	0.25	-	-
10	Rulli compattatori piccoli	-	-	-	-
11	Rulli Lisci	-	-	-	-
12	Rulli a piede di pecora	-	-	-	-
13	Camion 4 assi con botte cls da 10 m ³	-	-	1	0.25
14	Pompa cls	-	-	-	-
15	Sonde per Tiranti	-	-	-	-
16	Macchina per carotaggi	-	-	-	-
17	Autogru	-	-	-	-
18	Gru	-	-	-	-
19	Carroponte	-	-	-	-
20	Grader	1	0.5	-	-
21	Finitrice	-	-	-	-
22	Attrezzatura per Diaframmi	-	-	-	-
23	Dumper Articolato	1	0.75	-	-
24	Camion 4 assi con cassone da 20 m ³	1	0.5	-	-
25	Autobotte	1	0.5	-	-
26	Generatore Betonaggio	-	-	-	-
27	Ventilatori	-	-	-	-
28	Pompa Spritz	-	-	-	-
29	Pompa aggotamento	-	-	-	-
30	Bullonatore	-	-	-	-
31	Posizionatori per Infilaggi	-	-	-	-
32	Vibratori	-	-	1	0.25
33	Elettrocompressori	1	1	1	0.25
34	Trasformatori Elettrici	-	-	-	-
35	TBM	-	-	-	-

2.4.8.1.4 Vie d'Acqua

Il numero massimo dei mezzi che si prevede utilizzare in ciascuna delle fasi del cantiere Vie d'Acque, unitamente alla stima del loro fattore di utilizzo rispetto all'intera durata della fase, è esplicitato nella seguente tabella.

Si ricorda che le principali fasi di lavorazione per il cantiere sono (si veda la Tabella 2.5):

- ✓ Fase 1n: scavo e consolidamento galleria idraulica tra bacino di monte e pozzo paratoie (TBM).

Tabella 2.10: Cantiere di Monte – Vie d'Acque

Tipologia Mezzi/Impianti		No. Mezzi [No.] e Fattore di Utilizzo [η]	
		Fase 1n	
		No.	η
1	Escavatore	2	0.75
2	Dozer Apripista	-	-
3	Dozer pesante	1	0.15
4	Dozer medio	-	-
5	Pala Gommata	2	0.25
6	Pala Cingolata	-	-
7	Retroescavatore	-	-
8	Retroescavatore leggero	-	-
9	Rulli compattatori	-	-
10	Rulli compattatori piccoli	-	-
11	Rulli Lisci	-	-
12	Rulli a piede di pecora	-	-
13	Camion 4 assi con botte cls da 10 m ³	1	0.75
14	Pompa cls	-	-
15	Sonde per Tiranti	1	0.25
16	Macchina per carotaggi	1	0.15
17	Autogru	-	-
18	Gru	-	-
19	Carroponte	-	-
20	Grader	-	-
21	Finitrice	-	-
22	Attrezzatura per Diaframmi	-	-
23	Dumper Articolato	-	-
24	Camion 4 assi con cassone da 20 m ³	3	0.5
25	Autobotte	1	0.5
26	Generatore Betonaggio	-	-
27	Ventilatori	-	-
28	Pompa Spritz	-	-
29	Pompa aggottamento	-	-
30	Bullonatore	-	-
31	Posizionatori per Infilaggi	-	-
32	Vibratori	-	-
33	Elettrocompressori	-	-
34	Trasformatori Elettrici	-	-
35	TBM	1	1

2.4.8.1.5 Ripiegamento Cantiere

Il numero massimo dei mezzi che si prevede utilizzare in ciascuna delle fasi del cantiere Canale di Drenaggio, unitamente alla stima del loro fattore di utilizzo rispetto all'intera durata della fase, è esplicitato nella seguente tabella.

Si ricorda che le principali fasi di lavorazione per il cantiere sono (si veda la Tabella 2.5):

- ✓ Fase 1o: Ripiegamento cantiere.

Tabella 2.11: Cantiere di Monte – Ripiegamento Cantiere

Tipologia Mezzi/Impianti		No. Mezzi [No.] e Fattore di Utilizzo [η]	
		Fase 1o	
		No.	η
1	Escavatore	1	0.5
2	Dozer Apripista	-	-
3	Dozer pesante	-	-
4	Dozer medio	-	-
5	Pala Gommata	1	0.5
6	Pala Cingolata	1	0.25
7	Retroescavatore	-	-
8	Retroescavatore leggero	-	-
9	Rulli compattatori	1	0.25
10	Rulli compattatori piccoli	-	-
11	Rulli Lisci	-	-
12	Rulli a piede di pecora	-	-
13	Camion 4 assi con botte cls da 10 m ³	-	-
14	Pompa cls	-	-
15	Sonde per Tiranti	-	-
16	Macchina per carotaggi	-	-
17	Autogru	-	-
18	Gru	-	-
19	Carroponte	-	-
20	Grader	-	-
21	Finitrice	-	-
22	Attrezzatura per Diaframmi	-	-
23	Dumper Articolato	1	0.5
24	Camion 4 assi con cassone da 20 m ³	1	0.5
25	Autobotte	1	0.5
26	Generatore Betonaggio	-	-
27	Ventilatori	-	-
28	Pompa Spritz	-	-
29	Pompa aggotamento	-	-
30	Bullonatore	-	-
31	Posizionatori per Infilaggi	-	-
32	Vibratori	-	-
33	Elettrocompressori	1	1
34	Trasformatori Elettrici	1	1
35	TBM	-	-

2.4.8.2 Cantiere Sbocco Scarichi Bacino di Monte

Il numero massimo dei mezzi che si prevede utilizzare in ciascuna delle fasi del cantiere, unitamente alla stima del loro fattore di utilizzo rispetto all'intera durata della fase, è esplicitato nella seguente tabella.

Si ricorda che le principali fasi di lavorazione per il cantiere, sono (si veda la Tabella 2.5):

- ✓ Fase 2a: allestimento cantiere e adeguamento viabilità;
- ✓ Fase 2b: Sistemazione sbocco scarichi bacino di monte;
- ✓ Fase 2c: Ripiegamento cantiere.

Tabella 2.12: Cantiere Sbocco Scarichi Bacino di Monte

Tipologia Mezzi/Impianti		No. Mezzi [No.] e Fattore di Utilizzo [η]					
		Fase 2a		Fase 2b		Fase 2c	
		No.	η	No.	η	No.	η
1	Escavatore	-	-	-	-	-	-
2	Dozer Apripista	-	-	1	0.5	-	-
3	Dozer pesante	1	0.25	1	0.5	-	-
4	Dozer medio	-	-	-	-	-	-
5	Pala Gommata	1	0.75	-	-	1	0.5
6	Pala Cingolata	1	0.5	1	0.75	1	0.25
7	Retroescavatore	-	-	-	-	-	-
8	Retroescavatore leggero	-	-	2	0.75	-	-
9	Rulli compattatori	-	-	-	-	1	0.25
10	Rulli compattatori piccoli	-	-	-	-	-	-
11	Rulli Lisci	-	-	-	-	-	-
12	Rulli a piede di pecora	-	-	-	-	-	-
13	Camion 4 assi con botte cls da 10 m ³	-	-	1	0.5	-	-
14	Pompa cls	-	-	-	-	-	-
15	Sonde per Tiranti	-	-	-	-	-	-
16	Macchina per carotaggi	-	-	-	-	-	-
17	Autogru	-	-	-	-	-	-
18	Gru	-	-	-	-	-	-
19	Carroponte	-	-	-	-	-	-
20	Grader	-	-	-	-	-	-
21	Finitrice	-	-	-	-	-	-
22	Attrezzatura per Diaframmi	-	-	-	-	-	-
23	Dumper Articolato	1	0.75	-	-	1	0.5
24	Camion 4 assi con cassone da 20 m ³	1	0.5	-	-	-	-
25	Autobotte	-	-	1	0.25	1	0.5
26	Generatore Betonaggio	-	-	-	-	-	-
27	Ventilatori	-	-	-	-	-	-
28	Pompa Spritz	-	-	-	-	-	-
29	Pompa aggotamento	-	-	-	-	-	-
30	Bullonatore	-	-	-	-	-	-
31	Posizionatori per Infilaggi	-	-	-	-	-	-
32	Vibratori	-	-	-	-	-	-
33	Elettrocompressori	1	1	1	1	1	1
34	Trasformatori Elettrici	-	-	-	-	-	-
35	TBM	-	-	-	-	-	-

2.4.8.3 Cantiere Centrale Ipogea

Il numero massimo dei mezzi che si prevede utilizzare in ciascuna delle fasi del cantiere, unitamente alla stima del loro fattore di utilizzo rispetto all'intera durata della fase, è esplicitato nella seguente tabella.

Si ricorda che le principali fasi di lavorazione per il cantiere, sono (si veda la Tabella 2.5):

- ✓ Fase 3a: adeguamento viabilità;
- ✓ Fase 3b: scavo e consolidamento galleria d'accesso e relativo piazzale, mascheramento morfologico;
- ✓ Fase 3c: Scavo e consolidamento centrale e sottostazione;
- ✓ Fase 3d: trasporto, montaggio e inghisaggio opere elettromeccaniche;
- ✓ Fase 3e: Scavo e consolidamento gallerie idrauliche a monte e valle della centrale, fino alla biforcazione.

Tabella 2.13: Cantiere Centrale Ipogea

Tipologia Mezzi/Impianti		No. Mezzi [No.] e Fattore di Utilizzo [η]									
		Fase 3a		Fase 3b		Fase 3c		Fase 3d		Fase 3e	
		No.	η	No.	η	No.	η	No.	η	No.	η
1	Escavatore	1	0.5	2	0.75	3	0.75	-	-	1	0.75
2	Dozer Apripista	1	0.25	-	-	-	-	-	-	-	-
3	Dozer pesante	1	0.25	1	0.15	1	0.15	1	0.15	1	0.15
4	Dozer medio	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	Pala Gommata	1	0.75	1	0.25	2	0.45	2	0.45	1	0.45
6	Pala Cingolata	1	0.5	1	0.25	-	-	-	-	-	-
7	Retroescavatore	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	Retroescavatore leggero	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	Rulli compattatori	1	0.5	-	-	-	-	-	-	-	-
10	Rulli compattatori piccoli	-	-	1	0.35	1	0.35	-	-	1	0.25
11	Rulli Lisci	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	Rulli a piede di pecora	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	Camion 4 assi con botte cls da 10 m ³	-	-	2	0.5	2	0.5	-	-	1	0.5
14	Pompa cls	-	-	-	-	1	0.35	-	-	-	-
15	Sonde per Tiranti	-	-	1	0.25	2	0.25	2	0.25	1	0.25
16	Macchina per carotaggi	-	-	1	0.15	2	0.15	-	-	1	0.15
17	Autogru	1	0.25	-	-	-	-	1	0.5	-	-
18	Gru	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19	Carro ponte	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	Grader	1	0.5	-	-	-	-	-	-	-	-
21	Finitrice	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22	Attrezzatura per Diaframmi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23	Dumper Articolato	1	0.5	-	-	-	-	-	-	-	-
24	Camion 4 assi con cassone da 20 m ³	2	0.5	6	0.75	3	0.75	2	0.75	1	0.5
25	Autobotte	1	0.5	-	-	2	0.75	-	-	2	0.75
26	Generatore Betonaggio	-	-	1	0.5	1	0.5	-	-	1	0.5
27	Ventilatori	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28	Pompa Spritz	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29	Pompa aggotamento	-	-	-	-	1	0.5	-	-	-	-

Tipologia Mezzi/Impianti		No. Mezzi [No.] e Fattore di Utilizzo [η]																		
		Fase 3a		Fase 3b		Fase 3c		Fase 3d		Fase 3e										
		No.	η	No.	η	No.	η	No.	η	No.	η									
30	Bullonatore	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31	Posizionatori per Infilaggi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
32	Vibratori	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
33	Elettrocompressori	1	0.75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
34	Trasformatori Elettrici	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
35	TBM	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

2.4.8.4 Cantiere di valle

Il numero massimo dei mezzi che si prevede utilizzare in ciascuna delle fasi del cantiere di Valle, unitamente alla stima del loro fattore di utilizzo rispetto all'intera durata della fase, è esplicitato nella seguente tabella.

Si ricorda che le principali fasi di lavorazione per il cantiere, sono (si veda Tabella 2.5):

- ✓ Fase 4a: adeguamento viabilità;
- ✓ Fase 4b: Scavo e consolidamento pozzo paratoie e galleria idraulica in direzione valle;
- ✓ Fase 4c: recupero TBM;
- ✓ Fase 4d: montaggio paratoie, ausiliari, Chiusura paratoie;
- ✓ Fase 4e: Allestimento viabilità per raggiungere opera di presa di valle;
- ✓ Fase 4f: Esecuzione opere temporanee di *dewatering*, Rimozione opere temporanee di *dewatering*;
- ✓ Fase 4g: Scavo e consolidamento opera di presa;
- ✓ Fase 4h: montaggio griglia presa;
- ✓ Fase 4i: ripiegamento cantiere.

Tabella 2.14: Cantiere di valle

Tipologia Mezzi/Impianti		No. Mezzi [No.] e Fattore di Utilizzo [η]																	
		Fase 4a		Fase 4b		Fase 4c		Fase 4d		Fase 4e		Fase 4f		Fase 4g		Fase 4h		Fase 4i	
		No.	η	No.	η	No.	η	No.	η	No.	η	No.	η	No.	η	No.	η	No.	η
1	Escavatore	2	0.5	1	0.75	-	-	1	0.75	2	0.5	1	0.75	1	0.75	-	-	1	0.5
2	Dozer Apripista	2	0.25	-	-	-	-	-	-	1	0.25	1	0.5	-	-	-	-	-	-
3	Dozer pesante	2	0.25	-	-	-	-	-	-	2	0.25	-	-	1	0.5	-	-	-	-
4	Dozer medio	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.5	1	0.5	-	-	-	-
5	Pala Gommata	2	0.75	-	-	-	-	-	-	2	0.75	-	-	-	-	-	-	1	0.5
6	Pala Cingolata	1	0.5	-	-	-	-	-	-	1	0.5	-	-	-	-	-	-	1	0.25
7	Retroescavatore	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	Retroescavatore leggero	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	Rulli compattatori	2	0.5	-	-	-	-	-	-	1	0.5	-	-	-	-	-	-	1	0.25
1	Rulli compattatori piccoli	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	Rulli Lisci	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	Rulli a piede di pecora	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tipologia Mezzi/Impianti		No. Mezzi [No.] e Fattore di Utilizzo [η]																	
		Fase 4a		Fase 4b		Fase 4c		Fase 4d		Fase 4e		Fase 4f		Fase 4g		Fase 4h		Fase 4i	
		No.	η	No.	η	No.	η	No.	η	No.	η	No.	η	No.	η	No.	η	No.	η
1 3	Camion 4 assi con botte cls da 10 m ³	-	-	1	0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1 4	Pompa cls	-	-	1	0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.5	-	-	-	-
1 5	Sonde per Tiranti	-	-	1	0.75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1 6	Macchina per carotaggi	-	-	1	0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.25	-	-	-	-
1 7	Autogru	-	-	1	0.5	1	0.75	-	-	-	-	1	0.5	1	0.5	1	0.75	-	-
1 8	Gru	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1 9	Carroponte	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2 0	Grader	1	0.5	-	-	-	-	-	-	1	0.5	-	-	-	-	-	-	-	-
2 1	Finitrice	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2 2	Attrezzatura per Diaframmi	-	-	-	-	-	-	1	0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2 3	Dumper Articolato	1	0.5	-	-	-	-	-	-	1	0.5	-	-	-	-	-	-	1	0.5
2 4	Camion 4 assi con cassone da 20 m ³	3	0.5	2	0.75	1	0.75	-	-	1	0.5	-	-	2	0.5	-	-	-	-
2 5	Autobotte	1	0.5	-	-	-	-	-	-	1	0.5	-	-	-	-	-	-	1	0.5
2 6	Generatore Betonaggio	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2 7	Ventilatori	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2 8	Pompa Spritz	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2 9	Pompa aggotamento	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	1	0.75	-	-	-	-	-	-
3 0	Bullonatore	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3 1	Posizionatori per Infilaggi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3 2	Vibratori	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3 3	Elettrocompressori	1	0.75	-	-	-	-	-	-	1	0.75	-	-	-	-	-	-	1	1
3 4	Trasformatori Elettrici	1	1	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	1	1
3 5	TBM	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

2.5 DESCRIZIONE DELLE FASI DI DISMISSIONE E RIPRISTINO

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

La dismissione ed il ripristino avranno come obiettivo la restituzione del sito alla completa disponibilità per la destinazione d’uso originariamente prevista, tenendo presente che le opere dell’impianto sono tutte in sotterraneo, ad eccezione dell’invaso di monte, dell’imbocco alla galleria di accesso alla Centrale e di alcune opere minori (parte sommitale pozzo paratoie e alcuni elementi sopra la Centrale).

Le valutazioni su metodologie di dismissione e/o recupero riportate nel seguito sono state effettuate ipotizzando che, al termine della concessione, nel caso in cui non siano verificate le condizioni per una prosecuzione della stessa, le opere e le strutture caratterizzanti l’impianto siano in buono stato.

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

2.5.1 Interventi di Reinserimento/Recupero delle Opere al Termine della Concessione di Esercizio

2.5.1.1 Considerazioni Generali

Le opere realizzate, vista la loro natura e posizione, risultano spesso facilitare le operazioni di recupero ambientale e/o reinserimento; la maggior parte, grazie alle scelte effettuate già in fase di progettazione, è infatti sotterranea, quindi non visibile dalla superficie e poco impattante a livello paesaggistico e ambientale.

In primis si procederà a smantellare e rimuovere tutte le componenti impiantistiche presenti nei vari locali tecnici e camere, così come le apparecchiature idrauliche (i.e., paratoie, pompe-turbine, 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.

2.5.1.2 Opera di Presa di Valle

In fase di dismissione dell’impianto, si prevede di rimuovere le griglie presso l’imbocco, demolire le parti emergenti dell’opera di presa (parti di diaframmi in calcestruzzo armato) e sigillare l’imbocco tramite un getto in calcestruzzo armato.

La zona depressa antistante la griglia sarà colmata con materiale inerte ed il fondo rimodellato fino a raggiungere una condizione *ante operam*.

2.5.1.3 Pozzo Paratoie

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

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

Per quanto riguarda la parte sommitale, valutando la soluzione adottata che già in fase di progettazione era stata pensata per ridurre al minimo l'impatto sul territorio (presenza di botole, e senza alcun locale fuori terra) e la presenza di una recinzione protettiva, potrebbe non essere necessario l'abbattimento dei pochi elementi fuori terra. Nel caso si ritenga necessario che anche questi elementi vengano rimossi, si potrà procedere in tal senso e dunque ripristinare quanto possibile.

2.5.1.4 Centrale Ipogea

È prevista la completa rimozione delle componenti ed apparecchiature elettriche, meccaniche, elettromeccaniche, idrauliche presenti nei locali ipogei, così come tutte le parti delle strutture rimovibili, come ad esempio mensole, piani metallici, strutture, impalcature, etc.

Si effettuerà un'ispezione per valutare se sia necessario eseguire interventi di messa in sicurezza nella centrale ipogea (pozzi inclusi), a cui seguirà l'eventuale esecuzione di tali attività.

Al di fuori dei sopra citati interventi, considerando che la soluzione adottata già in fase di progettazione è stata pensata per ridurre al minimo l'impatto sul territorio e la presenza di una recinzione protettiva, potrebbe non essere necessario alcun ulteriore intervento (a meno della rimozione di eventuali piccoli manufatti fuori terra quali griglie di aerazione, camini di sfato, etc.).

2.5.1.5 Galleria d'Accesso

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

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

2.5.1.6 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, sia 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.

2.5.1.7 Vie d'Acqua

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

2.5.1.8 Drenaggio dello Sfiatore di Superficie

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

2.5.1.9 Opere di Utenza

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

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

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

- ✓ Disconnessione dell'intero impianto dalla rete elettrica;
- ✓ Smantellamento della SU 13.8/380 kV;
- ✓ Recupero linea AT interrata;
- ✓ Ripristino delle aree di passaggio del cavo AT.

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

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

2.5.2 Interventi di Recupero e Reinserimento Ambientale delle Opere al Termine della Concessione di Esercizio

2.5.2.1 Considerazioni Generali

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

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

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

2.5.2.2 Bacino di monte

2.5.2.2.1 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 conglomerato bituminoso.

L'elemento più significativo di cui si dovrà predisporre l'abbattimento è il rilevato in materiali sciolti, nonché il materiale precedentemente abbancato sul paramento esterno del rilevato come mascheramento morfologico.

Nel presente documento non si approfondisce la metodologia di smantellamento, operazione complessa e delicata, e soggetta ad una valutazione che sarà necessariamente affrontata in fase di eventuale dismissione.

Si evidenzia che gli impatti ambientali derivanti da tale fase potranno essere stimati una volta definito il progetto di demolizione dell'impianto. Tali impatti saranno comunque di tipologie simili a quelle identificate per la fase di costruzione, sebbene di entità verosimilmente inferiore.

In considerazione della vita utile dell'impianto, si ritiene difatti prematuro definire metodologie per lo smantellamento che potranno risultare obsolete al momento dell'effettiva dismissione, nonché l'individuazione di siti di destinazione dei materiali (ripristino cave, riutilizzo in altri cantieri, conferimento in discarica, etc.).

2.5.2.2.2 Opzione 2: riconversione del bacino come riserve idrica

Previa l'adozione di opportuni interventi 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 di Villarosa al bacino di monte, sarà necessario installare opportune pompe all'interno della centrale (in sostituzione delle pompe-turbine, che saranno rimosse). 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 al funzionamento delle pompe (e.g., illuminazione, ventilazione, carriponte etc.) affinché l'utilizzo del sistema di sollevamento idraulico possa avvenire in piena sicurezza.

2.5.2.2.3 Opzione 3: riconversione del bacino vuoto per altri scopi

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

Tale soluzione, avente minori costi, potrebbe fornire ai comuni di Villarosa e Calascibetta 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), quali ad esempio la 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.

2.5.2.3 Recupero della viabilità adeguata

L'accesso alle diverse parti e luoghi dell'impianto sarà reso 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.

2.5.3 Tipologia di Materiali – Smaltimenti e Recupero

Come riportato nei precedenti paragrafi è prevista, per i materiali e componenti utilizzati nella realizzazione dell'impianto di Villarosa, una rimozione (e.g., abbattimento opere civili, apparecchiature elettriche, idrauliche, oleodinamiche, etc.), un riutilizzo in sito (per i terreni costituenti il rilevato del bacino di monte, 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 di accumulo 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 (e.g., 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 2.15: 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	rifiuti misti dell'attività di costruzione e demolizione non pericolosi

3 DESCRIZIONE DEL PROGETTO DELLE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN

3.1 ANALISI DELLA DOMANDA E DELL’OFFERTA

3.1.1 Bilancio Energetico Regione Sicilia

Dall’analisi del bilancio dell’energia elettrica della Regione Sicilia del 2019 (immagine seguente) si evince che essa importa circa 3,759 GWh di energia su un totale 19,172.3 GWh di richiesta; la regione importa pertanto il 20% circa di quanto è la domanda.

GWh	Operatori del mercato elettrico	Autoproduttori	Sicilia	
Produzione lorda				
- idroelettrica	466,8	-	466,8	
- termoelettrica tradizionale	10.892,7	417,7	11.310,4	
- geotermoelettrica	-	-	-	
- eolica	3.346,6	-	3.346,6	
- fotovoltaica	1.826,9	-	1.826,9	
Totale produzione lorda	16.533,1	417,7	16.950,7	
	-	-	-	
Servizi ausiliari della Produzione	533,6	3,5	537,1	
	=	=	=	
Produzione netta				
- idroelettrica	459,3	-	459,3	
- termoelettrica tradizionale	10.434,3	414,2	10.848,4	
- geotermoelettrica	-	-	-	
- eolica	3.311,0	-	3.311,0	
- fotovoltaica	1.794,9	-	1.794,9	
Totale produzione netta	15.999,5	414,2	16.413,7	
	-	-	-	
Energia destinata ai pompaggi	362,7	-	362,7	
	=	=	=	
Produzione destinata al consumo	15.636,8	414,2	16.050,9	
	+	+	+	
Cessioni degli Autoproduttori agli Operatori	+39,4	-39,4	-	
	+	+	+	
Saldo import/export con l'estero	-637,6	-	-637,6	
	+	+	+	
Saldo con le altre regioni	+3.759,0	-	+3.759,0	
	=	=	=	
Energia richiesta	18.797,6	374,7	19.172,3	
	-	-	-	
Perdite	1.888,5	1,0	1.889,5	
	=	=	=	
	Autoconsumo	1.564,4	373,7	1.938,2
	Mercato libero	11.395,6	-	11.395,6
	Mercato tutelato	3.949,1	-	3.949,1
Consumi	Totale Consumi	16.909,1	373,7	17.282,9

Figura 3.1: Bilancio energia elettrica Regione Puglia (fonte: statistiche regionali TERNA 2019)

Come visualizzabile nel grafico seguente, a partire dal 2016 è iniziato il deficit di produzione rispetto alla richiesta.

Energia richiesta in Sicilia nel 2019	GWh	19.172,3	
Deficit (-) Superi (+) della produzione rispetto alla richiesta	GWh	-3.121,4	(-16,3%)

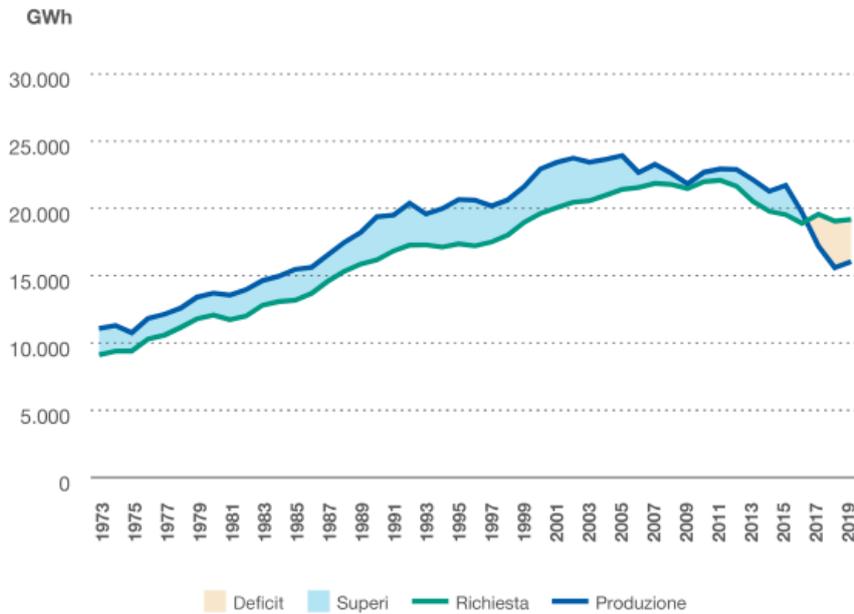


Figura 3.2: Consumi anno 2019: complessivi 17.282,9 GWh; per abitante 3.537 kWh (fonte: statistiche regionali TERNA 2019)

Tra il 2015 e il 2016 si osserva infatti la diminuzione della produzione di energia elettrica da fonte convenzionale da 18 TWh a 15,5 TWh a fronte di un mantenimento costante di TWh prodotti da fonti FER (grafico seguente). Dallo stesso grafico si osserva inoltre che la % di produzione da fonti tradizionali rispetto alle FER sia calata in percentuale dal 83% del 2012 al 75.5% del 2020.

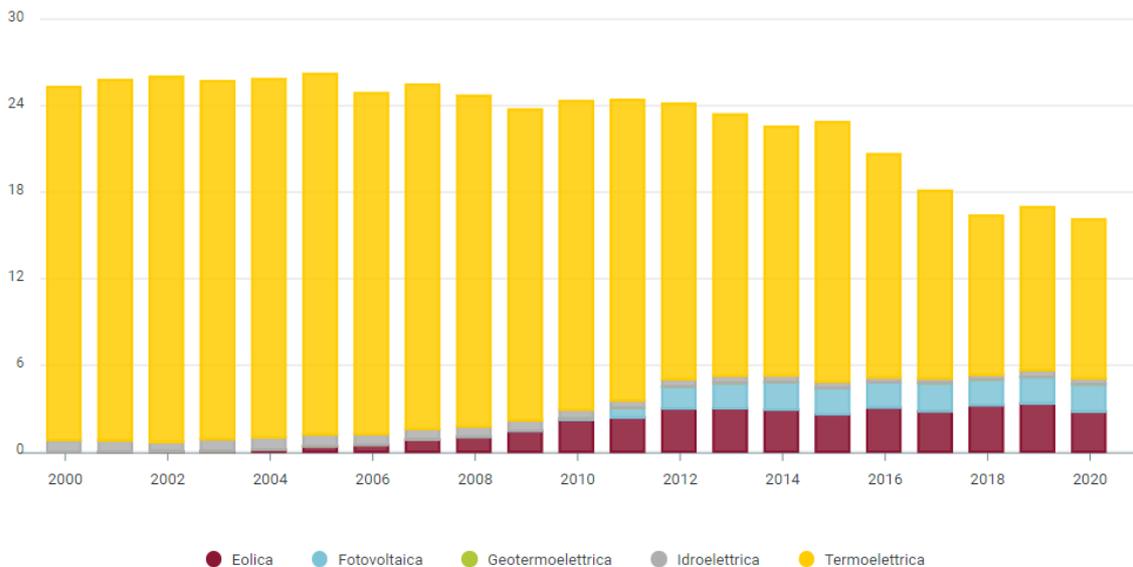


Figura 3.3: Produzione lorda di energia elettrica prodotta per tipologia di fonte (TWh) (fonte: sito TERNA rif. 2020)

Dal punto di vista delle sole FER, come riscontrabile nel grafico di seguito riportato, dal 2010 inizia ad essere più significativo il divario tra la produzione da eolico e fotovoltaico, non programmabili, che quelle maggiormente programmabili come l'idroelettrica o le bioenergie.

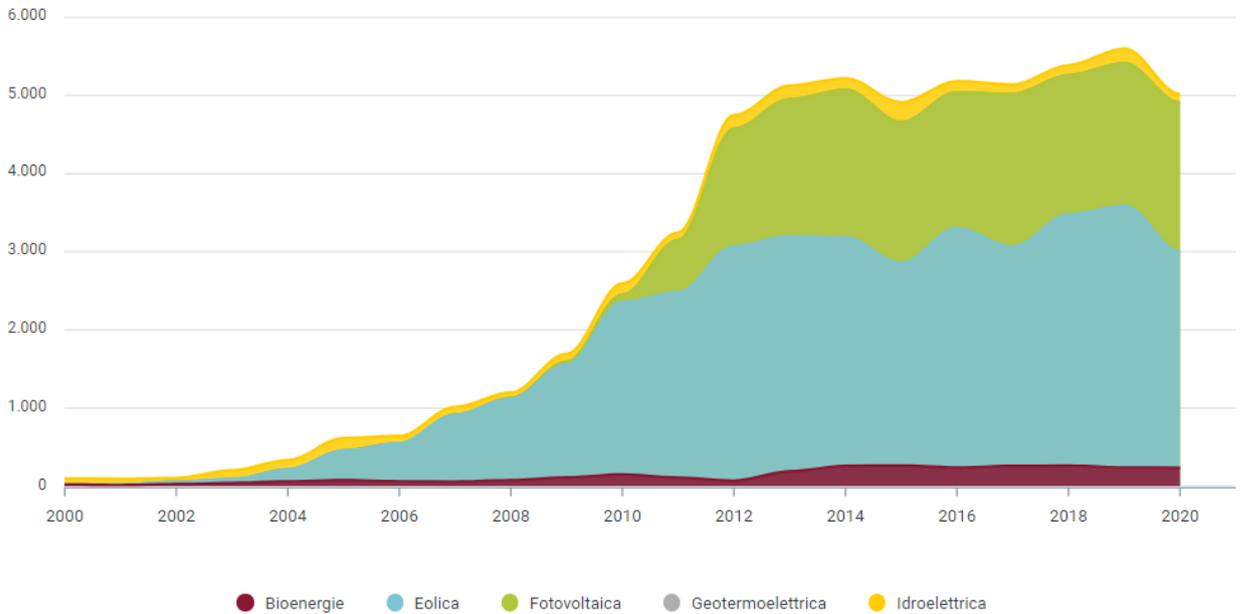


Figura 3.4: Produzione lorda di energia elettrica da fonti rinnovabili (TWh) (fonte: sito TERNA rif. 2020)

Dal punto di vista dei consumi per settore, il dato è rimasto con andamento poco variabile negli ultimi 20 anni se non per una leggera flessione del settore industriale a partire in particolare dal 2008.

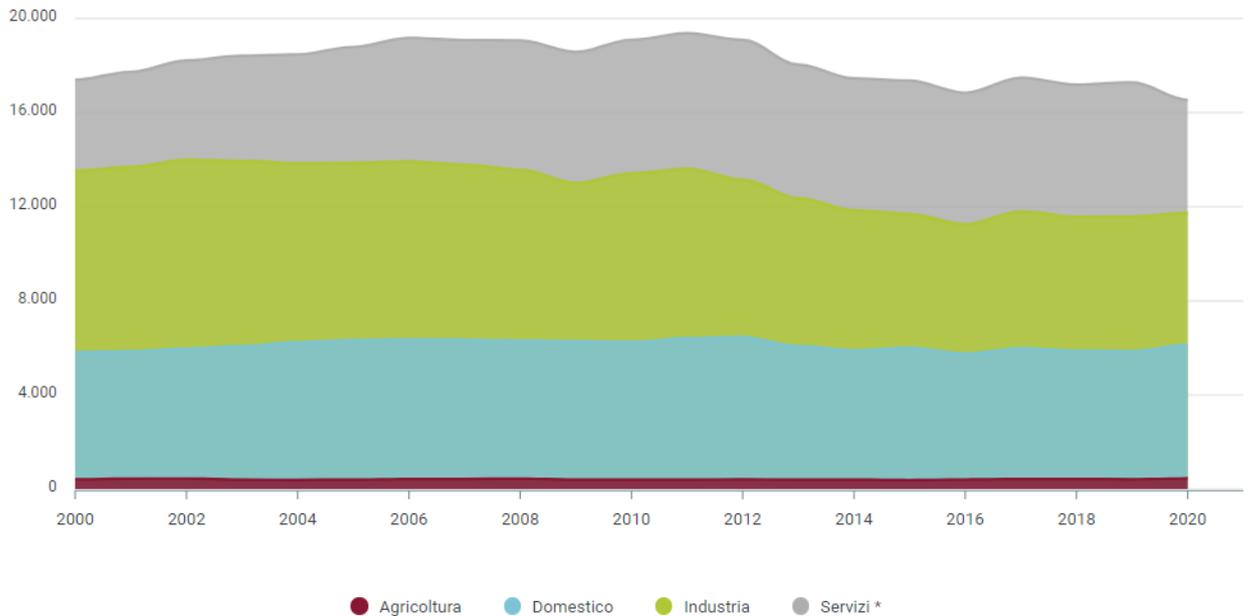


Figura 3.5: Consumi di energia elettrica per settore (GWh) (fonte: sito TERNA rif. 2020)

3.1.2 STATO E CRITICITA' DELLA RETE ELETTRICA IN SICILIA

L'alimentazione del sistema elettrico della Regione Sicilia è garantita da un parco termico in parte vetusto, concentrato principalmente nell'area Est e Sud/Ovest dell'Isola e da numerosi impianti FER collocati principalmente nelle aree Sud Occidentale e Centro Orientale (principalmente eolici). La rete di trasmissione primaria è costituita essenzialmente da un'unica dorsale ad Est a 400 kV “Sorgente – Paternò – Chiaramonte Gulfi – Priolo – Isab E.” e da un anello a 220 kV con ridotta capacità di trasporto tra l'area orientale e occidentale.

A tal proposito, sono previsti:

- ✓ Il nuovo collegamento HVDC Continente-Sicilia-Sardegna;
- ✓ I nuovi elettrodotti 400 kV Chiaramonte Gulfi – Ciminna, Paternò - Pantano – Priolo, Assoro - Sorgente 2 – Villafranca e Caracoli – Ciminna.

La distribuzione del parco di generazione rende il sistema siciliano estremamente squilibrato (vincolando parte degli impianti termici in esercizio) e rappresenta un ostacolo anche allo sviluppo di nuova generazione in particolare da fonte eolica. Durante le ore di basso carico, nell'area Nord Occidentale della Sicilia, si sono registrati elevati livelli di tensione per effetto della limitata disponibilità di risorse convenzionali; per tale motivo sono stati installati dispositivi di compensazione. Sottesa alla rete primaria si sviluppa una rete 150 kV esposta al sovraccarico in caso di fuori servizio accidentale o programmato della rete primaria stessa. Eventi di fuori servizio sulla rete primaria dell'Isola, in particolare a 220 kV, determinano:

- ✓ Il rischio di portare a saturazione alcune porzioni di rete AT e conseguente mancata produzione eolica rendendo necessaria la realizzazione di nuove stazioni come nel caso della SE 380/150 kV presso Vizzini;
- ✓ Sovraccarichi sulle arterie AT, con conseguente rischio di disalimentazione, in particolare nelle province di Palermo, Catania, Messina, Ragusa ed Agrigento.

Per le suddette criticità sono stati pianificati interventi di riassetto nell'area di Palermo, Catania, Messina, Ragusa, nonché interventi mirati ad integrare infrastrutture elettriche e ferroviarie rimuovendo contestualmente le limitazioni di rete come previsto sulla direttrice 150 kV tra Palermo e Messina. Si confermano i vincoli di esercizio della generazione installata nell'area di Priolo, nel caso di fuori servizio della linea in doppia terna a 220 kV “Melilli – Misterbianco”. In assenza di vincoli di produzione, si determinerebbe il sovraccarico delle linee a 150 kV dell'area. Numerose sono le richieste di connessione di nuovi impianti FER: nel corso del 2020 sono state oltre 220 le richieste di connessione di tali impianti alla RTN in Sicilia. Tale criticità sarà risolta con la realizzazione dell'elettrodotto 400 kV Paternò – Pantano – Priolo e conseguente riassetto di rete 150 kV. Il completamento dell'intero progetto *Tyrrhenian Link* prevede la connessione delle Isole alla rete Continentale più robusta consentendo di compensare il *phase-out* di generazione convenzionale e vetusta nelle Isole in termini di adeguatezza e sicurezza, nonché contribuire all'integrazione della generazione da fonte rinnovabile attese in Sicilia e Sardegna, contribuendo inoltre nelle suddette porzioni di rete, alla potenziale risoluzione della necessità di capacità termoelettrica.

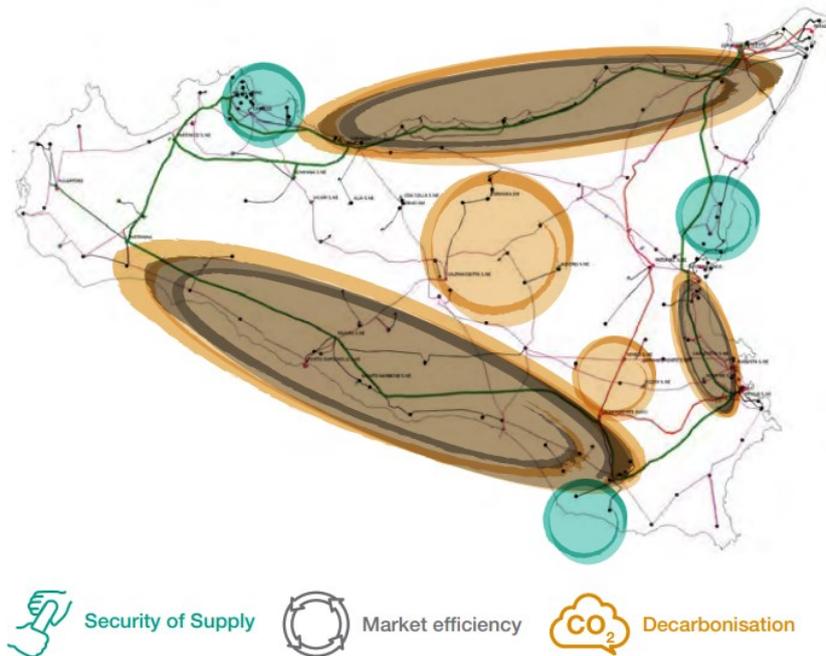


Figura 3.6: Le principali criticità della rete elettrica nella Regione Sicilia (Fonte: Piano di Sviluppo della Rete TERNA 2021)

3.1.3 SPECIFICITA' DELLA RTN NELL'AREA DI STUDIO

Nell'area di studio, la Rete di Trasmissione Nazionale è dotata di una rete a 150 kV: nello specifico la linea “Caltanissetta SE – Nicoletti” che passa tra i comuni di Villarosa e Calascibetta.

Inoltre, è previsto l'attraversamento dei suddetti comuni da parte dell'elettrodotto 380 kV “Chiaromonte Gulfi – Ciminna” autorizzata e attualmente in fase di progettazione esecutiva.

Nell'immagine di seguito si riporta lo schema della RTN dell'area di interesse con in magenta gli elettrodotti 150 kV e in rosso con linea spessa il tracciato dell'elettrodotto “Chiaromonte Gulfi – Ciminna”.

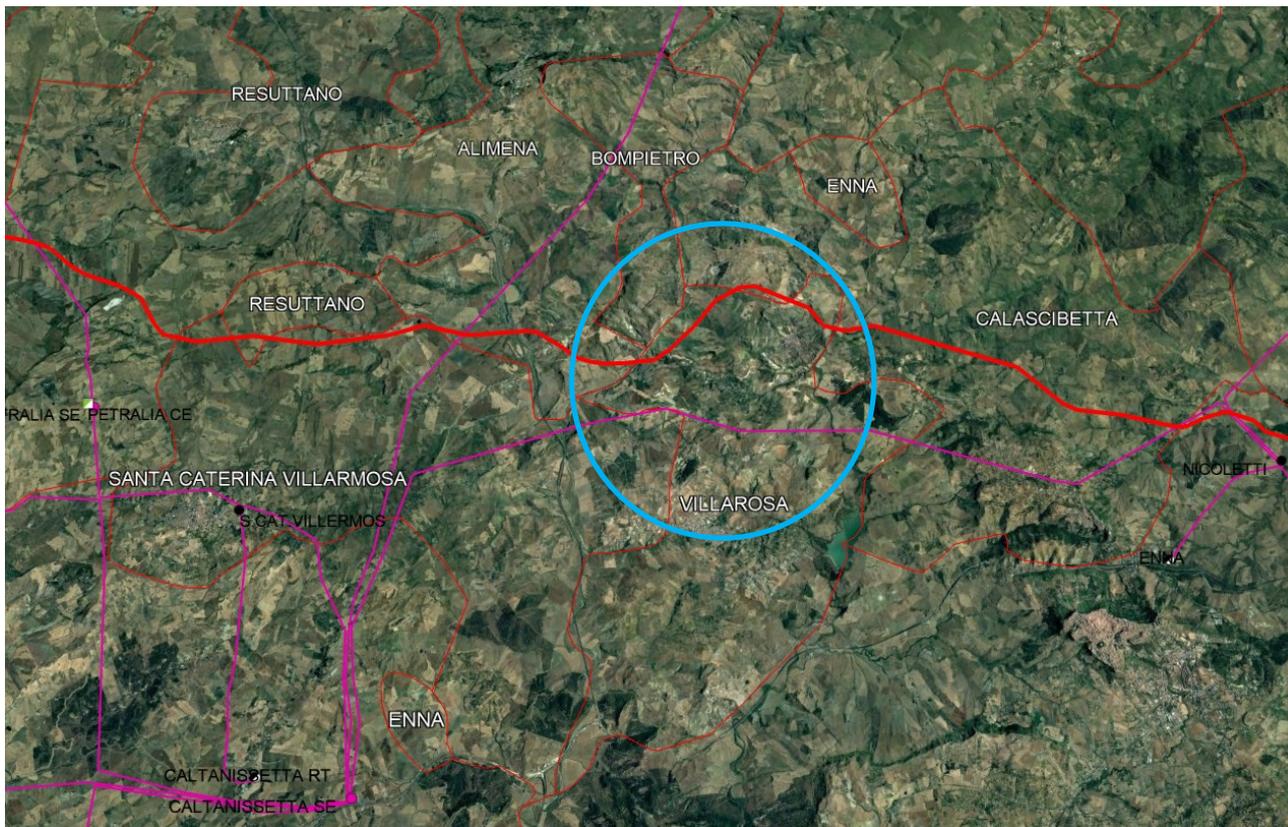


Figura 3.7: Assetto della RTN nell'area di studio – in azzurro la zona di interesse

3.2 DESCRIZIONE DELLE OPERE CONNESSE

Oggetto della presente sezione dello Studio di Impatto Ambientale è la descrizione:

- ✓ della realizzazione di un cavo interrato per la connessione utente che collega la Sottostazione elettrica in ipogeo di Edison alla futura SE di Terna “Calascibetta” alla tensione di 380 kV, consentendo sia l'immissione che il prelievo di energia elettrica dalla RTN alla medesima tensione;
- ✓ della realizzazione della Stazione Elettrica 380/150/36 kV di Terna da ubicarsi a Calascibetta;
- ✓ della realizzazione dei raccordi aerei entra-esci della linea RTN autorizzata 380 kV in doppia terna “Chiaromonte Gulfi–Ciminna” alla futura SE “Calascibetta”;
- ✓ della realizzazione dei raccordi interrati della linea RTN esistente 150 kV “Nicoletti-Caltanissetta” alla futura SE “Calascibetta”.

Come desumibile dalla “Corografia generale di progetto” (cod. G970_SIA_T_001_Coro_gen_prog_1-1_REV01) le opere oggetto di intervento intercettano i Comuni di Villarosa e Calascibetta, oggi Libero Consorzio di Enna (L.R. 15/2015) già Provincia Regionale di Enna.

Nel seguito si riporta l'elenco degli interventi previsti per la cui descrizione si rimanda ai rispettivi Piani Tecnici delle Opere (PTO).

3.2.1 OPERE DI UTENZA

L'intervento consiste nella realizzazione di una Sottostazione elettrica (Stazione Utente) in ipogeo da ubicarsi in corrispondenza della centrale afferente all'impianto di pompaggio e da un elettrodotto in cavo interrato 380 kV per la connessione dell'impianto alla RTN. Di seguito si riporta una breve descrizione. Per i dettagli si rimanda alle relazioni tecniche specialistiche relative alle opere di utenza. (cod. G970_DEF_R_004_Ut_rel_tec_ill_conn_1-1_REV01 e G970_DEF_R_005_Ut_rel_tec_ill_SU_1-1_REV01).

3.2.1.1 [Sottostazione elettrica “Villarosa”](#)

La nuova Sottostazione d'utenza AT/MT 380/20 kV verrà realizzata in ipogeo insieme alla centrale dell'impianto di pompaggio. La stazione sarà in esecuzione “Blindata” (GIS *Gas Insulated Switchgear*).

3.2.1.2 [Connessione utente “SE Calascibetta – SU Villarosa”](#)

Tale opera è funzionale al collegamento alla RTN dell'impianto di pompaggio che il proponente intende realizzare nel territorio di Villarosa.

Tra le possibili soluzioni è stato individuato il tracciato più funzionale, che tenga conto di tutte le esigenze e delle possibili ripercussioni sull'ambiente, con riferimento alla legislazione nazionale, regionale e comunale vigente in materia. Il percorso dell'elettrodotto è stato studiato contemperando le esigenze della pubblica utilità delle opere con gli interessi pubblici e privati coinvolti, cercando in particolare di:

- ✓ Contenere per quanto possibili la lunghezza del tracciato per occupare la minor porzione possibile del territorio;
- ✓ Minimizzare l'interferenza con le zone di pregio ambientale, naturalistico, paesaggistico e archeologico;
- ✓ Recare minor sacrificio possibile alle proprietà interessate, avendo cura di vagliare le situazioni esistenti sui fondi da asservire rispetto anche alle condizioni dei terreni limitrofi;
- ✓ Evitare, per quanto possibile, l'interessamento di aree urbanizzate o di sviluppo urbanistico;
- ✓ Permettere il regolare esercizio e manutenzione degli elettrodotti.

Si sottolinea infine come, al fine di ottimizzare le risorse e ridurre il consumo di suolo, si sia scelto di ubicare, per quanto possibile, il tracciato del cavidotto lungo i tracciati previsti per la viabilità di accesso all'impianto di pompaggio e alla Stazione Utente.

L'elettrodotto AAT alla tensione di 380 kV in progetto è localizzato tra i comuni di Calascibetta e Villarosa, facenti parte del territorio del Libero Consorzio Comunale di Enna.

Il cavidotto partirà dalla futura SE Terna e avrà un andamento E-O prima e NNO-SSE poi fino all'imbocco della galleria. La prima parte del tracciato del cavo, quello che dall'uscita dalla SE arriva fino alla progressiva chilometrica 0+370, è previsto su un tratto di strada di nuova realizzazione che andrà a sostituirla una attualmente esistente; per posizionare la futura SE coerentemente con l'assetto vincolistico dell'area e l'ingombro tecnico minimo necessario, è stato infatti necessario prevedere la modifica di un tratto della strada comunale che collega la S.S. 290 “di Alimena” alla contrada Sambuco (per i dettagli in merito si rimanda agli elaborati del PTO della RTN). Dalla pk 0+370 il cavo è previsto in posa sul sedime della strada comunale sopra citata fino a raggiungere la S.S. 290 (pk 1+450). Qui il cavo verrà posato sulla Strada Statale stessa, in direzione “Catanese”, fino a raggiungere il bivio che porta a Masseria Gaspa (pk 4+850). La posa del cavidotto segue il sedime di tale strada passando per Masseria Gaspa e proseguendo poi, su viabilità interpodereale, fino all'ingresso della centrale (pk 6+000).

I primi 3.7 km circa di cavo saranno nel comune di Calascibetta e i restanti circa 2.3 km nel comune di Villarosa.

Dal punto di vista degli attraversamenti di altre opere esistenti, si sono individuate interferenze con corsi d'acqua, linee aeree BT, MT e AT, strade statali e strade comunali. Per ulteriori dettagli in merito si rimanda agli elaborati “Corografia ed elenco delle opere attraversate del PTO dell'utenza.

3.2.2 Opere RTN

3.2.2.1 [Stazione Elettrica “SE Calascibetta”](#)

La nuova Stazione Elettrica “Calascibetta” verrà realizzata nel comune di Calascibetta nel lato Ovest al confine con il comune di Villapriolo.

Essa sarà dotata di 1 sezione a 380 kV con isolamento in aria, 1 sezione a 150 kV in GIS e una sezione a 36 kV. Sono previsti 12 stalli nella sezione 380 kV, 14 stalli nella sezione a 150 kV e 20 arrivi linea per la sezione 36 kV.

Nella stazione sarà presente un edificio comandi, un edificio servizi ausiliari, opere accessorie e viabilità interna. Il sedime della stazione ricade completamente nel Comune di Calascibetta e occuperà un'area di circa 53,000 m² alla quale si aggiungono circa 12,000 m² di aree per la viabilità di accesso e le scarpate di raccordo. Il piano di imposta della Stazione è a 448.00 m s.l.m., il raccordo con il terreno esistente sarà realizzato con delle scarpate opportunamente sagomate con pendenza 3:2.

Per maggiori dettagli si rimanda all'elaborato “Relazione tecnica illustrativa – Stazione Elettrica” (cod. G970_DEF_R_005_RTN_rel_tec_ill_SE_1-1_REV01).

3.2.2.2 Raccordi aerei entra-esci 380 kV sulla “Chiaromonte Gulfi – Ciminna”

Per poter connettere l'elettrodotto aereo 380 kV in doppia terna autorizzato “Chiaromonte Gulfi – Ciminna” alla Stazione Elettrica in progetto di Calascibetta, è necessario un entra-esci della linea stessa consistente nell'adeguamento di una campata (quella comprese tra i sostegni P. 212E e P.213E) e il collegamento dei due rami che ne derivano alla futura SE. Per i dettagli si rimanda all'elaborato “Relazione tecnica illustrativa - raccordi RTN” (cod. G970_DEF_R_004_RTN_rel_tec_ill_racc_1-1_REV01).

3.2.2.3 Raccordi in cavo interrato entra-esci 150 kV sulla “Nicoletti-Caltanissetta”

La connessione alla futura Stazione Elettrica di Calascibetta della linea esistente a 150 kV “Nicoletti-Caltanissetta” avverrà per tramite di un raccordo entra-esci in cavo interrato che partirà dalla linea esistente, all'altezza di Località Gaspa nel comune di Villarosa. Qui la linea esistente verrà aperta e due sostegni esistenti saranno demoliti e sostituiti, in posizione prossima, con due sostegni di transizione aereo-cavo. I conduttori, una volta giunti a quota terreno, saranno posati in cavo interrato in trincea per circa 180 m sul terreno agricolo al fine di collegare alla S.S. 290 ed essere posati, nello stesso scavo, sul sedime della SS stessa fino all'arrivo nella SE. Per i dettagli si rimanda all'elaborato “Relazione tecnica illustrativa - raccordi RTN” (cod. G970_DEF_R_004_RTN_rel_tec_ill_racc_1-1_REV01).

3.2.3 RIEPILOGO DEGLI INTERVENTI IN PROGETTO

Nel seguito si riporta l'elenco degli interventi oggetto del presente Piano Tecnico delle Opere per la descrizione puntuale e di dettaglio si rimanda ai specifici PTO.

OPERE DI UTENZA	
Opera	Caratteristiche dimensionali
Elettrodotto di utenza in cavo interrato 380 ST kV “SE Calascibetta – SU Villarosa”	Lunghezza cavo interrato: 6 km
Sottostazione elettrica “Villarosa”	(Parte integrante dell'opera sotterranea Edison)

OPERE RTN	
Opera	Caratteristiche dimensionali
Raccordo aereo 380 kV “SE Ciminna – SE Calascibetta”	Lunghezza nuovo elettrodotto: 390 m n° nuovi sostegni: 3
Raccordo aereo 380 kV “SE Calascibetta- SE Chiaromonte Gulfi”	Lunghezza nuovo elettrodotto: 300 m n° nuovi sostegni: 2
Stazione Elettrica di smistamento 380 kV “Calascibetta”	Area sedime: 53.150 m ²
Raccordo aereo 380 kV “SE Caltanissetta – SE Calascibetta”	Lunghezza nuovo elettrodotto: Ritesatura tratto aereo: 185 m Nuovo tratto interrato: 5.3 km n° nuovi sostegni: 1
Raccordo aereo 380 kV “SE Calascibetta- SE Nicoletti”	Lunghezza nuovo elettrodotto: Ritesatura tratto aereo: 155 m Nuovo tratto interrato: 5.5 km n° nuovi sostegni: 1

3.2.4 RACCORDI AEREI ENTRA-ESCI 380 kV SULLA “CHIARAMONTE GULFI – CIMINNA”

Come già dettagliato in precedenza, per poter connettere l'elettrodotto aereo 380 kV in doppia terna autorizzato, “Chiaromonte Gulfi – Ciminna” alla Stazione Elettrica in progetto di Calascibetta, è necessario un entra-esci della linea stessa consistente nell'adeguamento di una campata (quella comprese tra i sostegni P. 212E e P.213E) e il collegamento dei due rami che ne derivano alla futura SE. Tale collegamento avverrà come di seguito descritto:

- ✓ Dal sostegno autorizzato P.212E (da sostituirsi con il P.212N in progetto nella medesima posizione a

sostituzione) partirà una campata in conduttori trinati (lunga 300 m circa) fino al sostegno in progetto P.212BIS. Da qui parte una doppia campata in conduttore binato (lunghe 50 m circa ciascuna) che arriva fino ai due portali della futura SE; tale raccordo prende il nome di “SE Ciminna-SE Calascibetta”;

- ✓ Dal sostegno autorizzato P.213E (da sostituirsi con il P.213N in progetto nella medesima posizione a sostituzione) partirà una doppia campata in conduttore trinato fino ai sostegni in progetto P.213BIS e P.213TER (lunghe circa 77 e 90 m rispettivamente). Da ciascuno di questi ultimi due, partirà una campata in conduttore binato che arriva fino ai due portali della futura SE. La campata a Ovest (sul P.213BIS) sarà lunga 50 m circa mentre quella a EST circa 82 m; tale raccordo prende il nome di “SE Calascibetta – SE Chiamonte Gulfi”.

3.2.5 STAZIONE ELETTRICA 380/150/36 kV “CALASCIBETTA”

La nuova Stazione Elettrica “SE Calascibetta” verrà realizzata nel comune di Calascibetta, a Nord-Ovest rispetto all’abitato di Buonriposo.

Essa sarà dotata di 1 sezione a 380 kV con isolamento in aria, 1 sezione a 150 kV in GIS e una sezione a 36 kV. Sono previsti 12 stalli nella sezione 380 kV, 14 stalli nella sezione a 150 kV e 20 arrivi linea per la sezione 36 kV.

Nella stazione sarà presente un edificio comandi, un edificio servizi ausiliari, opere accessorie e viabilità interna. Il sedime della stazione ricade completamente nel Comune di Calascibetta e occuperà un’area di circa 53.000 m² alla quale si aggiungono circa 12.000 m² di aree per la viabilità di accesso e le scarpate di raccordo. Il piano di imposta della Stazione è a 448,00 m s.l.m., il raccordo con il terreno esistente sarà realizzato con delle scarpate opportunamente sagomate con pendenza 3:2.

L’accesso alla Stazione avverrà da una strada comunale che si stacca dalla SS 290 alla Progressiva 34+000. La strada si sviluppa in direzione SO-NE, dopo circa 1,300 m dallo svincolo sulla SS, arriva all’altezza della “SE Calascibetta” in progetto. Come già anticipato, per l’accesso alla futura SE si prevede di modificare un tratto di viabilità esistente. Per tutti i dettagli in merito all’adeguamento stradale funzionale alla realizzazione della Stazione in progetto e alle opere civili riguardante la realizzazione di rilevati e delle scarpate proposti, si rimanda all’elaborato: G970_DEF_R_005_RTN_rel_tec_ill_SE_1-1_REV01).

3.2.6 CARATTERISTICHE TECNICHE DELLE OPERE IN PROGETTO

3.2.6.1 Opere di utenza

3.2.6.1.1 Elettrodotto in cavo interrato 380 kV

L’elettrodotto sarà costituito da una terna composta di tre cavi unipolari realizzati con conduttore metallico, isolante in XPLE, schermatura in alluminio e guaina esterna in polietilene con diametro esterno pari a 150 mm circa, sezione pari a 1,200 mm² tensione nominale di isolamento 220/380 kV e tensione massima permanente di esercizio pari a 420 kV. La costituzione del cavo può essere riassunta come segue: conduttore (rame o alluminio), strato semiconduttore interno, isolamento, strato semiconduttore esterno, guaina metallica, guaina esterna e armatura a fili per i tratti posati sul fondale del lago.

I cavi saranno interrati ed installati normalmente in una trincea della profondità media di 1.6 m con disposizione delle fasi in piano. I cavi verranno alloggiati in un bauletto di cemento “mortar” di resistività termica controllata e i conduttori verranno posati in tubiere. Negli stessi scavi, al di sopra dei conduttori e a distanza di almeno 0.3 m dai cavi di energia, saranno posati cavi con fibre ottiche e/o telefoniche per trasmissione dati.

I cavi saranno segnalati superiormente da una rete in PVC e da un nastro segnaletico, mentre all’interno del bauletto è prevista una rete metallica. La restante parte della trincea verrà ulteriormente riempita con materiale di risulta e di riporto secondo le eventuali prescrizioni dell’ente gestore della strada.

Nei tratti dove si necessita attraversare elementi del reticolo idrico, è stata prevista una posa in TOC.



Figura 3.8: Esempio di posa in trincea

Queste specifiche potranno subire adattamenti comunque non essenziali, dovuti alla successiva fase di progettazione esecutiva e di cantierizzazione, anche in funzione delle soluzioni tecnologiche adottate dai fornitori e presenti sul mercato. Per le caratteristiche tecniche degli elementi di impianto descritti di seguito si rimanda agli elaborati “Relazione tecnica illustrativa – connessione utente” (cod. G970_DEF_R_004_Ut_rel_tec_ill_conn_1-1_REV01) e “Relazione elementi tecnici d’impianto – connessione utente” (cod. G970_DEF_R_014_Ut_rel_tecnici_1-1_REV01) del PTO dell’utenza.

3.2.6.1.2 Stazione Utente “Villarosa”

La nuova Sottostazione d’utenza AT/MT 380/20 kV verrà realizzata in ipogeo nei pressi della centrale afferente all’impianto di pompaggio. Tale ubicazione è stata scelta per due principali motivi: limitare la visibilità della stazione medesima e limitare la lunghezza del sistema di conduzione di media tensione tra la stazione e le macchine della centrale dovendo queste essere dimensionate per portate di corrente molto importanti. La stazione sarà in esecuzione “Blindata” (GIS *Gas Insulated Switchgear*), con tutte le parti attive AT ad eccezione dei terminali cavo, degli scaricatori e dai trasformatori AT/MT, racchiuse in involucri metallici ed isolate con gas SF₆ o altro gas idoneo.

Tale configurazione consente di minimizzare la superficie utilizzata con i seguenti vantaggi:

- ✓ Dimensioni ridotte a circa 1/3 rispetto ad analoga sezione AT tradizionale isolata in aria;
- ✓ Campi elettromagnetici ed elettrici indicativamente nulli per le parti in GIS (gli involucri metallici schermano l’ambiente circostante).

Come rappresentato nello schema unifilare la SSE prevede un sistema a semplice sbarra con uno stallo arrivo linea e due stalli per i due gruppi di trasformatori monofase. La centrale è infatti composta da due gruppi sincroni di potenza nominale 230 MVA ciascuno aventi tensione nominale pari a 13.8 kV, ogni gruppo è collegato a un banco di trasformatori monofase ciascuno di potenza nominale pari a 80 MVA per elevare la tensione al livello di consegna pari a 380 kV. I due gruppi trasformatori monofase, la scelta dell’utilizzo di trasformatori monofase è dovuta principalmente per la migliore facilità di trasporto, sono posti nelle apposite baie a loro dedicate nella S.U. e collegati, lato MT, con un sistema tipo IPB (*Isolated Phase Bus*) ai generatori ovvero tramite un sistema di sbarre in MT che attraverseranno la galleria di accesso in calotta per Stazione elettrica e centrale per una lunghezza media di circa 250 m fino all’interruttore di macchina (GCB), installato su ogni montante generatore e lato AT, con cavi interrati XLPE che collegano le macchine al quadro blindato e precisamente ai due stalli TR.



Figura 3.9: Esempio di installazione Sistema IPB (Isolated Phase Bus) – fonte: Duresca ® Bus bar system (Moser Glaser)



Figura 3.10: Esempio di installazione Sistema IPB (Isolated Phase Bus) – fonte: Duresca ® Bus bar system (Moser Glaser)



Figura 3.11: Esempio di installazione Sistema IPB (Isolated Phase Bus)

Per i dettagli tecnici e funzionali in merito alla Stazione Utente, si rimanda alla “Relazione tecnica illustrativa – Stazione Utente” (cod. G970_DEF_R_005_Ut_rel_tec_ill_SU_1-1_REV01).

3.2.6.2 OPERE RTN

3.2.6.2.1 *Stazione Elettrica 380 kV “Calascibetta”*

La nuova Stazione Elettrica “Calascibetta” sarà del tipo unificato TERNA sarà del tipo misto “in aria” cioè AIS (*Air Insulated Substation*), ovvero con isolamento sbarre e sezionamenti in aria, unità funzionali in SF6 o altro gas idoneo e in GIS (*Gas Insulator Substation*), ovvero isolato in SF6 o altro gas idoneo. Essa sarà dotata di 1 sezione a 380 kV con isolamento in aria, 1 sezione a 150 kV in GIS e una sezione a 36 kV. Sono previsti 12 stalli nella sezione 380 kV, 14 stalli nella sezione a 150 kV e 20 arrivi linea per la sezione 36 kV.

Per i dettagli tecnici si rimanda all’elaborato “Relazione tecnica illustrativa – Stazione Elettrica” (cod. G970_DEF_R_005_RTN_rel_tec_ill_SE_1-1_REV01).

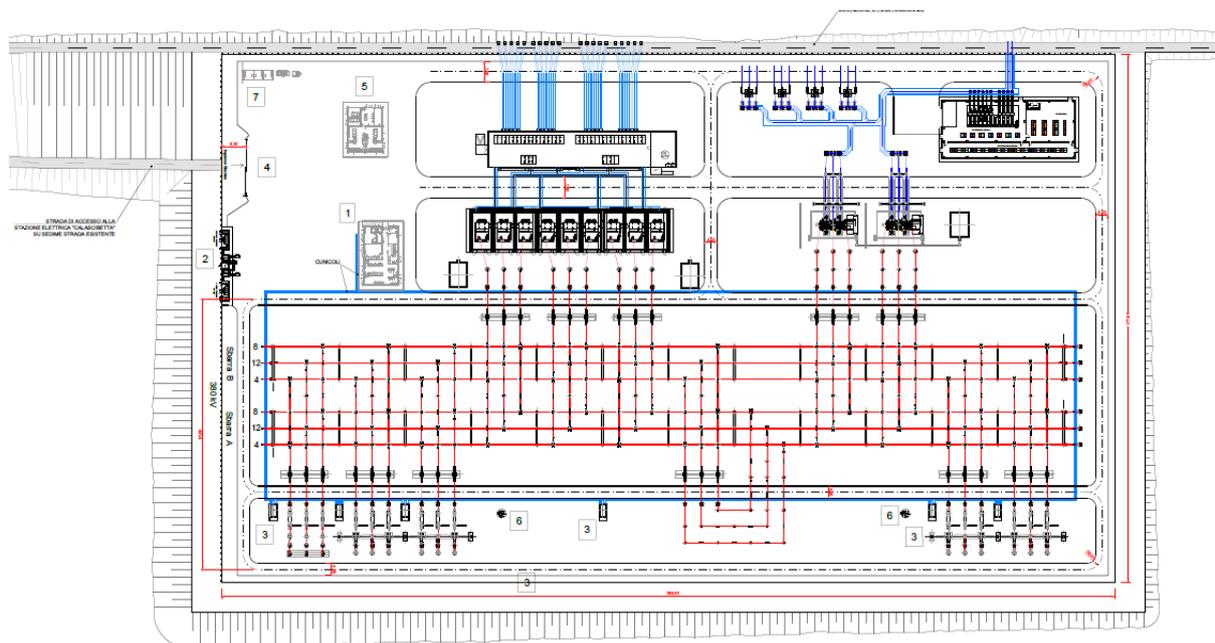


Figura 3.12: Planimetria elettromeccanica SE “Calascibetta”

3.2.6.3 Raccordi aerei entra-esce 380 kV sulla “Chiaromonte Gulfi-Ciminna”

I raccordi aerei saranno costituiti da una palificazione con sostegni di tipo troncopiramidali in doppia e singola terna. I sostegni saranno realizzati con angolari di acciaio ad elementi zincati a caldo e bullonati.

Ciascuna fase elettrica sarà costituita da un fascio di 3 conduttori (trinato) o 2 conduttori (binato) collegati fra loro da distanziatori. Ciascun conduttore di energia sarà costituito come di seguito descritto:

- ✓ Per le campate in conduttore trinato: da una corda di alluminio-acciaio della sezione complessiva di 585.3 mm² composta da n. 19 fili di acciaio del diametro 2.10 mm e da n. 54 fili di alluminio del diametro di 3.50 mm, con un diametro complessivo di 31.50 mm;
- ✓ Per le campate in conduttore binato: da una corda di alluminio-acciaio della sezione complessiva di 999.70 mm² composta da n.91 fili del diametro di 3.74 mm con un diametro complessivo di 41.1 mm.

Le principali caratteristiche elettriche per linee che impiegano un conduttore trinato diametro 31.5 mm in alluminio - acciaio sono le seguenti:

- ✓ Tensione nominale: 380 kV;
- ✓ Frequenza nominale: 50 Hz;
- ✓ Portata in servizio normale secondo CEI 11-60 (Zona A): 2,955 A

I sostegni che tipicamente saranno utilizzati sono del tipo a tronco piramidale a doppia terna, di varie altezze a seconda delle caratteristiche altimetriche del terreno, in angolari di acciaio ad elementi zincati a caldo e bullonati, raggruppati in elementi strutturali. Ogni sostegno sarà costituito da un numero diverso di elementi strutturali in funzione della sua altezza. Il calcolo delle sollecitazioni meccaniche ed il dimensionamento delle membrature è stato eseguito conformemente a quanto disposto dal DM 21/03/1988 e le verifiche sono state effettuate per l'impiego in “Zona A”.

Essi avranno un'altezza tale da garantire, anche in caso di massima freccia del conduttore, il franco minimo prescritto dalle vigenti norme; l'altezza totale fuori terra sarà inferiore a 61 m e pertanto, in conformità alla normativa sulla segnalazione degli ostacoli per il volo a bassa quota, non risulta necessaria la verniciatura del terzo superiore dei sostegni e l'installazione delle sfere di segnalazione sulla fune di guardia. I sostegni saranno provvisti di difese parasalita.

Ciascun sostegno si può considerare composto dai seguenti elementi strutturali: mensole, parte comune, tronchi, base e piedi. Alle mensole sono applicati gli armamenti (cioè l'insieme di elementi che consente di ancorare meccanicamente i conduttori al sostegno pur mantenendoli elettricamente isolati da esso) che possono essere di sospensione o di amarro. Vi è infine il cimino, atto a sorreggere la fune di guardia.

I piedi del sostegno, che sono l'elemento di congiunzione con il terreno, possono essere di lunghezza diversa, consentendo un migliore adattamento, in caso di terreni acclivi.

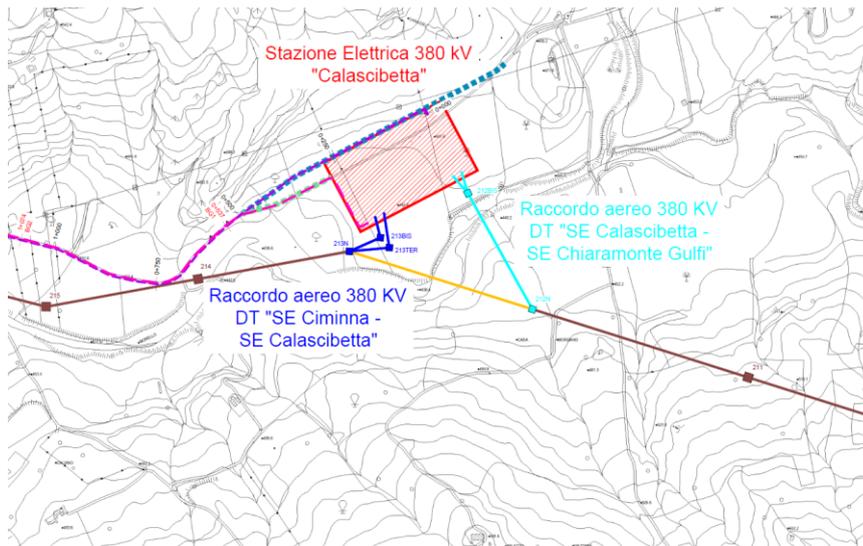
L'elettrodotto a 380 kV doppia terna sarà quindi realizzato utilizzando una serie unificata di tipi di sostegno, tutti diversi tra loro (a seconda delle sollecitazioni meccaniche per le quali sono progettati) e tutti disponibili in varie altezze (H), denominate 'altezze utili' (di norma vanno da 15 a 42 m).

La fune di guardia è prevista del tipo in acciaio rivestito di alluminio del diametro complessivo di 11,5 mm.

Per ulteriori dettagli si rimanda all'elaborato “Relazione tecnica illustrativa – raccordi RTN” (cod. G970_DEF_R_004_RTN_rel_tec_ill_racc_1-1_REV01).

Le principali apparecchiature costituenti il nuovo impianto sono interruttori, sezionatori per connessione delle sbarre AT, sezionatori sulla partenza linee con lame di terra, scaricatori di sovratensione ad ossido metallico a protezione degli autotrasformatori, trasformatori di tensione e di corrente per misure e protezioni, bobine ad onde convogliate per la trasmissione dei segnali.

Per i dettagli tecnici si rimanda all'elaborato “Relazione tecnica illustrativa – Stazione Elettrica” (cod. G970_DEF_R_005_RTN_rel_tec_ill_SE_1-1_REV00).



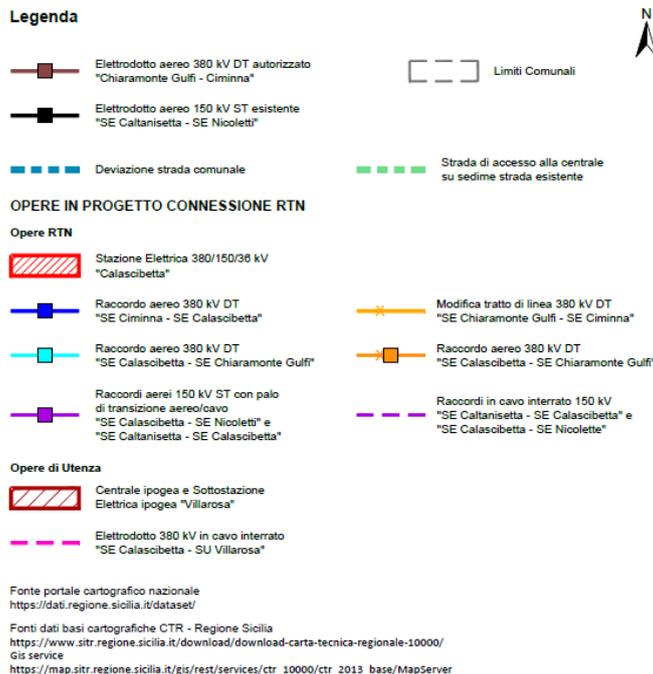


Figura 3.13: Planimetria elettromeccanica Raccordi aerei SE Calascibetta alla 380 kV Chiaramonti Gulfi - Ciminna

3.2.6.4 Raccordi in cavo interrato entra-esce 150 kV sulla “Nicolette-Caltanissetta”

La connessione alla futura Stazione Elettrica di Calascibetta della linea esistente a 150 kV “Nicolette-Caltanissetta” avverrà per tramite di un raccordo entra-esce in cavo interrato che partirà dalla linea esistente, all’altezza di Località Gaspa nel comune di Villarosa. Qui la linea esistente verrà aperta e due sostegni esistenti saranno demoliti e sostituiti, in posizione prossima, con due sostegni di transizione aereo-cavo. I conduttori, una volta giunti a quota terreno, saranno posati in cavo interrato in trincea per circa 180 m sul terreno agricolo al fine di collegare alla S.S. 290 ed essere posati, nello stesso scavo, sul sedime della SS stessa fino all’arrivo nella SE.

Per i dettagli si rimanda all’elaborato “Relazione tecnica illustrativa - raccordi RTN” (cod. G970_DEF_R_004_RTN_rel_tec_ill_racc_1-1_REV01).

3.3 DESCRIZIONE DELLA FASE DI CANTIERE

In questa sezione si analizzano le azioni di progetto, al fine di determinare l’impatto che l’opera nelle sue fasi di realizzazione e vita, avrà sulle componenti ambientali.

Al fine di rendere più chiara l’analisi degli interventi si è deciso di articolare la descrizione degli stessi nelle seguenti tipologie di opere previste:

- ✓ Nuovi raccordi aerei;
- ✓ Nuovi elettrodotti in cavo interrato;
- ✓ Nuova Stazione Elettrica.

3.3.1 ACCESSI AI CANTIERI

3.3.1.1 Cantieri base

Per quanto riguarda l’opera in progetto, **non si sono previste aree di cantiere base propriamente dette** in quanto, essendo l’area di lavoro arealmente poco estesa, si ritiene sufficiente utilizzare l’area della futura Stazione

Elettrica RTN come base per il cantiere. Non si prevede pertanto l'apertura di alcuna pista provvisoria in quanto l'area della futura SE avrà una sua viabilità dedicata in progetto.

3.3.1.2 Micro cantieri (aree sostegni)

L'accesso ai micro cantieri solitamente avviene secondo le seguenti modalità:

- ✓ Utilizzando la viabilità esistente: in questo caso si prevede l'accesso alle aree di lavorazione mediante l'utilizzo della viabilità esistente (principale o secondaria). Si potrà presentare la necessità, da verificarsi in fase di progettazione esecutiva, di ripristinare localizzati tratti della viabilità esistente mediante circoscritte sistemazioni del fondo stradale o ripristino della massicciata al fine di consentire il transito dei mezzi di cantiere;
- ✓ Attraverso aree agricole e/o prato-pascolo: in corrispondenza di tali aree, generalmente piane o poco acclivi, prive di ostacoli morfologici o naturali e di vegetazione arborea, non si prevede la realizzazione di piste di cantiere propriamente dette ma semplicemente il costipamento del fondo attraverso il passaggio dei mezzi di cantiere ed il successivo ripristino, a chiusura del cantiere, dello stato originario dei luoghi;
- ✓ Con piste di cantiere di nuova realizzazione: considerata la complessità dell'opera e la morfologia dei luoghi, si prevede, laddove la viabilità esistente o le pendenze del suolo e la natura litologica dello stesso non lo consentano, l'apertura di piste provvisorie per l'accesso alle aree di lavorazione;
- ✓ Mediante l'utilizzo dell'elicottero: solitamente si prevede l'utilizzo dell'elicottero laddove la lontananza dei cantieri rispetto alla viabilità esistente, la morfologia dei luoghi (pendenza, presenza di aree in dissesto, presenza di canali o valli difficilmente superabili), e l'entità delle eventuali opere di sostegno provvisionali, rendano di fatto non conveniente l'apertura di nuove piste in termini di tempi, lavorazioni, interferenze ambientali e costi.

3.3.1.3 Apertura nuove piste di cantiere: analisi di dettaglio

3.3.1.3.1 Tipologia di piste

Per fornire una più esaustiva panoramica circa l'entità, l'ingombro, la movimentazione di terreno prevista e quindi le possibili interferenze ambientali, le eventuali nuove piste di cantiere sono state ricondotte a quattro tipologie distinte qui di seguito descritte:

- ✓ Tipo I: zone pianeggianti caratterizzate da terreni granulometricamente fini e con scarsa portanza (limi, argille) e/o presenza di falda superficiale; attraversamento di zone acclivi lungo la linea di massima pendenza (non si prevede il “taglio” di versanti). In tali casi si potrà presentare la necessità (da verificare in fase di progettazione esecutiva per mezzo di una campagna d'indagini geognostiche) di realizzare brevi piste mediante scarifica di 40/50 cm di suolo (avendo cura di separare e conservare lo strato superficiale di suolo vegetale per il successivo ripristino dei luoghi) e la messa in opera e rullatura di materiale ghiaioso - sabbioso (classificazione A1/A3 C.N.R. – UNI 10006/1963), idoneo alla realizzazione di una massicciata. In ogni caso non si prevede mai, considerata la morfologia dei territori attraversati, la realizzazione di opere di sostegno. Al termine dei lavori si prevede il ripristino delle aree mediante la completa asportazione del materiale costituente la massicciata e il riporto del suolo naturale in precedenza scarificato.
- ✓ Tipo II: qualora, per accedere all'area di cantiere, fosse necessario “tagliare” il versante, sarà realizzata una pista provvisoria di accesso con la tecnica dello scavo e riporto. In tali casi, solitamente, non si presenta la necessità di costipare il primo sottosuolo e di realizzare una vera e propria massicciata con materiale arido; pertanto, saranno utilizzati esclusivamente i materiali presenti in loco. Questa tipologia sarà adottata su pendii con pendenza inferiore a 45°, sui quali non si prevede la necessità di realizzare opere di sostegno provvisionali. In funzione dell'acclività del versante potrebbero presentarsi le seguenti tre situazioni:
 - Compensazione scavo/riporto: il metodo prevede di eseguire una prima pista per l'avanzamento dell'escavatore che sarà poi progressivamente allargata realizzando in scavo la scarpata di monte e con riporto quella di valle. Il terreno più grossolano può essere utilizzato per realizzare un'“unghia” che consenta il deposito del materiale derivante dallo scavo (riducendo il rotolamento di materiale a valle) e sia di supporto per la scarpata di riporto. L'utilizzo di piante messe di traverso per ancorare il materiale, suggerito in diversi manuali di origine statunitense, è una soluzione ideale per tracciati temporanei, (Chatwin et al., 1994). La scarpata di valle, infine, è adeguatamente compattata al fine di aumentarne la resistenza al taglio. Il materiale grossolano derivante dallo scavo della scarpata di monte può essere utilizzato, se il terreno avesse una modesta portanza, anche per la realizzazione dello strato di base della sede viaria.

- Riporto parziale: Questo tipo di schema è utilizzato su pendenze elevate, superiori al 60%, dove il materiale proveniente dallo scavo e riversato sul versante di valle non riesce a formare un cuneo sufficientemente stabile, ma solamente uno strato di terreno che si prolunga sul versante fino ad una variazione di pendenza o a ridosso di grossi massi o ceppaie. Lo scavo della banchina nel terreno naturale raggiunge i $\frac{3}{4}$ della larghezza dell'intera strada. Questa soluzione è attuabile solamente con presenza di materiale grossolano, mentre è da evitare in terreni a tessitura fine.
 - Scavo: il metodo prevede la realizzazione della sede stradale interamente in scavo ed è utilizzato quando le caratteristiche del materiale e/o le pendenze in gioco non garantiscono la realizzazione di una seppur minima scarpata di riporto.
- ✓ Tipo III: qualora, per accedere all'area di cantiere, fosse necessario “tagliare” il versante, sarà realizzata una pista provvisoria di accesso con la tecnica dello scavo e riporto. In tali casi, solitamente, non si presenta la necessità di costipare il primo sottosuolo e di realizzare una vera e propria massicciata con materiale arido; pertanto, saranno utilizzati esclusivamente i materiali presenti in loco. Questa tipologia, a differenza di quella precedente, sarà adottata su pendii con pendenza superiore a 45° sui quali si dovrà valutare, in fase di progetto esecutivo, la necessità di realizzare opere di sostegno provvisionali di controripa o di sottoscarpa, quali palificate doppie con legname e massi reperiti in loco o gabbionate in pietrame.
- ✓ Tipo IV: in corrispondenza di aree generalmente piane o poco acclivi e prive di ostacoli morfologici o naturali non si prevede la realizzazione di piste di cantiere propriamente dette ma semplicemente il costipamento del fondo attraverso il passaggio dei mezzi di cantiere ed il successivo ripristino, a chiusura del cantiere, dello stato originario dei luoghi; È stata introdotta questa quarta casistica e fatta rientrare tra le piste di cantiere, differenziando pertanto tale tipo di accesso alle aree di lavorazione rispetto all'accesso denominato “Attraverso aree agricole e/o prato-pascolo”, per evidenziare quegli accessi ai cantieri che necessiteranno del taglio di alcuni soggetti arborei.

3.3.2 ELETTRODOTTI AEREI

3.3.2.1 Fase di costruzione

La realizzazione di un elettrodotto aereo è suddivisibile nelle seguenti fasi operative principali:

- ✓ Attività preliminari;
- ✓ Esecuzione delle fondazioni dei sostegni;
- ✓ Trasporto e montaggio dei sostegni;
- ✓ Messa in opera dei conduttori e delle funi di guardia;
- ✓ Ripristini aree di cantiere.

3.3.2.1.1 Attività preliminari

Le attività preliminari sono distinguibili come segue:

1. Effettuazione delle attività preliminari e realizzazione delle infrastrutture provvisorie, in particolare:
 - ✓ Tracciamento piste di cantiere (solamente se previsti nuovi accessi):
 - Realizzazione di infrastrutture provvisorie;
 - Apertura dell'area di passaggio;
 - ✓ Tracciamento sul campo dell'opera e ubicazione dei sostegni della linea;
 - ✓ Tracciamento area cantiere “base”;
 - ✓ Scotico eventuale dell'area cantiere “base”;
 - ✓ Predisposizione del cantiere “base”.
2. Tracciamento dell'opera ed ubicazione dei sostegni lungo la linea: sulla base del progetto si provvederà a segnalare opportunamente sul territorio interessato il posizionamento della linea ed, in particolare, l'ubicazione esatta dei sostegni la cui scelta è derivata, in sede progettuale, anche dalla presenza di piste di accesso e strade di servizio, necessarie per raggiungere i siti con i mezzi meccanici;
3. Realizzazione dei “microcantieri”: predisposti (o individuati nel caso di piste esistenti) gli accessi alle piazzole di realizzazione dei sostegni, si procederà all'allestimento di un cosiddetto “microcantiere” delimitato da opportuna segnalazione. Ovviamente, ne sarà realizzato uno in corrispondenza di ciascun

sostegno. Si tratta di cantieri destinati alle operazioni di scavo, getto in cemento armato delle fondazioni, reinterro ed infine all'assemblaggio degli elementi costituenti la tralicciatura del sostegno. Mediamente interessano un'area delle dimensioni di circa m 25x25. L'attività in oggetto prevede la pulizia del terreno con l'asportazione della vegetazione presente, lo scotico dello strato fertile e il suo accantonamento per riutilizzarlo nell'area al termine dei lavori (ad esempio per il ripristino delle piste di cantiere).

3.3.2.1.2 *Trasporto e tempi per il montaggio dei sostegni*

Una volta terminata la fase di realizzazione delle strutture di fondazione, si procederà al trasporto dei profilati metallici zincati ed al successivo montaggio in opera, a partire dai monconi già ammassati in fondazione.

Per evidenti ragioni di ingombro e praticità i sostegni saranno trasportati sui siti per parti, mediante l'impiego di automezzi; per il montaggio si provvederà al sollevamento degli stessi con autogrù ed argani nel caso in cui il cantiere sia accessibile e l'area di cantiere abbastanza estesa, altrimenti se il sito è difficilmente raggiungibile e/o l'area di cantiere ridotta il sostegno verrà montato in loco oppure premontato al cantiere base e trasportato successivamente con l'elicottero al microcantiere. I diversi pezzi saranno collegati fra loro tramite bullonatura.

Nel complesso i tempi necessari per la realizzazione di un sostegno, ossia per la fase di fondazione e il successivo montaggio, non superano il mese e mezzo, tenuto conto anche della sosta necessaria per la stagionatura dei getti.

3.3.2.1.3 *Modalità di organizzazione del cantiere*

L'insieme del “cantiere di lavoro” per la realizzazione dell'elettrodotto è composto da un'area centrale (o campo base o area di cantiere base) e da più aree di intervento (aree di micro-cantiere) ubicate in corrispondenza dei singoli sostegni.

- ✓ Area centrale o Campo base: area principale del cantiere, denominata anche Campo base, a cui si riferisce l'indirizzo del cantiere e dove vengono gestite tutte le attività tecnico-amministrative, i servizi logistici del personale, i depositi per i materiali e le attrezzature, nonché il parcheggio dei veicoli e dei mezzi d'opera;
- ✓ Aree di intervento: sono i luoghi ove vengono realizzati i lavori veri e propri afferenti all'elettrodotto (opere di fondazione, montaggio, tesatura, smontaggi e demolizioni) nonché i lavori complementari; sono ubicati in corrispondenza del tracciato dell'elettrodotto stesso e si suddividono in:
 - Area sostegno o micro-cantiere: è l'area di lavoro che interessa direttamente il sostegno (traliccio/palo dell'elettrodotto) o attività su di esso svolte;
 - Area di linea: è l'area interessata dalle attività di tesatura, di recupero dei conduttori esistenti, ed attività complementari quali, ad esempio: la realizzazione di opere temporanee a protezione delle interferenze, la realizzazione delle vie di accesso alle diverse aree di lavoro, il taglio delle piante, ecc.

Tutte le fasi lavorative previste per le diverse aree di intervento osservano una sequenza in serie.

3.3.2.1.4 *Ubicazione aree centrali o campi base*

In questa fase di progettazione si individuano, in via preliminare, le aree da adibire a campo base (o aree centrali).

Le aree centrali individuate rispondono alle seguenti caratteristiche:

- ✓ Destinazione preferenziale d'uso industriale o artigianale o, in assenza di tali aree in un intorno di qualche chilometro dal tracciato dell'elettrodotto, aree agricole;
- ✓ Superficie complessiva compresa tra 5,000 e 20,000 m²;
- ✓ Aree localizzate lungo la viabilità principale e prossime all'asse del tracciato;
- ✓ Morfologia del terreno pianeggiante, in alternativa sub-pianeggiante;
- ✓ Assenza di vincoli ambientali, archeologici e paesaggistici;

Si è ipotizzato un solo “Cantiere-base” per le attività di realizzazione degli elettrodotti aerei in quanto l'area di lavoro è abbastanza circoscritta e corrisponde, come già detto in precedenza, con l'area di ubicazione della futura Stazione Elettrica.

L'area di cantiere base risulta sempre accessibile mediante la viabilità principale, pertanto, non si prevede l'apertura di alcuna pista provvisoria ma bensì verrà utilizzata la viabilità prevista per l'accesso alla futura SE di Calascibetta.

3.3.2.1.5 Layout delle aree di lavoro

Si riportano di seguito i tipologici delle aree di lavoro:

- ✓ Pianta “tipo” dell’Area centrale;
- ✓ Pianta “tipo” dell’Area sostegno con l’indicazione degli spazi riservati allo svolgimento delle attività, ed al deposito a piè d’opera;
- ✓ Pianta “tipo” dell’Area di linea.

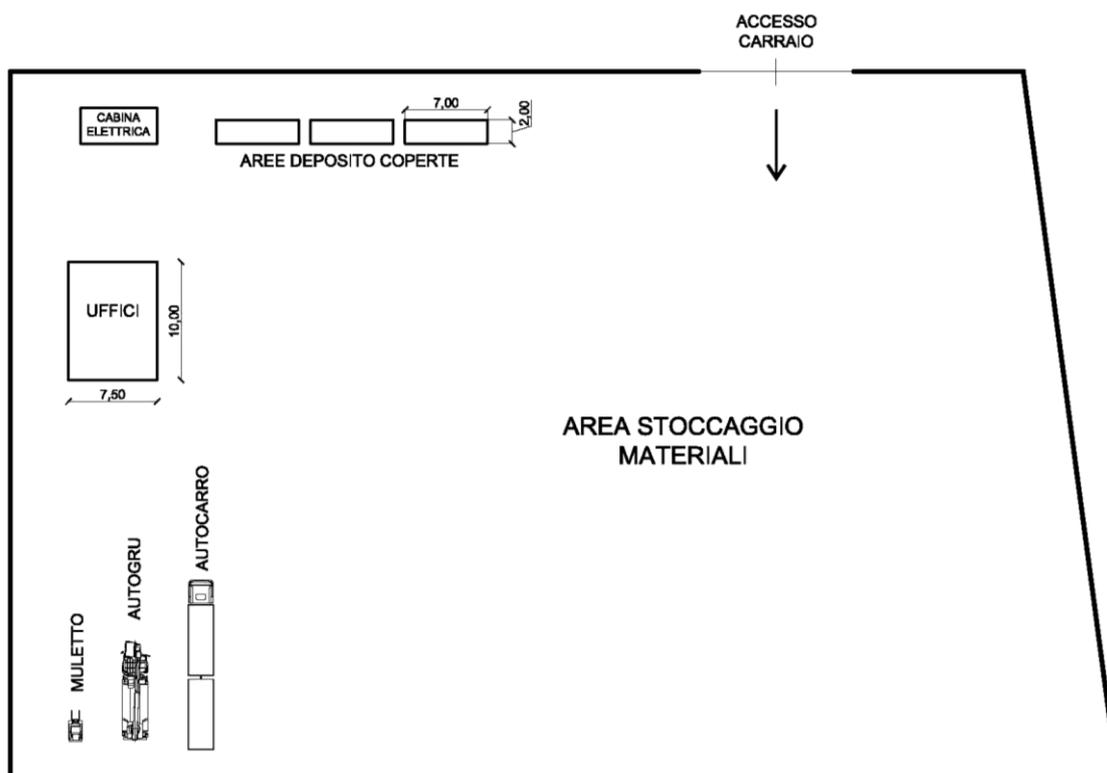


Figura 3.14: Layout tipo dell'area centrale

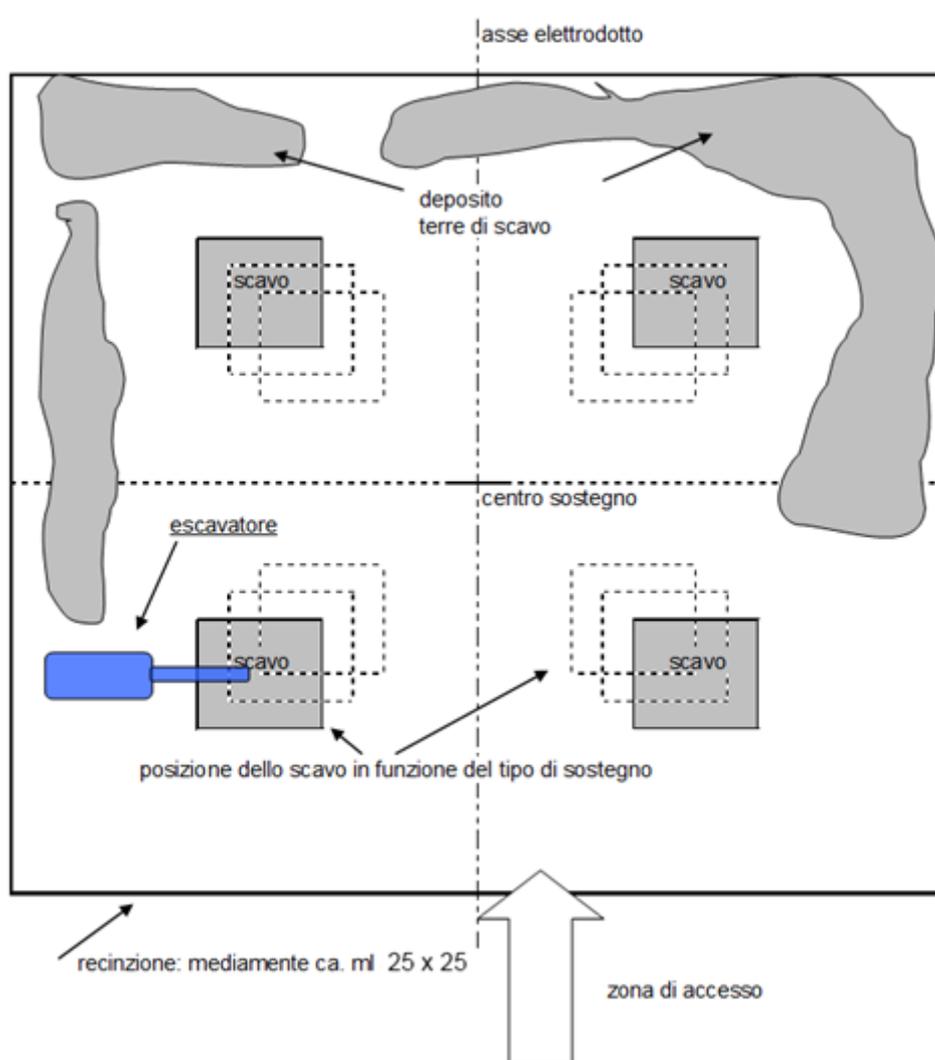


Figura 3.15: Layout tipo dell'area sostegno (scavo fondazione)

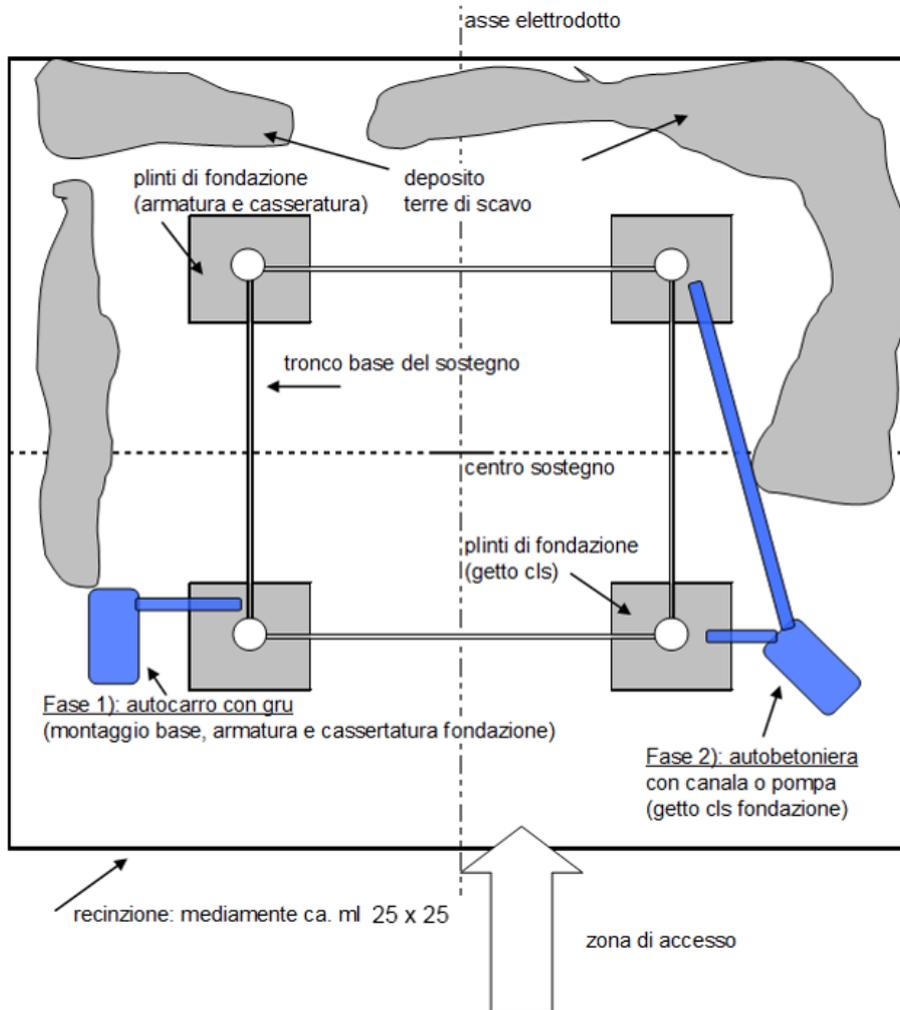


Figura 3.16: Layout tipo dell'area sostegno (getto e montaggio basi)

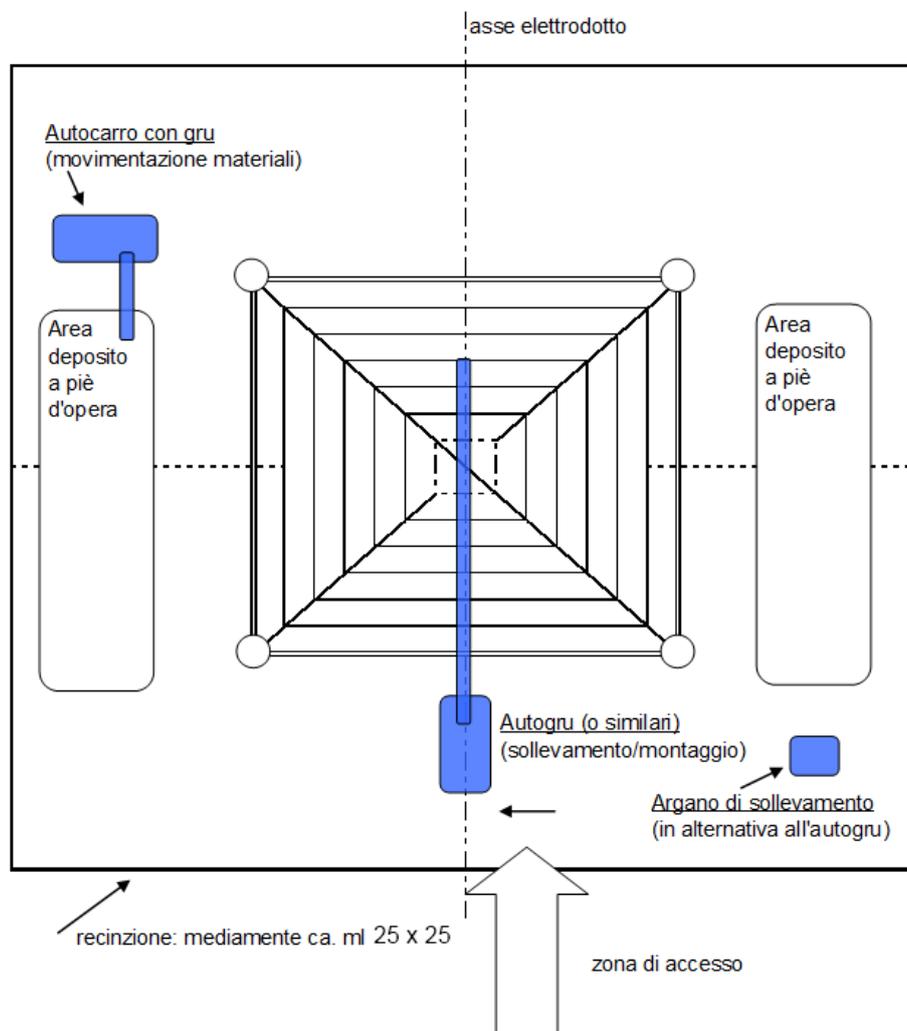


Figura 3.17: Layout tipo dell'area sostegno (montaggio sostegno)

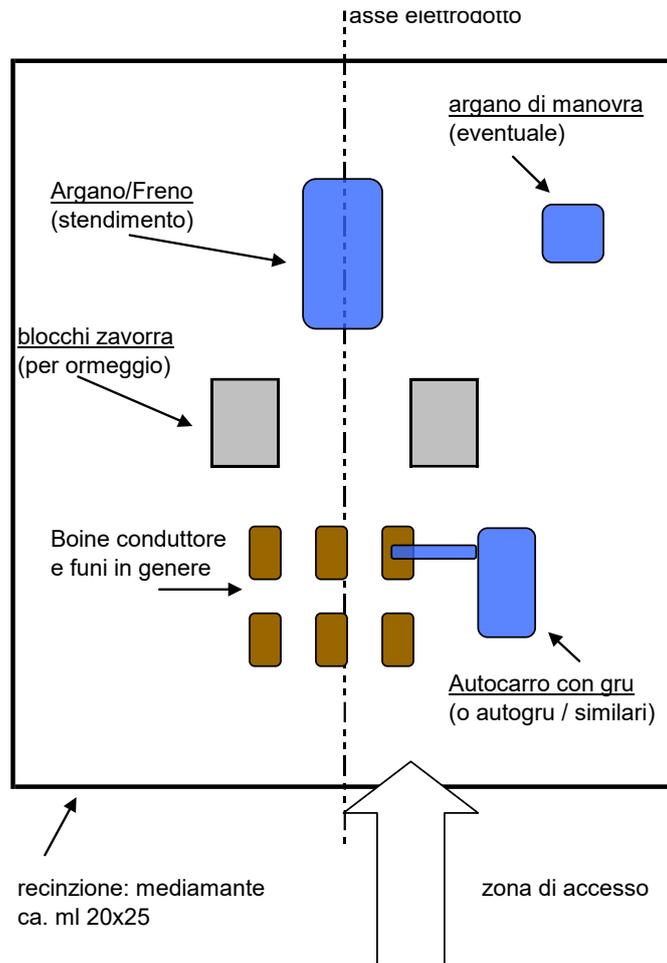


Figura 3.18: Layout tipo dell'area di linea



Figura 3.19: Layout tipo dell'area di linea (archivio)

3.3.2.1.6 Elenco automezzi e macchinari

La realizzazione dell'opera prevede l'esecuzione di fasi sequenziali di lavoro che permettono di contenere le operazioni in un tratto limitato della linea di progetto, avanzando progressivamente nel territorio.

Il cantiere sarà organizzato per squadre specializzate nelle varie fasi di attività (scavo delle fondazioni, getto dei blocchi di fondazione, montaggio dei tralicci, posa e tesatura dei conduttori), che svolgeranno il loro lavoro in successione sulle piazzole di realizzazione dei sostegni.

In ciascun micro-cantiere si prevede che saranno impiegati mediamente i seguenti mezzi:

- ✓ 2 autocarri da trasporto con gru (per 5 giorni);
- ✓ 1 escavatore (per 4 giorni);
- ✓ 2 autobetoniere (per 1 giorno);
- ✓ 2 mezzi promiscui per trasporto (per 15 giorni);
- ✓ 1 gru per il montaggio carpenteria (per 3 giorni);
- ✓ 1 macchina operatrice per fondazioni speciali (per 4 giorni. Solo dove necessario);

Nella fase di posa dei conduttori e delle funi di guardia si prevede vengano impiegati i seguenti mezzi:

- ✓ 1 autocarro da trasporto con carrello porta bobina;
- ✓ 2 mezzi promiscui per trasporto;
- ✓ 1 attrezzatura di tesatura, costituita da un argano e da un freno;
- ✓ 1 elicottero (eventuale).

Le attività realizzative giocoforza dovranno interfacciarsi con la necessità di mantenere il servizio elettrico in esercizio e con un certo grado di affidabilità in caso di emergenza.

Tutto ciò premesso ipotizzando una contemporaneità massima di due macro-cantieri e che per ogni macro -cantiere siano operative tre squadre indipendenti ne risulta un totale di mezzi pari a:

- ✓ 9 autocarri da trasporto con gru;
- ✓ 9 escavatori;
- ✓ 9 autobetoniere;
- ✓ 18 mezzi promiscui per trasporto;
- ✓ 9 macchine operatrice per fondazioni speciali.

Nella fase di posa dei conduttori e delle funi di guardia si prevede siano impiegati i seguenti mezzi:

- ✓ 3 autocarri da trasporto con carrello porta bobina;
- ✓ 6 mezzi promiscui per trasporto;
- ✓ 3 attrezzature di tesatura, costituita da un argano e da un tensionatore A/F (freno);
- ✓ 3 elicotteri.

3.3.2.1.7 Quantità e caratteristiche delle risorse utilizzate

Per la realizzazione delle linee 380 kV AC saranno necessari mediamente:

RISORSE	INTERVENTI CLASSE 380 kV DT	INTERVENTI CLASSE 380 kV ST	Lunghezza tot linee DT 290 m	Lunghezza tot linee ST 400 m
Scavo	250.00 m ³ /km	250.00 m ³ /km	72.5 m ³	100 m ³
Calcestruzzo	60.00 m ³ /km	60.00 m ³ /km	17.4 m ³	24 m ³
Ferro di armatura	3.00 t/km	3.00 t/km	0.87 t	1.2 t
Carpenteria metallica	25.00 t/km	25.00 t/km	7.25 t	10 t
Morsetteria ed accessori	4.00 t/km	2.00 t/km	1.16 t	0.8 t

RISORSE	INTERVENTI CLASSE 380 kV DT	INTERVENTI CLASSE 380 kV ST	Lunghezza tot linee DT 290 m	Lunghezza tot linee ST 400 m
Isolatori	1,000 n/km	500 n/km	290 n	200 n
Conduttori	36 t/km	18 t/km	10.44 t	7.2 t
Corde di guardia	1.6 t/km	1.6 t/km	0.464 t	0.64 t

RISORSE	INTERVENTO COSTRUZIONE PALI TRANSIZIONE AEREO _ CAVO
Scavo	320.00 m ³
Calcestruzzo	56.00 m ³
Ferro di armatura	3,440 kg
Carpenteria metallica	25.00 t
Morsetteria ed accessori	1.00 t
Isolatori	200 n°
Conduttori	500 kg
Corde di guardia	250 kg

3.3.2.1.8 Materiali di risulta

Per la realizzazione delle fondazioni si farà impiego esclusivo di calcestruzzo preconfezionato e non sarà pertanto necessario l'approvvigionamento di inerti.

I materiali provenienti dagli scavi, sia per la realizzazione delle nuove linee, sia per gli smantellamenti, verranno generalmente riutilizzati per i riempimenti e le sistemazioni in sito coerentemente con quanto indicato nel Piano di Gestione delle Terre e Rocce da Scavo; i volumi di eventuale calcestruzzo demolito saranno trasportati presso discariche autorizzate. Presso detti impianti, il calcestruzzo verrà separato dalle armature per essere successivamente riutilizzato come inerte, mentre l'acciaio verrà avviato in fonderia.

Tutti i materiali derivanti dalle demolizioni e destinati a rottame (rottame di ferro zincato quali tralicci, funi di guardia etc., conduttori in alluminio e leghe di alluminio, conduttori in rame) dovranno essere conferiti in siti adeguati al loro riciclo. Per gli altri materiali di risulta derivanti dalle demolizioni (vetri e/o porcellane degli isolatori ecc.) verranno collocati in discarica autorizzata.

Per entrambe le categorie è previsto che il titolare dell'opera richieda agli appaltatori incaricati di eseguire le lavorazioni e a cui spetta l'onere del recupero e smaltimento nelle discariche autorizzate copia del "Formulario di identificazione rifiuto" ai sensi del D.L. n. 22 del 05/02/97 art. 15 del DM 01/04/98 n. 145 e Direttiva Amministrativa Ambiente 09/04/02. È richiesta inoltre copia delle autorizzazioni all'esercizio della discarica stessa.

3.3.2.1.9 Attività di scavo e movimenti terra

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. Durante la realizzazione delle opere, il criterio di gestione del materiale scavato prevede il suo deposito presso ciascun "micro 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 contrario, a seguito dei risultati dei campionamenti eseguiti, il materiale scavato sarà destinato ad idonea discarica, con le modalità previste dalla normativa vigente.

In particolare, poiché per l'esecuzione dei lavori non sono utilizzate tecnologie di scavo con impiego di prodotti tali da contaminare le rocce e terre, nelle aree a verde, boschive, agricole, residenziali, aste fluviali o canali in cui sono

assenti scarichi, vale a dire nelle aree in cui non sia accertata e non si sospetti potenziale contaminazione, nemmeno dovuto a fonti inquinanti diffuse, il materiale scavato sarà considerato idoneo al riutilizzo in sito.

3.3.2.2 Realizzazione delle fondazioni

3.3.2.2.1 *Sostegni a traliccio tronco piramidale*

Ciascun sostegno a traliccio è dotato di quattro piedini separati e delle relative fondazioni, strutture interrato atte a trasferire i carichi strutturali (compressione e trazione) dal sostegno al sottosuolo.

L'abbinamento tra ciascun sostegno e la relativa fondazione è determinato nel Progetto Unificato TERNA mediante apposite “tabelle delle corrispondenze” tra sostegni, monconi e fondazioni.

Ciascun piedino di fondazione è composto di tre parti:

- ✓ un blocco di calcestruzzo armato costituito da una base, che appoggia sul fondo dello scavo, formata da una serie di platee (parallelepipedi a pianta quadrata) sovrapposte; detta base è simmetrica rispetto al proprio asse verticale;
- ✓ un colonnino a sezione circolare, inclinato secondo la pendenza del montante del sostegno;
- ✓ un “moncone” annegato nel calcestruzzo al momento del getto, collegato al montante del “piede” del sostegno. Il moncone è costituito da un angolare, completo di squadrette di ritenuta, che si collega con il montante del piede del sostegno mediante un giunto a sovrapposizione. I monconi sono raggruppati in tipi, caratterizzati dalla dimensione dell'angolare, ciascuno articolato in un certo numero di lunghezze.

Vengono inoltre realizzati dei piccoli scavi in prossimità di ciascun sostegno per la posa dei dispersori di terra, con successivo reinterro e costipamento.

La scelta della tipologia fondazionale (superficiale o profonda) viene sempre condotta in funzione dei seguenti parametri, in accordo alle NTC 2018:

- ✓ carichi trasmessi alla struttura di fondazione;
- ✓ modello geotecnico caratteristico dell'area sulla quale è prevista la messa in opera del sostegno;
- ✓ dinamica geomorfologica al contorno.



Figura 3.20: Realizzazione di fondazioni superficiali tipo CR per un sostegno a traliccio.
Nell'immagine si possono osservare le quattro buche, la base del sostegno collegata alla fondazione tramite i “monconi” ed i casseri utilizzati per i quattro “colonnini” (immagine d'archivio)



Figura 3.21: Realizzazione di fondazioni superficiali tipo CR per un sostegno a traliccio. Nell'immagine si può osservare una fondazione CR appena "scasserata". Si possono distinguere facilmente la parte inferiore a parallelepipedi tronco piramidali ed il colonnino di raccordo con la "base" del sostegno (immagine d'archivio)

Le tipologie di fondazioni citate rappresentano lo standard utilizzato nella costruzione di elettrodotti aerei. In questa fase preliminare non è possibile stabilire quali tipi di fondazione verranno utilizzati per ogni sostegno in progetto in quanto sarà cura della fase di progettazione esecutiva, a seguito della realizzazione di adeguate campagne di indagini geognostiche, progettare e dimensionare le fondazioni più consone.

3.3.2.3 Realizzazione dei sostegni e accessi ai micro-cantieri

Una volta terminata la fase di realizzazione delle strutture di fondazione, si procederà al trasporto dei profilati metallici zincati ed al successivo montaggio in opera, a partire dai monconi già ammorsati in fondazione.

Per evidenti ragioni di ingombro e praticità i tralicci saranno trasportati sui siti per parti, mediante l'impiego di automezzi; per il montaggio si provvederà al sollevamento degli stessi con autogrù ed argani. I diversi pezzi saranno collegati fra loro tramite bullonatura.

I singoli tronchi costituenti i sostegni tubolari verranno invece uniti sul luogo di installazione con il metodo di "sovrapposizione ad incastro", sempre con l'ausilio di autogrù ed argani. Per l'esecuzione dei tralicci non raggiungibili da strade esistenti sarà necessaria la realizzazione di piste di accesso ai siti di cantiere, data la loro peculiarità esse sono da considerarsi opere provvisorie. Infatti, le piste di accesso alle piazzole saranno realizzate solo dove strettamente necessario, dal momento che verrà per lo più utilizzata la viabilità ordinaria e secondaria esistente; in funzione della posizione dei sostegni, generalmente localizzati su aree agricole, si utilizzeranno le strade campestri esistenti e/o gli accessi naturali dei fondi stessi; si tratterà al più, in qualche caso, di realizzare brevi raccordi tra strade esistenti e siti dei sostegni.

Le stesse avranno una larghezza media di circa 3 m, e l'impatto con lo stato dei luoghi circostante sarà limitata ad una eventuale azione di passaggio dei mezzi in entrata alle piazzole di lavorazione. I siti di cantiere per l'installazione dei sostegni saranno di dimensione media di norma pari a 25 x 25 m².

In ogni caso, a lavori ultimati (durata circa 4-5 settimane per ciascuna piazzola) le aree interferite verranno tempestivamente ripristinate e restituite agli usi originari.

Riassumendo l'accesso ai microcantieri potrà avvenire secondo le seguenti modalità (si veda il par. 8.1):

- ✓ Utilizzando la viabilità esistente: in questo caso si prevede l'accesso alle aree di lavorazione mediante l'utilizzo della viabilità esistente (principale o secondaria). Si potrà presentare la necessità, da verificarsi in fase di progettazione esecutiva, di ripristinare localizzati tratti della viabilità esistente mediante circoscritte sistemazione del fondo stradale o ripristino della massicciata al fine di consentire il transito dei mezzi di cantiere;
- ✓ Attraverso aree agricole e/o prato-pascolo: in corrispondenza di tali aree, generalmente piane o poco acclivi, prive di ostacoli morfologici o naturali e di vegetazione arborea, non si prevede la realizzazione di piste di cantiere propriamente dette ma semplicemente il costipamento del fondo attraverso il passaggio dei mezzi di cantiere ed il successivo ripristino, a chiusura del cantiere, dello stato originario dei luoghi;
- ✓ Con piste di cantiere di nuova realizzazione: considerata la complessità dell'opera e la morfologia dei luoghi, si prevede, laddove la viabilità esistente o le pendenze del suolo e la natura litologica dello stesso non lo consentano, l'apertura di piste provvisorie per l'accesso alle aree di lavorazione; il dettaglio circa la tipologia e realizzazione di tali opere sarà trattato nei paragrafi successivi.

3.3.2.3.1 *Utilizzo dell'elicottero per le attività di costruzione degli elettrodotti*

L'elicottero può entrare in funzione:

- ✓ Nello stendimento dei conduttori e delle funi di guardia;
- ✓ Nella fase di recupero dei vecchi conduttori e delle funi di guardia;
- ✓ Nella rimozione della carpenteria dei sostegni rimossi;
- ✓ Nella rimozione dei materiali derivanti dalle demolizioni.

Le norme che regolano in Italia le attività di Lavoro Aereo (L.A.) sono contenute nel DM 18/6/1981 e nella successiva modifica del 30/7/1984, in attuazione del Capo II - Titolo VI - Libro I - Parte II del Codice della Navigazione.

All'art. 6 della Legge n. 862 dell'11/12/1980 si sanciscono i tipi d'attività previsti con l'elicottero ed i requisiti che devono possedere gli operatori per il loro svolgimento.

Queste attività di Lavoro Aereo si suddividono essenzialmente in:

- ✓ Voli per osservazioni e rilevamenti;
- ✓ Voli per riprese televisive, cinematografiche e fotografiche e fotogrammetriche;
- ✓ Voli pubblicitari;
- ✓ Voli per spargimento sostanze;
- ✓ Voli per il trasporto di carichi esterni e interni alla cabina (trasporto nei cantieri di attrezzature, baracche, viveri, inerti, calcestruzzo, trasporto di materiali e attrezzature da e per siti estrattivi, trasporto di legname ecc.).

Nel presente documento si fa riferimento unicamente a questo ultimo aspetto.

Gli aspetti tecnici degli elicotteri e delle apparecchiature impiegate sono normati dal Regolamento Tecnico del R.A.I. (Registro Aeronautico Italiano), oggi confluite nell'Ente Nazionale Aviazione Civile (ENAC).

In detto regolamento vengono tra l'altro definiti i criteri di "omologabilità" di tutti gli equipaggiamenti "vincolati" all'elicottero (telecamere per riprese, verricello, gancio baricentrico, ecc.), mentre non si esprimono pareri sulle caratteristiche delle attrezzature sospese ai sistemi di vincolo (funi, cavi metallici, contenitori ecc.).

3.3.3 ELETTRODOTTI DA DEMOLIRE

Per le attività di smantellamento di linee esistenti si possono individuare le seguenti fasi meglio descritte nel seguito:

- ✓ Recupero dei conduttori, delle funi di guardia e degli armamenti;
- ✓ Smontaggio della carpenteria metallica dei sostegni;
- ✓ Demolizione delle fondazioni dei sostegni. Si provvederà sempre al trasporto a rifiuto dei materiali di risulta, lasciando le aree utilizzate sgombre e ben sistemate in modo da evitare danni alle cose ed alle persone.

3.3.3.1 Recupero conduttori, funi di guardia ed armamenti

Le attività prevedono:

- ✓ Preparazione e montaggio opere provvisorie sulle opere attraversate (impalcature, piantane, ecc.);

- ✓ Taglio e recupero dei conduttori per singole tratte, anche piccole in considerazioni di eventuali criticità (attraversamento di linee elettriche, telefoniche, ferroviarie, ecc.) e/o in qualsiasi altro caso anche di natura tecnica, dovesse rendersi necessario, su richiesta TERNA, particolari metodologie di recupero conduttori;
- ✓ Separazione dei materiali (conduttori, funi di guardia, isolatori, morsetteria) per il carico e trasporto a discarica;
- ✓ Carico e trasporto a discarica di tutti i materiali provenienti dallo smontaggio;
- ✓ Pesatura dei materiali recuperati;
- ✓ Adempimenti previsti dalla legislazione vigente in materia di smaltimento dei materiali (anche speciali) provenienti dalle attività di smantellamento;
- ✓ Taglio delle piante interferenti con l'attività;
- ✓ Risarcimento dei danni procurati sia ai fondi interessati dai lavori che ai fondi utilizzati per l'accesso ai sostegni per lo svolgimento dell'attività di smontaggio.

3.3.3.2 Smontaggio della carpenteria metallica dei sostegni

La carpenteria metallica proveniente dallo smontaggio dei sostegni dovrà essere destinata a rottame; il lavoro di smontaggio sarà eseguito come di seguito descritto.

In fase di esecuzione dei lavori in ogni caso si presterà la massima cura, comunque, ad adottare tutte le precauzioni necessarie previste in materia di sicurezza per eliminare i rischi connessi allo svolgimento dell'attività di smontaggio in aree poste nelle vicinanze di strade, linee elettriche, linee telefoniche, case, linee ferroviarie, ecc.

A tal fine, prima dell'inizio dei lavori di smontaggio, si potrà produrre una relazione che evidenzia sostegno per sostegno, il metodo che si intende utilizzare per lo smontaggio della carpenteria metallica.

Le attività prevedono:

- ✓ Taglio delle strutture metalliche smontate in pezzi idonei al trasporto a discarica;
- ✓ Carico e trasporto a discarica di tutti i materiali provenienti dallo smontaggio;
- ✓ Pesatura dei materiali recuperati;
- ✓ Adempimenti previsti dalla legislazione vigente in materia di smaltimento dei materiali (anche speciali) provenienti dalle attività di smantellamento;
- ✓ Taglio delle piante interferenti con l'attività;
- ✓ Risarcimento dei danni procurati sia ai fondi interessati dai lavori che ai fondi utilizzati per l'accesso ai sostegni per lo svolgimento dell'attività di smontaggio.

3.3.3.3 Demolizione delle fondazioni dei sostegni

La demolizione delle fondazioni dei sostegni, salvo diversa prescrizione comunicata nel corso dei lavori, comporterà l'asportazione dal sito del calcestruzzo e del ferro di armatura fino ad una profondità di 1,5 m dal piano di campagna.

La demolizione dovrà essere eseguita con mezzi idonei in relazione alle zone in cui si effettua tale attività, avendo cura pertanto di adottare tutte le necessarie precauzioni previste in materia di sicurezza, in presenza di aree abitate e nelle vicinanze di strade, ferrovie, linee elettriche e telefoniche, ecc.

Le attività prevedono:

- ✓ Scavo della fondazione fino alla profondità necessaria;
- ✓ Asporto, carico e trasporto a discarica di tutti i materiali (cls, ferro d'armatura e monconi) provenienti dalla demolizione;
- ✓ Rinterro eseguito con le stesse modalità e prescrizioni previste nella voce scavo di fondazione e ripristino dello stato dei luoghi (dettagliato nel seguito);
- ✓ Acquisizione, trasporto e sistemazione di terreno vegetale necessario a ricostituire il normale strato superficiale presente nella zona;
- ✓ Taglio delle piante interferenti con l'attività;
- ✓ Risarcimento dei danni procurati sia ai fondi interessati dai lavori che ai fondi utilizzati per l'accesso ai sostegni per lo svolgimento dell'attività di demolizione e movimentazione dei mezzi d'opera.

3.3.3.4 Intervento di ripristino dei luoghi

Le superfici oggetto di insediamento di nuovi sostegni e/o di smantellamenti di elettrodotti esistenti saranno interessate, al termine dei lavori, da interventi di ripristino dello stato originario dei luoghi, finalizzati a riportare lo status pedologico e delle fitocenosi in una condizione il più possibile vicina a quella ante - operam, mediante tecniche progettuali e realizzative adeguate.

Il ripristino delle aree di lavorazione si compone delle seguenti attività:

- ✓ Pulizia delle aree interferite, con asportazione di eventuali rifiuti e/o residui di lavorazione;
- ✓ Stesura di uno strato di terreno vegetale pari ad almeno cm 30;
- ✓ Restituzione all'uso del suolo ante - operam.

In caso di ripristino in area agricola, non sono necessari ulteriori interventi e la superficie sarà restituita all'uso agricolo che caratterizza il fondo di cui la superficie fa parte;

In caso di ripristino in area boscata o naturaliforme si effettuerà un inerbimento mediante idrosemina di miscuglio di specie erbacee autoctone ed in casi particolari eventuale piantumazione di specie arboree ed arbustive coerenti con il contesto fitosociologico circostante.

Il criterio di utilizzare specie autoctone, tipiche della vegetazione potenziale e reale delle aree interessate dal progetto, è ormai ampiamente adottato nelle opere di ripristino e mitigazione ambientale.

Si ritiene opportuno sottolineare la necessità di assicurarsi, in fase di realizzazione, sull'idonea provenienza delle piante di vivaio, per evitare l'uso di specie che abbiano nel proprio patrimonio genetico caratteri di alloctonia che potrebbero renderle più vulnerabili a malattie e virus.

Il rifornimento del materiale vegetale avverrà preferibilmente presso vivai forestali autorizzati dalla Regione Sicilia.

3.3.3.5 Utilizzo delle risorse

Trattandosi di una fase di dismissione non si prevede l'utilizzo di risorse, ma soltanto dei mezzi impiegati per le operazioni di demolizione e trasporto dei materiali di risulta.

3.3.3.6 Fabbisogno nel campo dei trasporti, della viabilità e delle reti infrastrutturali

Per raggiungere i sostegni e per allontanare i materiali saranno percorse le stesse piste di accesso già utilizzate in fase di costruzione, oppure l'elicottero in mancanza di queste.

3.3.3.7 Materiali di risulta

Tutti i materiali derivanti dalle demolizioni e destinati a rottame (rottame di ferro zincato quali tralicci, funi di guardia etc., conduttori in alluminio e leghe di alluminio, conduttori in rame) dovranno essere conferiti in siti adeguati al loro riciclo. Per gli altri materiali di risulta derivanti dalle demolizioni (vetri e/o porcellane degli isolatori ecc.) verranno collocati in discarica autorizzata.

Per entrambe le categorie è previsto che il titolare dell'opera richieda agli appaltatori incaricati di eseguire le lavorazioni e a cui spetta l'onere del recupero e smaltimento nelle discariche autorizzate copia del Formulario di identificazione rifiuto ai sensi del DL n. 22 del 05/02/97 art. 15; del DM 01/04/98 n. 145 e Direttiva Amministrativa Ambiente 09/04/02. È richiesta inoltre copia delle autorizzazioni all'esercizio della discarica stessa.

Un intervento di demolizione permette solitamente il recupero dei seguenti materiali:

- ✓ Acciaio (3,500 – 4,500 kg/sostegno)
- ✓ Cemento (Circa 2.5 m³/sostegno)

3.3.4 **NUOVI ELETTRODOTTI IN CAVO INTERRATO**

3.3.4.1 Dimensioni del cantiere

L'area di cantiere in questo tipo di progetto è costituita essenzialmente dalla trincea di posa del cavo che si estende progressivamente sull'intera lunghezza del percorso. Tale trincea sarà larga circa 0,70 m per una profondità tipica di 1,6 m circa, prevalentemente su sedime stradale.

Le attività sono suddivise per tratta della lunghezza da 400 a 600 m corrispondente alla pezzatura del cavo fornito e la fascia di cantiere in condizioni normali ha una larghezza di circa 3-4 m.

3.3.4.2 Caratteristiche dimensionali dei cavi

Complessivamente il cavo, in relazione alla tensione di esercizio, ha un diametro compreso tra i 10 e 15 cm.

Il cavo così composto viene prodotto in pezzature che, al fine di consentirne il trasporto senza ricorrere a trasporti eccezionali, non superano di norma la lunghezza di 400 – 600 m.

I tre cavi relativi alle tre fasi della linea elettrica vengono posati nella medesima trincea di norma alla profondità di circa m 1.5 – 1.6 e vengono protetti meccanicamente da lastre di cemento armato poste sia ai fianchi che sulla sommità. All'interno della stessa trincea vengono posati anche i cavi dielettrici incorporanti fibre ottiche necessarie al monitoraggio e alla protezione della linea elettrica.

Le varie pezzature di cavo vengono tra loro connesse tramite delle giunzioni confezionate in opera e poste all'interno di buche aventi dimensioni di circa 15* 2.5*2 m.

Il tracciato della linea in cavo interrato viene di norma individuato all'interno della viabilità pubblica, anche se presenta una maggiore difficoltà realizzativa per la presenza di sottoservizi e per l'intralcio alla viabilità in fase di realizzazione. Qui, difatti, è maggiormente garantita la sorveglianza della pubblica amministrazione riguardo ad attività lavorative che vengono svolte in prossimità della linea interrata. Vengono pertanto evitati, per quanto possibile, tracciati in aree agricole o boschive ove vengono svolte attività potenzialmente a rischio (aratura, piantumazione ecc.) effettuate senza il controllo della pubblica amministrazione.

3.3.4.3 Azioni di progetto

Si descrivono le principali fasi necessarie per la realizzazione di un elettrodotto in cavo interrato:

- ✓ Attività preliminari
- ✓ Esecuzione degli scavi per l'alloggiamento del cavo;
- ✓ Stenditura e posa del cavo;
- ✓ Reinterro dello scavo fino a piano campagna.

Solo la prima e la terza fase comportano movimenti di terra, come descritto nel seguito.

Si descrive di seguito, anche se in forma sintetica, quali sono le caratteristiche, le modalità di posa e le problematiche da affrontare sia per la realizzazione che per il successivo esercizio delle linee elettriche AT realizzate con conduttori isolati con materiale estruso ed interrati.

3.3.4.3.1 Attività preliminari

Le attività preliminari sono distinguibili come segue:

- ✓ Tracciamento del percorso del cavo e delle buche giunti;
- ✓ Saggi per verificare la corrispondenza dei sottoservizi;
- ✓ Pianificazione delle tratte di posa nelle quali si completano tutte le fasi operative dello scavo, posa e reinterro.

Normalmente la lunghezza delle tratte corrisponde agli spezzoni di cavo forniti (da buca giunti a buca giunti) della lunghezza media di circa 500 m e delimita l'area di cantiere della durata di circa 4 settimane.

3.3.4.3.2 Esecuzione degli scavi

Le attività di scavo sono suddivise nelle seguenti fasi operative principali:

- ✓ Taglio dell'eventuale strato di asfaltatura;
- ✓ Scavo delle esatte dimensioni previste in progetto (0.70 m nei tratti di linea singole). Le pareti di scavo vengono stabilizzate con opportune sbatacchiature.

Il criterio di gestione del materiale scavato prevede il suo deposito presso l'area di cantiere e successivamente il suo utilizzo per il reinterro 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.

In condizioni normali gli scavi resteranno aperti fino alla completa posa di tutta la tratta (circa 400-500 m); nel caso di interferenza con passi carrai gli scavi saranno protetti con opportune piastre d'acciaio che consentono il passaggio dei mezzi e nel caso di attraversamenti stradali verranno posate le tubazioni in PVC e subito interrati.

Il cavo attualmente impiegato, dal punto di vista costruttivo, è costituito principalmente dai seguenti elementi:

- ✓ Il conduttore, di norma costituito da una fune di rame o di alluminio di sezione variabile da 1,000 a 2,500 mm²;
- ✓ Un rivestimento con materiale semiconduttore con la funzione di uniformare il gradiente di potenziale;
- ✓ Il rivestimento isolante in polietilene reticolato (XLPE) che, in relazione alla tensione di esercizio del cavo ha uno spessore variabile tra 2.5 e 4 cm;
- ✓ Un rivestimento metallico con la funzione di controllo del campo elettrico e di protezione dello strato isolante;
- ✓ Una guaina esterna isolante.

3.3.4.3.3 *Posa del cavo*

La posa del cavo viene effettuata per tratte della lunghezza da 400 a 600 m corrispondenti alle pezzature contenute nelle bobine di trasporto, secondo la seguente procedura:

- ✓ Posizionamento dell'organo e della bobina contenente il cavo agli opposti estremi della tratta;
- ✓ Posizionamento rulli nella trincea;
- ✓ Stendimento del cavo tramite fune traente.

La fase viene costantemente seguita dal personale dislocato lungo il tracciato nei punti critici (curvature, sottopassi, tubiere ecc.)

3.3.4.3.4 *Esecuzione delle giunzioni*

Data l'esigua lunghezza del tratto in cavo interrato non si prevede la realizzazione di alcuna buca giunti.

3.3.4.3.5 *Rinterri e ripristini*

I cavi posati in trincea sono ricoperti da cemento magro per uno strato di 0.7 m; in alternativa a protezione dei cavidotti sono inserite delle piastre di protezione dello spessore di 60 mm in c.a.v.

Al fine di segnalare il cavidotto, viene posata una rete ed un nastro in PVC: la restante parte superiore della trincea verrà ricoperta con materiale inerte di risulta dello scavo (se idoneo) o altro materiale idoneo.

Infine, negli scavi in sede stradale verrà ripristinato il manto di asfalto e il tappetino d'usura degli scavi. 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.

3.3.4.3.6 *Utilizzo delle risorse*

Le risorse utilizzate per la realizzazione dei cavi interrati sono costituite principalmente da:

- ✓ Conduttore di norma costituito da una fune di rame o di alluminio di sezione variabile da 1,000 a 2,500 mm²; i cavi sono trasportati per tratte della lunghezza da m 600 a 800 corrispondenti alle pezzature contenute nelle bobine di trasporto;
- ✓ Un rivestimento con materiale semiconduttore con la funzione di uniformare il gradiente di potenziale;
- ✓ Il rivestimento isolante in polietilene reticolato (XLPE) che, in relazione alla tensione di esercizio del cavo ha uno spessore variabile tra 2.5 e 4 cm;
- ✓ Un rivestimento metallico con la funzione di controllo del campo elettrico e di protezione dello strato isolante;
- ✓ Una guaina esterna isolante;
- ✓ I cavi posati in trincea sono ricoperti da cemento magro per uno strato di 0.7 m; in alternativa a protezione dei cavidotti sono inserite delle piastre di protezione dello spessore di 60 mm in c.a.v.

3.3.4.3.7 *Fabbisogni nel campo dei trasporti, viabilità e reti infrastrutturali*

Il tracciato della linea in cavo interrato viene di norma individuato all'interno della viabilità pubblica, pertanto raggiungibile tramite la viabilità ordinaria.

3.3.4.4 Durata e stima della fase di esercizio

La durata della vita tecnica dell'opera in oggetto, poiché un elettrodotto è sottoposto ad una continua ed efficiente manutenzione, risulta essere ben superiore alla sua vita economica, fissata, ai fini dei programmi di ammortamento, in 40 anni.

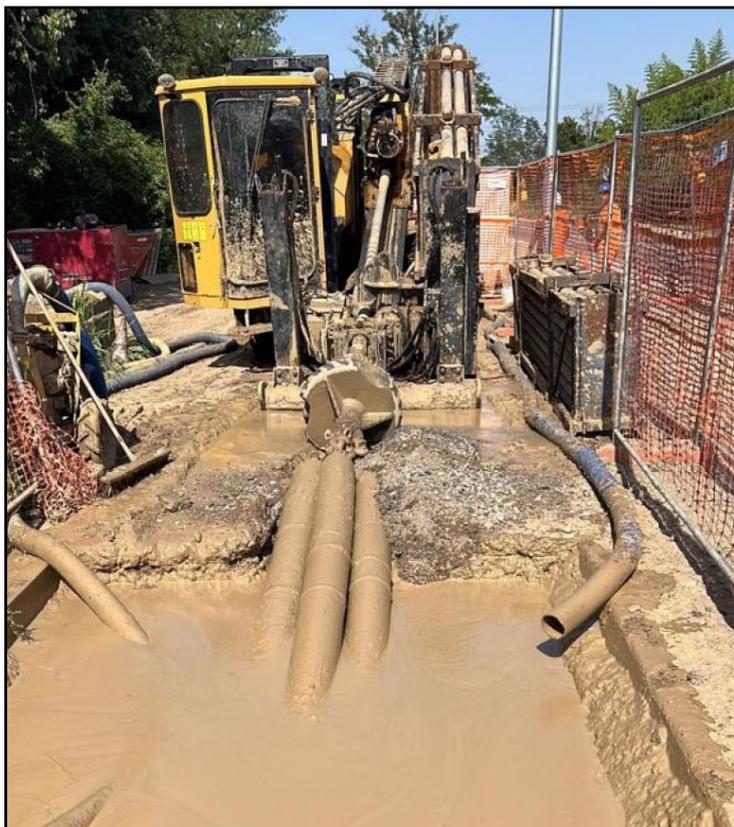


Figura 3.22: Realizzazione elettrodotto interrato. Fase di scavo mediante trivellazione orizzontale controllata (immagine d'archivio)

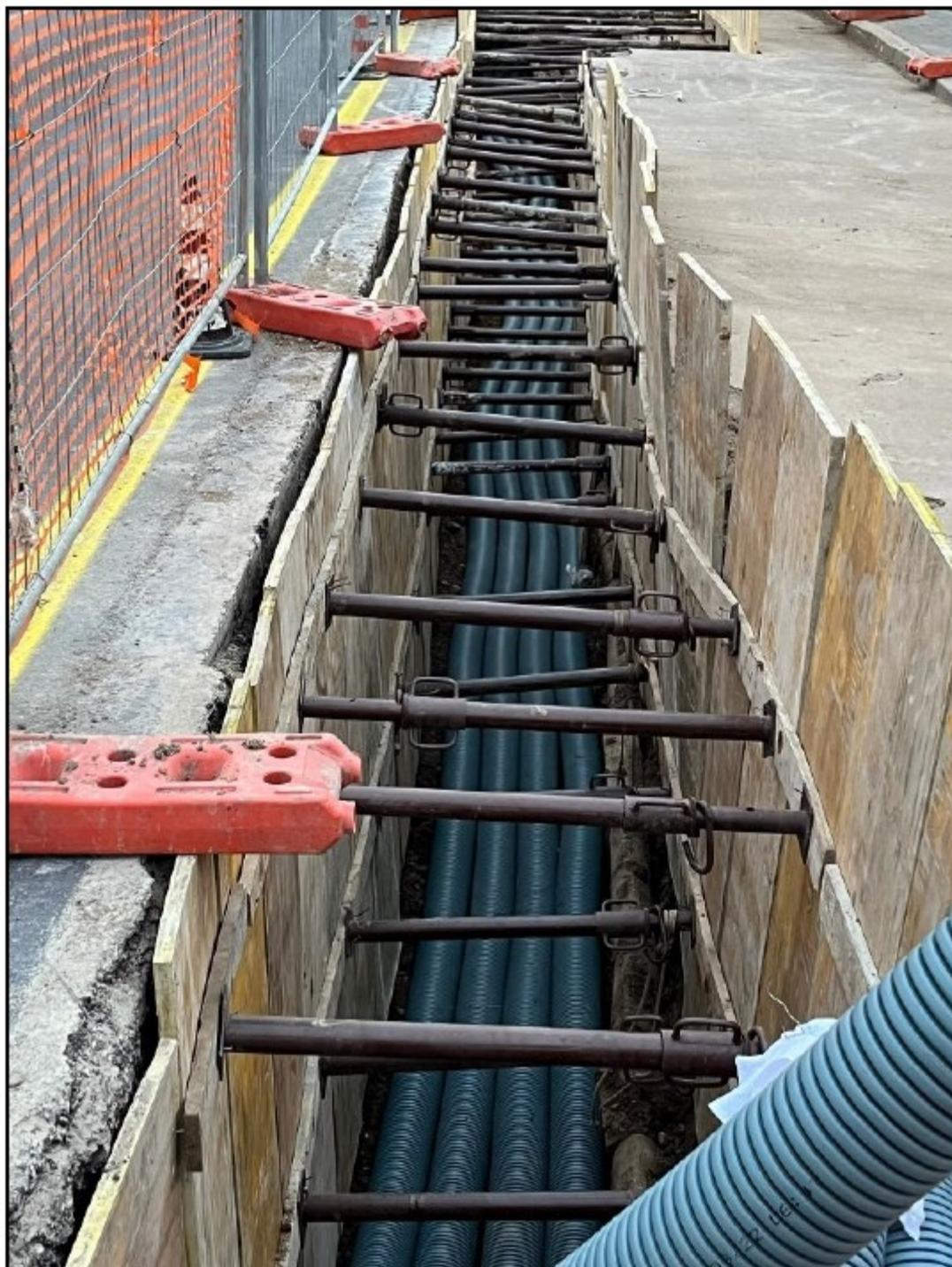


Figura 3.23: Realizzazione elettrodotta interrato. Fase di scavo predisposizione tubiere di alloggiamento cavi AT (immagine d'archivio)



Figura 3.24: Realizzazione elettrodotto interrato. Fase di posa cavo AT (immagine d'archivio)



Figura 3.25: Realizzazione elettrodotto interrato. Fase di predisposizione buca giunti cavi AT
(immagine d'archivio)

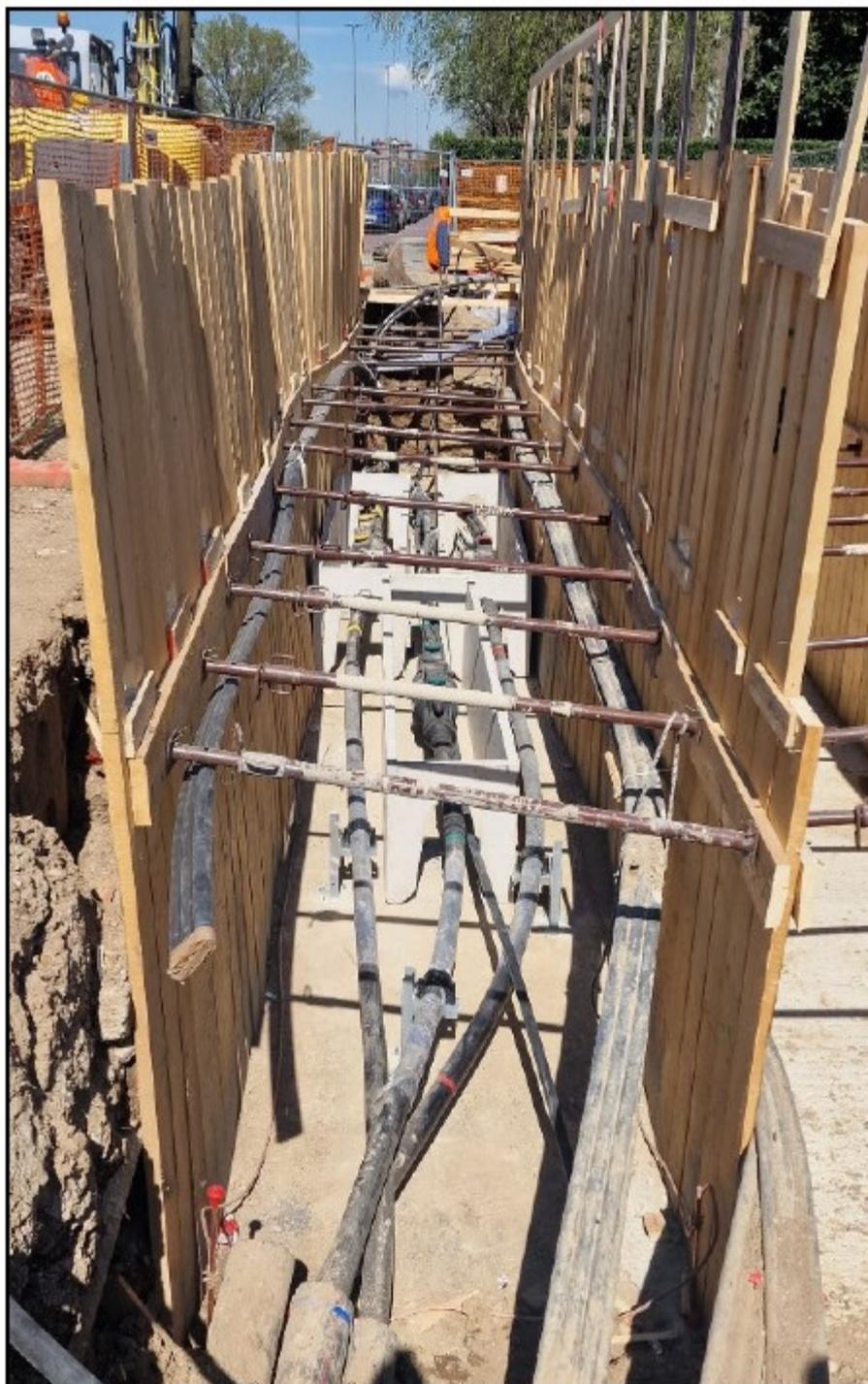


Figura 3.26: Realizzazione elettrodotto interrato. Fase di predisposizione buca giunti cavi AT – giunti
(immagine d'archivio)

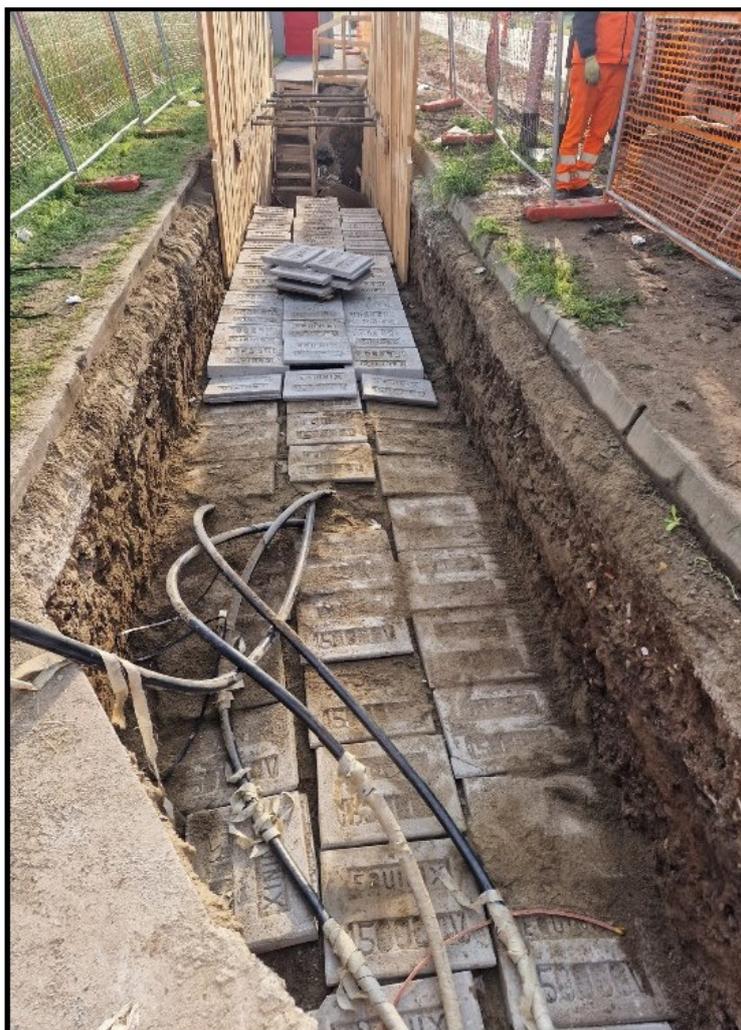


Figura 3.27: Realizzazione elettrodotta interrato. Fase di predisposizione buca giunti cavi AT – posa elementi cls di sicurezza (immagine d’archivio)

4 INTERAZIONI CON L'AMBIENTE

Di seguito si riportano le principali interazioni con l'ambiente derivanti dalle fasi di realizzazione e di esercizio del progetto in esame.

Si evidenzia che l'analisi è stata focalizzata sugli aspetti legati all'Impianto di Accumulo Idroelettrico, considerato di maggior rilevanza per estensione, durata e tipologia di opere. Il contributo riconducibile al progetto delle Opere di Connessione alla RTN è stato valutato, in generale, di minore entità.

4.1 IMPIANTO DI ACCUMULO IDROELETTRICO

4.1.1 Fase di Cantiere

4.1.1.1 Emissioni in Atmosfera

4.1.1.1.1 Stima delle Emissioni da Attività di Cantiere

In fase di realizzazione del progetto, le attività di costruzione interessanti i cantieri posti in superficie comporteranno sostanzialmente le seguenti emissioni in atmosfera:

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

Nel presente paragrafo è descritta la metodologia per la stima delle emissioni ed è riportata la loro stima, considerando, in linea generale, le più gravose condizioni di lavoro.

Aspetti Metodologici

Stima delle Emissioni da Motori dei Mezzi di Cantiere

La valutazione delle emissioni in atmosfera dagli scarichi dei mezzi di cantiere viene effettuata a partire da fattori di emissione standard desunti da letteratura; tali fattori indicano l'emissione specifica di inquinanti (NO_x, SO_x, PTS) per singolo mezzo, in funzione della sua tipologia.

I fattori di emissione utilizzati sono stati desunti dallo studio AQMD – “*Air quality Analysis Guidance Handbook, Off-road mobile source emission factors*” svolto dalla CEQA (*California Environmental Quality Act*) per gli scenari dal 2007 al 2025.

Nella seguente Tabella si riportano i fattori di emissione AQMD per l'anno 2023 in kg/h per tutti i mezzi diesel impiegati nei cantieri.

Tabella 4.1: Stima Emissioni da Mezzi Terrestri, Fattori di Emissione AQMD

Fattori di Emissione Mezzi Terrestri AQMD – Anno 2023			
Tipologia	NO _x [kg/h]	SO _x [kg/h]	PTS [kg/h]
Escavatore	0.1821	0.0010	0.0065
Dozer Apripista	0.6113	0.0012	0.0240
Dozer pesante	0.9425	0.0018	0.0365
Dozer medio	0.6113	0.0012	0.0240
Pala Gommata	0.6113	0.0012	0.0240
Pala Cingolata	0.2954	0.0008	0.0106
Retroescavatore	0.1322	0.0008	0.0045
Retroescavatore leggero	0.1346	0.0004	0.0057
Rulli compattatori (terre)	0.1726	0.0006	0.0090
Rulli compattatori piccoli	0.0848	0.0002	0.0040
Rulli Lisci (conglomerato bituminoso)	0.0854	0.0001	0.0054

Fattori di Emissione Mezzi Terrestri AQMD – Anno 2023			
Tipologia	NOx [kg/h]	SOx [kg/h]	PTS [kg/h]
Rulli a piede di pecora	0.0848	0.0002	0.0040
Autobetoniera 4 assi da 10 m3	0.2278	0.0012	0.0082
Pompa cls	0.1886	0.0007	0.0086
Macchina perforatrice (per Tiranti di ancoraggio)	0.1025	0.0005	0.0048
Macchina per carotaggi	0.1025	0.0005	0.0048
Autogru	0.1569	0.0006	0.0055
Gru	0.1569	0.0006	0.0055
Carroponte	0.2274	0.0008	0.0084
Grader	0.2118	0.0009	0.0074
Finitrice	0.1003	0.0002	0.0063
Attrezzatura per Diaframmi	0.1817	0.0011	0.0062
Dumper	0.0264	0.0000	0.0010
Autocarri 10 m ³	0.2278	0.0012	0.0082
Autobotte	0.2278	0.0012	0.0082
Generatori per impianti Betonaggio	0.3357	0.0015	0.0102
TBM	0.2234	0.0031	0.0068

Le emissioni di inquinanti in atmosfera in fase di costruzione sono imputabili essenzialmente ai fumi di scarico delle macchine e dei mezzi pesanti impegnati in cantiere, quali escavatori, autocarri, pale, etc.

Stima delle Emissioni dovute alla Movimentazione del Terreno di Scavo in Sottterraneo

Le attività di scavo in sottterraneo produrranno polveri principalmente in conseguenza alle seguenti attività:

- ✓ avanzamento dei fronti di scavo. Le polveri prodotte sul fronte di scavo vengono captate attraverso un sistema di aspirazione dedicato e filtrate per abbatterne la concentrazione;
- ✓ caricamento delle terre e rocce da scavo dal nastro trasportatore al camion che si occuperà del loro trasporto alle diverse destinazioni. L'operazione di movimentazione delle terre e caricamento sui camion viene fatta all'aperto e costituisce l'attività con maggiore dispersione delle polveri.

Per determinare una stima della quantità di particolato fine (PM₁₀) sollevato in atmosfera durante le attività di movimentazione terre si fa riferimento alla metodologia “AP 42 Fifth Edition, Volume I, Charter 13.2.2; Miscellaneous Sources – Aggregate Handling And Storage Piles” (US-EPA 2006).

In particolare, con riferimento alle emissioni di polveri derivante dalla movimentazione del materiale dai cumuli, è stata utilizzata l'equazione empirica suggerita nella sezione “Material handling factor”, che permette di definire i fattori di emissione per tonnellata di materiali di scavo movimentati:

$$E = k \cdot (0.0016) \cdot \frac{\left(\frac{U}{2.2}\right)^{1.3}}{\left(\frac{M}{2}\right)^{1.4}}$$

dove:

- ✓ E = fattore di emissione di PM₁₀ (kg polveri/tonnellata materiale rimosso);
- ✓ U = velocità del vento (velocità media pari a 4.5 m/s);
- ✓ M = contenuto di umidità delle terre di scavo (assunto cautelativamente pari a 2%);
- ✓ k = fattore moltiplicatore per i diversi valori di dimensione del particolato; per il PM₁₀ (diametro inferiore ai 10µm) si adotta pari a 0.35.

Tale formula permette di stimare il contributo delle attività di gran lunga più gravose per la dispersione di polveri sottili, connesse a:

- ✓ carico del terreno/inerti su mezzi pesanti;

- ✓ scarico di terreno/inerti e deposito in cumuli;
- ✓ dispersione della parte fine per azione del vento dai cumuli.

Il fattore di emissione E, stimato secondo la metodologia esposta precedentemente, è risultato pari a 0.0014 kg di PM₁₀ per tonnellata di materiale movimentato.

Stima delle Emissioni dovute alla Movimentazione del Terreno da Scotico e Riutilizzo Superficiale

Per la stima dei contributi alle emissioni di polveri in termini di movimentazione delle terre per preparazione delle aree di cantiere, realizzazione del bacino di monte e ripristini morfologici una volta ultimati i cantieri, è possibile impiegare un fattore di emissione suggerito sempre della sopraccitata metodologia US-EPA per le operazioni di “bulldozing –overburden” nella sezione “Heavy Construction Operations” (Tabella 11.9-1).

Tale metodologia propone la seguente l’equazione empirica:

$$E = k \cdot \frac{0.45(s)^{1.5}}{(M)^{1.4}}$$

dove:

- ✓ E = fattore di emissione di polveri totali (kg PTS/ora);
- ✓ k = fattore di scala (kg PM₁₀/kg PTS)
- ✓ M = contenuto di umidità del suolo (assunto indicativamente per le terre da scotico pari al 20% e per le terre di sistemazione superficiale pari al 10%);
- ✓ s = contenuto in silt (%); si è ipotizzato un terreno di tipo argilloso (8% di silt).

L’emissione di PM₁₀ prodotta in una giornata di lavoro di movimentazione dei terreni di scotico e/o sistemazioni superficiali ammonta:

- ✓ a 1.2 kg/giorno per le fasi di scotico;
- ✓ a 3.2 kg/giorno per le sistemazioni superficiali.

Emissioni da Motori dei Mezzi di Cantiere

Sulla base della metodologia riportate in precedenza e con riferimento alla tipologia e numero di mezzi specificato nella tabella precedente (escludendo i mezzi elettrici), nella seguente Tabella è riportata, per i diversi cantieri, la stima delle emissioni di inquinanti dai mezzi di cantiere, con riferimento a:

- ✓ le emissioni orarie massime, calcolate ipotizzando il funzionamento contemporaneo di tutti i mezzi presenti nella fase di lavoro maggiormente impattante;
- ✓ le emissioni totali complessivamente emesse da ciascun cantiere, considerando i fattori di utilizzo dei singoli mezzi stimati al precedente Paragrafo 2.4.8.

Tabella 4.2: Stima delle Emissioni di Inquinanti dai Motori dei Mezzi di Cantiere

Cantiere	Cantieri e Fasi di Lavoro		Emissioni Max, [kg/ora]			Emissioni Totali [kg]			
			NOx	SOx	PTS	NOx	SOx	PTS	
CANTIERE DI MONTE	Realizzazioni	1a	Allestimento cantiere adeguamento viabilità	3.67	0.01	0.14	1,771.32	5.14	67.59
		1b	Installazioni locali per servizi tecnici di cantiere (uffici, spogliatoi, mense, etc.)	4.57	0.01	0.18	1,249.39	3.36	47.76

Cantiere	Cantieri e Fasi di Lavoro		Emissioni Max, [kg/ora]			Emissioni Totali [kg]				
			NOx	SOx	PTS	NOx	SOx	PTS		
		1c	Preparazione aree di deposito materiale sciolto	0.99	<0.01	0.04	134.09	0.58	5.46	
		1d	Realizzazione impianto di betonaggio, fabbrica dei conci ed area di maturazione dei conci per TBM	1.67	0.01	0.06	1,224.06	4.02	47.03	
		1e	Realizzazione fabbrica virole	1.02	0.01	0.03	1,527.05	7.61	51.74	
	Bacino di Monte	di	1f	Scavi rilevato, realizzazione cunicolo e accesso al cunicolo, scavi fondo, scavo e consolidamento pozzo verticale per scavi TBM	5.43	0.02	0.21	11,708.52	39.45	449.71
			1g	Erezione rilevato e mascheramento morfologico, sfioratore di superficie e realizzazione sfioratore scarico di superficie e drenaggi	4.14	0.01	0.16	20,312.82	60.72	779.09
			1h	stesa conglomerato bituminoso, coronamento e finiture piazzali realizzazione del calice	3.98	0.01	0.15	16,786.95	56.57	639.03
			1i	posa virole ed intasamento con calcestruzzo	1.80	0.01	0.07	2,543.64	11.12	98.13
			1l	Allestimento cantiere ed adeguamento viabilità/impiantistica	3.51	0.01	0.14	431.06	1.24	16.49
	Canale di drenaggio	di	1l	Allestimento cantiere ed adeguamento viabilità/impiantistica	3.51	0.01	0.14	431.06	1.24	16.49

Cantiere	Cantieri e Fasi di Lavoro		Emissioni Max, [kg/ora]			Emissioni Totali [kg]			
			NOx	SOx	PTS	NOx	SOx	PTS	
		1m	Esecuzione canale di drenaggio dello sfioratore di superficie del bacino di monte	1.77	0.01	0.07	1,100.98	2.98	42.67
	Vie d'acqua	1n	scavo e consolidamento galleria idraulica tra bacino di monte e pozzo paratoie (TBM)	4.10	0.02	0.16	10,582.90	93.38	699.40
	Ripiegamento cantiere	1o	Ripiegamento cantiere	1.74	0.01	0.07	679.27	2.42	26.00
CANTIERE SBOCCO SCARICHI BACINO DI MONTE	Realizzazioni	2a	allestimento cantiere e adeguamento viabilità	2.10	0.01	0.08	292.66	0.72	11.18
	Sbocchi Scarico di bacino di monte	2b	Sistemazione sbocco scarichi bacino di monte	2.57	0.01	0.10	1,234.11	3.27	47.67
	Ripiegamento cantiere	2c	Ripiegamento cantiere	1.33	<0.01	0.05	164.94	0.47	6.45
CANTIERE CENTRALE IPOGEA	Adeguamento viabilità	3a	Adeguamento viabilità	3.89	0.01	0.15	1,504.89	4.75	57.68
	Galleria d'accesso alla centrale	3b	scavo e consolidamento galleria d'accesso e relativo piazzale mascheramento morfologico	4.66	0.02	0.17	10,877.41	51.15	395.98
	Centrale ipogea	3c	Scavo e consolidamento centrale e sottostazione	5.33	0.02	0.20	51,881.89	210.08	1,946.42
		3d	trasporto, montaggio e inghisaggio opere elettromeccaniche	2.98	0.01	0.12	5,582.43	17.81	213.72
	Biforcazioni di monte	3e	Scavo e consolidamento gallerie idrauliche a monte e valle della	3.27	0.01	0.12	2,921.78	12.14	107.50

Cantiere	Cantieri e Fasi di Lavoro			Emissioni Max, [kg/ora]			Emissioni Totali [kg]		
				NOx	SOx	PTS	NOx	SOx	PTS
			centrale, fino alla biforcazione						
CANTIERE DI VALLE	Adeguamento viabilità	4a	Adeguamento viabilità	6.48	0.02	0.25	2,494.01	7.35	96.95
	Pozzo paratoie	4b	Scavo e consolidamento pozzo paratoie e galleria idraulica in direzione valle	1.42	0.01	0.05	3,214.87	16.30	123.64
		4c	recupero TBM	0.38	<0.01	0.01	173.12	0.80	6.17
		4d	montaggio paratoie, ausiliari Chiusura paratoie	0.36	<0.01	0.01	136.44	0.81	4.80
		4e	Allestimento viabilità per raggiungere opera di presa di valle	5.25	0.01	0.20	1,382.47	3.83	53.38
	Opera di presa di valle	4f	Esecuzione opere temporanee di dewatering Rimozione opere temporanee di dewatering	1.56	<0.01	0.06	1,239.47	3.37	47.40
		4g	Scavo e consolidamento opera di presa	2.64	0.01	0.10	1,607.56	5.13	61.91
		4h	montaggio griglia presa	0.16	<0.01	0.01	35.30	0.13	1.23
	Ripiegamento cantiere	4i	Ripiegamento cantiere	1.52	<0.01	0.06	384.49	1.25	14.86

Emissioni di Polveri dovute alla Movimentazione del Terreno di Scavo in Sotterraneo

Con riferimento alle operazioni di movimentazione delle terre e rocce da scavo delle opere in sotterraneo si ricorda che tali attività sono riconducibili prevalentemente ai cantieri di Monte e di Valle.

Considerando tali stime di materiale movimentato e la durata delle fasi di scavo delle gallerie e dei manufatti in sotterraneo riportate nel cronoprogramma e sintetizzate nella Tabella 2.5, si può stimare la seguente movimentazione giornaliera di terre e rocce da scavo per ogni cantiere (si veda la tabella seguente).

In considerazione del fattore di emissione delle polveri stimato in 0.0014 kg di PM₁₀ per tonnellata di materiale movimentato e ipotizzando una densità media dei terreni pari a 1.9 t/m³ per il terreno vegetale e 2.5 t/m³ per l'unità sedimentaria, nella tabella seguente si riportano anche i relativi valori di emissione delle polveri sottili.

Tabella 4.3: Polveri da Movimentazione del Terreno di Scavo

Movimentazione Terre			Emissioni PM ₁₀ [kg/giorno]	Emissioni PM ₁₀ [kg tot]	
Cantieri e Fasi di Lavoro	Tipologia	Volume [m ³ /giorno]			
Cantiere di Monte	Fasi 1f e 1g – Scavi e movimento terre Bacino di monte	Terreno Vegetale/ Unità sedimentarie	1,470.2	4.87	8,330.3
Cantiere Sbocchi Scarichi Bacino Monte	Fase 2b – Sistemazione sbocco scarichi bacino di monte	Unità sedimentarie	4.3	0.02	2.3
Cantiere Centrale Ipogea	Fase 3b, 3c, 3e - Scavi gallerie e centrale	Terreno Vegetale/ Unità sedimentarie	255.3	0.88	1,508.7
Cantiere Valle	Fasi 4b, 4g – Scavi opera di presa, pozzo paratoie e gallerie	Terreno Vegetale/ Unità sedimentarie	101.9.	0.31	159

Emissioni di Polveri dovute alla Movimentazione del Terreno da Scotico e Sistemazioni Superficiali

Per quanto concerne la polvere derivante dalle operazioni di movimentazione terre per le attività di allestimento cantiere, scotico e sistemazioni superficiali, si riportano i valori di emissioni di polveri, partendo dal fattore di emissione stimato in 1.2 kg di PM₁₀/ora per le attività di scotico e 3.0 kg di PM₁₀/ora per le attività di ripristino.

Tabella 4.4: Polveri da Movimentazione del Terreno di Scotico e Sistemazione Superficiale

Cantieri e Fasi di Lavoro			Emissioni PM ₁₀ [kg/giorno]	Emissioni PM ₁₀ [kg tot]
Realizzazioni	1a	Allestimento cantiere e adeguamento viabilità	1.2	138.2
Bacino di Monte	1f	Scotico per la realizzazione del Bacino	1.2	656.7
	1o	Ripiegamento cantiere	3.0	273.6
Canale di drenaggio	1l	Allestimento cantiere ed adeguamento viabilità/impiantistica	1.2	34.6
Sbocchi Scarichi Bacino Monte	2a	Allestimento cantiere e adeguamento viabilità	1.2	69.1
	2c	Ripiegamento cantiere	3.0	91.2
Centrale Ipogea	3a	Allestimento cantiere e adeguamento viabilità	1.2	34.6
Bacino di valle	4a	Allestimento cantiere e adeguamento viabilità	1.2	103.7
	4i	Ripiegamento cantiere	3.0	182.4
Opera di presa di valle	4e	Allestimento viabilità per raggiungere opera di presa di valle	1.2	69.1

Emissioni Totali Cantiere

In base a tutti i contributi esposti precedentemente, relativi alle emissioni in fase di cantiere, di seguito si riporta la sintesi delle emissioni degli inquinanti per i relativi cantieri e per le singole sottofasi. Per le polveri sottili, si assume cautelativamente che le polveri totali derivanti dai fumi di scarico dei mezzi siano assimilabili tutte alla frazione di particolato fine (PM₁₀).

Tabella 4.5: Emissioni Inquinanti Totali per Cantiere

Cantiere	Cantieri e Fasi di Lavoro		Emissioni Max, [kg/ora]			Emissioni Totali [kg]				
			NOx	SOx	PTS	NOx	SOx	PTS		
CANTIERE DI MONTE	Realizzazioni	1a	Allestimento cantiere ed adeguamento viabilità	3.67	0.01	0.14	1,771.32	5.14	205.83	
		1b	Installazioni locali per servizi tecnici di cantiere (uffici, spogliatoi, mense, etc.)	4.57	0.01	0.18	1,249.39	3.36	47.76	
		1c	Preparazione aree di deposito materiale sciolto	0.99	<0.01	0.04	134.09	0.58	5.46	
		1d	Realizzazione impianto di betonaggio, fabbrica dei conci ed area di maturazione dei conci per TBM	1.67	0.01	0.06	1,224.06	4.02	47.03	
		1e	Realizzazione fabbrica virole	1.02	0.01	0.03	1,527.05	7.61	51.74	
	Bacino Monte	di	1f	Scavi rilevato, realizzazione cunicolo e accesso al cunicolo, scavi fondo, scavo e consolidamento pozzo verticale per scavi TBM	5.43	0.02	0.21	11,708.52	39.45	1,106.37
			1g	Erezione rilevato e mascheramento morfologico, sfioratore di superficie e realizzazione sfioratore scarico di superficie e drenaggi	4.14	0.01	0.16	20,312.82	60.72	779.09

Cantiere	Cantieri e Fasi di Lavoro			Emissioni Max, [kg/ora]			Emissioni Totali [kg]		
				NOx	SOx	PTS	NOx	SOx	PTS
		1h	stesa conglomerato bituminoso, coronamento e finiture piazzali realizzazione del calice	3.98	0.01	0.15	16,786.95	56.57	639.03
		1i	posa virole metalliche ed intasamento con calcestruzzo	1.80	0.01	0.07	2,543.64	11.12	98.13
	Canale di drenaggio	1l	Allestimento cantiere ed adeguamento viabilità/impiantistica	3.51	0.01	0.14	431.06	1.24	51.05
		1m	Esecuzione canale di drenaggio dello sfioratore di superficie del bacino di monte	1.77	0.01	0.07	1,100.98	2.98	42.67
	Vie d'acqua	1n	scavo e consolidamento galleria idraulica tra bacino di monte e pozzo paratoie (TBM)	4.10	0.02	0.16	10,582.90	93.38	699.40
	Ripiegamento cantiere	1o	Ripiegamento cantiere	1.74	0.01	0.07	679.27	2.42	299.62
	CANTIERE SBOCCO SCARICHI BACINO DI MONTE	Realizzazioni	2a	allestimento cantiere e adeguamento viabilità	2.10	0.01	0.08	292.66	0.72
Sbocchi Scarico di bacino di monte		2b	Sistemazione sbocco scarichi bacino di monte	2.57	0.01	0.10	1,234.11	3.27	47.67
Ripiegamento cantiere		2c	Ripiegamento cantiere	1.33	<0.01	0.05	164.94	0.47	97.66
	Adeguamento viabilità	3a	Adeguamento viabilità	3.89	0.01	0.15	1,504.89	4.75	92.24

Cantiere	Cantieri e Fasi di Lavoro			Emissioni Max, [kg/ora]			Emissioni Totali [kg]		
				NOx	SOx	PTS	NOx	SOx	PTS
CANTIERE CENTRALE IPOGEA	Galleria d'accesso alla centrale	3b	scavo e consolidamento galleria d'accesso e relativo piazzale mascheramento morfologico	4.66	0.02	0.17	10,877.41	51.15	395.98
	Centrale ipogea	3c	Scavo e consolidamento centrale e sottostazione	5.33	0.02	0.20	51,881.89	210.08	1,946.42
		3d	trasporto, montaggio e inghisaggio opere elettromeccaniche	2.98	0.01	0.12	5,582.43	17.81	213.72
	Biforcazioni di monte	3e	Scavo e consolidamento gallerie idrauliche a monte e valle della centrale, fino alla biforcazione	3.27	0.01	0.12	2,921.78	12.14	107.50
CANTIERE DI VALLE	Adeguamento viabilità	4a	Adeguamento viabilità	6.48	0.02	0.25	2,494.01	7.35	200.63
	Pozzo paratoie	4b	Scavo e consolidamento pozzo paratoie e galleria idraulica in direzione valle	1.42	0.01	0.05	3,214.87	16.30	123.64
		4c	recupero TBM	0.38	<0.01	0.01	173.12	0.80	6.17
		4d	montaggio paratoie, ausiliari Chiusura paratoie	0.36	<0.01	0.01	136.44	0.81	4.80
	Opera di presa di valle	4e	Allestimento viabilità per raggiungere opera di presa di valle	5.25	0.01	0.20	1,382.47	3.83	122.51
		4f	Esecuzione opere temporanee di dewatering Rimozione opere temporanee di dewatering	1.56	<0.01	0.06	1,239.47	3.37	47.40

Cantiere	Cantieri e Fasi di Lavoro		Emissioni Max, [kg/ora]			Emissioni Totali [kg]			
			NOx	SOx	PTS	NOx	SOx	PTS	
		4g	Scavo consolidamento opera di presa	2.64	0.01	0.10	1,607.56	5.13	61.91
		4h	montaggio griglia presa	0.16	<0.01	0.01	35.30	0.13	1.23
	Ripiegamento cantiere	4i	Ripiegamento cantiere	1.52	<0.01	0.06	384.49	1.25	197.27

4.1.1.1.2 Stima delle Emissioni di Inquinanti da Cantiere Fabbricazione Virole e Impianti di Betonaggio

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

Si evidenzia che la Fabbrica Virole sarà dismessa al termine delle attività di realizzazione delle virole; pertanto, le emissioni associate alle suddette operazioni saranno limitate ad un periodo stimabile in circa 6 mesi.

Saranno inoltre presenti No. 2 impianti di betonaggio, ubicati uno presso il cantiere di Monte e presso il Cantiere Centrale Ipogea, una fabbrica conci (per TBM) e un impianto di frantumazione, sempre in corrispondenza del cantiere di Monte.

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

Con particolare riferimento alla fabbrica virole, si riporta di seguito una descrizione delle emissioni generate dalle singole attività legate alla realizzazione delle virole.

Calandratura

La calandratura delle lamiere per la formazione delle virole sarà eseguita a freddo con una calandra oleodinamica (si veda la Figura seguente).



Figura 4.1: Calandratura

L'attività non genererà alcuna emissione in atmosfera.

Sabbiatura

La sabbiatura delle virole sarà eseguita all'interno di un'apposita cabina di sabbiatura utilizzando macchine sabiatrici manuali.

La cabina di sabbiatura sarà dotata di aspiratori che convogliano l'aria ad un camino, previo passaggio per un sistema di abbattimento con filtri a manica.

Saldatura

La saldatura di acciaio al carbonio per la fabbricazione dei tubi per la condotta forzata comporta l'emissione di polveri (fumi di saldatura). Le attività di saldatura avverranno sotto aspirazione mediante appositi aspiratori mobili con filtrazione delle polveri contenute nei fumi di saldatura (l'aria depurata viene reimpressa all'interno della fabbrica stessa senza convogliamento). La filtrazione dei fumi di saldatura è garantita da filtri meccanici o elettrostatici coadiuvati da filtri a carboni attivi.

Le virole per la costruzione della condotta forzata saranno rivestite internamente (dopo la sabbiatura descritta al punto precedente) da due o più mani di vernice epossidica. Come descritto in precedenza per la sabbiatura anche la verniciatura avverrà in apposita cabina di verniciatura.

Le attività di verniciatura possono generare le seguenti emissioni in atmosfera:

- ✓ Polveri;
- ✓ Composti Organici Volatili (COV).

Stima Emissioni

Come riportato in precedenza, le attività svolte all'interno della Fabbrica Virole comporteranno l'emissione di polveri e di composti organici volatili. Le attività di sabbiatura e verniciatura saranno eseguite all'interno di un'apposita cabina dotata di aspirazione e convogliamento ad un camino e impianto di abbattimento delle polveri (filtri a manica). I fumi di saldatura saranno depurati mediante aspiratori portatili in grado di garantire l'aspirazione delle polveri direttamente nel punto di lavoro del personale e dotati di sistema di depurazione dell'aria che verrà reimpressa, depurata, all'interno della fabbrica stessa.

Le caratteristiche geometriche ed emissive della cabina di verniciatura e sabbiatura sono riportate nella seguente Tabella, dove i valori emissivi identificati si riferiscono a quanto associato in altri studi di settore ad analoghe

tipologie di attività. Si evidenzia che le emissioni da saldatura sono ritenute trascurabili sulla base di quanto sopra indicato.

Tabella 4.6: Caratteristiche Geometriche ed Emissive della Cabina di Verniciatura e Sabbatura

Parametro	Unità di Misura	Valore	
		Sabbatura	Verniciatura
Attività			
Portata massima fumi (fumi secchi)	Nm ³ /h	40,000	
Temperatura fumi	°C	20°C	
Velocità massima uscita camino	m/s	18.8	
Composizione Fumi			
Polveri ⁽¹⁾	mg/Nm ³	10	3
Composti Organici Volatili (COV)	mg/Nm ³	N/A	100
Dimensioni Camino			
Diametro	mm	900	
Altezza	m	6	

Note:

(1): Il sistema di abbattimento previsto (filtri a manica) è in grado di garantire emissioni inferiori a 5 mg/Nm³. In via cautelativa, sono state condotte simulazioni assumendo una concentrazione di polveri al camino pari a 10 mg/Nm³

Per quanto riguarda gli impianti di betonaggio, fabbrica conci e impianto di frantumazione, nella tabella seguente si riportano alcune caratteristiche emissive dei generatori diesel che saranno impiegati.

Tabella 4.7: Caratteristiche Geometriche ed Emissive del Generatore Diesel degli Impianti

Punto emissivo	Ciclo Funzionamento	Altezza camino	Diametro camino	Sezione uscita	T	Velocità Reale	Portata Inquinanti			
		(m)	(m)	(m ²)	(°)	(m/s)	[g/s]			
							NOx	SO ₂	PM ₁₀	CO
Impianto betonaggio/ Frantumazione/ Fabbrica conci	Continuo	3	0.15	0.02	511.3	74.7	0.105	0.0004	0.003	0.07

4.1.1.2 Prelievi Idrici

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

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

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

Nella seguente tabella sono riportate le tipologie, le modalità di approvvigionamento e le quantità relative ai prelievi idrici prevedibili nelle fasi di cantiere. Il calcolo dei consumi idrici per uso civile è stato calcolato sulla base di un consumo medio per addetto di circa 60 l/g, considerando un numero di addetti ed una durata delle fasi come riportato nella tabella successiva ed al Paragrafo 4.1.1.5.1. 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 Approvvigionamento	Stima Consumi	
				Max [m ³ /g]	Totali [m ³]
1	Cantiere di Monte	Uso civile	Acquedotto/Autobotti	10	4,500
		Produzione calcestruzzo	Acquedotto/Autobotti	-	15,000
		Produzione fanghi bentonitici	Acquedotto/Autobotti	-(3)	500
		Raffreddamento testa TBM	Acquedotto/Autobotti	115 (1)	55,000 (2)
2	Cantiere Centrale Ipogea	Uso civile	Acquedotto/Autobotti	3	1,200
		Produzione calcestruzzo	Acquedotto/Autobotti	-	20,000
		Produzione fanghi bentonitici	Acquedotto/Autobotti	-(3)	25,000
3	Cantiere di Valle	Uso civile	Acquedotto/Autobotti	2	600
		Produzione fanghi bentonitici	Acquedotto/Autobotti	-(3)	500
4	Cantiere Officina e Deposito	Uso civile	Acquedotto/Autobotti	1	450
5	Cantiere Sbocchi Scarichi Bacino Monte	Uso civile	Acquedotto/Autobotti	1	450

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.

4.1.1.3 Scarichi Idrici

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

- ✓ le intercettazioni di acque sotterranee;
- ✓ l'acqua utilizzata per il raffreddamento delle teste di scavo;
- ✓ gli scarichi civili, dopo trattamento in fossa settica;
- ✓ le acque di prima pioggia potenzialmente inquinate incidenti le aree di cantiere pavimentate. Le altre aree di cantiere non saranno pavimentate con superfici impermeabili, assicurando il naturale drenaggio delle acque meteoriche nel suolo.

In fase di collaudo della Centrale saranno presenti le sole acque di scarico del test idraulico delle condotte. Una volta utilizzata, l'acqua potrà essere convogliata al bacino Villarosa.

La seguente tabella riassume le stime relative agli scarichi idrici previsti per i cantieri del progetto.

Tabella 4.9: Scarichi Idrici in Fase di Cantiere

Cantiere	Tipologia	Modalità di trattamento	Scarico	Stima Quantità	
				Max [m ³ /g]	Totali [m ³]
Cantiere di Monte	Acque sotterranee	sistema trattamento	Corpo idrico superficiale	50 ⁽²⁾	500 ⁽⁴⁾
	Reflui civili	Fossa Imhoff	(1)	(3)	(3)
	Acque meteoriche	sistema trattamento	Corpo idrico superficiale	(5)	(5)
	Acque per raffreddamento testa TBM	sistema trattamento	Corpo idrico superficiale	115	55,000
Cantiere Centrale Ipogea	Reflui civili	Fossa Imhoff	(1)	(3)	(3)
	Acque sotterranee	sistema trattamento	Corpo idrico superficiale	50 ⁽²⁾	120,000 ⁽⁴⁾
Cantiere di Valle	Acque sotterranee	sistema trattamento	Corpo idrico superficiale	2 ⁽²⁾	300 ⁽⁴⁾
	Reflui civili	Fossa Imhoff	(1)	(3)	(3)
	Acque meteoriche	sistema trattamento	Corpo idrico superficiale	(5)	(5)
Cantiere Officina e Deposito	Reflui civili	Fossa Imhoff	(1)	(3)	(3)
	Acque meteoriche	sistema trattamento	Corpo idrico superficiale	(5)	(5)
Cantiere Sbocchi Scarico Bacino Monte	Reflui civili	Fossa Imhoff	(1)	(3)	(3)
	Acque meteoriche	sistema trattamento	Corpo idrico superficiale	(5)	(5)

Note:

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

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

(3): Per i quantitativi convogliati in fossa Imhoff, si rimanda a quanto stimato in Tabella 4.8 in relazione ai consumi idrici per uso civile.

(4): Valore stimato considerando una durata delle fasi di scavo come riportato nella Tabella 2.5 e valore medio di trattamento.

(5): Quantità funzione del regime pluviometrico. Le acque di prima pioggia saranno convogliate ad apposito pozzetto disoleatore

Si specifica che, come descritto nella “Relazione di cantiere generale” (Doc. No. 1388-A-FN-R-02-1), in ogni fase di lavoro le acque provenienti dalle gallerie verranno captate ed evacuate mediante tubazioni fino ad apposito impianto di trattamento ubicato nel cantiere antistante l’imbocco della galleria d’accesso, eventualmente con l’ausilio di stazioni intermedie di rilancio. Per le acque di lavorazione, ogni fronte di scavo o getto verrà attrezzato con apposito pozzetto di raccolta e tramite pompa di aggotamento verranno evacuate come sopra.

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

4.1.1.4 Terre e Rocce da Scavo e Produzione di Rifiuti

4.1.1.4.1 Terre e Rocce da Scavo

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

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

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

Tabella 4.10: Terre e Rocce da Scavo

Origine (Cantiere)	Tipologia	Volume di scavo [m ³]	Area di deposito	Trasporto			Volume di riporto/ripristin o [m ³]
				Partenza (Cantiere)	Destinazione finale	Modalità	
Cantiere di Monte	Terreno vegetale	696,000 (in banco 580,000)	Deposito presso la medesima area di cantiere	Cantiere di Monte	Riutilizzo nella stessa area di cantiere	-	105,000 pari a 92,000 per messa a dimora dopo compattazione
			Deposito presso la medesima area di cantiere	Cantiere di Monte	Cantiere Centrale Ipogea	Camion	3,000 pari a 2,000 per messa a dimora dopo compattazione
			Deposito presso la medesima area di cantiere	Cantiere di Monte	Cava o altro sito limitrofo per ripristini	Camion	511,000 dopo compattazione 588,000 (rigonfiati)
	Unità sedimentarie	1,818,000 (in banco 1,431,000)	Deposito presso la medesima area di cantiere	Cantiere di Monte	Riutilizzo nella stessa area di cantiere	-	1,818,000 pari a 1,590,000 per messa a dimora dopo compattazione
Cantiere Sbobchi Scarichi Bacino Monte	Unità sedimentarie	650 (in banco 500)	Deposito presso la medesima area di cantiere	Cantiere Sbobchi Scarichi Bacino Monte	Riutilizzo nella stessa area di cantiere	-	650 (rigonfiati)
Cantiere Officina e Deposito	Terreno vegetale	13,000 (in banco 11,000)	Deposito presso la medesima area di cantiere	Cantiere Officina e Deposito	Riutilizzo nella stessa area di cantiere	-	13,000 pari a 11,000 per messa in dimora dopo compattazione
Cantiere Centrale Ipogea	Unità sedimentarie	368,000 (in banco 290,000)	Deposito presso la medesima area di cantiere	Cantiere Centrale Ipogea	Riutilizzo nella stessa area di cantiere	-	368,000 pari a 319,000 per messa a dimora dopo compattazione
	Terreno vegetale	38,000 (in banco 31,000)	Deposito presso la medesima area di cantiere	Cantiere Centrale Ipogea	Riutilizzo nella stessa area di cantiere	-	41,000 (di cui 3,000 provenienti dal cantiere di monte) pari a 35,000 per messa in dimora dopo compattazione
Cantiere di valle	Terreno vegetale	30,000 (in banco 25,000)	Deposito presso la medesima area di cantiere	Cantiere di valle	Riutilizzo nella stessa area di cantiere	-	30,000 pari a 26,000 per messa in dimora dopo compattazione
	Unità sedimentarie	22,000 (in banco 18,000)	Deposito presso la medesima area di cantiere	Cantiere di valle	Riutilizzo nella stessa area di cantiere	-	2,000 pari a 2,000 per messa

Origine (Cantiere)	Tipologia	Volume di scavo [m ³]	Area di deposito	Trasporto			Volume di riporto/ripristino [m ³]
				Partenza (Cantiere)	Destinazione finale	Modalità	
			area di cantiere				in dimora dopo compattazione
			Deposito presso la medesima area di cantiere	Cantiere di valle	Bacino di monte/Cantiere centrale ipogea	Spostamento interno al cantiere tramite nastri trasportatori in galleria	20,000 (rigonfiati)

4.1.1.4.2 Produzione di Rifiuti

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

- ✓ Oli esausti, batterie, pezzi di ricambio sostituiti;
- ✓ Residui plastici, ferrosi, di materiale elettrico;
- ✓ Scarti da locali mensa;
- ✓ Rifiuti solidi urbani;
- ✓ Acque nere;
- ✓ Fanghi provenienti da trattamento delle acque;
- ✓ Calcestruzzi armati e non derivanti da demolizioni di opere temporanee.

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

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

Tabella 4.11: 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	3,000 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	600 m ³

Note:

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

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

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

4.1.1.5 Utilizzo di Materie/Risorse e Consumo di Suolo

Nella seguente Tabella sono riportate le stime effettuate in merito a:

- ✓ impiego di risorse umane, intese come numero di addetti impiegati per le diverse fasi, specificando la stima del numero massimo di addetti presenti in contemporanea ed il numero medio di presenze;
- ✓ impiego di materiali necessari alle attività (ferro per armature, Cls, Laminati, etc).

Per quanto riguarda il consumo di acqua per le necessità di cantiere, essi sono stati stimati nel paragrafo dei consumi idrici precedente.

Tabella 4.12: Utilizzo materia prime e risorse

Cantiere	Tipologia	Stima Quantità	Note
Cantiere di Monte	No. addetti	120	max
		50	medio
	Cls	50,000 m ³	-
	Acciaio	10,000 t	-
	Materiale calcareo da cava	650,000 m ³	-
Cantiere Centrale Ipogea	No. addetti	90	max
		40	medio
	Cls	120,000 m ³	-
	Acciaio	10,000 t	-
Cantiere di Valle	No. addetti	50	max
		15	medio
	Cls	4,000 m ³	-
	Acciaio	400 t	-
Cantiere Officina e Deposito	No. addetti	20	max
		10	medio
	Cls	-	-
	Acciaio	-	-
Cantiere Sbocchi Scarichi Bacino Monte	No. addetti	10	max
		5	medio
	Cls	-	-
	Acciaio	-	-

4.1.1.5.1 Occupazione/Limitazione di Suolo

Il progetto prevede la realizzazione di diverse aree di cantiere. Il dettaglio di ciascuna di esse è riportato nella seguente Tabella.

Tabella 4.13: Ubicazione e Superfici delle Aree di Cantiere

Cantiere	Comune	Superficie [m ²]
Cantiere di Monte	Calascibetta	558,000

Cantiere	Comune	Superficie [m ²]
	Villarosa	
Cantiere Centrale Ipogea	Villarosa	172,000
Cantiere di Valle	Enna, Villarosa, Calascibetta	91,000
Cantiere Officina e deposito	Calascibetta	22,000
Cantiere Sbocchi Scarichi Bacino Monte	Villarosa	1,000

4.1.1.6 Emissioni Sonore e Vibrazioni

4.1.1.6.1 Caratteristiche di Rumorosità dei Mezzi Utilizzati

Mezzi e Macchine di Cantiere

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.

Con riferimento ai mezzi impiegati nelle lavorazioni, anticipati nella precedente Tabella 2.6 di seguito per ciascun macchinario viene indicato il valore potenza sonora LWA stimata 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.

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 4.14: Caratteristiche di Rumorosità dei Mezzi

ID	Tipologia	Fissi / Mobili	Tipologia Uso (Esterno/Galleria)	Potenza [kW]	PWL [dB(A)]
1	Escavatore	Mobili	Interni/Esterni	302.0	107.0
2	Dozer Apripista	Mobili	Esterni	350.0	111.0
3	Dozer pesante	Mobili	Esterni	560.0	113.2
4	Dozer medio	Mobili	Esterni	350.0	111.0
5	Pala Gommata	Mobili	Interni/Esterni	373.0	110.0
6	Pala Cingolata	Mobili	Esterni	196.0	112.0
7	Retroescavatore	Mobili	Esterni	200.0	108.3
8	Retroescavatore leggero	Mobili	Esterni	90.0	104.5
9	Rulli compattatori (terre)	Mobili	Esterni	150.0	106.9
10	Rulli compattatori piccoli	Mobili	Esterni	34.5	99.9
11	Rulli Lisci (conglomerato bituminoso)	Mobili	Esterni	34.5	99.9
12	Rulli a piede di pecora	Mobili	Esterni	150.0	106.9
13	Autobetoniera 4 assi da 10 m ³	Mobili	Interni/Esterni	412.0	111.8

ID	Tipologia	Fissi / Mobili	Tipologia Uso (Esterno/Galleria)	Potenza [kW]	PWL [dB(A)]
14	Pompa cls	Fissi/Mobili	Interni/Esterni	115.0	95.0
15	Macchina perforatrice (per Tiranti di ancoraggio)	Fissi	Interni	125.0	106.1
16	Macchina per carotaggi	Mobili	Interni	125.0	106.1
17	Autogru	Mobili	Interni/Esterni	168.0	107.5
18	Gru	Fissi	Esterni	168.0	107.5
19	Carroponte	Fissi	Esterni	373.0	111.3
20	Grader	Mobili	Esterni	163.0	110.0
21	Finitrice	Mobili	Esterni	24.4	98.3
22	Attrezzatura per Diaframmi	Fissi	Esterni	400.0	108.3
23	Dumper	Mobili	Esterni	227.0	111.0
24	Autocarri 10 m ³	Mobili	Esterni	412.0	111.8
25	Autobotte	Mobili	Esterni	412.0	111.8
26	Generatore diesel impianto Betonaggio	Fissi	Esterni	250.0	108.0
27	Ventilatori ⁽¹⁾	Fissi	Esterni	200.0	60.0
28	Pompa Spritz	Fissi	Interni	75.0	105.5
29	Pompa aggotamento	Fissi	Interni	18.0	96.8
30	Bullonatore	Mobili	Interni	66.0	106.0
31	Posizionatori per Infilaggi	Mobili	Interni/Esterni	90.0	104.5
32	Vibratori	Fissi	Esterni	-	111.0
33	Elettrocompressori	Fissi	Esterni	400-800	74.0
34	Trasformatori Elettrici	Fissi	Esterni	1500.0	86.0
35	TBM	Mobili	Interni	560.0	113.2

Note:

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

Impianto Fabbricazione Virole

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

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

Le principali sorgenti sonore sono riportate nella seguente tabella.

Tabella 4.15: Principali Sorgenti Sonore durante la Fabbricazione Virole

Sorgenti Interne Edificio Fabbrica Virole		
Sorgenti Sonore	L_{pi} – Singola Sorgente	L_w – Singola Sorgente
Saldatrici	88.2 dB(A)	99.2 dB(A)
Torcia ArcAir	105.0 dB(A)	116.0 dB(A)
Molatrici manuali	104.1 dB(A)	115.1 dB(A)

Impianto di Betonaggio

L'impianto di betonaggio sarà caratterizzato da un funzionamento in continuo per lunghi periodi.

Le principali sorgenti sonore di tale impianto sono riassunte nella seguente tabella.

Tabella 4.16: Principali Sorgenti Sonore Impianti di Betonaggio

Sorgenti Sonore	L _{pi} – Singola Sorgente	L _w – Singola Sorgente
Impianto di Betonaggio	85 dB(A)	108 dB(A)

Impianto di Frantumazione

L'impianto di frantumazione sarà caratterizzato da un funzionamento discontinuo prevalentemente in orario diurno. Le principali sorgenti sonore di tale impianto sono riassunte nella seguente tabella.

Tabella 4.17: Principali Sorgenti Sonore Impianti di Frantumazione

Sorgenti Sonore	L _{pi} – Singola Sorgente	L _w – Singola Sorgente
Impianto di Frantumazione	85 dB(A)	108 dB(A)

La Fabbrica Conci

La fabbrica conci sarà caratterizzata da un funzionamento discontinuo con attività diurna/notturna. Le principali sorgenti sonore di tale impianto sono riassunte nella seguente tabella.

Tabella 4.18: Principali Sorgenti Sonore Fabbrica Conci

Sorgenti Sonore	L _{pi} – Singola Sorgente	L _w – Singola Sorgente
Fresa meccanica per produzione conci in cemento armato strutturale TBM	85 dB(A)	108 dB(A)

Traffico di Mezzi su Strada

La realizzazione del progetto determinerà un aumento del flusso veicolare in diverse strade a causa della movimentazione dei mezzi di trasporto materiali e dalla movimentazione pendolare degli addetti.

Numerose parti del veicolo contribuiscono alla generazione del rumore:

- ✓ motore;
- ✓ impianto di aspirazione e scarico;
- ✓ trasmissione;
- ✓ impianto di raffreddamento;
- ✓ contatto ruota-pavimentazione;
- ✓ rumore aerodinamico.

L'importanza delle diverse fonti di rumore dipende dal tipo di veicolo e dalla sua velocità. Il motore è sempre la sorgente più intensa per i veicoli pesanti, mentre per le autovetture è predominante a bassa velocità e viene superata dal rumore di rotolamento ad alta velocità.

A 50 km/ora il rumore può essere rappresentato come indicato nel seguito (Farina, 1989):

Rumorosità (dBA)	Veicolo Leggero	Veicolo Pesante
Motore	84	90
Trasmissione	65	70
Ventola di raffreddamento	65	78
Aspirazione	65	70
Scarico	74	82
Rotolamento	68	70

A bassa velocità il rumore del motore è comunque predominante, mentre ad alta velocità diviene importante anche il rotolamento. Il rumore dello scarico è sempre inferiore a quello del motore.

La stima del rumore prodotto da traffico veicolare è stata condotta con riferimento al seguente algoritmo (Borchiellini et al., 1989) utilizzato con il codice StL-86 messo a punto in Svizzera dall'EMPA (Laboratorio Federale di Prova dei Materiali ed Istituto Sperimentale).

La determinazione del livello L_{eq} in dBA avviene attraverso una serie di successive correzioni del valore di L_{eq} calcolato in un punto a distanza prefissata dalla sorgente e considerato come valore di riferimento. L'algoritmo comprende le seguenti fasi:

- a) Calcolo di L_{eq} nel caso di ricettore posto alla distanza di 1 m che vede la sorgente sotto un angolo di 180 °C e senza ostacoli interposti:

$$L_{eq} = 42 + 10 \log \left[\left[1 + \left[\frac{V}{50} \right]^3 \right] \left[1 + 20 \mu \left[1 - \frac{V}{150} \right] \right] \right] + 10 \log M$$

dove:

- V = velocità media veicoli, in km/ora;
 μ = rapporto tra veicoli pesanti e veicoli totali;
M = valore del flusso di veicoli massimo ipotizzato nel periodo considerato, in veicoli/ora. Si ipotizza che i veicoli percorrano una strada pianeggiante (pendenza $\leq 3\%$).

- 2) Per pendenze superiori al 3% occorre effettuare una correzione tramite l'aggiunta di un fattore:

$$\Delta L_p = \frac{p - 3}{2}$$

dove:

- p = pendenza media del tratto considerato.

4.1.1.6.2 Stima della Rumorosità

Nella seguente tabella è stimata la potenza sonora potenzialmente emessa nei diversi cantieri e nelle diverse fasi di lavoro, considerando solo i mezzi che lavoreranno in superficie, in quanto la rumorosità dei mezzi che opereranno in sotterraneo 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 4.19: Stima della Rumorosità dei Cantieri

Cantiere	Fase di Lavoro		Numero Totale Mezzi	PWL [dB(A)]	
CANTIERE DI MONTE	<i>Realizzazioni</i>	1a	Allestimento cantiere ed adeguamento viabilità	13	121.1
		1b	Installazioni locali per servizi tecnici di cantiere (uffici, spogliatoi, mense, etc.)	15	121.9
		1c	Preparazione aree di deposito materiale sciolto	10	118.0
		1d	Realizzazione impianto di betonaggio, fabbrica dei conci ed area di maturazione dei conci per TBM	9	118.4
		1e	Realizzazione fabbrica virole	6	117.1

Cantiere	Fase di Lavoro		Numero Totale Mezzi	PWL [dB(A)]		
	Bacino Monte	1f	Scavi rilevato, realizzazione cunicolo e accesso al cunicolo, scavi fondo, scavo e consolidamento pozzo verticale per scavi TBM	21	123.2	
		1g	Erezione rilevato e mascheramento morfologico, sfioratore di superficie e realizzazione sfioratore scarico di superficie e drenaggi	18	121.9	
		1h	stesa conglomerato bituminoso, coronamento e finiture piazzali realizzazione del calice	20	121.9	
		1i	posa virole metalliche ed intasamento con calcestruzzo	13	119.9	
	Canale drenaggio	1l	Allestimento cantiere ed adeguamento viabilità/impianistica	11	120.9	
		1m	Esecuzione canale di drenaggio dello sfioratore di superficie del bacino di monte	7	117.6	
	Vie d'acqua	1n	scavo e consolidamento galleria idraulica tra bacino di monte e pozzo paratoie (TBM)	12	121.0	
	Ripiegamento cantiere	1o	Ripiegamento cantiere	9	119.0	
	CANTIERE SBOCCO SCARICHI BACINO DI MONTE	Realizzazioni	2a	allestimento cantiere e adeguamento viabilità	6	118.7
		Sbocchi Scarico bacino di monte	2b	Sistemazione sbocco scarichi bacino di monte	8	119.3
Ripiegamento cantiere		2c	Ripiegamento cantiere	6	117.7	
CANTIERE CENTRALE IPOGEA	Adeguamento viabilità	3a	Adeguamento viabilità	14	121.6	
	Galleria d'accesso alla centrale	3b	scavo e consolidamento galleria d'accesso e relativo piazzale mascheramento morfologico	17	122.7	
	Centrale ipogea	3c	Progettazione, fabbricazione e fornitura Scavo e consolidamento centrale e sottostazione	21	122.3	
		3d	trasporto, montaggio e inghisaggio opere elettromeccaniche	8	118.9	
	Biforcazioni di monte	3e	Scavo e consolidamento gallerie idrauliche a monte e valle della centrale, fino alla biforcazione	11	120.2	
CANTIERE DI VALLE	Adeguamento viabilità	4a	Adeguamento viabilità	19	123.1	
	Pozzo paratoie	4b	Scavo e consolidamento pozzo paratoie e galleria idraulica in direzione valle	8	117.5	
		4c	recupero TBM	2	113.2	

Cantiere	Fase di Lavoro			Numero Totale Mezzi	PWL [dB(A)]
		4d	montaggio paratoie, ausiliari Chiusura paratoie	3	110.9
	Opera di presa di valle	4e	Allestimento viabilità per raggiungere opera di presa di valle	15	122.0
		4f	Esecuzione opere temporanee di dewatering Rimozione opere temporanee di dewatering	5	115.6
		4g	Scavo e consolidamento opera di presa	8	118.7
		4h	montaggio griglia presa	1	107.5
	Ripiegamento cantiere	4i	Ripiegamento cantiere	8	118.0

Mezzi e Macchinari

Traffico Veicolare

Sulla base delle informazioni riportate al successivo paragrafo relativo al traffico mezzi e alla metodologia sopra riportata, è possibile valutare le emissioni sonore da traffico veicolare generate a 1 m dall'asse stradale.

L'identificazione e la suddivisione in tratti della viabilità di cantiere è stata esposta precedente, mentre in Planimetria Doc. No. 1388-A-FN-D-05-1 (Planimetria generale delle aree di cantiere) in allegato alla documentazione progettuale, si riporta la relativa ubicazione cartografica per percorsi stradali.

Le informazioni di interesse ai fini della stima sono riportate nella seguente tabella, dove (Borchiellini, 1989):

- ✓ V: velocità media veicoli in km/ora;
- ✓ μ : rapporto tra veicoli pesanti e veicoli totali;
- ✓ M: valore del flusso di veicoli massimo ipotizzato nel periodo considerato, in veicoli/ora;
- ✓ P: pendenza media del tratto considerato.

Tabella 4.20: Stima delle Emissioni Sonore da Traffico Veicolare

Strada		Parametri				Leq (a 1 m) [dB(A)]
Tratto	km	v [km/h]	μ	M [No. mezzi/ d]	P [Pendenza %]	
CANTIERE DI MONTE						
Da SS290 a Viabilità 1	1.7	30	0.2	4.9	<3%	56.48
Viabilità 2	0.3	40	0.2	4.9	<3%	57.13
CENTRALE IPOGEA						
Da SS 290 a Viabilità 3	1	40	0.2	4.9	<3%	57.13
INBOCCO GALLERIA						
Da SS 290 a Viabilità 4	0.4	40	0.2	4.9	<3%	57.13
CANTIERE DI VALLE						
Da autostrada A19 a Viabilità 5	0.5	40	0.2	4.9	<3%	57.13

Viabilità 6	1.4	40	0.2	4.9	<3%	57.13
Viabilità 7	0.71	40	0.2	4.9	<3%	57.13

4.1.1.6.3 Vibrazioni in Fase di Cantiere

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

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

4.1.1.7 Traffico Mezzi

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

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

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.

Per quanto riguarda il traffico da mezzi pesanti, che risulta il più gravoso in termini ambientali, si stimano, cautelativamente per ciascun tratto di viabilità un numero medio di 18/20 transiti al giorno.

4.1.2 Fase di Esercizio

Nel presente Paragrafo viene presentata l'analisi delle azioni progettuali e la definizione dei fattori di impatto, per ogni componente ambientale, con riferimento alla fase di esercizio dell'opera.

4.1.2.1 Emissioni in Atmosfera

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

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

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

4.1.2.2 Prelievi Idrici

L'esercizio dell'impianto di accumulo si basa sullo spostamento di volumi di acqua tra i due bacini:

- ✓ in fase di pompaggio, lo spostamento è previsto dal bacino di valle a quello di monte;
- ✓ in fase di turbinaggio, lo spostamento è previsto dal bacino di monte a quello di valle.

Tale risorsa è quindi preservata, a meno delle perdite, principalmente dovute ad evaporazione.

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

Tabella 4.21: Prelievi Idrici in Fase di Esercizio

Tipologia	Modalità di Approvvigionamento	Quantità	Note
Reintegri	Invaso Villarosa	10.8 l/s	Stima del valore massimo di evaporazione del Bacino di monte
Acque per usi Civili	Allaccio alla rete acquedottistica	-	La Centrale non sarà presidiata ed i consumi saranno legati unicamente alla presenza

Tipologia	Modalità di Approvvigionamento	Quantità	Note
			saltuaria di addetti durante le fasi di manutenzione

4.1.2.3 Scarichi Idrici

Gli scarichi idrici relativamente all'esercizio dell'impianto sono essenzialmente riconducibili:

- ✓ allo scarico idrico delle acque di drenaggio afferenti la Centrale e alle opere sotterranee;
- ✓ ai volumi d'acqua contenuti nelle vie d'acqua al di sotto della quota dell'opera di presa di valle (che non possono essere svuotate per gravità);
- ✓ ai reflui civili del personale presente in Centrale.

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

Tabella 4.22: Scarichi Idrici in Fase di Esercizio

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

Note:

(1): non quantificabili in tale fase;

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

4.1.2.4 Produzione di Rifiuti

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

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

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

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

Tabella 4.23: Produzione di Rifiuti in Fase di Esercizio

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

Note:

- (1): *Quantità trascurabili associate alla presenza saltuaria del personale in fase di manutenzione;*
 (2): *Quantità difficilmente stimabile perché funzione delle attività di manutenzione.*

4.1.2.5 Utilizzo di Materie/Risorse e Consumo di Suolo

4.1.2.5.1 *Utilizzo di Materie/Risorse*

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

Si prevedono quindi i seguenti consumi di materie prime/risorse.

Tabella 4.24: Utilizzo di Materie Prime/Risorse in Fase di Esercizio

Risorsa	Quantità
Energia Elettrica Consumata	(1)
Olio lubrificante	3,000 l/anno
Addetti in Centrale	(2)

Note:

- (1): *la quantità sarà presa dalla produzione;*
 (2): *La Centrale non sarà presidiata e la presenza di addetti sarà saltuaria durante le fasi di manutenzione.*

4.1.2.5.2 *Occupazione/Limitazione di Suolo*

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

Tabella 4.25: Consumo di Suolo in Fase di Esercizio

Opera	Superficie [m ²]	Note
Bacino di Monte	Circa 348,000	Bacino di monte e relativo mascheramento morfologico
Opera di Presa di valle	Circa 1,770	Opera sommersa
Centrale Ipogea e Sottostazione elettrica ipogea	Circa 6,300	Area recintata superficiale, mantenuta prevalentemente a verde
Pozzo Paratoie	Circa 180	Parte sommitale (botola e porta per l'accesso)
Piazzale di Imbocco Galleria di Accesso	Circa 2,700	-
Galleria di Accesso alla Centrale	Circa 14,700	Area recintata superficiale, mantenuta prevalentemente a verde
Nuova Viabilità Definitiva	Circa 1,500 m	Strade da realizzare. È stata considerata l'intera lunghezza dei tratti di viabilità che saranno realizzati (strade tipo F)

È inoltre previsto l'adeguamento di alcuni tratti di viabilità esistente, ai fini cantieristici. Tali tratti, per una lunghezza complessiva pari a circa 4.5 km, saranno adeguati a strade urbane di tipo F.

4.1.2.6 Emissioni Sonore e Vibrazioni

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

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

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

4.1.2.7 [Traffico Mezzi](#)

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

Questi possono essere considerati del tutto trascurabili.

5 DESCRIZIONE DELLE ALTERNATIVE DI PROGETTO CONSIDERATE

5.1 IMPIANTO DI ACCUMULO IDROELETTRICO

5.1.1 Opzione Zero

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

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

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

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

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

Con riferimento ai fattori ambientali/agenti fisici potenzialmente interessati dal progetto, si riportano nel seguito le principali considerazioni emerse dall'analisi dell'opzione zero.

5.1.1.1 Popolazione e Salute Umana

Con riferimento agli aspetti generali, associati alla realizzazione di un impianto di accumulo idroelettrico mediante pompaggio in Sicilia, si può evidenziare che la realizzazione del progetto fornirà:

- ✓ maggiore stabilità del sistema elettrico in generale per la Regione Sicilia caratterizzato da una significativa presenza di impianti eolici/fotovoltaico che comportano, in fase di esercizio, una volatilità della produzione causata dalle imprevedibili condizioni meteorologiche;
- ✓ un importante risultato economico per il territorio grazie alle significative ricadute occupazionali, con creazione di indotto diretto e indiretto soprattutto in fase di cantiere, ma anche in fase di esercizio e manutenzione dell'impianto.

La mancata realizzazione del progetto comporterebbe pertanto, verosimilmente, una graduale perdita di stabilità nella fornitura elettrica, ed una crescente necessità di dotarsi di sistemi di accumulo flessibili. La realizzazione di sistemi alternativi ai fini di sopperire a tali necessità non potrebbe garantire allo stesso tempo l'efficientamento del sistema ed il limitato impatto ambientale in fase di esercizio, che garantisce l'impianto in esame.

In fase di esercizio l'impianto di accumulo idroelettrico non comporterebbe emissioni in atmosfera, né significative emissioni sonore o in generale impatti sulla salute pubblica.

5.1.1.2 Biodiversità

Il progetto prevede la realizzazione di opere in sotterraneo (Centrale, gallerie, vie d'acqua, sottostazione elettrica) o comunque sommerse (opera di presa di valle) e di opere in superficie (bacino di monte, imbocco alla galleria d'accesso, parte superiore del pozzo paratoie, limitati elementi della Centrale ipogea, viabilità).

Nessun'opera interesserà direttamente aree naturali protette o siti della Rete Natura 2000. I Cantieri in generale occuperanno una superficie di aree classificate prevalentemente come "Seminativi Semplici" (oltre 70 ha), circa 7 ha di aree classificati come "praterie aride" e in minima parte altri usi (Oliveto e Vegetazione degli ambienti umidi fluviali e lacustri - Canneti a fragmite e incolti).

In fase di esercizio l'impianto di accumulo non sarà caratterizzato da emissioni di inquinanti o rumore significative, che alterino gli equilibri ecosistemici del sito. Localmente sono ipotizzabili solo potenziali variazioni microclimatiche

correlate alla presenza, seppur non permanente, della massa d’acqua del bacino di monte in aree prevalentemente agricole e già caratterizzate in passato (fino agli anni ’30) dalla presenza di un bacino idrico (Lago Stelo).

Impianti alternativi o comunque sistemi che siano in grado di garantire la flessibilità di esercizio dell’impianto in esame, a parità di potenza, non potrebbero altresì garantire un limitato impatto ambientale in fase di esercizio in termini di emissioni sonore e di inquinanti o in termini di occupazione suolo.

La scelta di realizzare le strutture e gli impianti prevalentemente in sotterraneo permetterà un risparmio notevole nel consumo di suolo.

5.1.1.3 Suolo, Uso Suolo e Patrimonio Agroalimentare

Gli impatti sulla componente possono essere ricondotti sostanzialmente alle opere di superficie e quindi prevalentemente al bacino di monte ed in misura molto minore al piazzale di imbocco alla galleria di accesso, alla parte sommitale del pozzo paratoie, a limitati elementi superficiali della Centrale e alla viabilità.

Si evidenzia che a fronte del consumo di suolo previsto soprattutto per la realizzazione del bacino di monte il progetto non ne comporta di ulteriori, sfruttando l’esistente invaso Villarosa, a valle, all’interno del quale sarà inoltre prevista l’opera di presa.

La scelta di realizzare le strutture e gli impianti prevalentemente in sotterraneo permetterà quindi un risparmio notevole nel consumo di suolo.

5.1.1.4 Geologia e Acque

La Centrale movimenterà giornalmente volumi di acqua fra i due bacini, con un ciclo che può definirsi chiuso.

L’acqua è una risorsa rinnovabile e già disponibile grazie all’invaso Villarosa, diversamente da combustibili quali il gas naturale, il carbone e altri combustibili.

L’esercizio dell’impianto di accumulo non prevede prelievi idrici, ad eccezione di modeste quantità di reintegro dovute alla naturale evaporazione considerata comunque trascurabile rispetto al totale della risorsa movimentata. Inoltre, l’acqua utilizzata non subirà alcuna modifica chimica nella composizione e nell’ossigenazione rispetto al suo stato originario.

Altre tipologie di impianto in grado di garantire tale flessibilità di esercizio possono avere consumi di acqua variabili in funzione della tipologia, ma comunque più elevati.

5.1.1.5 Atmosfera: Aria e Clima

L’esercizio del nuovo impianto di accumulo idroelettrico non comporterà emissioni di inquinanti in atmosfera a scala locale in quanto:

- ✓ in fase di turbinaggio l’alimentazione è assicurata dalle risorse idriche dell’invaso di monte, precedentemente prelevate dall’esistente invaso Villarosa;
- ✓ in fase di pompaggio i gruppi turbina-pompa-generatore/motore sono ad alimentazione elettrica.

Le uniche emissioni a scala locale saranno riconducibili alla sola fase di cantiere. Infatti, in fase di esercizio le uniche emissioni sono considerate trascurabili in quanto legate solamente al traffico veicolare per il trasporto addetti per gli interventi di manutenzione/ispezione, che per questa tipologia di opere non sono frequenti.

Per soddisfare le necessità di una maggiore stabilità della fornitura elettrica, in considerazione delle dimensioni di impianto in gioco, è ipotizzabile la realizzazione di altre tipologie di impianto, generalmente caratterizzate da ricadute ambientali in termini di emissioni in atmosfera sicuramente superiori rispetto a quelle dell’impianto in progetto.

5.1.1.6 Sistema Paesaggistico: Paesaggio, Patrimonio Culturale e Beni Materiali

Il progetto prevede la realizzazione di opere in sotterraneo (Centrale, galleria, vie d’acqua, sottostazione elettrica) o comunque sommerse (opera di presa di valle) e di opere in superficie (bacino di monte, imbocco alle opere sotterranee, parte superiore del pozzo paratoie, viabilità). La realizzazione del bacino di monte, principale opera in superficie, è prevista in una zona classificata a livello comunale come agricola, tendenzialmente pianeggiante e priva di rilievi significativi che possano in qualche modo incrementare la visibilità dell’opera anche da distanze significative. Considerando che verrà realizzato un mascheramento morfologico degli argini esterni del bacino, il

bacino sarà visibile unicamente da distanze molto ravvicinate, confondendosi nel paesaggio a mano a mano che ci si allontanerà da esso.

Per ulteriori dettagli del progetto e del suo inserimento nel paesaggio si rimanda al documento LAND “Studio preliminare di inserimento paesaggistico” in appendice alla Relazione Paesaggistica Doc. No. P0037241-1-H6).

5.1.1.7 Rumore e Vibrazioni

In considerazione delle caratteristiche dell'opera (impianti sotterranei) non vengono determinati impatti acustici significativi nelle aree esterne. Le interferenze saranno riconducibili esclusivamente alle operazioni di cantiere, le avranno carattere temporaneo.

Restano naturalmente valide le considerazioni relative al fatto che la mancata realizzazione del progetto determinerebbe la possibilità di realizzare altre tipologie di impianto che, a parità di potenza e di flessibilità di esercizio, comporterebbero maggiori ricadute ambientali in termini di modifica della rumorosità esistente.

5.1.2 Alternative di Progetto

In Appendice A al presente documento, alla quale si rimanda per maggiori dettagli, è riportata una accurata analisi delle alternative progettuali (e.g. localizzative, dimensionali, tecnologiche, etc.), che sono state prese in considerazione per il progetto in esame e che hanno portato alla definizione della soluzione proposta.

5.2 OPERE CONNESSE

5.2.1 Opzione Zero

La mancata realizzazione dell'opera in progetto comporterà la non realizzazione dell'impianto di pompaggio mediante accumulo ad alta flessibilità “Villarosa” e delle opere propedeutiche alla sua realizzazione. In particolare, tale eventualità comporterà:

- ✓ Mancato miglioramento della magliatura della rete AAT a 380 kV nella provincia di Enna;
- ✓ Mancato miglioramento della magliatura della rete AT a 150 kV nella provincia di Enna;
- ✓ Mancata realizzazione delle Stazione Elettrica di trasformazione 380/150/36 kV di “Calascibetta”;
- ✓ Mancato aumento di produzione di energia elettrica da FER, a favore del mantenimento della produzione da fonti non rinnovabili in contraddizione con i principi pronunciati dall'Unione Europea in merito alla transizione energetica a fonti rinnovabili, e conseguente mancata diminuzione di inquinamento atmosferico;
- ✓ Mancata realizzazione di risorse atte a garantire la regolazione del sistema elettrico e la sua adeguatezza ed inerzia per coprire picchi di carico;
- ✓ Mancata realizzazione di un'adeguata quota di capacità di accumulo quale fattore essenziale del processo di transizione verso un sistema energetico decarbonizzato, in quanto gli impianti di pompaggio mediante accumulo prelevano energia dalla rete quando la richiesta è bassa e immettono energia nella rete quando la richiesta è alta; impianti ad alta flessibilità come quello in progetto consentono risposte rapide a queste esigenze di rete.

5.2.2 Scenari Alternativi

Al fine di individuare ipotesi di corridoi alternativi di fattibilità per la connessione alla RTN dell'impianto di pompaggio in progetto si è reso necessario individuare, in via preliminare, quali aree potessero essere potenzialmente idonee ad ubicare una nuova Stazione Elettrica 380/150/36 kV RTN. La scelta localizzativa di una nuova SE è vincolata da fattori sia tecnici che geografici. Un primo aspetto riguarda la necessità della vicinanza tra la SE e l'elettrodotto 380 kV in doppia terna in progetto “Chiamonte Gulfi - Ciminna” al fine di limitare, per ridurre l'impatto visivo e il consumo di suolo, la lunghezza dell'entra-esci dalla stazione. Un secondo aspetto riguarda la necessità di individuare un'area che abbia i requisiti tecnici dimensionali e infrastrutturali necessari al fine di ospitare un impianto di queste dimensioni, limitando il più possibile la realizzazione di piste di cantiere, strade di accesso e sbancamenti, con il conseguente ulteriore carico ambientale e di consumo di suolo, oltre quello necessario alla realizzazione dell'impianto. Un terzo aspetto rilevante è legato alla visibilità dell'opera da parte di chi vive il territorio sia in modo permanente che in modo sporadico (turista occasionale) o stagionale (seconde case, case vacanza).

In fase di studio preliminare sono state individuate tre soluzioni con caratteristiche dimensionali differenti e ciascuna di essa ha delle particolarità in termini di intervisibilità e distanza dai principali centri abitati, presenza o meno di

elementi di pregio architettonico e paesaggistico o elementi orografici e vegetazionali che possono mitigare o amplificare la invisibilità dell'impianto. Tutte le tre aree sono attualmente ad uso agricolo.

L'analisi svolta ha poi permesso di individuare dei corridoi di fattibilità per la connessione selezionando percorsi che contemporaneamente tendano ad evitare l'attraversamento di territori di pregio ambientale, paesaggistico e/o culturale, privilegiando per quanto possibile aree ad elevata attrazione per la realizzazione dell'intervento, e non si discostino eccessivamente dal percorso più breve che congiunge le due stazioni di origine e destinazione (Sottostazione elettrica e Nuova Stazione Terna).

Sono quindi state ipotizzate tre possibili soluzioni di connessione alla RTN dell'impianto di accumulo idroelettrico Edison. Nella figura di seguito sono indicati i corridoi di fattibilità ambientale derivanti dalla caratterizzazione ambientale effettuata nello Studio di Perfettibilità propedeutico al SIA.

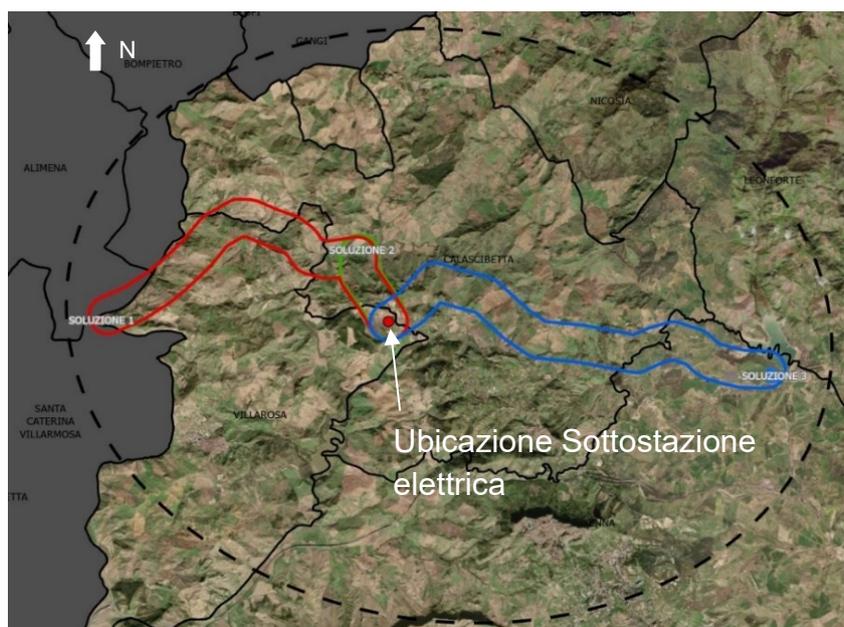


Figura 5.1: Corridoi di fattibilità analizzati

Nella tabella di seguito si riportano le caratteristiche delle 3 soluzioni analizzate e rappresentate nell'immagine precedente.

N. soluzione	Comuni interessati	Lunghezza corridoio
1	Calascibetta-Villarosa	circa 10 km
2	Calascibetta-Villarosa	circa 2 Km
3	Calascibetta-Villarosa - Enna	circa 11 Km

Nelle immagini seguenti si riportano i dettagli di localizzazione geografica di ciascuna delle 3 soluzioni.

- ✓ **Soluzione 1:** 10 km di lunghezza corridoio e 2 comuni interessati (Calascibetta – Villarosa)

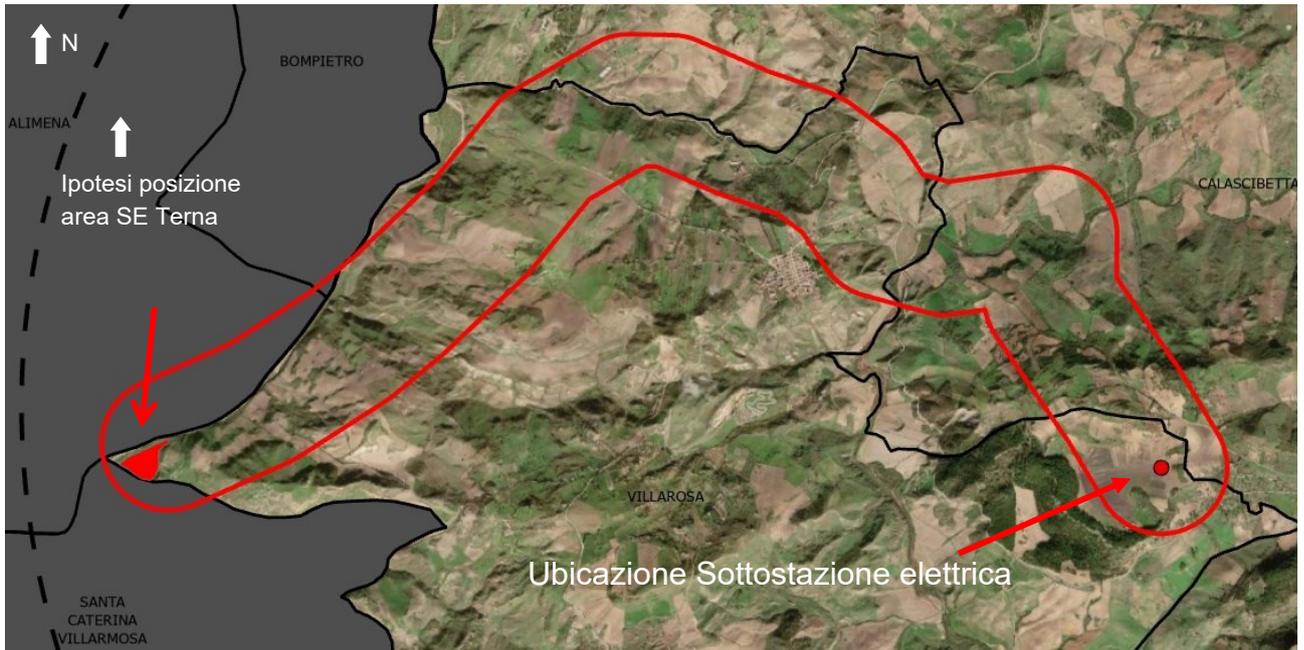


Figura 5.2: Corridoio fattibilità Soluzione 1



Figura 5.3: Ipotesi posizione area SE Terna – Soluzione 1

- ✓ **Soluzione 2:** 2 km di lunghezza corridoio e 2 comuni interessati (Calascibetta –Villarosa)

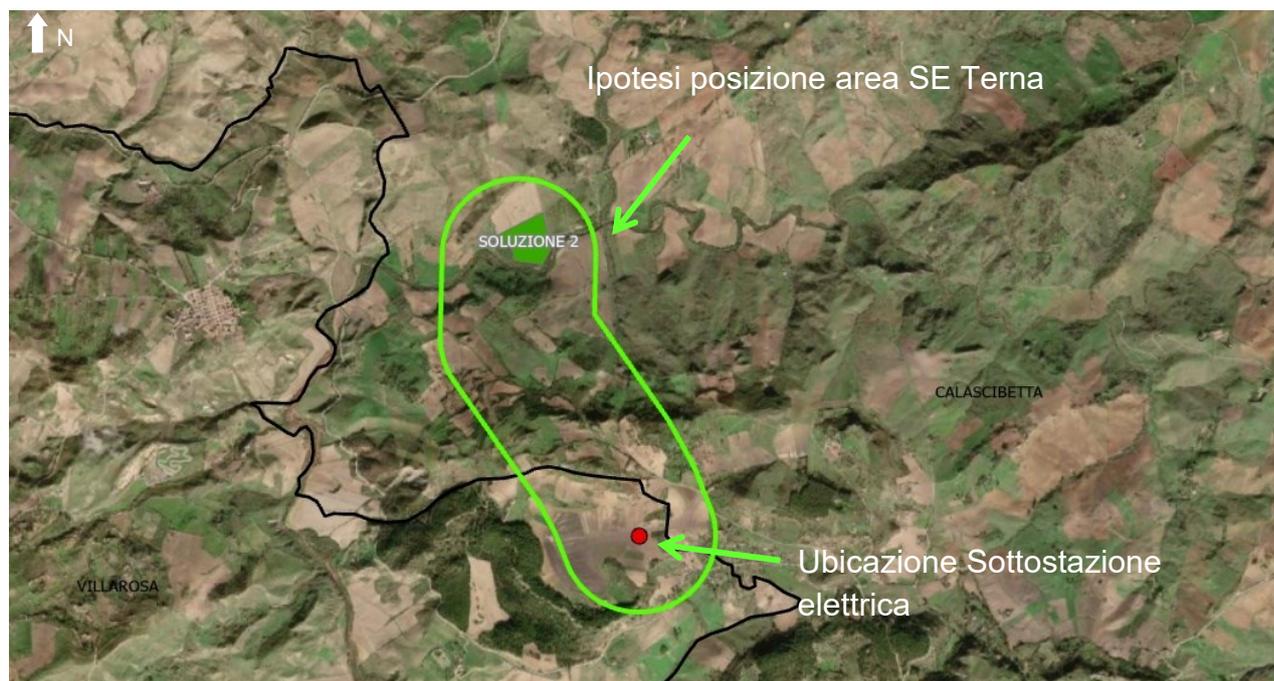


Figura 5.4: Corridoio fattibilità Soluzione 2

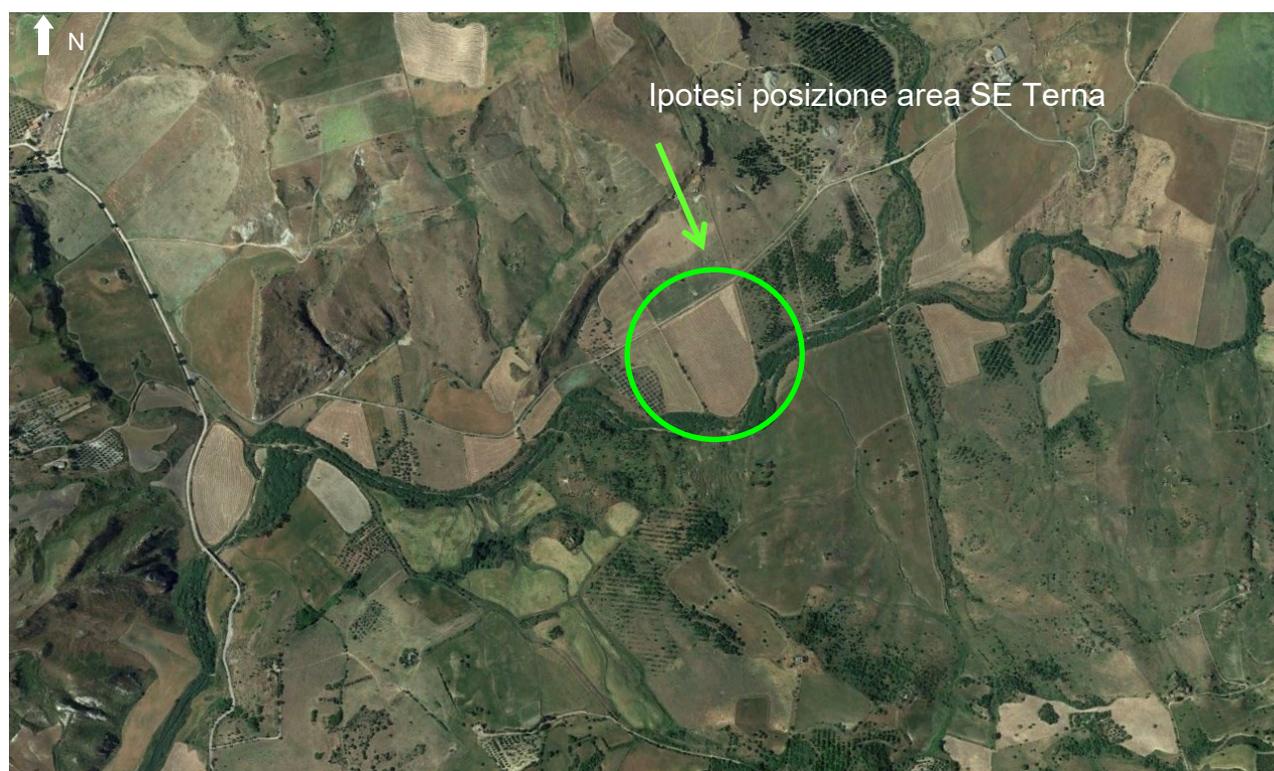


Figura 5.5: Ipotesi posizione area SE Terna – Soluzione 2

- ✓ **Soluzione 3:** 11 km di lunghezza corridoio e 3 comuni interessati (Calascibetta – Enna – Villarosa)

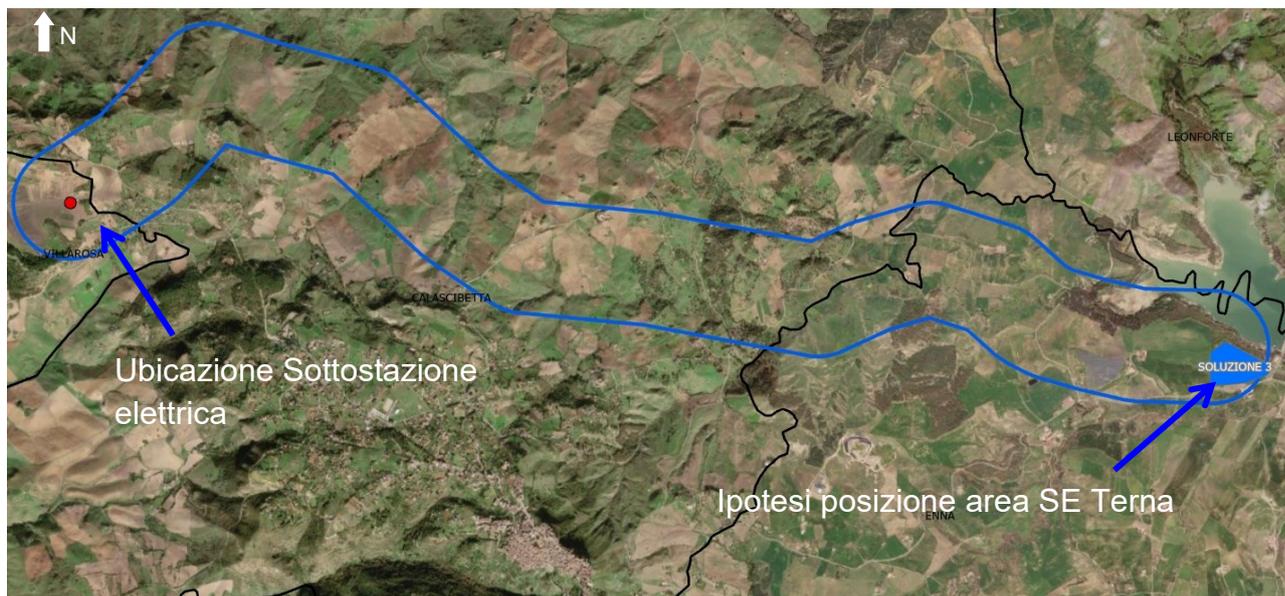


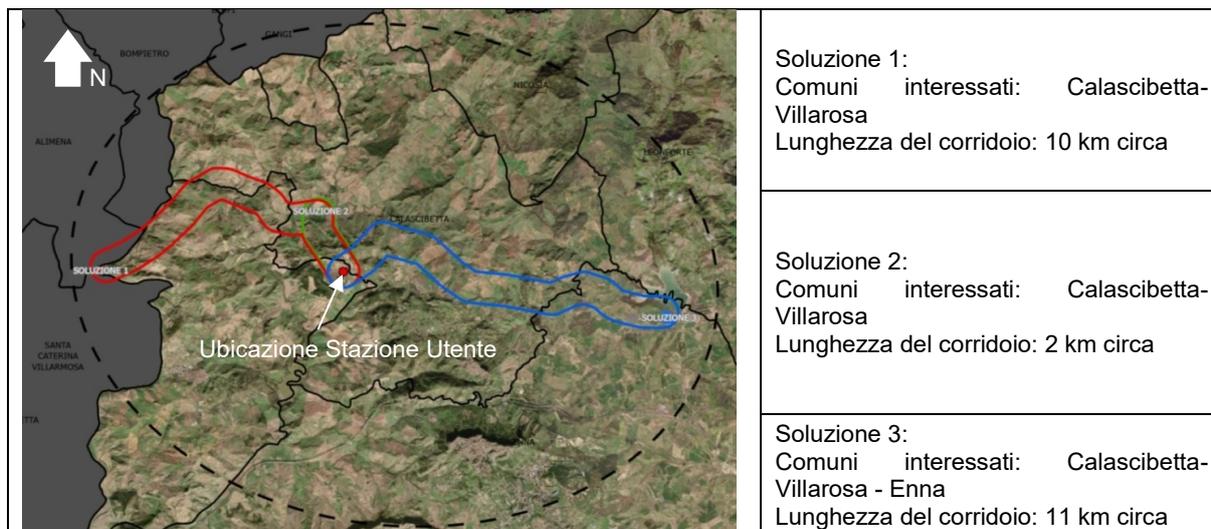
Figura 5.6: Corridoio fattibilità Soluzione 3



Figura 5.7: Ipotesi posizione area SE Terna – Soluzione 3

5.2.2.1 Principali caratteristiche tecniche delle soluzioni proposte

Di seguito si riportano la sintesi delle principali caratteristiche tecniche delle soluzioni proposte e la sintesi delle caratteristiche geologiche e geotecniche riscontrate.



	Soluzione 1	Soluzione 2	Soluzione 3
Lunghezza del corridoio (km)	10	2	11
Distanza area SE Terna ed elettrodotto 380 kV doppia terna "Chiaramonte Gulfi - Ciminna" (m)	1000	0	200
Numero comuni interessati dall'intervento	2	2	3
Comuni interessati dall'intervento	Calascibetta-Villarosa	Calascibetta-Villarosa	Calascibetta-Villarosa - Enna

ANALISI GEOLOGICHE E GEOTECNICHE										
Soluzione	Scenari stato attuale PGRA	Pericolo idraulico (Pericolo alluvioni PAI)	Pericolo geomorfologico (Pericolo frana PAI)					Siti di attenzione (% su area corridoio)	Classificazione sismica comuni interessati	Differenza di altitudine media SE rispetto all'alveo attivo (m)
			P4	P3	P2	P1				
1 corridoio	-	-	1	6	22	28	60%	2		
1 SE	-	-	-	-	-	-	-	2	7	
2 corridoio	-	-	1	-	2	2	4%	2		
2 SE	-	-	-	-	-	-	-	2	3	
3 corridoio	-	-	1	2	32	21	-	2		
3 SE	-	-	-	-	-	-	-	2	19	

Dalle indagini effettuate emerge che il corridoio di miglior fattibilità ambientale da un punto di vista tecnico (sviluppo lineare della connessione) risulta essere il n. 2. Oltre ad avere una inferiore estensione presenta una minor interferenza con aree di pericolosità geomorfologica. Da rilevare invece che le soluzioni di stazione 1 e 2 hanno una altitudine media rispetto all'alveo attivo abbastanza critica anche se non risultano, dalle indagini effettuate sulle cartografie vigenti e disponibili sui geoportali istituzionali, scenari di pericolosità alluvionali né da PGRA né da PAI.

5.2.2.2 Analisi degli indicatori ambientali e tecnici scelti

Di seguito si riportano la sintesi dei parametri paesaggistici, ambientali, geologici e naturalistici, utilizzati nello studio di prefattibilità, per individuare, tra le tre soluzioni progettuali proposte, quelle con la miglior fattibilità tecnico-ambientale.

Strato informativo analizzato	Parametro
INDICATORI PAESAGGISTICI E AMBIENTALI	
b) i territori contermini ai laghi compresi in una fascia della profondità di 300 metri dalla linea di battigia, anche per i territori elevati sui laghi;	si (1)/no(0)
c) i fiumi, i torrenti, i corsi d'acqua iscritti negli elenchi previsti dal testo unico delle disposizioni di legge sulle acque ed impianti elettrici, approvato con regio decreto 11 dicembre 1933, n. 1775, e le relative sponde o piedi degli argini per una fascia di 150 metri ciascuna;	si (1)/no(0)
g) i territori coperti da foreste e da boschi, ancorché percorsi o danneggiati dal fuoco, e quelli sottoposti a vincolo di rimboschimento, come definiti dall'articolo 2, commi 2 e 6, del decreto legislativo 18 maggio 2001, n. 227 (norma abrogata, ora il riferimento è agli articoli 3 e 4 del decreto legislativo n. 34 del 2018);	si (1)/no(0)
h) le aree assegnate alle università agrarie e le zone gravate da usi civici;	Dato da verificare in una fase progettuale successiva
Aree tutelate ai sensi del DLgs 42/2004 Vincoli ex artt. 136 e 157.	si (1)/no(0)
Rete Trazzerale della Sicilia	No. di trazzere intercettate dall'area studio
Beni paesaggistici e architettonici individuati nel censimento del PTP di Enna	No. di beni paesaggistici e architettonici intercettate dall'area studio
Beni paesaggistici e architettonici individuati nel dato regionale servizio WMS	No. di beni paesaggistici e architettonici intercettate dall'area studio
Geositi dato regionale / ISPRA	No. di geositi intercettati
Geositi dato Consorzio di comuni di Enna	No. di geositi intercettati
Aree archeologiche e Siti Archeologici (Dato Regionale e del Consorzio di comuni di Enna)	No. di aree/siti intercettati
Parchi - aree protette - siti facenti parte la rete Natura 2000	No. di siti intercettati
Rete ecologica regionale	No. di tipologie di aree intercettate
Vincolo Idrogeologico R.D. 3267/1923	si (1)/no(0)
Presenza di cave (Dato Regionale e del Consorzio di comuni di Enna)	si (1)/no(0)

Strato informativo analizzato	Parametro
Presenza di miniere (Dato Regionale e del Consorzio di comuni di Enna)	si (1)/no(0)
INDICATORI DI CARATTERE TECNICO-PROGETTUALE	
Fascia di fattibilità ambientale delle Linea in progetto “Elettrodotto 380kV doppia terna “Chiaramonte Gulfi - Ciminna”	si (1)/no(0)
Sviluppo lineare del tracciato	m
Distanza area stazione - linea Terna “Chiaramonte Gulfi - Ciminna”	m
INDICATORI DI CARATTERE GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO	
Pericolo geomorfologico (Pericolo frana PAI) P4	No. di interferenze
Pericolo geomorfologico (Pericolo frana PAI) P3	No. di interferenze
Pericolo geomorfologico (Pericolo frana PAI) P2	No. di interferenze
Pericolo geomorfologico (Pericolo frana PAI) P1	No. di interferenze
Pericolo geomorfologico - Siti di attenzione	% su area corridoio
Differenza di altitudine media SE rispetto all'alveo attivo (Solo per le aree stazione)	m

Dopo aver eseguito il calcolo degli indicatori per le varie ipotesi progettuali da confrontare, sono stati assegnati i punteggi, sulla base della performance ambientale relativa a ciascun indicatore. In pratica è stato calcolato il valore di ogni indicatore per tutte le alternative esaminate e poi è stato assegnato il punteggio più basso all'alternativa con la performance migliore. Dopo aver calcolato, per ogni alternativa progettuale in esame, tutti gli indicatori e assegnato i relativi punteggi di performance ambientale, sono stati sommati i punteggi su ogni ipotesi progettuale analizzata in modo da ottenere un punteggio di performance ambientale totale.

I punteggi di performance ambientale sono stati attribuiti sulla base della valutazione delle significatività dei potenziali impatti. Il confronto tra i valori totali ottenuti permette una valutazione e una gerarchizzazione delle alternative. Chiaramente, a punteggi più bassi corrisponderanno alternative con migliore performance ambientale (quindi più sostenibili) e a punteggi più alti alternative con una performance ambientale peggiore. Si precisa che ogni indicatore è stato poi opportunamente pesato con valori che variano da 0 a 1 per ottenere un punteggio pesato, quello poi utilizzato per definire la soluzione a minor costo ambientale. Il valore “1” è stato assegnato agli indicatori di maggior peso (o maggior valore, importanza ambientale).

VALORE	PUNTEGGIO	PERFORMANCE AMBIENTALE
Molto alto	-3	Migliore (elevato livello di performance)
Alto	-2	
Medio	-1	
Neutro	0	
Medio	1	
Alto	2	
Molto alto	3	Peggiora (basso livello di performance)

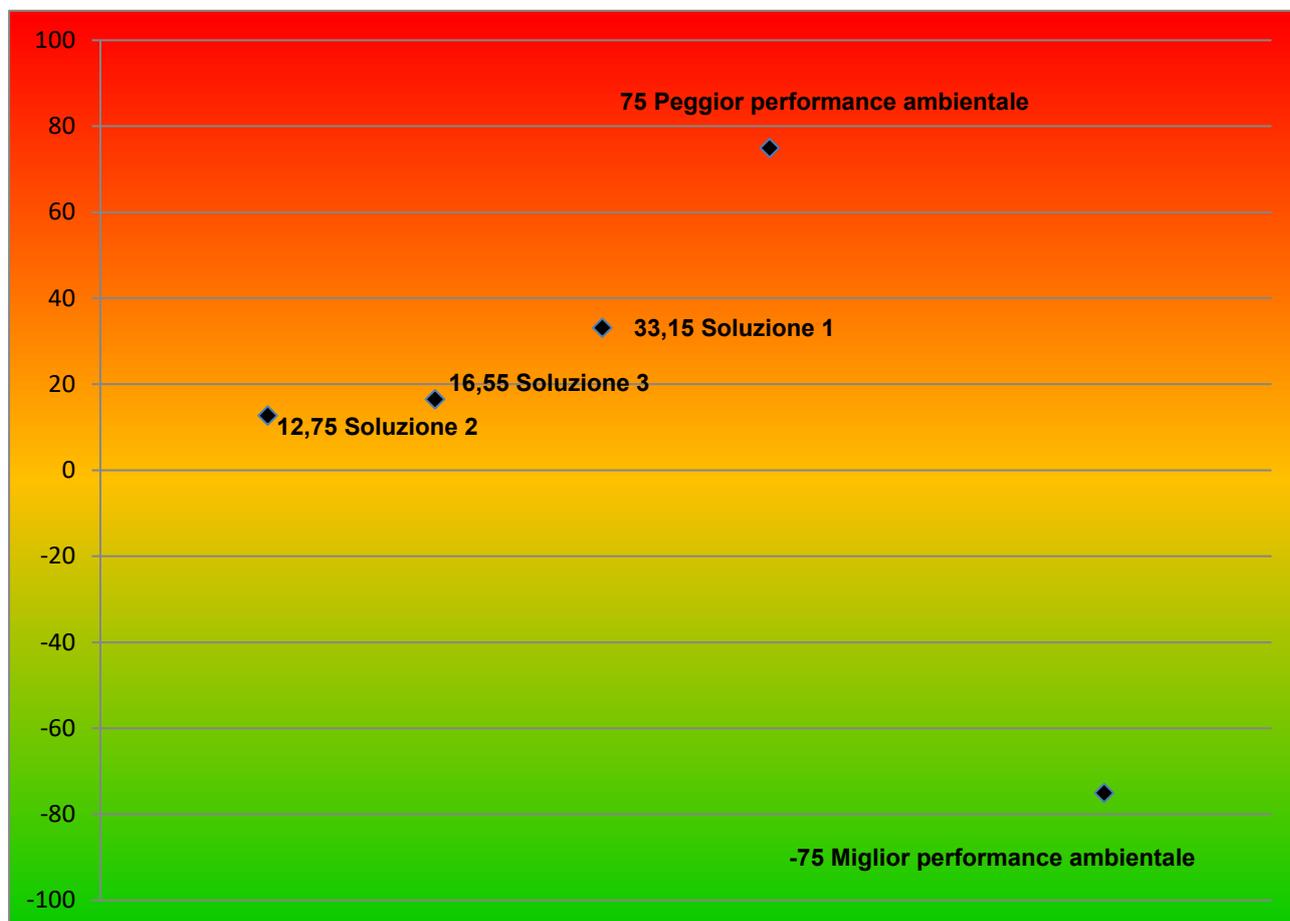
Attribuendo il punteggio -3 a tutti gli indicatori proposti (e attribuendo a ciascuno di essi il peso 3) si ottiene il valore -75 che può essere utilizzato come riferimento del valore che rappresenta la miglior performance ambientale. Attribuendo invece il punteggio 3 a tutti gli indicatori proposti (e attribuendo a ciascuno di essi il peso 3) si ottiene il valore 75 che può essere utilizzato come riferimento del valore che rappresenta la peggior performance ambientale.

Tabella di sintesi: Caratterizzazione delle alternative																					
Strato informativo analizzato	Parametro	Soluzione 1						Soluzione 2						Soluzione 3							
		Fascia di fattibilità ambientale linea elettrica di utenza			Area nuova stazione elettrica			Tot	Fascia di fattibilità ambientale linea elettrica di utenza			Area nuova stazione elettrica			Tot	Fascia di fattibilità ambientale linea elettrica di utenza			Area nuova stazione elettrica		
Indicatori		Parametro quali quantitativo	Punteggio	Peso	Parametro quali quantitativo	Punteggio	Peso		Parametro quali quantitativo	Punteggio	Peso	Parametro quali quantitativo	Punteggio	Peso		Parametro quali quantitativo	Punteggio	Peso	Parametro quali quantitativo	Punteggio	Peso
INDICATORI PAESAGGISTICI E AMBIENTALI																					
b) i territori contermini ai laghi compresi in una fascia della profondità di 300 metri dalla linea di battigia, anche per i territori elevati sui laghi;	si (1)/no(0)	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1	2	
c) i fiumi, i torrenti, i corsi d'acqua iscritti negli elenchi previsti dal testo unico delle disposizioni di legge sulle acque ed impianti elettrici, approvato con regio decreto 11 dicembre 1933, n. 1775, e le relative sponde o piedi degli argini per una fascia di 150 metri ciascuna;	si (1)/no(0)	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	0	0	1
g) i territori coperti da foreste e da boschi, ancorché percorsi o danneggiati dal fuoco, e quelli sottoposti a vincolo di rimboschimento, come definiti dall'articolo 2, commi 2 e 6, del decreto legislativo 18 maggio 2001, n. 227 (norma abrogata, ora il riferimento è agli articoli 3 e 4 del decreto legislativo n. 34 del 2018);	si (1)/no(0)	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	2
h) le aree assegnate alle università agrarie e le zone gravate da usi civici;	Dato da verificare in una fase progettuale successiva																				
Aree tutelate ai sensi del DLgs 42/2004 Vincoli ex artt. 136 e 157.	si (1)/no(0)	1	1	3	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Rete Trazzerale della Sicilia	n. di trazzere intercettate dall'area studio	5	3	0.5	1	1	0.5	2	2	2	0.5	1	1	0.5	1.5	5	3	0.5	1	1	0.5

Tabella di sintesi: Caratterizzazione delle alternative																						
Strato informativo analizzato	Parametro	Soluzione 1						Soluzione 2						Soluzione 3								
		Fascia di fattibilità ambientale linea elettrica di utenza			Area nuova stazione elettrica			Tot	Fascia di fattibilità ambientale linea elettrica di utenza			Area nuova stazione elettrica			Tot	Fascia di fattibilità ambientale linea elettrica di utenza			Area nuova stazione elettrica			Tot
Indicatori		Parametro quali quantitativo	Punteggio	Peso	Parametro quali quantitativo	Punteggio	Peso			Parametro quali quantitativo	Punteggio	Peso	Parametro quali quantitativo	Punteggio		Peso		Parametro quali quantitativo	Punteggio	Peso	Parametro quali quantitativo	
Beni paesaggistici e architettonici individuati nel censimento del PTP di Enna	N. di beni paesaggistici e architettonici intercettate dall'area studio	2	2	1	0	0	1	2	2	2	1	0	0	1	2	1	1	1	0	0	1	1
Beni paesaggistici e architettonici individuati nel dato regionale servizio WMS	N. di beni paesaggistici e architettonici intercettate dall'area studio	5	3	1	0	0	1	3	2	2	1	0	0	1	2	1	1	1	0	0	1	1
Geositi dato regionale / ISPRA	n di geositi intercettati	0	0	0.5	0	0	0.5	0	0	0	0.5	0	0	0.5	0	0	0	0.5	0	0	0.5	0
Geositi dato Consorzio di comuni di Enna	n di geositi intercettati	1	1	0.5	0	0	0.5	0.5	1	1	0.5	0	0	0.5	0.5	1	1	0.5	0	0	0.5	0.5
Aree archeologiche e Siti Archeologici (Dato Regionale e del Consorzio di comuni di Enna)	N. di aree/siti intercettati	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0
Parchi - aree protette - siti facenti parte la rete Natura 2000	n di siti intercettati	1	2	1	0	0	1	2	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0
Rete ecologica regionale	n di tipologie di aree intercettate	2	2	1	2	2	1	4	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	0	0	1	1
Vincolo Idrogeologico R.D. 3267/1923	si (1)/no(0)	1	1	0.5	1	1	0.5	1	1	1	0.5	0	1	0.5	1	1	1	0.5	0	1	0.5	1
Presenza di cave (Dato Regionale e del Consorzio di comuni di Enna)	si (1)/no(0)	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0

Tabella di sintesi: Caratterizzazione delle alternative																						
Strato informativo analizzato	Parametro	Soluzione 1						Soluzione 2						Soluzione 3								
		Fascia di fattibilità ambientale linea elettrica di utenza			Area nuova stazione elettrica			Tot	Fascia di fattibilità ambientale linea elettrica di utenza			Area nuova stazione elettrica			Tot	Fascia di fattibilità ambientale linea elettrica di utenza			Area nuova stazione elettrica			Tot
Indicatori		Parametro quali quantitativo	Punteggio	Peso	Parametro quali quantitativo	Punteggio	Peso			Parametro quali quantitativo	Punteggio	Peso	Parametro quali quantitativo	Punteggio		Peso		Parametro quali quantitativo	Punteggio	Peso	Parametro quali quantitativo	
Presenza di miniere (Dato Regionale e del Consorzio di comuni di Enna)	si (1)/no(0)	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1
INDICATORI DI CARATTERE TECNICO-PROGETTUALE																						
Fascia di fattibilità ambientale delle Linea in progetto "Elettrodotto 380kV doppia terna "Chiaromonte Gulfi - Ciminna"	si (1)/no(0)	1	-3	1	1	-3	1	-6	1	-3	1	1	-3	1	-6	1	-3	1	0	0	1	-3
Sviluppo lineare del tracciato	m	10	3	1	0	0	0	3	2	1	1	0	0	0	1	11	3	1	0	0	0	3
Distanza area stazione - linea Terna "Chiaromonte Gulfi - Ciminna"	m		0	0	1000	3	1	3				0	-3	1	-3				200	1	1	1
INDICATORI DI CARATTERE GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO																						
Pericolo geomorfologico (Pericolo frana PAI) P4	n. di interferenze	1	3	1	0	0	0	3	1	3	1	0	0	0	3	1	3	1	0	0	0	3
Pericolo geomorfologico (Pericolo frana PAI) P3	n. di interferenze	6	3	0.8	0	0	0	2.4	0	0	0.8	0	0	0	0	2	1	0.8	0	0	0	0.8
Pericolo geomorfologico (Pericolo frana PAI) P2	n. di interferenze	22	3	0.5	0	0	0	1.5	2	1	0.5	0	0	0	0.5	32	3	0.5	0	0	0	1.5
Pericolo geomorfologico (Pericolo frana PAI) P1	n. di interferenze	28	3	0.25	0	0	0	0.75	2	1	0.25	0	0	0	0.25	21	3	0.25	0	0	0	0.75
Pericolo geomorfologico - Siti di attenzione	% su area corridoio	60	3	1	0	0	0	3	4	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
Differenza di altitudine media SE rispetto all'alveo attivo (Solo per le aree stazione)	m	0	0	0	7	1	1	1	0	0	0	3	3	1	3	0	0	0	19	-3	1	-3
								33.15							12.75							16.55

5.2.2.3 Soluzione a Miglior Fattibilità Tecnico-Ambientale



Dal grafico emerge come le soluzioni proposte sono distribuite nella zona centrale del grafico, con valori sostanzialmente simili.

L'attribuzione dei pesi permette di distinguere e valorizzare gli indicatori che hanno un peso maggiore (in riferimento alla tipologia di opera in progetto) rispetto ad altri.

Dallo studio effettuato emerge quindi che la Soluzione 2, è quella con la miglior fattibilità tecnico-ambientale e quindi preferibile rispetto alle altre soluzioni esaminate e pertanto la soluzione 2 è stata sviluppata e ottimizzata in sede di SIA e di PTO.

5.2.3 Ottimizzazioni in Fase di SIA e di PTO

In fase di PTO e di SIA si è proceduto sviluppando una serie di differenti ipotesi di tracciato per la connessione della futura Stazione Utente di Edison alla RTN, tenendo come “punto fermo” l'area di ubicazione della futura SE 380 kV come da “Soluzione 2” cioè nel Comune di Calascibetta.

Al fine di limitare l'impatto visivo delle opere, si è cercato di individuare una soluzione di connessione alternativa ad un elettrodotto aereo, proponendo alcune soluzioni progettuali in cavo interrato.

L'obiettivo quindi è quello di individuare il percorso per l'ubicazione di una connessione AT di utenza che raggiunga la SE in progetto (Area di stazione - soluzione n.2 dello studio di pre-fattibilità) sfruttando il più possibile strade esistenti al fine di minimizzare le interferenze con aree a valenza ambientale.

In prima battuta, si sono ipotizzati due possibili tracciati di cavo interrato (hp cavo 1 e hp cavo 2) con una variante per la ipotesi 2 (hp cavo 2 –var). Il primo tratto delle tre ipotesi era comune e prevedeva una posa in un pozzo

verticale apposito che permettesse ai conduttori 380 kV di arrivare in superficie e poi proseguire il loro percorso, su viabilità esistente e terreni agricoli, fino alla futura SE Terna.

A seguito di una ottimizzazione di progetto per l'impianto di pompaggio, si è scelto di non prevedere la posa del cavo in pozzo ma bensì di installarlo nella galleria di accesso alla centrale in ipogeo (tracciato lilla nell'immagine) andando così a sfruttare un'opera già prevista per l'impianto stesso ed evitando ulteriori scavi e consumo di risorse. A partire dall'uscita della galleria, si sono ipotizzati due percorsi principali del cavo: hp cavo 3 e hp cavo 4. In particolare, hp cavo 3 prevede un primo tratto su viabilità interpodereale, un secondo tratto lungo la S.S. 290, un terzo tratto lungo la viabilità del coronamento del bacino di monte e a seguire si collega alle hp cavo 1, 2 e 2 – var. La hp cavo 3, è stata pensata anche con una variante che prevede, al posto dello sfruttamento della viabilità del bacino di monte, di proseguire sulla S.S. 290 e poi immettersi su una strada di viabilità minore per poi andare a ricongiungersi anch'essa alle prime due hp di cavo.

Hp cavo 4, una volta terminata la tratta in galleria, si immette su una pista interpodereale che con andamento NNO raggiunge un piccolo gruppo di edifici sparsi ad uso agricolo e poi si immette sulla S.S. 290 in direzione opposta rispetto alla hp cavo 3 e la percorre tutta fino al raggiungimento del bivio che porta all'aera di ubicazione della futura SE Terna.

La hp cavo 3 (e sua variante) passa lungo un tratto di viabilità esistente che in passato è stata oggetto di scavi e rinvenimenti archeologici. Il prosieguo della hp cavo 3 lungo la hp cavo 1, prevede la posa lungo la “Regia Trazzera Bivio Fico (Calascibetta) – Bivio Piliere (Leonforte)”, area sottoposta a vincolo. La hp cavo 2 (e sua variante) è prevista in posa quasi totalmente su piste di accesso a terreni agricoli con un andamento morfologico che rende tecnicamente più difficile la messa in opera del cavo.

A valle di una serie di analisi di tipo tecnico e vincolistico (ambientali, paesaggistici, geologici e archeologici) si è quindi optato per la hp cavo 4 in quanto risulta esser l'unica che sfrutta maggiormente la posa del cavidotto su viabilità esistente con il minor numero di problematiche e vincoli a suo carico. A ulteriore vantaggio della hp cavo 4 la messa in opera di una infrastruttura interrata lungo viabilità esistente permette un minor consumo di suolo e risorse oltre a sfruttare un corridoio infrastrutturale che già in qualche modo segna il territorio.

Nell'immagine di seguito si riporta un estratto Google Earth con la posizione di tutte le alternative di cavo interrato studiate e appena descritte.

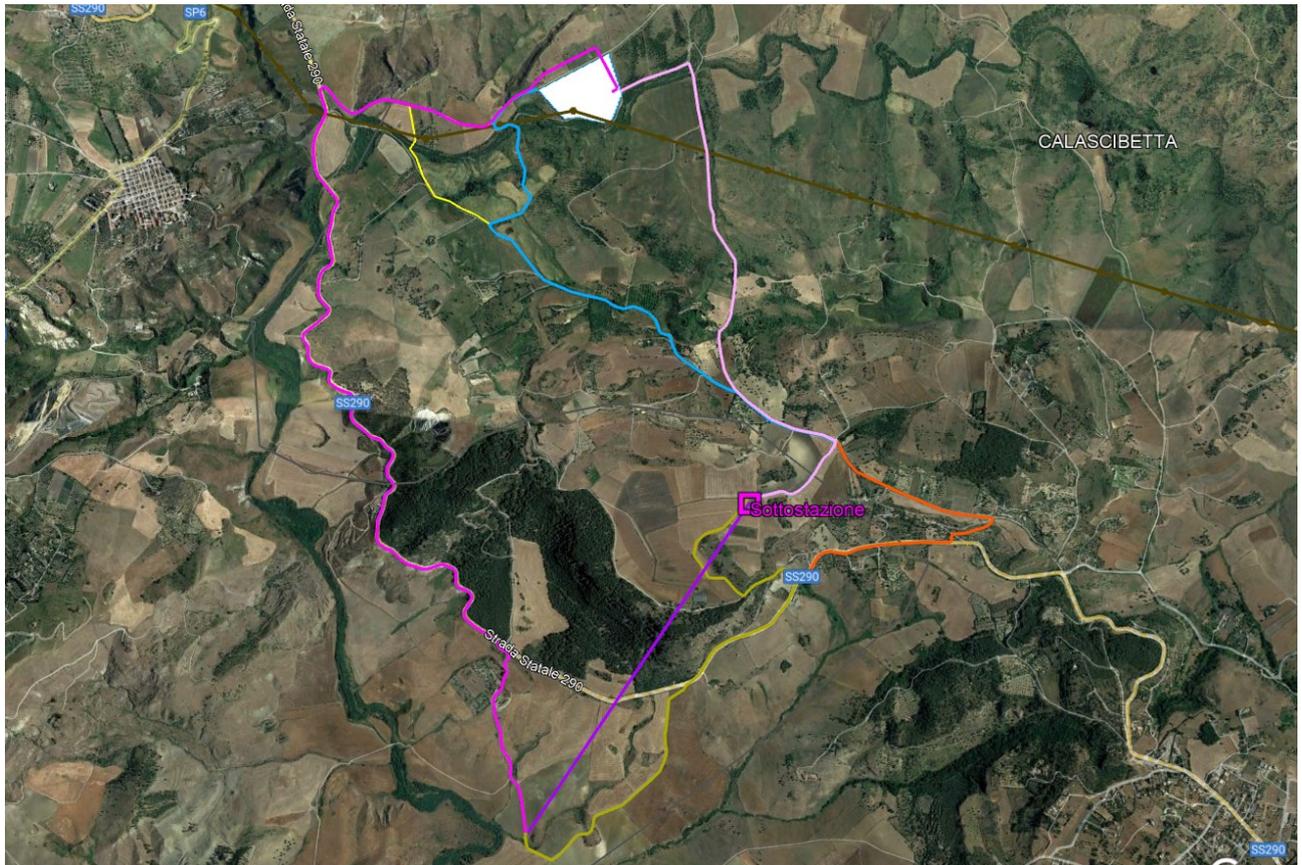
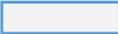


Figura 5.8: Layout delle alternative di tracciato per la connessione utente

Legenda

-  hp area SE RTN
-  confini comunali
-  hp cavo 1
-  hp cavo 2
-  hp cavo 2 - var
-  hp cavo 3
-  hp cavo 3 - var
-  hp cavo 4
-  cavo in galleria
-  "Chiaramonte Gulfi - Ciminna" - tracciato autorizzato

In sede di SIA e PTO è stata poi dettagliata in modo definitivo la Stazione Elettrica Terna soprattutto per quanto riguarda il Layout (forma, dimensione e ubicazione) in relazione all'intenzione di ridurre al minimo lo sviluppo lineare dei raccordi aerei entra-esce alla "Chiaramonte Gulfi – Ciminna", ai vincoli presenti nell'area e alla morfologia dell'area al fine di ridurre al minimo indispensabile le operazioni di scavo-riporto.

Particolare attenzione è stata attribuita all'ubicazione dell'area di sedime della stazione data la presenza della Regia Trazzera denominata "Regia Trazzera Bivio Fico (Calascibetta)-Bivio Piliere (Leonforte)" e ad un corso d'acqua sul quale insiste un vincolo paesaggistico ai sensi del D. Lgs 42/2004 art. 142.

Per quanto riguarda i raccordi aerei entra-esce della futura "Chiaramonte Gulfi – Ciminna" alla futura SE Terna, si è optato per una soluzione che minimizzasse le modifiche all'elettrodotto autorizzato (da leggersi come future demolizioni) mantenendosi al contempo esterni il più possibile da aree vincolate.

Infine, dovendo prevedere i raccordi entra-esce all'elettrodotto aere esistente a 150 kV "Nicoletti-Caltanissetta" la quale attraversa le medesime aree della connessione utente, si è pensato di prevedere un collegamento che sfruttasse lo stesso sedime della strada utilizzata per la posa del cavo di utenza. In tal modo è stato possibile limitare l'impatto dell'opera sul territorio sia dal punto di vista della sottrazione di suolo che dal punto di vista paesaggistico.

Le scelte progettuali definitive delle opere appena descritte sono state dettagliate al precedente Paragrafo 3.2.

6 VALUTAZIONE E GESTIONE DEI RISCHI ASSOCIATI A EVENTI INCIDENTALI, ATTIVITÀ DI PROGETTO E CALAMITÀ NATURALI

6.1 GESTIONE DEI RISCHI ASSOCIATI A EVENTI INCIDENTALI E ATTIVITÀ DI PROGETTO

6.1.1 Rischi Associati a Gravi Eventi Incidentali

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

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

6.1.2 Rischi Associati ad Attività di Progetto

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

6.2 RISCHI ASSOCIATI ALLE CALAMITÀ NATURALI

Con riferimento all'inquadramento vincolistico-territoriale ed ambientale effettuato nei precedenti paragrafi, il progetto in esame è potenzialmente soggetto a rischi legati alle seguenti calamità naturali e tra loro connesse:

- ✓ rischio sismico;
- ✓ rischio frana;

6.2.1 Rischio Sismico

Con riferimento al rischio sismico si ricorda che il territorio dei comuni interessati dal progetto, dalla cartografia MPS04 dell'INGV, risulta classificato da un punto di vista della pericolosità sismica media, con PGA compresa tra 0.075 e 0.150.

A tal proposito si evidenzia che durante la progettazione del nuovo Impianto di Accumulo Idroelettrico sono state 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. 1388-A-GD-R-02-1);
- ✓ “Verifiche di stabilità del rilevato del bacino di monte” (Doc. No. 1388-H-GD-R-01-1).

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

Anche con riferimento alle Opere di Connessione, le opere, come da NTC, sono state progettate per essere conformi alla normativa e pertanto rispondenti a tutti gli standard di sicurezza richiesti in merito ai rischi naturali (si veda, in particolare quanto riportato nella Relazione Geologica allegata alla documentazione di progetto Doc. No. G970_GEO_R_001_Rel_geol_prel_1-1_REV01).

6.2.2 Rischio Frana

La Pianificazione di Bacino ha individuato nell’area diverse aree a rischio frana. Tuttavia, l’analisi dei Piani ha evidenziato che le opere in progetto, le aree di cantiere e la viabilità non interesseranno aree classificate a pericolosità geomorfologica. L’unica opera progettuale che attraversa aree a pericolosità è la galleria idraulica che tuttavia è un’opera sotterranea.

Il resto del territorio risulta classificato in zone a differente pericolosità di frana.

Al fine di un approfondimento di queste tematiche, il progetto è stato oggetto di uno Studio Geologico (doc.1388-A-CT-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 geologico-strutturale i terreni riconosciuti consistono di diverse successioni sedimentarie neogeniche variamente distribuite in affioramento e comprendono dal basso verso l’alto:

- ✓ Argille Varicolori (AV) e Formazione Polizzi (POZ);
- ✓ FLysch Numidico (Membro di Nicosia) (FYN);
- ✓ Formazione Terravecchia (TRV);
- ✓ Tripoli (TLP);
- ✓ Depositi della Serie Evaporitica;
- ✓ Depositi Continentali Quaternari

Per quanto riguarda le aree a rischio geomorfologico presenti si evidenzia che la progettazione sia delle opere che del cantiere terrà conto di tutti gli aspetti necessari per assicurare la piena stabilità e sicurezza. A tal proposito si segnala che il progetto è corredato anche da dedicata Relazione Geotecnica (doc. 1388-A-GD-R-01-1) che inquadra a livello geotecnico la progettazione necessaria.

Anche con riferimento alle Opere di Connessione, le opere, come da NTC, sono state progettate per essere conformi alla normativa e, pertanto, rispondenti a tutti gli standard di sicurezza richiesti in merito ai rischi naturali (si veda, in particolare quanto riportato nella Relazione Geologica allegata alla documentazione di progetto Doc. No. G970_GEO_R_001_Rel_geol_prel_1-1_REV01).



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.