

“TACCU SA PRUNA”

Progetto di impianto di accumulo idroelettrico ad alta flessibilità

Connessione alla RTN – Studio di Impatto Ambientale

COMMITTENTE



PROGETTAZIONE



GEOTECH S.r.l.

SOCIETA' DI INGEGNERIA
Via T.Nani, 7 Morbegno (SO)
Tel. +39 0342610774
E-mail: info@geotech-srl.it
Sito: www.geotech-srl.it

Progettista: Ing. Pietro Ricciardini

Analisi di compatibilità dell'opera



REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
0	PRIMA EMISSIONE	Giugno 2022	Geotech S.r.l	Geotech S.r.l	Edison
Codice commessa: G929		Codifica documento: G929_SIA_R_003_Analisi_comp_3-4_REV00			



1	SINTESI DEGLI INTERVENTI.....	5
2	TEMATICHE AMBIENTALI: METODOLOGIA DI ANALISI.....	7
2.1	GENERALITÀ	7
2.2	FASI DI VALUTAZIONE.....	7
2.3	AMBITO TERRITORIALE DI RIFERIMENTO.....	7
2.4	COMPONENTI AMBIENTALI OGGETTO DI ANALISI	8
2.5	FATTORI DI PERTURBAZIONE CONSIDERATI.....	8
2.6	MODALITÀ DI VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI.....	8
2.6.1	ESEMPIO APPLICATIVO PER L'USO DELLE MATRICI DEGLI IMPATTI	12
3	ANALISI DELLO STATO DELL'AMBIENTE (SCENARIO DI BASE).....	14
3.1	FATTORI AMBIENTALI	14
3.1.1	POPOLAZIONE E SALUTE UMANA	14
3.1.1.1	Aspetti demografici	14
3.1.1.2	Economia nell'area di intervento	15
3.1.1.3	Aspetti occupazionali.....	17
3.1.1.4	Indici di mortalità per causa	18
3.1.2	BIODIVERSITÀ.....	20
3.1.2.1	Ecosistemi ed habitat	20
3.1.2.2	Siti Rete Natura 2000.....	24
3.1.2.2.1	Habitat di interesse comunitario	24
3.1.2.2.2	Flora e Fauna	24
3.1.3	SUOLO, USO DEL SUOLO E PATRIMONIO AGROALIMENTARE	28
3.1.3.1	Inquadramento pedologico	29
3.1.3.2	Uso del suolo	34
3.1.3.3	Patrimonio agroalimentare	35
3.1.4	GEOLOGIA E ACQUE.....	37
3.1.4.1	Inquadramento geologico	37
3.1.4.2	Acque	41
3.1.4.2.1	Inquadramento generale.....	41
3.1.4.2.2	Qualità delle acque.....	42
3.1.5	ATMOSFERA: ARIA E CLIMA.....	45
3.1.5.1	Aria	45
3.1.5.1.1	Inquadramento normativo	45
3.1.5.1.2	Inventario delle emissioni in atmosfera	46
3.1.5.1.3	Analisi della qualità dell'aria.....	47
3.1.5.2	Clima.....	50
3.1.6	SISTEMA PAESAGGIO: PAESAGGIO, PATRIMONIO CULTURALE E BENI MATERIALI.....	53
3.1.6.1	Inquadramento paesaggistico	53
3.1.6.1.1	Il paesaggio contemporaneo	56
3.1.6.2	Nuclei urbani	62
3.1.6.2.1	Comune di Esterzili	62
3.1.6.2.2	Comune di Serri.....	64



3.1.6.2.3	Comune di Escolca.....	64
3.1.6.2.4	Comune di Furtei.....	64
3.1.6.2.5	Comune di Gergei.....	65
3.1.6.2.6	Comune di Mandas.....	65
3.1.6.2.7	Comune di Nurri.....	66
3.1.6.2.8	Comune di Orroli.....	67
3.1.6.2.9	Comune di Sanluri.....	68
3.1.6.2.10	Comune di Segariu.....	69
3.1.6.2.11	Comune di Villamar.....	70
3.1.6.2.12	Comune di Villanovafranca.....	71
3.1.6.3	Analisi dei beni paesaggistici e culturali nell'area di interesse.....	72
3.2	AGENTI FISICI.....	74
3.2.1	RUMORE.....	74
3.2.2	CAMPI ELETTRICI, MAGNETICI ED ELETTROMAGNETICI.....	78
4	ANALISI DELLA COMPATIBILITÀ DELL'OPERA.....	80
4.1	POPOLAZIONE E SALUTE UMANA.....	80
4.1.1	IMPATTI IN FASE DI CANTIERE.....	80
4.1.2	IMPATTI IN FASE DI ESERCIZIO.....	81
4.2	BIODIVERSITÀ.....	82
4.2.1	IMPATTI IN FASE DI CANTIERE E IN FASE DI ESERCIZIO.....	82
4.3	SUOLO ED USO DEL SUOLO.....	85
4.3.1	IMPATTI IN FASE DI CANTIERE.....	85
4.3.1.1	Alterazione della qualità dei suoli.....	85
4.3.1.1	Limitazione/perdita d'uso del suolo.....	85
4.3.2	IMPATTI IN FASE DI ESERCIZIO.....	85
4.3.2.1	Limitazione/perdita d'uso del suolo.....	85
4.4	GEOLOGIA E ACQUE.....	86
4.4.1	GEOLOGIA.....	86
4.4.1.1	Impatti in fase di cantiere.....	86
4.4.1.2	Impatti in fase di esercizio.....	86
4.4.2	ACQUE.....	86
4.4.2.1	Impatti in fase di cantiere.....	87
4.4.2.1.1	Alterazione qualità acque superficiali e sotterranee.....	87
4.4.2.1.2	Consumo di risorsa idrica.....	87
4.4.3	IMPATTI IN FASE DI ESERCIZIO.....	88
4.4.3.1	Alterazione drenaggio superficiale.....	88
4.5	ATMOSFERA: ARIA E CLIMA.....	89
4.5.1	IMPATTI IN FASE DI CANTIERE.....	89
4.5.1.1	Emissioni di polveri.....	91
4.5.1.1.1	Emissioni di polveri da transito mezzi.....	91
4.5.1.1.2	Emissioni di polveri da movimentazione terreno.....	93
4.5.1.2	Emissioni di inquinanti da traffico.....	96
4.5.2	INTERVENTI DI MITIGAZIONE.....	96
4.5.2.1	Emissioni di polveri.....	96
4.5.2.2	Emissioni di inquinanti dai mezzi di cantiere.....	97
4.5.3	IMPATTI IN FASE DI ESERCIZIO / FASE DI DISMISSIONE.....	97



4.5.4	QUADRO SINTETICO DEGLI IMPATTI	97
4.6	SISTEMA PAESAGGIO: PAESAGGIO, PATRIMONIO CULTURALE E BENI MATERIALI	98
4.6.1	ELABORAZIONI A SUPPORTO DELLA VALUTAZIONE D'IMPATTO.....	98
4.6.2	IMPATTI IN FASE DI CANTIERE	102
4.6.2.1	Aree cantieri base.....	102
4.6.2.2	Aree di microcantiere e area di linea.....	109
4.6.2.3	Aree di cantiere dell'elettrodotto in cavo interrato	115
4.6.2.4	Aree di cantiere dell'elettrodotto cavo sub-lacuale	119
4.6.2.5	Aree di cantiere - demolizione di linee esistenti.....	119
4.6.2.6	Aree di cantiere - stazioni e area di transizione aereo/cavo.....	121
4.6.2.7	Ripristino delle aree di cantiere e di microcantiere	122
4.6.2.8	Conclusioni	123
4.6.3	IMPATTI IN FASE DI ESERCIZIO	124
4.6.3.1	Approccio metodologico	124
4.6.3.1.1	Sensibilità paesaggistica	124
4.6.3.1.2	Incidenza del progetto.....	126
4.6.3.1.3	Determinazione del livello di impatto paesaggistico del progetto	127
4.6.3.2	Applicazione metodologica al sito in esame	128
4.6.3.2.1	Sensibilità paesaggistica del sito.....	128
4.6.3.2.2	Incidenza del progetto - Elettrodotti aerei	131
4.6.3.2.3	Incidenza del progetto – Elettrodotto interrato	131
4.6.3.2.4	Incidenza del progetto – Cavo sublacuale	132
4.6.3.2.5	Incidenza del progetto – Stazioni elettriche	133
4.6.3.3	Impatti sul paesaggio delle trasformazioni proposte	134
4.6.3.4	Valutazione dell'impatto paesaggistico del progetto	135
4.7	RUMORE	137
4.7.1	IMPATTI IN FASE DI CANTIERE	137
4.7.2	IMPATTI IN FASE DI ESERCIZIO	146
4.7.2.1	Elettrodotti aerei.....	146
4.7.2.2	Stazioni Elettriche.....	148
4.8	VIBRAZIONI	150
4.9	RADIAZIONI IONIZZANTI E NON IONIZZANTI	154
4.9.1	INTRODUZIONE.....	154
4.9.2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	155
4.9.3	VALUTAZIONE CAMPO MAGNETICO – ELETTRIDOTTI AEREI.....	156
4.9.3.1	Metodo di calcolo utilizzato	156
4.9.3.1.1	Linee aeree isolate	156
4.9.3.1.2	Linee aeree AT con parallelismo.....	156
4.9.3.1.3	Linee aeree AT con cambi di direzione	156
4.9.3.1.4	Linee aeree AT con incroci.....	158
4.9.3.2	Metodologia di verifica.....	160
4.9.3.3	Distanza di prima approssimazione (DPA).....	161
4.9.4	CALCOLO DELLA DPA ELETTRIDOTTI AEREI 380 KV “SE SANLURI – SE NURRI 2” NORD E SUD	162
4.9.4.1	Correnti di calcolo	162
4.9.5	CONFORMITÀ OPERA IN MATERIA DI CAMPO ELETTRICO - ELETTRIDOTTI AEREI 380 KV “SE SANLURI – SE NURRI 2” NORD E SUD	165
4.9.6	CALCOLO DELLA DPA RACCORDI IN ENTRA-ESCE 380 KV ALLA NUOVA “SE SANLURI” DELL’ELETTRIDOTTO 380 KV “ITTIRI-SELARGIUS”	169
4.9.6.1	Correnti di calcolo	169



4.9.7	CONFORMITÀ OPERA IN MATERIA DI CAMPO ELETTRICO - RACCORDI IN ENTRA-ESCE 380 kV ALLA NUOVA “SE SANLURI” DELL’ELETTRDOTTO 380 KV “ITTIRI-SELARGIUS”	172
4.9.8	CALCOLO DELLA DPA ELETTRDOTTO AEREO DI UTENZA A 380 kV	173
4.9.8.1	Correnti di calcolo	173
4.9.9	CONFORMITÀ OPERA IN MATERIA DI CAMPO ELETTRICO - ELETTRDOTTO AEREO DI UTENZA A 380 kV.....	175
4.9.10	VALUTAZIONE CAMPO MAGNETICO – ELETTRDOTTO 380 kV DI UTENZA MISTO SUBLACUALE/CAVO INTERRATO ..	178
4.9.11	CONFORMITÀ OPERA IN MATERIA DI CAMPO ELETTRICO – ELETTRDOTTO 380 kV DI UTENZA MISTO SUBLACUALE/CAVO INTERRATO	181
4.9.12	VALUTAZIONE CAMPO MAGNETICO – STAZIONI ELETTRICHE	182
4.9.12.1	Metodo di calcolo utilizzato	182
4.9.13	CALCOLO DELLA DPA STAZIONI ELETTRICHE 380/150 kV “SE NURRI 2” E “SE SANLURI”	183
5	<u>AZIONI DI MITIGAZIONE</u>	187



1 SINTESI DEGLI INTERVENTI

Gli interventi oggetto del presente lavoro sono di seguito sintetizzati:

- Opere di utenza

TIPOLOGIA DI OPERA	DESCRIZIONE INTERVENTO	TIPO INTERVENTO
Stazione Utente "SU Taccu Sa Pruna"	Costruzione della Stazione Utente "SU Taccu Sa Pruna" per la connessione alla RTN dell'impianto di pompaggio Edison	Nuova costruzione
Elettrodotto aereo/interrato 380 kV	Costruzione dell'elettrodotto di utenza aereo/interrato (misto terrestre e sub-lacuale) a 380 kV per la connessione della "SU Taccu Sa Pruna" alla futura Stazione Elettrica 380/150 kV di Nurri "SE Nurri 2"	Nuova costruzione
Area di transizione aereo-cavo	Costruzione dell'area di transizione tra la parte di elettrodotto di utenza in cavo interrato e quella in aereo	Nuova costruzione

- Opere RTN

TIPOLOGIA DI OPERA	DESCRIZIONE INTERVENTO	TIPO INTERVENTO
Stazione Elettrica 380/150 kV "SE Nurri 2"	Costruzione della Stazione Elettrica di trasformazione 380/150 kV "SE Nurri 2"	Nuova costruzione
Elettrodotti aerei 380 kV	Costruzione di due elettrodotti aerei 380 kV per il collegamento tra la futura Stazione Elettrica "SE Nurri 2" e la futura Stazione Elettrica "SE Sanluri"	Nuova costruzione

- Opere RTN di Sanluri

TIPOLOGIA DI OPERA	DESCRIZIONE INTERVENTO	TIPO INTERVENTO
Stazione Elettrica 380/150 kV "SE Sanluri"	Costruzione della Stazione Elettrica di trasformazione 380/150 kV "SE Sanluri"	Nuova costruzione
Raccordi aerei 380 kV	Costruzione di due elettrodotti aerei 380 kV di raccordo tra l'elettrodotto aereo esistente "Ittiri-Selargius" e la futura Stazione Elettrica "SE Sanluri"	Nuova costruzione
Elettrodotto aereo 380 kV "Ittiri – Selargius"	Demolizione di un tratto della linea esistente 380 kV "Ittiri-Selargius"	Demolizione

Per una descrizione dettagliata delle opere in progetto si rimanda allo specifico PTO.



Nelle tabelle seguenti si riassumono le caratteristiche dimensionali delle opere previste, suddivise per tipologia di intervento.

OPERE DI UTENZA	
Opera	Caratteristiche dimensionali
Elettrodotto di utenza 380 kV ST "SE Nurri 2 – Su Taccu Sa Pruna" (tratto aereo)	Lunghezza elettrodotto: 10.5 km n° sostegni: 24
Area di transizione aereo-cavo	Area sedime: 2.100 m ²
Elettrodotto di utenza 380 ST kV "SE Nurri 2 – Su Taccu Sa Pruna" (tratto interrato)	Lunghezza cavo interrato: 5.4 km Lunghezza cavo sub-lacuale: 1.1 km
Stazione Utente "SU Taccu Sa Pruna"	(Parte integrante dell'opera sotterranea Edison)

OPERE RTN	
Opera	Caratteristiche dimensionali
Elettrodotto aereo 380 kV ST "SE Sanluri - SE Nurri 2" - Nord	Lunghezza elettrodotto: 29 km n° sostegni: 66
Elettrodotto aereo 380 kV ST "SE Sanluri - SE Nurri 2" - Sud	Lunghezza elettrodotto: 29.5 km n° sostegni: 69
Stazione Elettrica di trasformazione 380/150 kV "SE Nurri 2"	Area sedime: 63.735 m ²
OPERE RTN SANLURI	
Raccordo aereo 380 kV ST "SE Sanluri – Selargius"	Lunghezza elettrodotto: 940 m n° sostegni: 3
Raccordo aereo 380 kV ST "Ittiri – SE Sanluri"	Lunghezza elettrodotto: 930 m n° sostegni: 2
Elettrodotto aereo 380 kV ST "Ittiri – Selargius"	Lunghezza demolizione: 1.6 km n° sostegni: 2
Stazione Elettrica di trasformazione 380/150 kV "SE Sanluri"	Area sedime: 67.530 m ²



2 TEMATICHE AMBIENTALI: METODOLOGIA DI ANALISI

2.1 Generalità

La presente sezione dello Studio di Impatto Ambientale è articolata, per ciascuna componente ambientale sottoposta a valutazione, secondo la seguente struttura:

- La descrizione dell'ambiente potenzialmente soggetto ad impatti importanti (baseline), sia in termini di singole componenti (aria, acqua, ...), sia in termini di sistemi complessivi di interazioni;
- L'indicazione degli effetti attesi, chiarendo in modo esplicito le modalità di previsione adottate, gli effetti legati alle pressioni generate (inquinanti, rifiuti, ...) e le risorse naturali coinvolte;
- La descrizione delle misure previste per il contenimento degli impatti negativi, distinguendo le azioni di:
 - Prevenzione, che consentono di evitare l'impatto;
 - Mitigazione, che consentono di ridurre gli impatti negativi;
 - Compensazione, che consentono di bilanciare gli impatti residui a valle delle mitigazioni.
- La valutazione complessiva degli impatti individuati.

In generale, gli impatti sono stati descritti attraverso i seguenti elementi:

- **Sorgente**: è l'intervento in progetto (opere fisicamente definibili o attività antropiche) suscettibile di produrre interventi significativi sull'ambiente in cui si inserisce;
- **Interferenze dirette**: sono le alterazioni dirette, descrivibili in termini di fattori ambientali, che l'intervento produce sull'ambiente in cui si inserisce, considerate nella fase iniziale in cui vengono generate dalle azioni di progetto (ad esempio: rumori, emissioni in atmosfera o in corpi idrici, occupazione di aree, ...);
- **Bersagli ambientali**: sono gli elementi (ad esempio un edificio residenziale o un'area protetta) descrivibili in termini di componenti ambientali, che possono essere raggiunti e alterati da perturbazioni causate dall'intervento in oggetto.

Si possono distinguere "bersagli primari", fisicamente raggiunti dalle interferenze prodotte dall'intervento e "bersagli secondari", che vengono raggiunti attraverso vie critiche più o meno complesse. Bersagli secondari possono essere costituiti da elementi fisicamente individuabili ma anche da sistemi relazionali astratti quali attività antropiche o altri elementi del sistema socio-economico.

Gli effetti su un bersaglio ambientale provocati dall'intervento in progetto possono comportare un danneggiamento del bersaglio o un suo miglioramento; si può avere altresì una diminuzione oppure un aumento delle caratteristiche indesiderate rispetto alla situazione precedente.

2.2 Fasi di valutazione

Gli impatti sono stati valutati in due fasi:

- Fase di cantiere, coincidente con l'esecuzione delle opere previste, in cui sono state considerate esclusivamente le attività e gli ingombri funzionali alla realizzazione dell'intervento (es. aree di cantiere, viabilità sterrata di accesso alle aree di cantiere, presenza di mezzi, strutture temporanee uso ufficio, piazzole di stoccaggio temporaneo di materiali);
- Fase di esercizio, nella quale, oltre agli impatti generati dall'esercizio delle opere, sono stati considerati gli impatti derivanti da ingombri, aree o attrezzature (es. superfici SE e fondazioni tralicci di sostegno, fasce di rispetto, viabilità di servizio) che si prevede di mantenere durante tutta la vita utile delle opere (per cui non è prevista la rimozione con ripristino dello stato dei luoghi a conclusione della fase di cantiere).

La fase di dismissione dell'impianto non è stata presa in considerazione poiché presenta sostanzialmente gli stessi impatti legati alla fase di cantiere e comunque è finalizzata al ripristino dello stato dei luoghi nelle condizioni ante operam.

2.3 Ambito territoriale di riferimento

L'area di influenza potenziale delle opere proposte rappresenta l'area entro cui è presumibile che possano manifestarsi effetti ambientali significativi in relazione alle interferenze ambientali del progetto sulla componente ambientale esaminata: l'area di analisi è assunta pari ad un **buffer di 0.5 km** dall'asse linea.



Non ci sono precisi riferimenti normativi o disposizioni regolamentari che disciplinano un buffer minimo per le valutazioni di impatto visivo di opere di rete, tuttavia nel caso in esame si è ritenuto sufficientemente cautelativo considerare un'**area vasta di potenziale incidenza visiva** delle opere in progetto pari al territorio compreso entro un **raggio di 5 km** in quanto l'occhio umano ha una capacità visiva limitata e non infinita.

L'area impegnata è costituita dalle superfici necessarie per la sicurezza, l'esercizio e la manutenzione degli interventi.

2.4 Componenti ambientali oggetto di analisi

La presente analisi di compatibilità ambientale, in base alle disposizioni degli artt. 5-22 del D. lgs. n. 152/2006, ha valutato gli effetti significativi, diretti ed indiretti, sulle seguenti componenti ambientali:

- **Popolazione e salute umana:** effetti sulla salute umana e sul contesto economico, incluso l'eventuale impatto del traffico veicolare generato in fase di cantiere;
- **Biodiversità:** impatti sugli assetti degli ecosistemi, della flora e della fauna presenti nell'area;
- **Suolo, uso del suolo e patrimonio agroalimentare:** impatti sul suolo sotto il profilo pedologico, nonché modifiche indotte sugli usi del suolo ed eventuali sottrazioni di suolo;
- **Geologia ed acque:** potenziali interferenze con le caratteristiche geomorfologiche dell'area, i corpi idrici superficiali e sotterranei;
- **Atmosfera (aria e clima):** potenziali immissioni in atmosfera di sostanze di qualsiasi natura nonché potenziali impatti sul clima;
- **Sistema paesaggistico (paesaggio, patrimonio culturale e beni materiali):** influenze sulle caratteristiche percettive del paesaggio, alterazioni dei sistemi paesaggistici ed eventuali interferenze con elementi di valore storico-architettonico;
- **Agenti fisici (rumore, campi elettromagnetici):** impatto sul clima acustico dell'area di intervento.

2.5 Fattori di perturbazione considerati

I fattori di perturbazione presi in considerazione sono di seguito riportati:

- Emissioni in atmosfera di gas serra e di altre sostanze inquinanti;
- Sollevamento di polveri dovuto al transito dei mezzi di trasporto e dei mezzi di cantiere ed alle operazioni di cantiere e di gestione;
- Emissioni di rumore dovute al transito dei mezzi;
- Dispersione nell'ambiente di sostanze inquinanti, accidentale e sistematica;
- Interferenze con le falde e con il deflusso delle acque;
- Alterazione dell'uso del suolo;
- Rischi per la salute pubblica;
- Campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici;
- Alterazioni delle popolazioni di flora e fauna, legate direttamente (principalmente in virtù di sottrazione di habitat) o indirettamente (in virtù dell'alterazione di altre matrici ambientali) alle attività in progetto;
- Alterazione dei caratteri morfologici, identitari e culturali del paesaggio circostante;
- Incremento della presenza antropica in situ;
- Incremento dei volumi di traffico veicolare riconducibili alle attività previste in progetto.

Le possibili alterazioni, dirette ed indirette, sono individuate in dettaglio nella trattazione delle singole componenti ambientali.

Non sono stati considerati gli impatti legati a:

- Emissione di radiazioni ionizzanti e non, ritenute nulle in base alle attività previste in situ;
- Emissione di vibrazioni, ritenute trascurabili poiché durante i lavori è previsto esclusivamente l'impiego di comuni mezzi ed attrezzature di cantiere.

2.6 Modalità di valutazione degli impatti

L'analisi degli impatti sul sistema ambientale è stata schematizzata in una serie di elaborati tavolari (Matrici degli impatti – Valutazione degli impatti): per ogni componente ambientale la matrice di impatto illustra gli impatti delle opere in progetto (suddivise per tratti di opere omogenee) nelle fasi di realizzazione, esercizio e dismissione e le relative misure di mitigazione.



Sono state individuate le seguenti classi di livello di impatto:

	+++	Positivo a livello nazionale
	++	Positivo a livello regionale
	+	Positivo a livello locale
	0	Non rilevante
	-	Poco significativo
	--	Significativo
	---	Molto significativo

Si sottolinea che il livello di impatto stimato non tiene conto delle misure di mitigazione.

La valutazione degli impatti si articola in due fasi:

1. definizione della scala per gli impatti stimati, che comporta un giudizio sulla loro significatività in un certo specifico contesto;
2. definizione dell'importanza delle risorse impattate (ponderazione).

Tali fasi devono considerare anche la variabile tempo: la reversibilità (a breve o a lungo termine) o l'irreversibilità dell'impatto.

Le stime di impatto sono poi state trasformate in valori riferiti ad una scala convenzionale (-3 ... +3), dove lo 0 corrisponde all'assenza di impatto, -3 all'impatto negativo massimo e +3 a quello positivo massimo:

VALORE	IMPATTO
-3	Impatto ambientale negativo rilevante che porta alla ridefinizione e riprogettazione dell'intervento
-2	Impatti negativi rilevanti individuabili e mitigabili
-1	Alcuni impatti negativi individuabili e mitigabili
0	Nessun impatto – impatto poco significativo
+1	Impatto positivo di rilevanza locale
+2	Impatto positivo di rilevanza regionale
+3	Impatto positivo di rilevanza nazionale

Una volta riportate le varie stime di impatto in un'opportuna scala di giudizio, si dispone di una matrice di valori che rappresentano le utilità (o disutilità) degli impatti del progetto su ciascuna risorsa o componente ambientale considerata.

Le risorse coinvolte non hanno lo stesso grado di importanza per la collettività, pertanto è opportuno procedere ad una ponderazione degli impatti stimati: le modalità di attribuzione dei pesi possono essere diverse, purché chiaramente specificate, ripercorribili ed eventualmente modificabili da parte del valutatore e, in generale, dei vari soggetti interessati al processo di valutazione.

Nel caso in esame si è ritenuto opportuno distribuire un ammontare fisso di pesi (pari a 100) tra le componenti ambientali; per rendere meno soggettiva la valutazione delle risorse è stato utilizzato il seguente schema di giudizio:



COMPARTO AMBIENTALE	VALORE	PESO	VALUTAZIONE IMPATTO
Componente ambientale oggetto di stima di impatto	Valore di impatto attribuito a ciascun comparto ambientale e derivante dalla scala di giudizio	Peso attribuito a ciascun comparto ambientale (somma dei pesi = 100)	peso * valore.

Di seguito è riportata l'omogeneizzazione delle singole stime di impatto effettuata secondo la metodologia proposta in precedenza:

COMPARTO AMBIENTALE	VALORE ELETTRODOTTI AEREI	VALORE ELETTRODOTTI INTERRATI	VALORE CAVO SUBLACUALE	VALORE STAZIONI ELETTRICHE
Atmosfera	0	0	0	0
Ambiente idrico	0	0	0	0
Suolo e sottosuolo	0	0	0	0
Vegetazione, flora, fauna ed ecosistemi	-1	-1	-1	-1
Radiazioni ionizzanti e non ionizzanti	0	0	0	0
Rumore e vibrazioni	0	0	0	0
Paesaggio	-1	0	0	-1

La ponderazione degli impatti – ossia l'attribuzione di un peso relativo a ciascun comparto ambientale ed all'impatto atteso su di esso – ha considerato i seguenti aspetti:

- La somma dei singoli pesi è pari ad un ammontare fisso (100);
- Un peso maggiore è stato assegnato ai comparti ambientali con una ricaduta diretta ed immediata sulla salute umana (Atmosfera, Ambiente idrico, Radiazioni ionizzanti e non ionizzanti, Rumore e Vibrazioni) con una somma totale fissata in 72;
- Un peso inferiore è stato attribuito ai comparti che concorrono a determinare la qualità della vita del singolo individuo o della collettività, intesa come possibilità e capacità di fruizione dell'ambiente da parte dell'uomo (Paesaggio), con una somma totale fissata in 12: tali impatti non hanno una ricaduta immediata sulla salute umana ma a medio termine;
- Un peso immediatamente inferiore è stato assegnato ai comparti ambientali non direttamente interagenti con l'uomo o il cui deterioramento non comporta un'immediata ricaduta sulla salute umana o sulla qualità della vita, ma che inevitabilmente avrà delle ricadute negative a lungo termine: la somma totale dei pesi è fissata in 16.

Di seguito si riporta la tabella con le valutazioni di impatto, che risultano dal prodotto del valore per il peso attribuito al comparto ambientale: l'impatto può assumere un valore compreso tra “- 300” (impatto negativo più elevato), “0” (impatto nullo) e “+ 300” (impatto positivo più elevato).

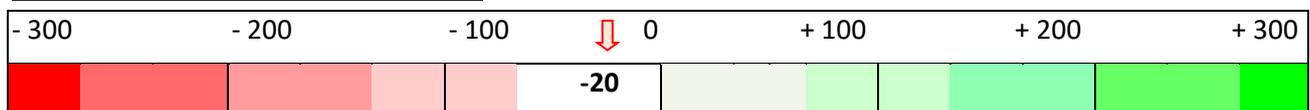
Il valore attribuito a ciascun comparto è stato assegnato in base ai risultati delle analisi condotte, tenendo implicitamente conto della possibilità di mitigare gli impatti mediante l'adozione di opportune misure di mitigazione.



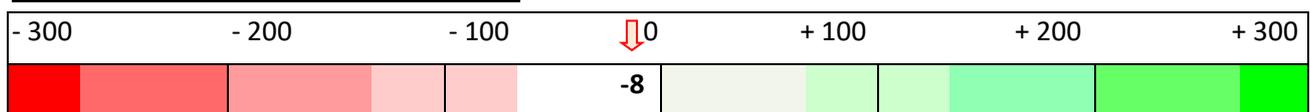
COMPARTO AMBIENTALE	PESO	VALORE				VALUTAZIONE IMPATTO			
		Elettrodotti aerei	Elettrodotti interrati	Cavo sublacuale	Stazioni elettriche	Elettrodotti aerei	Elettrodotti interrati	Cavo sublacuale	Stazioni elettriche
Atmosfera	18	0	0	0	0	0	0	0	0
Ambiente idrico	18	0	0	0	0	0	0	0	0
Suolo e sottosuolo	8	0	0	0	0	0	0	0	0
Vegetazione, flora, fauna ed ecosistemi	8	-1	-1	-1	-1	-8	-8	-8	-8
Radiazioni ionizzanti e non ionizzanti	18	0	0	0	0	0	0	0	0
Rumore e vibrazioni	18	0	0	0	0	0	0	0	0
Paesaggio	12	-1	0	0	-1	-12	0	0	-12
						-20	-8	-8	-20

Le opere in progetto risultano avere un impatto ambientale complessivo moderatamente negativo: considerando che il risultato negativo peggiore risultante dall'applicazione del metodo prescelto è -300, la valutazione complessiva si colloca in una posizione prossima o coincidente alla zona mediana ed alla neutralità per ogni tipologia di intervento, come di seguito riportato graficamente:

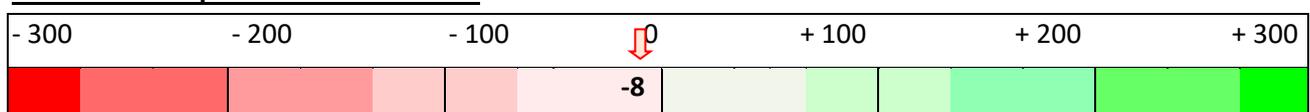
Valutazione impatto elettrodotti aerei



Valutazione impatto elettrodotti interrati

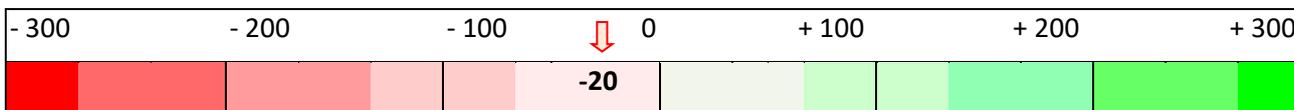


Valutazione impatto cavo sublacuale





Valutazione impatto stazioni elettriche



In conclusione, le analisi ambientali hanno influenzato fin dall’inizio le scelte progettuali che infatti hanno seguito criteri di sostenibilità quali:

- delocalizzare gli elettrodotti dai centri abitati e da eventuali aree di futura espansione urbanistica;
- laddove possibile, evitare l’inserimento delle opere in ambiti sensibili in termini ambientali e/o paesaggistici, minimizzando l’interferenza con possibili corridoi ecologici;
- valutare approfonditamente la sostenibilità paesaggistica dell’intervento (con particolare riferimento alla visibilità dell’opera).

2.6.1 **Esempio applicativo per l’uso delle matrici degli impatti**

Analisi relativa al comparto ambientale “Atmosfera”. Sotto è riportato un estratto della matrice degli impatti del comparto atmosfera.

OPERE IN PROGETTO	MATRICE DEGLI IMPATTI - ELETTRODOTTI AEREI		MATRICE DEGLI IMPATTI - ELETTRODOTTI INTERRATI			
	OPERE	IMPATTI	OPERE	IMPATTI		
COMPARTO AMBIENTALE - ATMOSFERA	1	2	Elettrodotto aereo 380 kV ST "SE Sanluri - SE Nurri 2" - Nord Elettrodotto aereo 380 kV ST "SE Sanluri - SE Nurri 2" - Sud Raccordo aereo 380 kV ST "Ittiri - SE Sanluri" Raccordo aereo 380 kV ST "SE Sanluri - Selargius" Demolizione tratto di linea 380 kV ST "Ittiri - Selargius" Elettrodotto aereo 380 kV ST "SE Nurri 2 - SU Taccu Sa Pruna"	3	Elettrodotto 380 kV in cavo interrato "SE Nurri 2 - SU Taccu Sa Pruna"	
	4	6	APERTURA CANTIERE (Occupazione suolo - Utilizzo mezzi - Rumore - Polveri)	6-7-8-9-10-11-12-25	APERTURA CANTIERE (Occupazione suolo - Utilizzo mezzi - Rumore - Polveri)	6-7-8-9-10-11-12
	5	6	REALIZZAZIONE FONDAZIONI (Scavi - Realizzazione pali - Utilizzo mezzi - Vibrazioni - Rumore)	6-7-8-9-10-11-12-25	REALIZZAZIONE TRINCEE (Occupazione suolo - Scavi - Realizzazione eventuali TDC - Utilizzo mezzi - Rumore - Polveri)	6-7-8-9-10-11-12-25
	5	6	MONTAGGIO CANTIERI (Utilizzo mezzi - Rumore - Creazione inquinamento atmosferico)	6-9-10-11-12	POSA CAVO (Occupazione suolo - Utilizzo mezzi - Rumore - Vibrazioni - Creazione inquinamento atmosferico)	6-9-10-11-12
	5	6	TESATURA LINEA (Utilizzo mezzi - Rumore - Creazione inquinamento atmosferico)	6-9-10-11-12	REINTERRO (Occupazione suolo - Utilizzo mezzi - Rumore - Polveri - Vibrazioni - Creazione inquinamento atmosferico)	6-7-8-9-10-11-12-25
	7	8	VALORE COMPLESSIVO	6-7-8-9-10-11-12-25	VALORE COMPLESSIVO	6-7-8-9-10-11-12

1 Individuazione del comparto ambientale analizzato nella matrice;

2 Tipologia dell’opera analizzata;



Individuazione del tratto in cui rientra il sostegno da valutare;



Individuazione della fase progettuale;



Individuazione dell'azione di progetto da valutare e potenziali perturbazioni correlate;



Stima del valore d'impatto per il tratto analizzato (riferito alla sola azione di progetto scelta) e misure di mitigazione proposte (**con specifico riferimento ai sostegni coinvolti, nel caso in cui la mitigazione non riguardi tutto il tratto analizzato**);



Valore complessivo per le fasi di realizzazione e di esercizio (valore attribuito senza tener conto delle eventuali mitigazioni proposte);



Stima del valore complessivo d'impatto per il tratto analizzato ed insieme misure di mitigazione proposte;

LEGENDA - LIVELLO DI IMPATTO STIMATO	
AMBIENTO IDRICO	POSITIVO A LIVELLO NAZIONALE
	POSITIVO A LIVELLO REGIONALE
	POSITIVO A LIVELLO LOCALE
	NON RILEVANTE
	POCO SIGNIFICATIVO
	SIGNIFICATIVO
	MOLTO SIGNIFICATIVO

NOTA: Il livello di impatto è stato stimato senza tener conto delle Misure di Mitigazioni, che con la loro azione riducono l'impatto stimato nei vari comparti ambientali



Scala del valore dell'impatto stimato.



3 ANALISI DELLO STATO DELL'AMBIENTE (SCENARIO DI BASE)

3.1 Fattori ambientali

3.1.1 Popolazione e salute umana

Lo stato di salute di una popolazione non si configura come mera assenza di uno stato di malattia o di infermità, ma quale uno stato di completo benessere fisico, mentale e sociale risultante dalle relazioni con l'ambiente sociale, culturale e fisico in cui la popolazione vive (da *Constitution of World Health Organization*, 1948).

3.1.1.1 Aspetti demografici

Il quadro demografico italiano è caratterizzato da un decremento della popolazione residente del 2% dal 2016 ad oggi, mentre in Sardegna si registra un calo maggiore pari al 3.9%. Tale tendenza è confermata dalla provincia dell'ex Sud Sardegna, che si attesta su un maggiore decremento pari al 5.9%, ed ancor di più dai comuni interessati dall'intervento che registrano un decremento della popolazione compreso tra il 3.4% di Serri ed addirittura il 15.9% di Esterzili (ISTAT, 2016-2022).

La densità di popolazione di tutti i comuni indagati risulta nettamente inferiore a quella nazionale (195.26 ab/km²), risultando minore anche di quella regionale (65.53 ab/km²) ad eccezione di Sanluri (96.31 ab/km²).

Tabella 1. Popolazione residente nell'area di interesse (Fonte: ISTAT, ricostruzione della popolazione al 01/01/2016-2022)

Territorio	Sup. [km ²]	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022 *	Var. % 22/16	Dens. ab.
Italia	302072.84	60,163,712	60,066,734	59,937,769	59,816,673	59,641,488	59,236,213	58,983,112	- 2.0	195.26
Sardegna	24100.02	1,642,492	1,636,839	1,631,040	1,622,257	1,611,621	1,590,044	1,579,181	- 3.9	65.53
Provincia del Sud Sardegna	6530.67	355,986	353,554	351,028	347,732	344,195	338,264	335,108	- 5.9	51.31
Escolca	14.76	593	586	581	573	557	550	542	- 8.6	36.72
Esterzili	100.74	672	651	642	610	583	575	565	- 15.9	5.61
Furtei	26.11	1,649	1,621	1,629	1,588	1,564	1,542	1,527	- 7.4	58.48
Gergei	36.18	1,228	1,219	1,208	1,194	1,172	1,147	1,129	- 8.1	31.21
Gesico	25.62	844	845	842	826	803	805	781	- 7.5	30.48
Mandas	45.02	2,183	2,165	2,144	2,115	2,087	2,053	2,009	- 8.0	44.62
Nurri	73.67	2,179	2,163	2,161	2,148	2,118	2,050	2,025	- 7.1	27.49
Orroli	75.59	2,296	2,265	2,229	2,189	2,129	2,056	2,012	- 12.4	26.62
Sanluri	84.23	8,499	8,459	8,433	8,427	8,380	8,175	8,112	- 4.6	96.31
Segariu	16.69	1,207	1,207	1,188	1,150	1,135	1,108	1,099	- 8.9	65.85
Serri	19.18	652	646	640	648	635	329	630	- 3.4	32.85
Villamar	38.53	2,736	2,698	2,629	2,602	2,574	2,499	2,457	- 10.2	63.77
Villanovafranca	27.59	1,365	1,332	1,301	1,278	1,245	1,201	1,194	- 12.5	43.28

* Dati stimati

Si precisa che la L.R. 7/2021 ha riordinato la geografia amministrativa della Regione: la provincia del Sud Sardegna (in cui ricadevano i comuni indagati) è stata soppressa e, in particolare, i comuni di Escolca, Esterzili, Gergei, Gesico, Mandas, Nurri, Orroli e Serri sono rientrati nella Città Metropolitana di Cagliari, mentre i comuni di Furtei, Sanluri, Villamar e Villanovafranca sono entrati nella provincia del Medio Campidano, tuttavia i dati ISTAT sono ancora riferiti alla suddivisione provinciale precedente istituita con la L.R. 2/2016.

La crisi pandemica da Covid-19 ha esercitato un forte impatto sui comportamenti demografici e ha causato un forte stress sulle strutture sanitarie che si è riflesso sulla capacità di prevenzione e cura delle malattie; inoltre, l'eccesso di mortalità ha ridotto sensibilmente la speranza di vita.



Il trend demografico italiano, dunque, si conferma verso il basso, con dinamiche deboli sul versante del ricambio della popolazione: nel 2020 c'è stato un record minimo di nascite, un alto numero di decessi, un basso saldo migratorio ed un innalzamento ulteriore dell'età media, ma un forte abbassamento del livello di sopravvivenza a causa dell'elevato rischio di mortalità soprattutto nelle fasce di età avanzata; nel 2021 si è verificato un rallentamento del calo demografico, con la natalità al minimo storico, una mortalità alta ma in calo rispetto al 2020, un saldo migratorio con l'estero in ripresa ed un innalzamento ulteriore dell'età media e della speranza di vita alla nascita.

I grafici riportati di seguito, detti Piramide delle Età, rappresenta la distribuzione della popolazione residente nelle due province coinvolte dalle opere per età, sesso e stato civile al primo gennaio 2020. I dati tengono conto dei risultati del Censimento permanente della popolazione. La popolazione è riportata per classi quinquennali di età sull'asse delle ordinate (Y), mentre sull'asse delle ascisse (X) sono riportati due grafici a barre a specchio con i maschi (a sinistra) e le femmine (a destra). I diversi colori evidenziano la distribuzione della popolazione per stato civile (celibi e nubili, coniugati, vedovi e divorziati).

In generale, la forma di questo tipo di grafico dipende dall'andamento demografico di una popolazione, con variazioni visibili in periodi di forte crescita demografica o di cali delle nascite per guerre o altri eventi. In Italia ha avuto la forma simile ad una piramide fino agli anni '60 del secolo scorso, cioè fino agli anni del boom demografico.

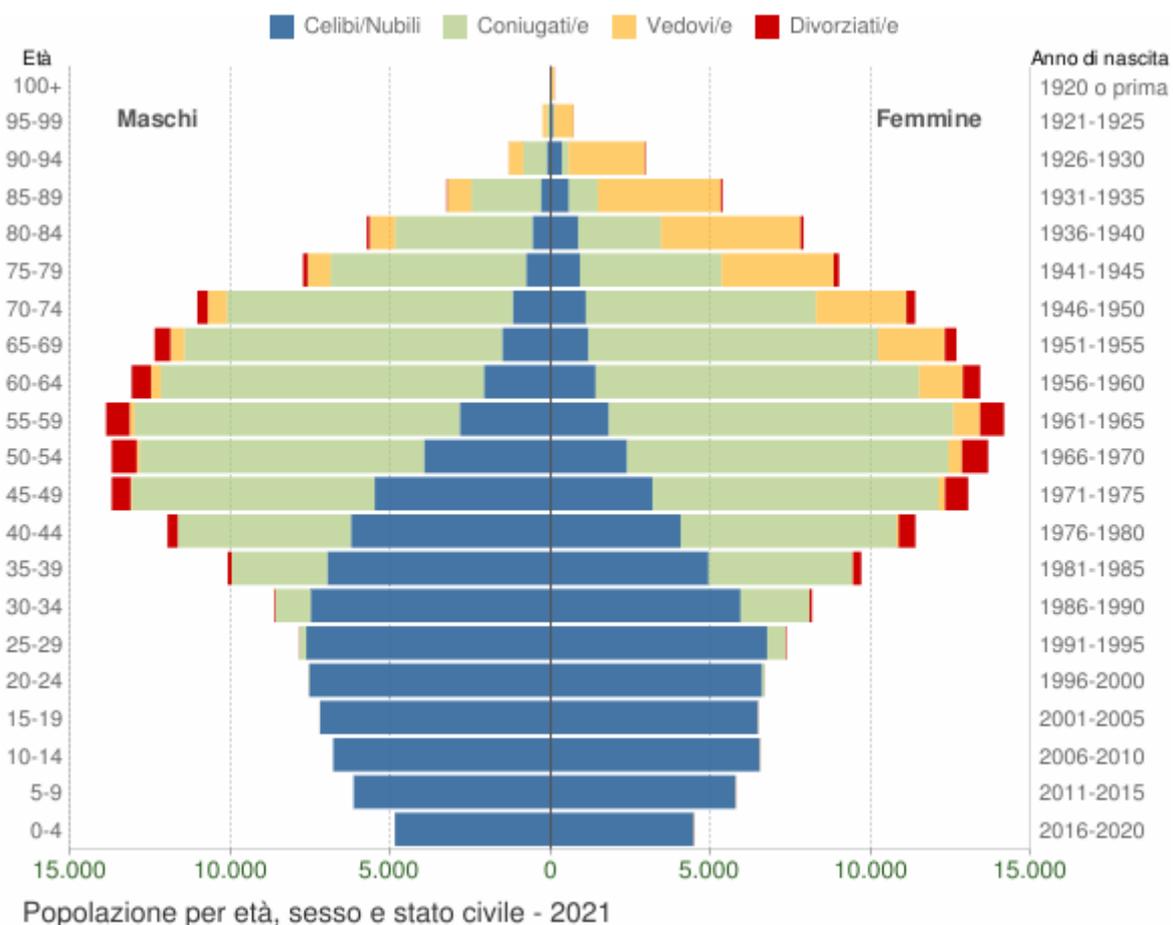


Figura 1. Distribuzione della popolazione residente per età e stato civile in provincia del Sud Sardegna (elaborazione su dati ISTAT)

3.1.1.2 Economia nell'area di intervento

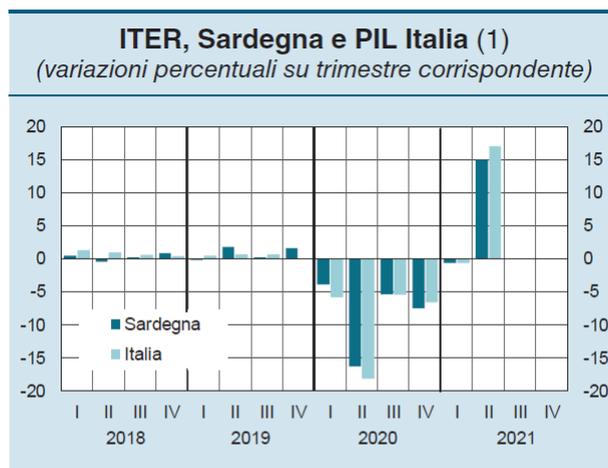
Nella prima parte del 2021 la congiuntura economica nella regione Sardegna – come riportato nella collana Economie regionali redatto annualmente dalla Banca d'Italia



(<https://www.bancaditalia.it/pubblicazioni/economie-regionali/index.html>) – è progressivamente migliorata, beneficiando dell'accelerazione della campagna vaccinale e della connessa attenuazione del rischio sanitario.

Un netto recupero dell'attività si è registrato, in particolare, dal secondo trimestre, in accordo con l'evoluzione

a livello nazionale: le stime basate sull'indicatore trimestrale dell'economia regionale della Banca d'Italia (ITER) indicano una marcata crescita del PIL della Sardegna da aprile a giugno dopo il lieve calo nei primi tre mesi dell'anno. La dinamica espansiva è stata favorita dal rafforzamento degli investimenti e delle esportazioni e dalla parziale ripresa della domanda per consumi.



Fonte: elaborazioni su dati Istat, Terna, Conti economici territoriali e Ministero della Salute.

(1) Valori percentuali, scala di destra. ITER è un indicatore della dinamica trimestrale dell'attività economica territoriale sviluppato dalla Banca d'Italia. Le stime dell'indicatore regionale sono coerenti, nell'aggregato dei quattro trimestri dell'anno, con il dato del PIL regionale Istat per gli anni fino al 2019. Per la metodologia adottata si rinvia a V. Di Giacinto, L. Monteforte, A. Filippone, F. Montaruli e T. Ropele, *ITER: un indicatore trimestrale dell'economia regionale*, Banca d'Italia Questioni di economia e finanza, 489, 2019.

Figura 2. Rilevazione sull'indicatore trimestrale dell'economia regionale (elaborazione Banca d'Italia)

L'attività del settore produttivo si è intensificata, in misura differenziata, in tutti i comparti: il recupero è apparso più marcato in particolare nei servizi, che hanno beneficiato della ripresa della domanda per turismo, trasporti,

commercio e attività sociali.

Nell'industria la produzione delle imprese energetiche regionali è tornata a crescere grazie anche alla maggiore richiesta di carburanti, sia sul mercato nazionale sia all'estero; tra gli altri comparti, si è rafforzata la domanda per le aziende dei settori alimentari e della chimica, che hanno visto un aumento del fatturato.

Il ricorso da parte delle imprese agli strumenti di integrazione salariale, che avevano contribuito a contenere gli effetti negativi della crisi sul settore industriale nella fase più acuta dell'emergenza, è diminuito, pur rimanendo su livelli storicamente elevati.

La produzione nelle costruzioni, dopo la decisa contrazione registrata durante le fasi più acute della pandemia, è cresciuta: sono aumentati gli investimenti dei privati – in particolare nel comparto residenziale sostenuto anche da politiche di agevolazione fiscale (Superbonus) introdotte dal D.L. 34/2020 – ed è proseguita l'espansione della spesa per opere pubbliche. La ripresa si è trasmessa al mercato immobiliare, caratterizzato da un incremento delle compravendite nel primo semestre.

Le condizioni economiche e finanziarie delle imprese sono migliorate: la ripresa produttiva ha spinto la redditività aziendale, tornata su livelli simili a quelli osservati nel 2019.

La forte incertezza ancora percepita sui mercati si riflette nell'atteggiamento prudente degli operatori economici, che continuano a mantenere su livelli elevati le disponibilità liquide detenute presso le banche.

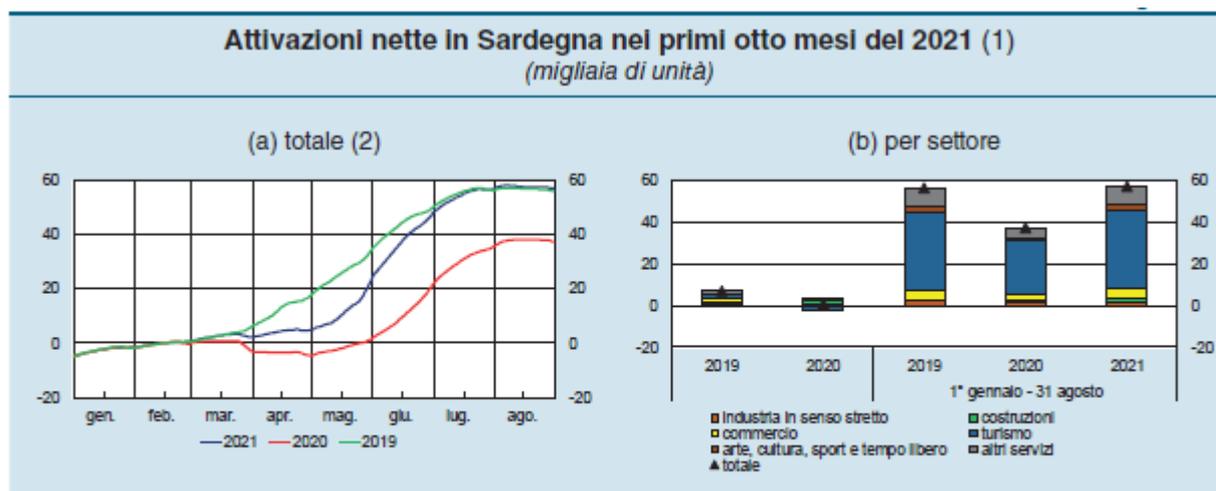


3.1.1.3 Aspetti occupazionali

Nella prima parte del 2021 anche il mercato del lavoro regionale ha mostrato segnali di miglioramento, dopo essersi sensibilmente deteriorato nell'anno precedente.

Il numero degli occupati è aumentato a partire dal secondo trimestre (periodo in cui si avvia la stagione turistica), ma il livello rimane inferiore rispetto a quello precedente la crisi sanitaria.

La crescita della domanda di lavoro, soprattutto nella componente a termine, è proseguita nella stagione estiva, sospinta dal buon andamento del turismo.



Fonte: elaborazioni su dati delle Comunicazioni obbligatorie del Ministero del Lavoro e delle Politiche Sociali.

(1) Attivazioni al netto delle cessazioni. L'universo di riferimento è costituito dalle posizioni di lavoro dipendente del settore privato non agricolo (PNA) a tempo indeterminato, in apprendistato e a tempo determinato. – (2) Dati giornalieri. Medie mobili a sette giorni. Poiché il 2020 è bisestile, le attivazioni e le cessazioni che hanno avuto luogo il 29 febbraio sono sommate a quelle del 28 febbraio.

Figura 3. Rilevazione sulla forza lavoro in Sardegna (elaborazione Banca d'Italia)

Il numero dei contratti attivati in regione al netto delle cessazioni nel 2021 è superiore a quello del 2020 e prossimo a quello osservato nello stesso periodo del 2019: la dinamica è stata alimentata dalla componente a termine.

Le posizioni a tempo indeterminato risentono ancora del numero contenuto di assunzioni e di trasformazioni dei contratti in essere, continuando a beneficiare delle misure governative di sostegno all'occupazione (blocco dei licenziamenti per motivi economici, strumenti di integrazione salariale in costanza di lavoro ed aiuti alle imprese). A livello nazionale i licenziamenti sono moderatamente aumentati nelle settimane immediatamente successive alla rimozione dei vincoli (1° luglio) senza superare i livelli registrati prima dell'emergenza sanitaria, per poi tornare su valori particolarmente contenuti ad agosto anche per effetto del perdurare di condizioni favorevoli per l'accesso ai regimi di integrazione salariale

Gli andamenti settoriali evidenziano nel complesso una crescita delle posizioni di lavoro più marcata nei servizi privati, in particolare nel turismo, dove sono tornate sui livelli del 2019. Anche nell'industria si è assistito ad un recupero dopo la debole dinamica dell'anno precedente; nelle costruzioni si è rafforzata la crescita dei contratti

di lavoro già osservata nel 2020.

I lavoratori indipendenti ed altre categorie poco protette dagli ammortizzatori hanno usufruito di indennità straordinarie.

Dalla primavera si è registrato un aumento della partecipazione al mercato del lavoro. In un contesto ancora debole, si è osservato un incremento del tasso di disoccupazione, lievemente più marcato per le donne.

Nonostante i redditi delle famiglie siano ancora parzialmente compressi dai bassi livelli di ore lavorate nel confronto con l'anno precedente la crisi, nel corso dell'anno si rileva un miglioramento del reddito dei nuclei familiari del Mezzogiorno: le misure straordinarie di sostegno varate dal Governo, assieme a quelle già in vigore prima dell'emergenza, hanno continuato a sostenere i redditi delle famiglie sarde.



Il quadro congiunturale di ripresa si è riflesso in un miglioramento dell'indice di fiducia delle famiglie ed in un lieve aumento dei consumi.

Nel primo semestre i prestiti erogati da banche e società finanziarie alle famiglie sarde sono tornati a crescere a tassi simili a quelli del 2019 dopo il rallentamento osservato nel 2020, in particolare nel credito al consumo.

Si è intensificata la crescita dei mutui per l'acquisto di abitazioni, in connessione con la congiuntura favorevole del mercato immobiliare in regione (4% su base annua). Anche il credito al consumo è tornato ad aumentare (2.7%), in particolare nella componente erogata dalle società finanziarie.

Nel mercato del credito i prestiti bancari hanno continuato ad aumentare in misura sostenuta (5%) nel primo semestre del 2021: la dinamica ha riflesso prevalentemente il credito alle imprese (crescita dell'8.4% a giugno), comunque anche i finanziamenti alle famiglie hanno accelerato nella prima parte dell'anno per la congiuntura

più favorevole del mercato immobiliare e per il recupero dei consumi rispetto all'anno precedente. Il tasso di crescita del credito bancario si è ridotto nei mesi estivi in connessione con un rallentamento della domanda proveniente dal settore produttivo.

Gli effetti della crisi pandemica sulla qualità del credito erogato da banche e società finanziarie alla clientela sarda sono rimasti contenuti, anche per effetto della flessibilità nella classificazione dei finanziamenti introdotta dalle autorità di vigilanza e degli interventi governativi rivolti ad imprese e famiglie, sebbene sia leggermente aumentata la quota dei prestiti in bonis per i quali si è osservato un incremento del rischio di credito.

Le famiglie e le imprese sarde hanno continuato ad accumulare liquidità nella forma di depositi bancari, che hanno tuttavia decelerato rispetto alla fine dello scorso anno.

3.1.1.4 Indici di mortalità per causa

Le indagini sulle cause di morte costituiscono la principale fonte statistica per definire lo stato di salute di una popolazione e per rispondere alle esigenze di programmazione sanitaria di un paese (consultabili sul sito <http://dati.istat.it/#>).

Nella tabella di seguito riportata sono evidenziati i dati medi ISTAT dei decessi classificati in base alla "causa iniziale di morte" delle principali malattie.

I dati a livello nazionale evidenziano che la principale causa di morte è quella relativa a malattie del sistema circolatorio, seguita dai tumori e dalle malattie del sistema respiratorio; tale tendenza è confermata dalla provincia del Sud Sardegna, mentre la principale causa di morte a livello regionale è costituita dai tumori, seguita dalle malattie del sistema circolatorio e dalle malattie del sistema respiratorio.

Tabella 2. Mortalità per territorio di residenza e causa di morte (Fonte: ISTAT, 2019)

Causa di morte	Italia	Sardegna	Provincia del Sud Sardegna
alcune malattie infettive e parassitarie	14.562	401	61
tumori	178.440	5.195	847
malattie del sangue e degli organi ematopoietici ed alcuni disturbi del sistema immunitario	3.383	100	14
malattie endocrine, nutrizionali e metaboliche	28.801	740	163
disturbi psichici e comportamentali	26.006	945	254
malattie del sistema nervoso e degli organi di senso	30.281	877	168
malattie del sistema circolatorio	220.993	4.985	1.025
malattie del sistema respiratorio	53.446	1.244	300
malattie dell'apparato digerente	23.022	766	136
malattie della cute e del tessuto sottocutaneo	1.520	32	4
malattie del sistema osteomuscolare e del tessuto connettivo	3.609	130	15
malattie dell'apparato genitourinario	14.462	280	62
complicazioni della gravidanza, del parto e del puerperio	12	-	-
alcune condizioni morbose che hanno origine nel periodo perinatale	646	13	2



Causa di morte	Italia	Sardegna	Provincia del Sud Sardegna
malformazioni congenite ed anomalie cromosomiche	1.238	39	7
sintomi, segni, risultati anomali e cause mal definite	15.116	446	94
cause esterne di traumatismo e avvelenamento	23.911	796	137



3.1.2 **Biodiversità**

3.1.2.1 **Ecosistemi ed habitat**

L'area di intervento ricade nella zona del Lauretum sottozona Calda secondo la classificazione fitoclimatica del Pavari (1916), mentre la pubblicazione "Fitoclimatologia della Sardegna" di P. Arrigoni (1968) vi fa ricadere l'orizzonte delle foreste miste sempreverdi termoxerofile caratterizzato da clima semiarido, con scarso surplus idrico invernale ed elevato deficit idrico estivo.

La **vegetazione potenziale** nelle aree in esame si articola nelle seguenti tipologie:

- **Boschi di querce sempreverdi e sugherete**

Questa tipologia di vegetazione è rappresentata in massima parte da boschi sempreverdi a dominanza di sughera (*Quercus suber*) e, secondariamente, di leccio (*Q. ilex*).

I boschi a dominanza di leccio, riferibili all'associazione *Prasio majoris - Quercetum ilici*, sono caratterizzati dalla presenza di *Phillyrea angustifolia*, *Prasium majus*, *Juniperus oxycedrus subsp. oxycedrus*, *J. phoenicea subsp. turbinata*, *Olea europaea var. sylvestris*, *Pistacia lentiscus*, *Phillyrea latifolia*, *Erica arborea*, *Arbutus unedo*, *Myrtus communis* e *Quercus suber*. Rilevante è la presenza di lianose nel sottobosco, in particolare: *Clematis cirrhosa*, *Smilax aspera*, *Rubia peregrina*, *Lonicera implexa* e *Tamus communis*.

La sughera costituisce formazioni pure o miste con leccio o querce caducifoglie, aperte e luminose, che si differenziano in rapporto alla quota e quindi alle condizioni bioclimatiche. Nello strato arbustivo sono presenti: *Cytisus villosus*, *Arbutus unedo*, *Erica arborea* ed altre specie calcifughe quali *Myrtus communis*, *Lavandula stoechas* e *Teline monspessulana*.

Lungo i versanti e nelle aree con rocce affioranti prevalgono le leccete.

Nelle aree più intensamente utilizzate dall'uomo si rinvencono formazioni effimere ruderali nitrofile o seminitrofile riferibili alla classe *Stellarietea mediae* e *Polygono-Poetea annuae*.

L'altezza delle chiome di tali formazioni forestali risulta solitamente bassa anche negli individui più longevi: mediamente arriva a 10-12 m, superando in rari casi i 15 m.

- **Boschi di conifere**

Si tratta di impianti puri o misti di conifere e latifoglie: sono principalmente pinete a pino domestico (*Pinus pinea*), pino marittimo (*Pinus pinaster*), pino d'Aleppo (*Pinus halepensis*) e pino nero (*Pinus nigra*).

In passato i rimboschimenti eseguiti in Sardegna erano destinati per lo più a scopi di difesa idrogeologica o comunque di bonifica, soddisfacendo allo stesso tempo anche alle altre funzioni del bosco (produttiva, igienica, ricreativa, ...): ancora oggi il problema principale è limitare il più possibile la degradazione dei suoli su vaste aree che, a causa dei ripetuti incendi, presentano scarsa o nulla copertura forestale e risultano poco produttive per il pascolo.

- **Macchia mediterranea e garighe**

La vegetazione è costituita prevalentemente da arbusti, ma anche da ceppaie di alberi ed alberelli. La macchia mediterranea è generalmente un tipo di vegetazione "secondaria", derivante dalla degradazione più o meno irreversibile delle formazioni boschive originarie, per cause direttamente o indirettamente collegate all'attività antropica, quindi esterne al dinamismo naturale. Raramente la macchia assume il carattere di vegetazione "primaria" che si sviluppa indipendentemente da formazioni forestali. Nell'area di studio è presente prevalentemente la macchia di tipo secondario.

Nella macchia bassa (o gariga) – altezza < 1 m – rientrano le formazioni a prevalenza di cisti (in genere *Cistus monspeliensis* o *Cistus incanus* e *Cistus salvifolius*) con erica e lavanda (*Erica arborea* e *Lavandula stoechas*) e varie specie erbacee bulbose, in particolare asfodelo (*Asphodelus microcarpus*); meno frequenti sono lentisco e mirto (*Pistacia lentiscus* e *Myrtus communis*).

Si tratta di un aspetto tipico e durevole di una vegetazione ripetutamente percorsa dagli incendi e con una degradazione del suolo spesso irreversibile. Le associazioni di riferimento per questo tipo di vegetazione sono *Erico arboreae-Arbutetum unedonis* e *Pistacio lentisci-Calicotometum villosae subass. phillyreetosum angustifoliae*.

La macchia media – altezza = 1-3 m – è data in genere da formazioni caratterizzate da lentisco e mirto (*Pistacia lentiscus* e *Myrtus communis*) con presenza di *Arbutus unedo*, *Asparagus albus*, *Phillyrea angustifolia*, *Calicotome villosa*, oltre a *Cistus monspeliensis*, *Lavandula stoechas* ed *Erica arborea*; anche in questo caso si tratta di una vegetazione in stretta relazione alla ciclicità degli incendi.



In buona parte del complesso collinare, dove gli affioramenti rocciosi sono ampiamente diffusi, la vegetazione è piuttosto variabile in termini floristici a seconda dell'altitudine e dell'esposizione ed è per lo più relegata a tasche di suolo, fratture, spaccature, concavità e terrazzamenti. Sono presenti soprattutto le sclerofille tipiche della macchia mediterranea (*Pistacia lentiscus*, *Phillyrea latifolia*, ...), mentre, nelle pareti rocciose esposte situate all'imbocco delle valli, sono sostituite da tipologie dall'aspetto più termofilo, indipendentemente dal substrato: la specie prevalente è *Euphorbia dendroides*, unitamente a *Prasium majus*, *Asparagus albus* e *Olea oleaster var. sylvestris*.

▪ **Praterie naturali continue e discontinue, prati-pascoli**

Gran parte della vegetazione erbacea è fortemente condizionata per la composizione floristica dalla presenza degli animali domestici, dunque sono frequenti specie vegetali a disseminazione zoocora, ruderali, ubiquitarie e banali ad ampio spettro ecologico.

Si distinguono le praterie naturali ed i prati-pascoli (questi ultimi gestiti da pratiche agricole): la composizione floristica di entrambi risulta fortemente alterata dal pascolamento delle specie bovine ed ovine.

Si tratta di comunità con notevole differenza nella composizione floristica a seconda della natura geologica, della profondità, della rocciosità e della pendenza del suolo: sono habitat molto ricchi di specie annuali dei generi *Aegilops*, *Bromus*, *Vulpia*, *Lophocloa*, *Brachypodium*, *Phleum*, *Briza*, *Catapodium*, *Gastridium*, *Lagurus*, *Hordeum*, *Haynaldia*, *Stipa*, *Gaudinia*, *Poa*, *Aira*, *Koeleria*, *Trifolium*, *Lotus*, *Medicago*, *Hedysarum*, *Ononis*, *Tuberaria*, sebbene la biomassa possa essere maggiormente rappresentata da specie perenni quali *Asphodelus microcarpus*, *Carlina corymbosa*, *Cynara cardunculus*, *Dactylis glomerata/hispanica*, *Ferula communis*, *Thapsia garganica*, *Brachypodium retusum*.

Nei prati temporanei originati dal riposo temporaneo (un anno) delle colture agrarie prevalgono specie ruderali e di ambienti ricchi di nutrienti: specie molto comuni sono *Rapistrum rugosum*, *Borago officinalis*, *Crepis vesicaria*, *Daucus carota*, *Oxalis cernua*, *Ridolfia segetum*, *Gladiolus bizanthinus*, *Anthemis arvensis*, *Rapahanus raphanistrum*, *Haynaldia villosa*, *Avena barbata*, *Avena sterilis*, *Verbascum ulverulentum*, *Onopordon illyricum*, *Thapsia garganica*, *Adonis sp. pl.*, *Urtica sp. pl.* La composizione floristica è molto variabile e dipende spesso dalle modalità delle utilizzazioni agrarie, piuttosto che dalle condizioni ecologiche complessive: si possono avere specie dominanti (es. *Ferula communis*, *Cynara cardunculus*, *Asphodelus microcarpus*, *Pteridium aquilinum*, *Atractylis gommifera*, *Hedysarum coronarium*); non mancano, infine, casi come quello di *Sedum coeruleum*.

Queste praterie formano talvolta un mosaico sia con le garighe che con gli ambiti di macchia mediterranea, di cui ne condividono più o meno specie a seconda del grado di sviluppo del dinamismo in atto.

▪ **Formazioni di ripa**

L'idrografia dell'area in oggetto è costituita da corsi d'acqua a carattere torrentizio che non consentono uno sviluppo di rilievo alle formazioni vegetali igrofile.

Lungo le sponde di questi torrenti, nelle zone di fondovalle e lungo i corsi d'acqua oligotrofici, in situazioni non planiziali, si sviluppano alcuni aspetti del geosigmeto sardo-corso edafoigrofilo, calcifugo (*Nerio oleandri-Salicion purpureae*, *Rubio ulmifolii-Nerion oleandri*, *Hyperico hircini-Alnenion glutinosae*). Le formazioni arboree sono rappresentate da boscaglie a galleria costituite da *Salix sp. pl.*, *Rubus sp. pl.* ed altre fanerofite cespitose quali *Vitex agnus-castus*. Lungo le sponde si possono trovare *Erica terminalis*, *Polygonum scoparium* ed altre specie riparie come carici, tife e giunchi; nei tratti dei torrenti dove l'acqua scorre più lentamente si possono sviluppare popolamenti di ranuncolo d'acqua (*Ranunculus sp.pl.*). In genere, sono abbastanza frequenti le felci, tra cui *Pteridium aquilinum*.

▪ **Pascoli arborati**

I pascoli arborati – un sistema particolare di conduzione delle attività zootecniche, che risulta integrato con l'ambiente – si sviluppano soprattutto nelle zone dove le attività pastorali sono state prevalenti, infatti sono il risultato della lenta opera dell'uomo che, per favorire il pascolo degli animali domestici, ha eliminato sistematicamente le specie arboree per favorire la crescita del manto erboso.

La verifica della **vegetazione reale** presente nelle aree di intervento si è basata sui dati del Progetto Corine Land Cover 2008-2012, sulla cartografia tematica regionale e su indagini speditive in sito.

Le aree di progetto ricadono all'interno di superfici agricole utilizzate prevalentemente per la produzione di cereali da granella, in minor misura per la produzione di foraggi o da pascolare direttamente: la rotazione colturale non consente lo sviluppo o l'affermazione di fitocenosi seppure di ridotto valore floristico.



I confini interpoderali, le sponde fluviali e le bordure stradali sono caratterizzati da popolamenti naturali erbacei ed in minor misura arbustivi e rare forme arboree di specie diverse:

- Tra gli arbusti si citano Lentisco (*Pistacia lentiscus*), Cisto (*Cistus monspeliensis*) soprattutto nelle aree incolte, Tamericio (*Tamarix sp.*), canne (*Arundo donax*) nelle aree umide ed in prossimità dei corsi d'acqua, Assenzio (*Artemisia arborescens*) molto diffuso sui bordi stradali nei pressi di Mandas e svariate altre specie di Asteracee spinose ma a portamento erbaceo ed annuali.
- Tra le erbacee si riscontra Malva (*Malva sylvestris*), Finocchio comune (*Foeniculum vulgare*), Visnaga comune, carciofo selvatico (*Cynara cardunculus*) e Avena selvatica (*Avena fatua*).

La vegetazione si presta a delineare un quadro ecologico sinottico grazie al ruolo di interconnessione ecologica tra la componente abiotica degli ecosistemi e le altre componenti biocenotiche, pertanto sono state individuate – su base essenzialmente vegetazionale – le tipologie ecosistemiche presenti nell'area vasta di influenza delle opere in progetto.

Queste macro-aree sono state identificate analizzando le tessere del mosaico territoriale, partendo dalle tipologie di vegetazione e di uso del suolo presente e dalla loro disposizione reciproca. La componente fauna presente in una tessera tende a spostarsi in zone più ricche di biodiversità oppure da zone più ricche verso zone più povere; a questi movimenti principali possono aggiungersi dei reflussi nell'ambito di movimenti ciclici giornalieri (quali uscita per la caccia all'aperto e ritorno al nido) e delle dispersioni (in caso di abbandono della zona per dispersione giovanile, competizione intraspecifica, ...).

I flussi maggiori di fauna si hanno nelle aree di contatto tra le tessere e lungo corridoi ecologici; anche le specie vegetali – con meccanismi regolati da vettori come gravità, vento, acqua e fauna – possono disperdersi all'interno del sistema ecologico.

Nell'area vasta di analisi sono state individuate le seguenti **unità ecosistemiche**:

- **Ecosistema delle aree agricole**
Le superfici agricole, coltivate soprattutto a seminativi e colture arboree, sono distribuite in maniera frammentata creando un mosaico di piccoli appezzamenti.
La vegetazione naturale si esprime qui in maniera relittuale con piccoli lembi di bosco, filari di siepi ed arbusteti nelle zone incolte o con piante ruderali antropofile negli incolti, lungo le capezzagne (viabilità interpoderale) e le bordure dei campi.
Le specie faunistiche presenti sono opportuniste e convivono con la presenza dell'uomo, pertanto non sono generalmente disturbate dalle attività agricole.
- **Ecosistema dei pascoli e dei pascoli arborati**
L'unità è intesa come mosaico di praterie naturali, pascoli e pascoli arborati che creano ambienti di elevata varietà e diversità biologica, soprattutto in termini faunistici. La discontinuità di questa tipologia di ecosistema crea un elevato dinamismo dovuto all'effetto margine, in particolare per alcune specie che prediligono ambienti forestali con presenza di aree aperte come i rapaci, che trovano rifugio all'interno dei boschi e svolgono le attività trofiche in aree agricole, praterie e cespuglieti.
- **Ecosistema degli ambienti di macchia e di gariga**
La macchia mediterranea è un ecosistema molto vario con fisionomie diversissime in cui la presenza antropica contribuisce a determinarne da un lato il degrado e dall'altro la grande ricchezza floristica e faunistica.
Il degrado della macchia porta alla gariga, in cui prevalgono i piccoli arbusti, spesso provvisti di sostanze aromatiche, tossiche o spinose come strumento di difesa dalle condizioni di eccessiva insolazione, dall'aridità e dagli animali al pascolo. Le garighe – una delle formazioni vegetali maggiormente diffuse nelle aree costiere e collinari – rappresentano uno stadio di degradazione della macchia mediterranea, degli arbusteti e delle formazioni boschive, tuttavia costituiscono anche una vegetazione matura e stabile nelle zone costiere e nelle creste rocciose con dislivelli accentuati ed esposte ai forti venti o alle correnti ascensionali, inoltre presentano un gran numero di specie nelle zone a rocciosità elevata o molto elevata.
Gli ambienti di macchia e gariga offrono rifugio a numerose specie di vertebrati terrestri – tra cui le specie ornitiche di piccole dimensioni rappresentano un ricco contingente (sia in termini di biodiversità specifica che intraspecifica) – e sono frequentate dai rapaci come zone di alimentazione. La connettività piuttosto elevata (data dalla buona distribuzione nell'area di studio), l'alta resilienza e l'elevato dinamismo vegetazionale (dovuto al pascolo ed al passaggio frequente del fuoco) determinano una sensibilità ecologica media di questi ecosistemi.



- **Ecosistema degli ambienti di ripa**

Questi ambienti sono presenti lungo le sponde dei torrenti, spesso in una fascia di limitata estensione difficilmente distinguibile cartograficamente da eventuali aree boscate limitrofe.

Si tratta di ecosistemi particolari composti da un mosaico di nicchie ecologiche differenti (aree boscate, cespuglieti ed aree umide) interconnesse funzionalmente tra di loro che determinano la presenza di specie faunistiche peculiari, tra cui soprattutto anfibi.

L'idrografia dell'area di analisi, tuttavia, è costituita prevalentemente da corsi d'acqua a carattere torrentizio che non consentono uno sviluppo di rilievo delle formazioni vegetali igrofile.

La loro connettività medio-bassa e la loro funzionalità collegata a parametri ecologici che devono rimanere costanti determinano una sensibilità alta di questi ecosistemi, infatti si tratta di ambienti delicati, in equilibrio soprattutto con le condizioni edafiche del suolo.

- **Ecosistema forestale**

L'ecosistema forestale ha uno sviluppo limitato nell'area di studio, quindi non si presenta con una buona continuità degli habitat: l'andamento orografico e l'uso promiscuo con il pascolo hanno fortemente condizionato lo sviluppo di estese coperture di boschi (principalmente quelli a *Quercus suber*).

In questa tipologia sono compresi i boschi di latifoglie sempreverdi, le sugherete ed i rimboschimenti a conifere.

Le aree boscate esprimono elevata sensibilità ecologica poiché rappresentano la tappa matura del dinamismo naturale della vegetazione.

Lo sviluppo dei boschi di conifere, invece, è artificiale per ovviare a dissesti idrologici o per diversificare le possibilità di reddito. I rimboschimenti formano tipologie forestali monospecifiche, spesso caratterizzate da specie alloctone, con una distribuzione delle piante non naturaliforme: la vegetazione esce dagli schemi del suo dinamismo naturale, legato alle condizioni edafiche e microclimatiche, e non è possibile parlare di tappa matura.

La componente faunistica forestale, generalmente più sensibile al disturbo antropico, risulta favorita: i boschi offrono rifugio anche a quelle specie animali che sfruttano la compresenza di aree aperte marginali coltivate e quindi ricche di risorse.

La sensibilità ecosistemica è stata valutata in base alle seguenti variabili:

- Idoneità faunistica degli ambienti (rispetto al numero di specie maggiormente frequenti);
- Valore dei tipi vegetazionali presenti, raggruppati per macro-categorie;
- Connettività ecologica, determinata dal grado di frammentazione dell'ecosistema all'interno dell'area di studio.

Tabella 3. Sensibilità delle unità ecosistemiche

UNITÀ ECOSISTEMICHE		IDONEITÀ FAUNISTICA	VALORE VEGETAZIONALE	CONNETTIVITÀ ECOLOGICA	SENSIBILITÀ ECOSISTEMICA ¹
Ecosistema delle aree agricole		Medio-bassa	Basso	Bassa	Bassa
Ecosistema degli ambienti di macchia e di gariga		Medio-alta	Medio	Alta	Media
Ecosistema dei pascoli e dei pascoli arborati		Alta	Medio	Alta	Medio-alta
Ecosistema degli ambienti di ripa		Alta	Alto	Medio-bassa	Alta
Ecosistema forestale	Boschi di latifoglie	Medio-alta	Alto	Alta	Alta
	Boschi di conifere	Media	Basso	Media	Media

Per ulteriori dettagli si rimanda all'elaborato G929_SIA_R_007 - Studio per la Valutazione di Incidenza.

¹ Gli ecosistemi con una minore connettività presentano una maggiore sensibilità ecosistemica poiché la frammentazione rende questi ambienti ecologicamente più delicati.



3.1.2.2 Siti Rete Natura 2000

Nell'area vasta interessata dall'intervento in progetto, definita molto cautelativamente come il buffer di 5 km attorno alle opere da realizzare o da demolire, è presente un sito Rete Natura 2000: il SIC/ZSC ITB042237 Monte San Mauro (provvedimento di designazione D.M. 07/04/2017), distante circa 1.3 km da un elettrodotto da realizzare nel punto più prossimo, pertanto, è stato redatto lo Studio per la valutazione di incidenza.

Il sito naturalistico, di superficie pari a 642 ha, è ubicato in un territorio a morfologia collinare o sub-pianeggiante, in una zona caratterizzata dalla prevalenza di suoli marnosi ricchi di carbonati che ne condizionano fortemente il paesaggio.

Tabella 4. Ripartizione degli habitat nella ZSC

Classe di habitat	% di copertura
Brughiere, boscaglie, macchia, garighe. Friganee	12.00
Praterie aride, steppe	14.00
Colture cerealicole estensive (incluse e colture in rotazione con maggese regolare)	74.00
Copertura totale delle classi di habitat	100.00

3.1.2.2.1 Habitat di interesse comunitario

I rilievi diretti degli habitat effettuati nella ZSC nel corso della revisione al Piano di Gestione (anno 2014) hanno condotto alla proposta di alcune modifiche al Formulario Standard del Sito: attualmente sono segnalati 2 habitat, mentre altri due sono stati inseriti in seguito all'analisi approfondita del territorio e del margine di confine del sito.

L'habitat 92A0 (Foreste a galleria di *Salix alba* e *Populus alba*), già indicato dal piano di gestione del 2008, si ritiene importante nel contesto territoriale della Trexenta per la presenza di un flusso idrico durante la maggior parte dell'anno: la presenza dell'acqua (soprattutto durante i mesi più caldi), la disponibilità di spazi di passaggio e la presenza di cespugli di rovo, pioppi e salici per la nidificazione rappresentano condizioni ottimali di vita per anfibi, uccelli, insetti e piccoli mammiferi.

L'approfondimento della conoscenza del territorio ha permesso di individuare un altro habitat, il 6310 - Dehesas con *Quercus spp. semperverde*.

Tra gli habitat già inseriti nel Formulario Standard, il 5330 – Arbusteti termo-mediterranei e predesertici evidenzia una leggera diminuzione della superficie, mentre l'habitat 6220 – Percorsi substepnici di graminacee e piante annue dei Thero-Brachypodietea (prioritario) presenta un leggero incremento di superficie rispetto a quanto indicato precedentemente.

Per ulteriori dettagli si rimanda allo Studio per la valutazione di incidenza.

3.1.2.2.2 Flora e Fauna

L'elenco delle specie del SIC/ZSC Monte San Mauro, verificato nel corso della revisione al Piano di Gestione (anno 2014) con la conferma di tutte le specie elencate nel Formulario Standard del Sito, è stato assunto anche quale riferimento per l'area vasta di progetto.

Di seguito si riportano le specie presenti nel sito.

Tabella 5. Specie di cui all'Articolo 4 della Direttiva 2009/147/CE ed elencate nell'Allegato II della Direttiva 92/43/CEE e relativa valutazione del sito in relazione alle stesse

Specie		Popolazione			Valutazione sito					
Cod.	Nome scientifico	Tipo	Dimensioni	Unità	Quant.	Qual.	Popol.	Conserv.	Isolam.	Glob.
A111	<i>Alectoris barbara</i>	p			P	DD	D			
A255	<i>Anthus campestris</i>	c			P	DD	D			
A255	<i>Anthus campestris</i>	r			P	DD	D			
A133	<i>Burhinus oedicephalus</i>	c			P	DD	D			
A133	<i>Burhinus oedicephalus</i>	w			P	DD	D			



Specie		Popolazione			Valutazione sito					
Cod.	Nome scientifico	Tipo	Dimensioni	Unità	Quant.	Qual.	Popol.	Conserv.	Isolam.	Glob.
A133	<i>Burhinus oedicnemus</i>	r			P	DD	D			
A224	<i>Caprimulgus europaeus</i>	r			P	DD	D			
A224	<i>Caprimulgus europaeus</i>	c			P	DD	D			

Nota esplicativa della tabella

Popolazione

Tipo:

p = permanente - presente nel sito tutto l'anno

r = riproduzione – utilizza il sito per lo svezzamento dei piccoli

c = concentrazione – sito utilizzato come punto di sosta, di riparo, sosta in fase di migrazione o luogo di muta, al di fuori dei luoghi di riproduzione e di svernamento

w = utilizza il sito per svernare.

Valutazione del sito

Quantità:

i: singoli esemplari;

p: coppie;

C: specie è comune;

R: specie rara;

V: specie molto rara;

P: presente ma non quantificata.

Qualità del dato:

G: buona;

M: moderata;

P: scarsa;

VP: molto scarsa;

DD: dati insufficienti.

La valutazione della **dimensione della popolazione presente sul sito** in rapporto a quella del territorio nazionale è stata stimata secondo le seguenti classi d'intervallo progressivo (dove p esprime la percentuale della popolazione):

A. 100% > = p > 15%

B. 15% > = p > 2%

C. 2% > = p > 0%

D. popolazione non significativa.

Tabella 6. Altre specie importanti di Flora e Fauna

Gruppo	Codice	Nome scientifico	Popolazione	Motivazione						
				IV	V	A	B	C	D	
R	1240	<i>Algyroides fitzingeri</i>	P	X		X				
P		<i>Ampelodesmos mauritanicus</i>	P						X	
B	A226	<i>Apus apus</i>	P						X	
B	A218	<i>Athene noctua</i>	P						X	
B	A366	<i>Carduelis cannabina</i>	P						X	
B	A364	<i>Carduelis carduelis</i>	P						X	
B	A363	<i>Chloris chloris</i>	P						X	
B	A289	<i>Cisticola juncidis</i>	P						X	
B	A113	<i>Coturnix coturnix</i>	P						X	



Gruppo	Codice	Nome scientifico	Popolazione	Motivazione					
				IV	V	A	B	C	D
M	2592	<i>Crocidura russula</i>	P					X	
B	A212	<i>Cuculus canorus</i>	P					X	
B	A253	<i>Delichon urbica</i>	P					X	
B	A383	<i>Emberiza calandra</i>	P					X	
B	A377	<i>Emberiza cirius</i>	P					X	
M	2590	<i>Erinaceus europaeus</i>	P					X	
B	A096	<i>Falco tinnunculus</i>	P					X	
B	A251	<i>Hirundo rustica</i>	P					X	
A	1204	<i>Hyla sarda</i>	P	X		X		X	
B	A341	<i>Lanius senator</i>	P			X		X	
M	6129	<i>Lepus capensis mediterraneus</i>	P			X		X	
B	A230	<i>Merops apiaster</i>	P					X	
B	A319	<i>Muscicapa striata</i>	P					X	
M	5975	<i>Mustela nivalis boccamela</i>	P					X	
B	A330	<i>Parus major</i>	P					X	
B	A355	<i>Passer hispaniolensis</i>	P					X	
R	1250	<i>Podarcis sicula</i>	P	X				X	
R	1246	<i>Podarcis tiliguerta</i>	P	X				X	
B	A276	<i>Saxicola torquata</i>	P					X	
B	A361	<i>Serinus serinus</i>	P					X	
B	A210	<i>Streptopelia turtur</i>	P					X	
B	A352	<i>Sturnus unicolor</i>	P					X	
M	2603	<i>Suncus etruscus</i>	P					X	
B	A311	<i>Sylvia atricapilla</i>	P					X	
B	A304	<i>Sylvia cantillans</i>	P					X	
B	A303	<i>Sylvia conspiciata</i>	P					X	
B	A305	<i>Sylvia melanocephala</i>	P					X	
B	A283	<i>Turdus merula</i>	P					X	
B	A213	<i>Tyto alba</i>	P			X		X	
B	A232	<i>Upupa epops</i>	P					X	

Le categorie delle motivazioni per l'inserimento delle specie nell'elenco sopra riportato sono:

All. IV e V – inclusi nei rispettivi allegati della direttiva Habitat

A - elenco del Libro rosso nazionale

B - specie endemiche

C - convenzioni internazionali (incluse quella di Berna, quella di Bonn e quella sulla biodiversità)

D - altri motivi.

Popolazione – Categorie di abbondanza: C = Comune, R = Rara, V = Molto rara, P = Presente.



Le condizioni pedoclimatiche, associate a consuetudini antropiche consolidate nel tempo (quali coltivazioni, taglio delle aree boschive, incendi e pascolo incontrollato), hanno prodotto la trasformazione del paesaggio originario (serie dinamica *Quercion ilicis*) nel sito naturalistico e l'instaurarsi di una vegetazione a prateria ed a steppa tipica degli ambienti semiaridi.

Tali formazioni vegetali sono caratterizzate dalla predominanza di essenze erbacee (sia annuali che perenni) – con scarsa vegetazione arbustiva e copertura arborea assente (se si escludono i pochi rimboschimenti e gli arboreti) – che conferiscono al paesaggio delle sfumature di colore estremamente rare.

Per ulteriori dettagli si rimanda allo G929_SIA_R_007 - Studio per la Valutazione di Incidenza.



3.1.3 Suolo, uso del suolo e patrimonio agroalimentare

L'analisi del territorio attraversato dalle opere in progetto è stata suddivisa nelle seguenti sezioni a caratteristiche omogenee in termini agro-pedologici:

- Connessione linea utente, composta da un elettrodotto misto aereo e interrato (a sua volta misto sub-lacuale e terrestre);

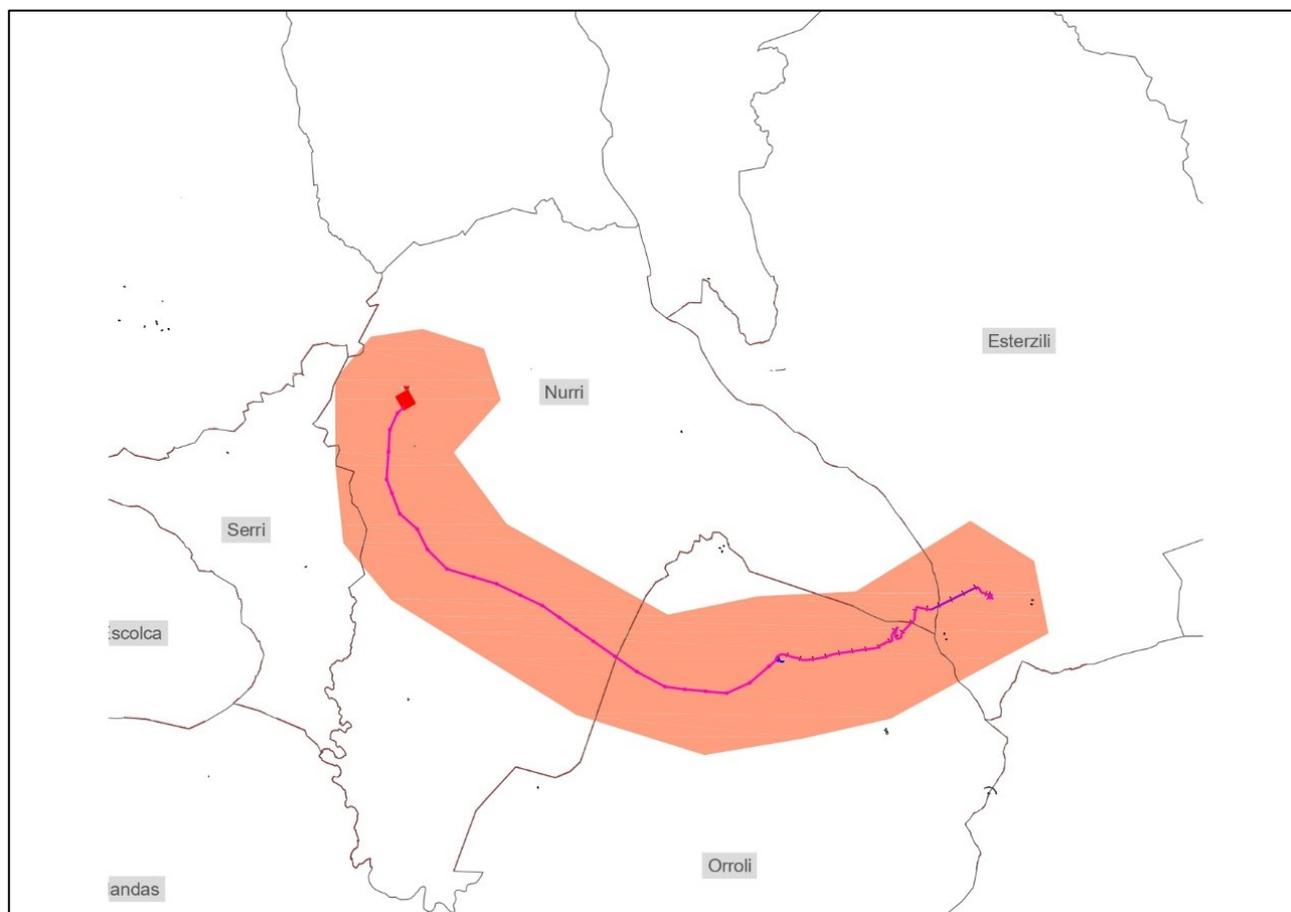


Figura 4. Limiti amministrativi della connessione linea utente

- Connessione linea RTN, suddivisa in due segmenti:
 - Segmento A (Sanluri – Mandas);
 - Segmento B (Mandas – Nurri).

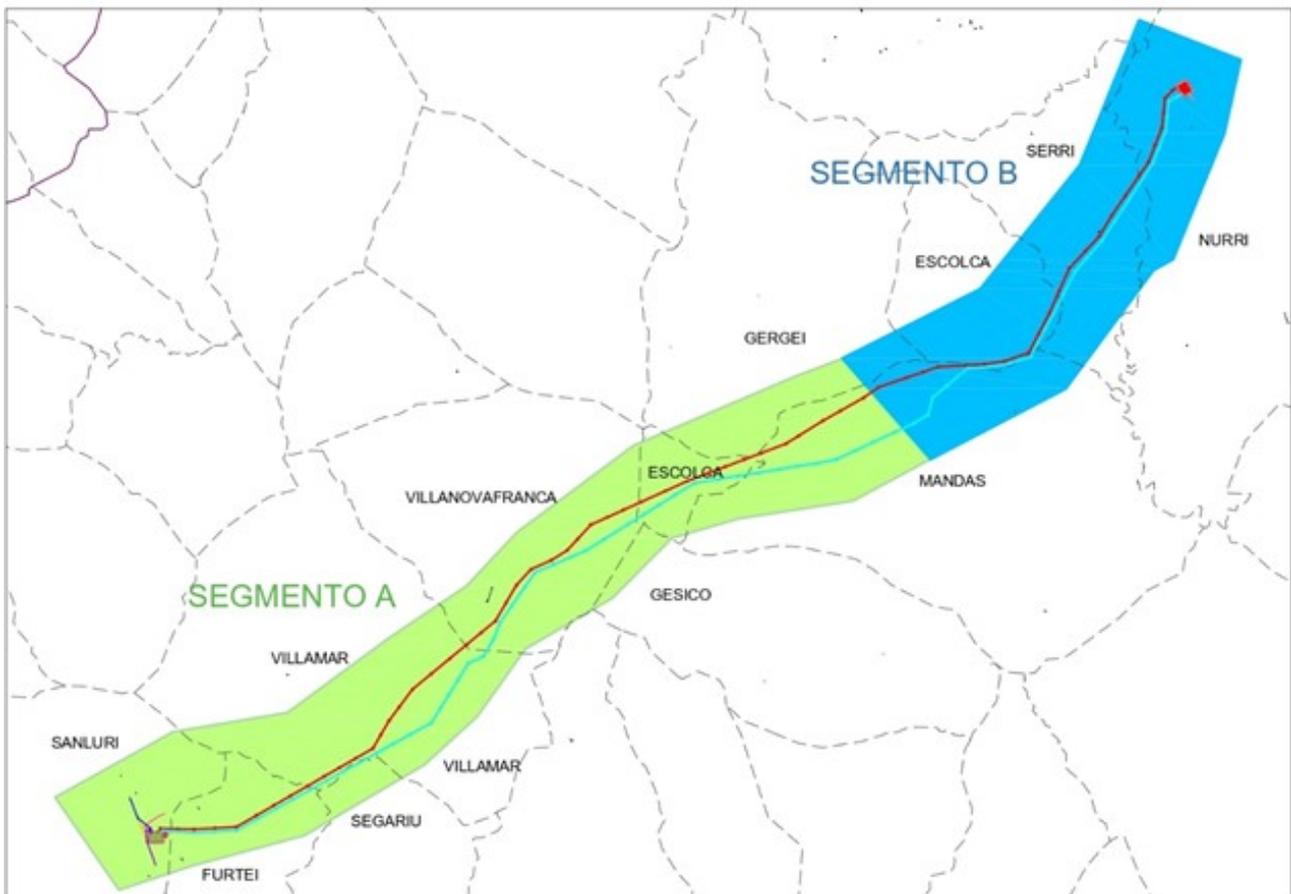


Figura 5. Limiti amministrativi della connessione linea RTN: segmenti A e B

3.1.3.1 Inquadramento pedologico

Linea utente

Il tracciato della connessione linea utente interessa, nell'ordine, le seguenti Unità pedologiche individuate nella "Carta dei suoli della Sardegna" (Aru, Baldaccini, Vacca): n. 19-4-21-20 e nuovamente n. 19.

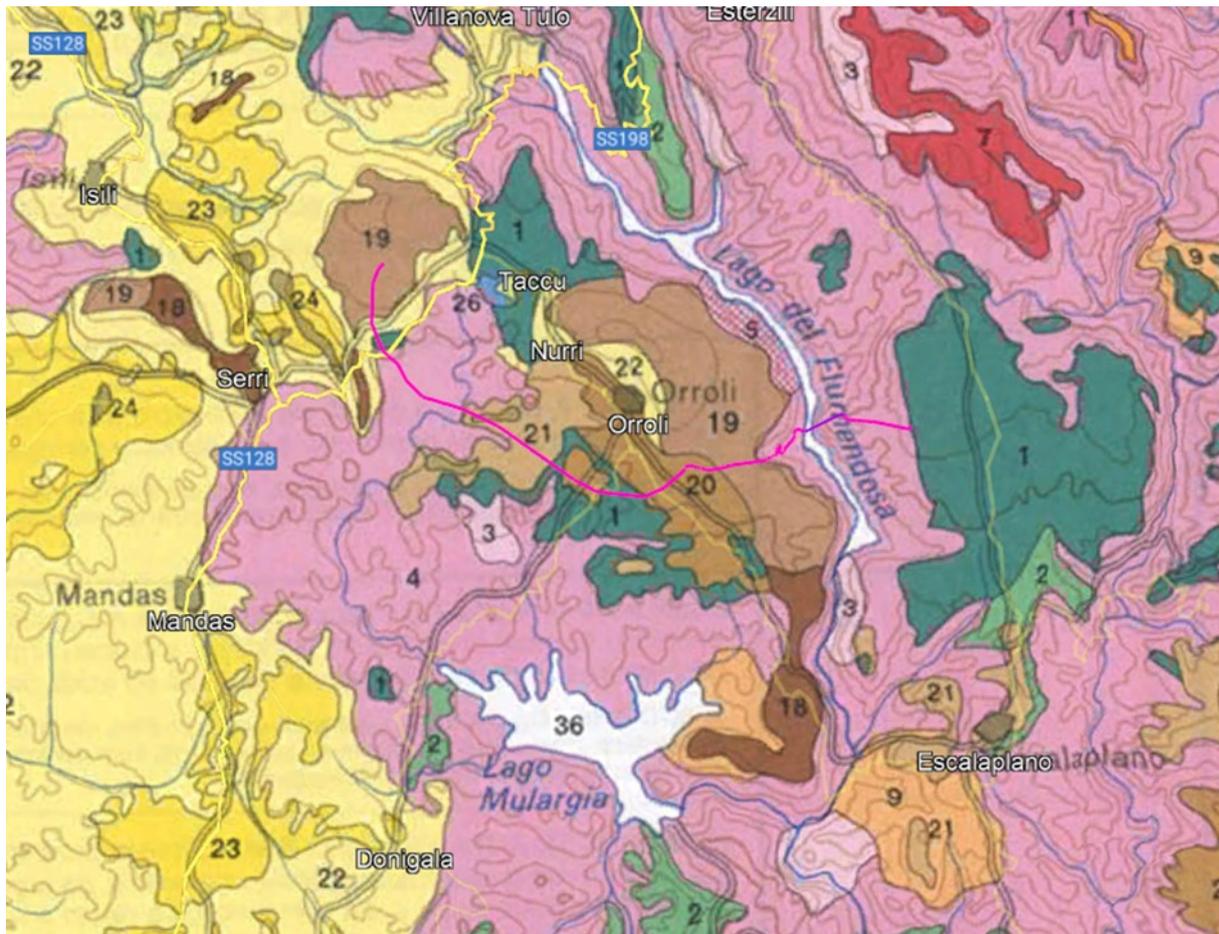


Figura 6. Unità pedologiche attraversate dalla connessione utente – “Carta dei suoli della Sardegna” (Aru, Baldaccini, Vacca)

La futura Stazione Elettrica Nurri 2 insisterà sull’Unità pedologica n. 19 un’area, qui caratterizzata da Monte Guzzini: i suoli hanno avuto origine da substrato di rocce effusive (basalti) plioceniche, infatti tutta l’area ha origini vulcaniche.

La morfologia – caratterizzata da forme dolci dei rilievi ed aree sub-pianeggianti di fondo valle – evidenzia due tipologie di suoli: alle quote inferiori la stratificazione dei depositi di versante (depositi colluviali) denota suoli di significativa potenza con profondità superiori a 50/60 cm; i suoli rilevati alle quote superiori e quelli di sommità dei rilievi, seppure modesti, presentano caratteristiche leggermente differenti soprattutto per la profondità che non superano i 40/50 cm.

Dal punto di vista della tessitura si rilevano prevalentemente suoli franco-argillosi con permeabilità media, tuttavia nelle aree sub pianeggianti e leggermente depresse non è difficile trovare ristagni che perdurano anche svariate settimane, rinvenendo spesso anche vegetazione tipica di aree umide, a causa di orizzonti impermeabili dovuti ad illuviazione di argille.

La letteratura agraria evidenzia una buona dotazione di sostanza organica.

La presenza di scheletro è sempre elevata con elementi litici di piccole e medie dimensioni che possono, a tratti, impedire anche le normali lavorazioni.

I suoli di questa unità cartografica presentano un moderato rischio di erosione, solo in rari casi possono risultare elevati in modo tale da asportare gli orizzonti superficiali.

L’attitudine produttiva, tenuto conto delle caratteristiche sopra descritte, rientra nella V o VI classe di capacità d’uso: sono suoli con forti limitazioni per le colture agrarie limitandone l’uso a pascolo, pascolo migliorato o, sempre consigliato per questa tipologia, ripristino dell’ambiente naturale attraverso opere di forestazione produttiva o riforestazione.



Il quadro generale delle conoscenze sull'articolazione delle acque sotterranee è molto limitato, tuttavia le informazioni raccolte sul territorio evidenziano la presenza di falde in genere profonde ed a tratti del tutto assenti.

Lungo il tracciato, alla base del rilievo sopra descritto, si rilevano suoli evoluti su substrato (unità pedologica 4) caratterizzato da metamorfici del Paleozoico (scisti) le cui caratteristiche differiscono, rispetto all'unità precedente, per la tessitura tendenzialmente franco-sabbiosa, la reazione sub acida, la bassa profondità con scheletro abbondante ed a tratti rocciosità affiorante: si tratta di suoli sottoposti a forte pressione pascolativa responsabile dei fenomeni erosivi in atto.

La fertilità è molto bassa e rientrano nella VI o addirittura VII classe di capacità d'uso con forti limitazioni, restringendo il loro uso al pascolo regimato o alla riforestazione.

Nella parte centrale del tracciato, in prossimità del centro abitato di Orroli, si rinvengono suoli ascrivibili alle Unità pedologiche n. 20 e 21, caratterizzati da substrati formati da calcareniti ed arenarie mioceniche con caratteristiche dei suoli non molto dissimili dalle precedenti unità.

Le limitazioni d'uso sono dovute sempre alla pietrosità elevata, alla rocciosità affiorante ed alla scarsa potenza dei suoli.

L'ampio altipiano basaltico che degrada verso il lago del Flumendosa ripropone suoli con caratteristiche rientranti nell'Unità pedologica n.19, già descritta sopra.

Linea RTN – Segmento A (Sanluri – Mandas)

Le caratteristiche dei suoli attraversati dal segmento A coincidono sostanzialmente con quelle descritte nelle Unità pedologiche n. 22 e 23 allegate alla “Carta dei suoli della Sardegna” (Aru, Baldaccini, Vacca).

Per ulteriori approfondimenti si rimanda alla Relazione agronomica.



Figura 7. Unità pedologiche n. 22-23 allegate alla “Carta dei suoli della Sardegna” (Aru, Baldaccini, Vacca)



La morfologia – caratterizzata da forme dolci o sub pianeggianti con avvallamenti e concavità – evidenzia due tipologie di suoli: alle quote inferiori la stratificazione dei depositi di versante (depositi colluviali) denota suoli di significativa potenza con profondità superiori a 60/80 cm; i suoli alle quote superiori e quelli di sommità dei rilievi, seppure modesti, presentano caratteristiche leggermente differenti soprattutto a profondità non superiore a 50 cm.

Dal punto di vista della tessitura si rilevano prevalentemente suoli da sabbio-argillosi ad argillosi in profondità, con permeabilità normalmente bassa.

Dalla letteratura agraria si evidenzia una scarsa presenza di sostanza organica dove le alte temperature la degradano velocemente, mentre gli apporti sono molto scarsi trattandosi di superfici sottoposte ripetutamente a coltura di cereali (i rilievi in sito non hanno evidenziato pratiche agronomiche legate al sovescio per elevare la sostanza organica del suolo e, in definitiva, la sua fertilità).

La presenza di scheletro è scarsa: la presenza è ridotta ad elementi litici di piccole dimensioni tali da non impedire le lavorazioni meccanizzate: l'attività umana ha contribuito notevolmente alla diminuzione dello scheletro del suolo, infatti sono numerosi e ben visibili i cumuli di pietrame confinati in aree non sottoposte a lavorazione (tare).

I suoli di questa unità cartografica presentano un moderato rischio di erosione, solo in rari casi possono risultare elevati in modo tale da asportare gli orizzonti superficiali.

Per quanto riguarda la classe di attitudine produttiva, tenuto conto delle caratteristiche sopra descritte, i suoli possono rientrare nella III o II classe, risultando quindi idonei alle colture erbacee ed arboree anche irrigue in condizioni ottimali.

Il quadro generale delle conoscenze sull'articolazione delle acque sotterranee è molto limitato (in particolare portate degli acquiferi e profondità), tuttavia le informazioni raccolte sul territorio hanno evidenziato che le falde sono in genere superficiali nel tratto iniziale (Sanluri, Furtei, Segariu, Villamar) e scorrono in direzione del rio Mannu, mentre, proseguendo verso la parte terminale del segmento (Gergei, Escolca e Mandas), sono, normalmente, profonde o del tutto assenti.

Linea RTN – Segmento B (Mandas – Nurri)

Nella parte iniziale del segmento B coincidente con il territorio di Mandas le caratteristiche dei suoli coincidono sostanzialmente con quelle descritte nell'Unità pedologica n. 23 allegata alla "Carta dei suoli della Sardegna" (Aru, Baldaccini, Vacca), tuttavia cambiano radicalmente nello spazio di alcune centinaia di metri in direzione di Nurri.

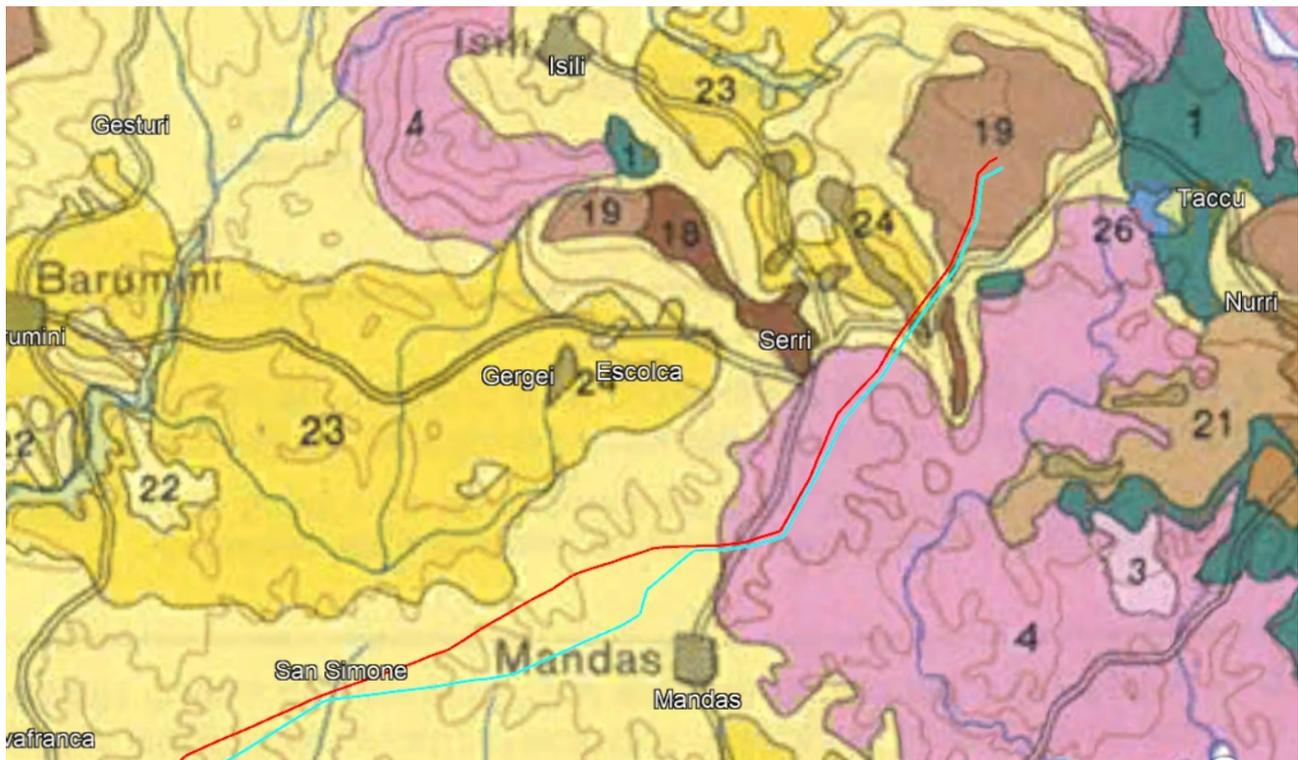


Figura 8. Unità pedologiche n. 22-4-19 allegata alla "Carta dei suoli della Sardegna" (Aru, Baldaccini, Vacca)

Il substrato è caratterizzato da metamorfiti (scisti, scisti arenaci, argilloscisti, ...) del Paleozoico e relativi depositi di versante. La morfologia passa dalle forme dolci o sub pianeggianti a rilievi più accentuati, ma mai a forme aspre,

I suoli rilevati denotano potenze inferiori a quelle della precedente Unità pedologica dove raramente si superano i 50 cm.

Dal punto di vista della tessitura si rilevano prevalentemente suoli da franco - argillosi a franco - sabbiosi, con permeabilità generalmente normale.

La letteratura agraria evidenzia una scarsa presenza di sostanza organica dove le alte temperature la degradano velocemente, mentre gli apporti sono molto scarsi.

La presenza di scheletro aumenta notevolmente, ma è sempre caratterizzata da elementi litici di piccole o medie dimensioni tali da non impedire le lavorazioni meccanizzate. Si specifica che l'attività umana ha contribuito notevolmente alla diminuzione dello scheletro riutilizzando il pietrame nella realizzazione dei muretti a secco di delimitazione delle proprietà fondiarie, in particolare nel territorio di Nurri.

I suoli dell'unità pedologica n. 4, evidenziando pendenze a tratti significative, presentano un elevato rischio di erosione tale da asportare gli orizzonti superficiali.

Per quanto riguarda la classe di attitudine produttiva, tenuto conto delle caratteristiche sopra descritte, i suoli possono rientrare tra la IV e la VI classe, risultando quindi poco idonei alle coltivazioni (praticabili solo a tratti), infatti le raccomandazioni vertono sulla possibilità del ripristino della vegetazione naturale o del pascolo regimato.

La parte terminale del segmento B rientra nell'unità pedologica n. 19, caratterizzata da suoli evoluti su un'isola basaltica (rocce effusive basiche) dove si riscontrano suoli con scarsa potenza, di tessitura franco-argillosa ed a tratti rocciosità e pietrosità elevate. Si tratta di suoli con forti limitazioni, dove le prescrizioni di massima vertono sulla necessità di conservazione o, laddove assente, di ripristino della vegetazione naturale, mentre l'utilizzo per il pascolo regimato e migliorato è da valutare caso per caso: sono suoli marginali, con classe di capacità d'uso al limite dei suoli non coltivabili (classe V e VI).

Il quadro generale delle conoscenze sull'articolazione delle acque sotterranee è molto limitato (in particolare portate degli acquiferi e profondità): le informazioni raccolte sul territorio evidenziano portate anche significative delle falde, tuttavia il prelievo tramite pozzi trivellati è molto scarso.



3.1.3.2 Usa del suolo

Linea utente

Le aziende agricole rilevate sono caratterizzate, in linea generale, da una discreta base fondiaria, soprattutto nelle aree acclivi e meno fertili dove è praticato l'allevamento di bestiame.

Nelle aree sub-pianeggianti ed in quelle più vicine ai centri abitati si evidenzia un elevato frazionamento della base fondiaria ed una scarsità di infrastrutture aziendali.

Le dinamiche produttive della zona sono fortemente dipendenti dall'andamento pluviometrico.

Il territorio in corrispondenza del Monte Guzzini è improntato esclusivamente sulla produzione di cereali e foraggi in asciutto destinati all'alimentazione del bestiame da allevamento.

Il fabbisogno alimentare è soddisfatto da cicli produttivi basati soprattutto su erbai autunno-vernini da pascolare direttamente e/o da sfalciare e sui cereali da granella per garantire l'apporto di concentrati nella dieta animale.

L'assenza di irrigazione pubblica e la scarsità d'acqua penalizzano fortemente le attività zootecniche.

L'area sottostante, di transizione verso quelle sub-pianeggianti, assume caratteristiche pedoclimatiche idonee alla viticoltura, nonostante una morfologia dei luoghi non favorevole: nella zona operano svariate aziende agricole ad indirizzo vitivinicolo con produzione di vini IGT e DOC. La viticoltura della zona è condotta esclusivamente in asciutto, spesso su aree con acclività accentuata che non permette l'uso di mezzi meccanici per le normali lavorazioni al suolo.

La porzione di territorio intermedia tra Nurri e Orroli non è molto differente da quella rilevata sull'area del Monte Guzzini: è una vasta area sub-pianeggiante adibita quasi esclusivamente alla coltivazione di cereali da granella e di foraggiere, anche su prato irriguo ma da fonte autonoma, su fondi di modesta estensione e dai confini variegati, seguendo spesso le curve di livello, conferendo al paesaggio un aspetto caratteristico. L'indirizzo produttivo è prevalentemente zootecnico, tuttavia si riscontrano isolati appezzamenti, di modesta entità, di colture legnose agrarie (quali oliveti e vigneti).

L'elettrodotta termina il percorso aereo in prossimità dell'altipiano basaltico, nel punto in cui è prevista la realizzazione della Stazione di transizione: tale porzione di territorio risulta attivamente utilizzata per il pascolo e l'allevamento soprattutto degli ovini.

I fondi sono delimitati sempre da muretti in pietrame a secco nei cui pressi vegetano alberature evolute quali lecci, olivastri e qualche roverella.

L'uso del suolo, in definitiva, è fortemente improntato alla coltura dei cereali e delle foraggere denotando un'agricoltura di tipo estensivo, praticata di frequente su pendici collinari spesso acclivi ed irregolari, ma anche su ampie vallate a giacitura pseudo pianeggiante, ma sempre in asciutto. In questo settore si rinvencono brevi tratti di copertura forestale, quasi sempre confinati sui versanti più acclivi ed inaccessibili dove la morfologia limita fortemente l'attività agricola.

L'apporto di capitali da investire nel ciclo produttivo è modesto così come, di conseguenza, il reddito fondiario.

Proseguendo sul tracciato dell'opera si assiste gradualmente ad un cambiamento radicale dell'utilizzo del suolo, infatti le condizioni limitanti le produzioni favoriscono l'affermarsi dei soprassuoli forestali.

Si tratta di formazioni forestali, afferenti al climax delle foreste mesofile di *Quercus ilex* (P.V. Arrigoni – Fitoclimatologia della Sardegna), dapprima aperte con formazione a gruppi per poi confluire su tipologia chiusa, con chiome compenstrate delle diverse specie, nei punti più acclivi in prossimità del Lago del Flumendosa.

Si rileva la presenza di specie tipiche della macchia mediterranea (quali lentisco, fillirea, corbezzolo, cisto, erica e mirto) inframmezzate da alberature tipiche della macchia alta (quali leccio e roverella dove a tratti costituiscono popolamenti monospecifici).

Non si rilevano aspetti gestionali del bosco finalizzati al taglio o attività forestali in generale.

Linea RTN – Segmento A (Sanluri – Mandas)

Le aziende agricole operanti nel Segmento A sono caratterizzate, in linea generale, da un elevato frazionamento della base fondiaria e dalla pressoché assenza di infrastrutture aziendali.

Le superfici agricole sono coltivate quasi esclusivamente a cereali e foraggi.



Le aziende zootecniche sono poche: quelle rilevate nel tratto iniziale del segmento (Sanluri, Villamar, Segariu, Furtei) sono spesso dotate di basi fondiaria e strutture adeguate, con cicli produttivi basati su erbai autunno-vernini e prati di medica in irriguo.

Le aziende direttamente interessate dalle strutture di sostegno degli elettrodotti aerei sono caratterizzate da una base fondiaria molto frammentata e da una pressoché inesistente rete viaria pubblica di accesso: spesso gli accessi ai fondi avviene su stradelli di transito provvisori su superfici private, nei casi migliori su servitù di passaggio.

La parte di segmento sui territori di Villanovafranca, Gergei, Gesico, Escolca e Mandas non è dissimile dalla precedente situazione: le colture sono incentrate quasi esclusivamente sulla produzione di cereali e foraggiere in asciutto.

Si assiste comunque a un leggero incremento del numero degli allevamenti, quasi esclusivamente ovini: spesso la base fondiaria non è sufficiente a soddisfare il fabbisogno alimentare degli animali, pertanto si ricorre anche al pascolo di superfici in abbandono, a riposo o a fine ciclo allo scopo di utilizzare i residui vegetali del raccolto. Non mancano comunque centri zootecnici ben strutturati ed organizzati anche in questo territorio.

L'orografia cambia dal territorio di Villanovafranca e fino al termine del segmento in prossimità di Mandas: si riscontrano i primi rilievi a forme dolci tipici dell'Alta Marmilla ed i fondi coltivati, assecondando le curve di livello dei rilievi, assumono contorni variegati, conferendo forme geometriche spesso complesse a tutto svantaggio della lavorabilità in termini di tempistica

Anche in questi territori l'infrastruttura viaria pubblica (ad esclusione della SP 36) è quasi assente, determinando accessi di fortuna alle aziende.

L'agricoltura del segmento A è di tipo estensivo, con scarso o assente apporto di capitali da investire nel ciclo produttivo e conseguente reddito fondiario molto basso.

Linea RTN – Segmento B (Mandas – Nurri)

Le aziende agricole operanti nel Segmento B sono caratterizzate da un elevato frazionamento della base fondiaria e dalla pressoché assenza di infrastrutture aziendali.

Le superfici agricole sono coltivate in gran parte a cereali e foraggi.

Il segmento è caratterizzato da una maggiore presenza di aziende zootecniche, spesso dotate di basi fondiaria, ma con elevata incidenza di superfici destinate a pascolo brado, e strutture adeguate con cicli produttivi basati sugli erbai autunno-vernini, mentre sono rari i prati di medica/foraggiere in irriguo a causa della forte penuria della risorsa idrica.

In territorio di Mandas si rilevano già i primi vigneti specializzati per la produzione di vino che si affermano definitivamente in un'area ben circoscritta ad ovest del centro abitato di Nurri.

Nelle aree meno fertili, spesso quelle ubicate in aree sommitali e ricche di scheletro, si assiste ad isolati tentativi di forestazione produttiva con utilizzo prevalente del leccio e delle resinose.

Nella parte terminale le superfici agrarie sono destinate esclusivamente alla coltivazione di cereali (frumento, orzo, avena) con rare isolate alberature, da pascolare direttamente.

L'infrastruttura viaria pubblica secondaria, la rete a servizio dei fondi rurali, è scarsa determinando accessi di fortuna alle aziende.

Il segmento è caratterizzato da un'agricoltura di tipo estensivo, con scarso apporto di capitali da investire nel ciclo produttivo e conseguente reddito fondiario basso.

3.1.3.3 Patrimonio agroalimentare

L'area oggetto di analisi si caratterizza per alcune produzioni agroalimentari di qualità (dati riportati sul portale del progetto Qualigeo al link <https://www.qualigeo.eu/il-progetto/>):

- l'intero territorio regionale è zona di produzione dei seguenti prodotti:
 - vino Cannonau di Sardegna DOP;
 - vino Isola dei Nuraghi IGP;
 - vino Monica di Sardegna DOP;
 - vino Moscato di Sardegna DOP;
 - vino Sardegna Semidano DOP;



- vino Vermentino di Sardegna DOP;
- liquore Mirto di Sardegna IG;
- olio extravergine di oliva Sardegna DOP;
- formaggio Fiore Sardo DOP;
- formaggio Pecorino Sardo DOP;
- Agnello di Sardegna IGP;
- Carciofo Spinoso di Sardegna DOP;
- nei territori comunali di Escolca, Gergei, Nurri, Orroli e Serri si produce il vino Nuragus di Cagliari DOP;
- i territori comunali di Escolca, Esterzili, Gergei, Nurri, Orroli e Serri sono zona di produzione del vino Provincia di Nuoro IGP;
- nei territori comunali di Furtei, Gesico, Mandas, Sanluri, Segariu, Villamar e Villanovafranca si produce il vino Cagliari DOP;
- i territori comunali di Furtei, Gesico, Mandas, Sanluri, Segariu, Villamar e Villanovafranca sono zona di produzione del vino Girò di Cagliari DOP;
- nei territori comunali di Gesico e Mandas si produce il vino Trexenta IGP;
- il territorio comunale di Villanovafranca rientra nella zona di produzione dello Zafferano di Sardegna DOP.

Alcuni sostegni degli elettrodotti aerei della linea utenza insistono su vigneti: le piante ricadenti sulla superficie di fondazione dei tralicci (pari a circa 25 m x 25 m) dovranno essere espantate e possibilmente ripiantumate in altro sito.



3.1.4 Geologia e acque

3.1.4.1 Inquadramento geologico

La storia geologica della Sardegna è ricca ed estesa nel tempo: sin dalla base del Paleozoico è stata oggetto di cicli sedimentari ed eventi tettonici, i cui prodotti sono ad oggi rilevabili nel territorio.

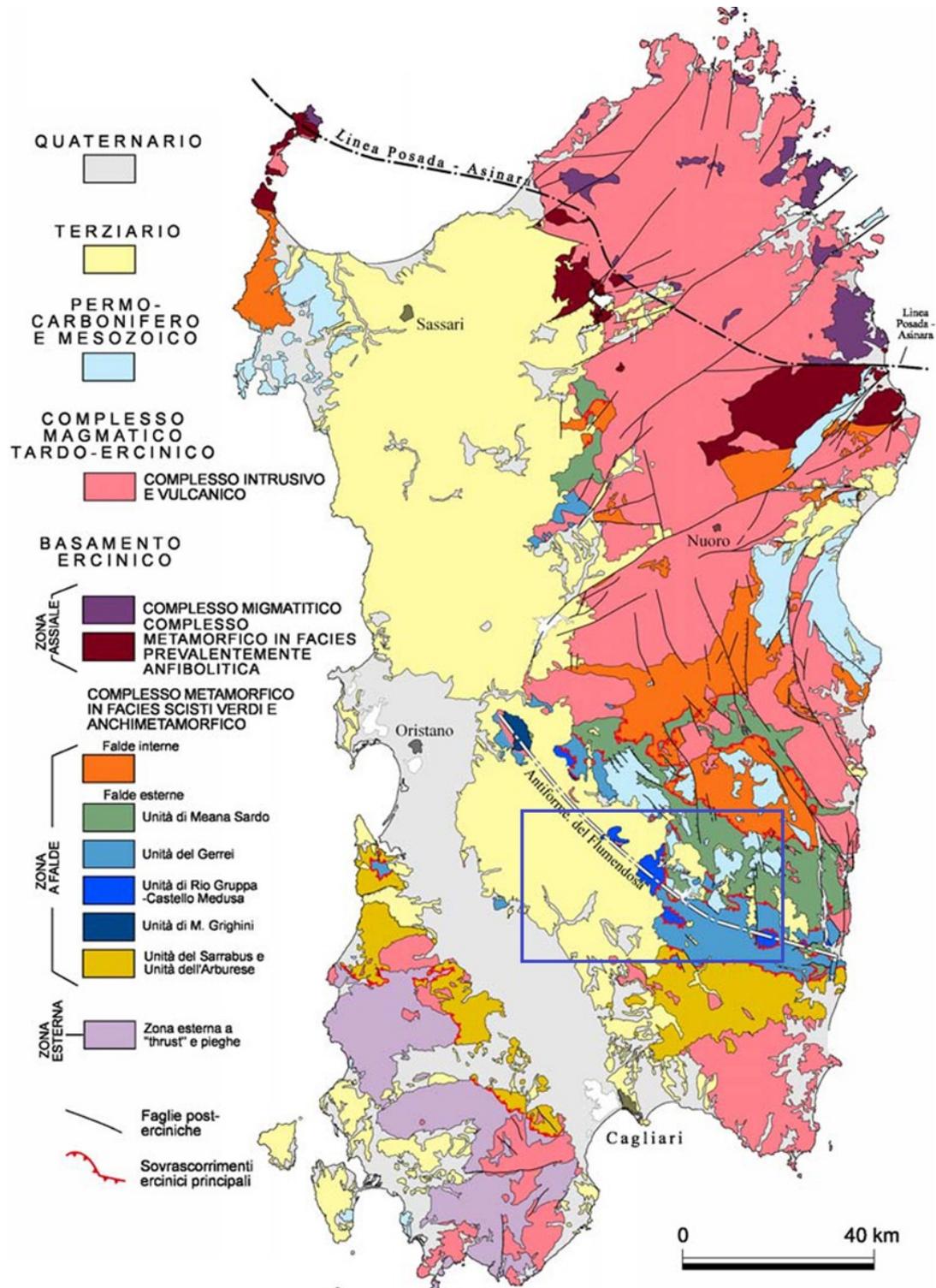


Figura 9. Principali elementi strutturali del basamento ercinico sardo – nel riquadro blu è evidenziata l'area di interesse. (Tratto da: Memorie descrittive della Carta Geologica d'Italia, Geologia della Sardegna)



L'area di studio si configura come una traversa nella successione del bacino sedimentario miocenico e nel basamento metamorfico. Nella zona più orientale dell'area di studio si trovano le litologie del basamento metamorfico: in particolare sono attraversate le unità delle falde tettoniche del Gerrei, del Rio Grappa e del Meana Sardo (dalla più profonda alla più superficiale).

L'esumazione delle falde più profonde è causata dall'antiforme del Flumendosa.

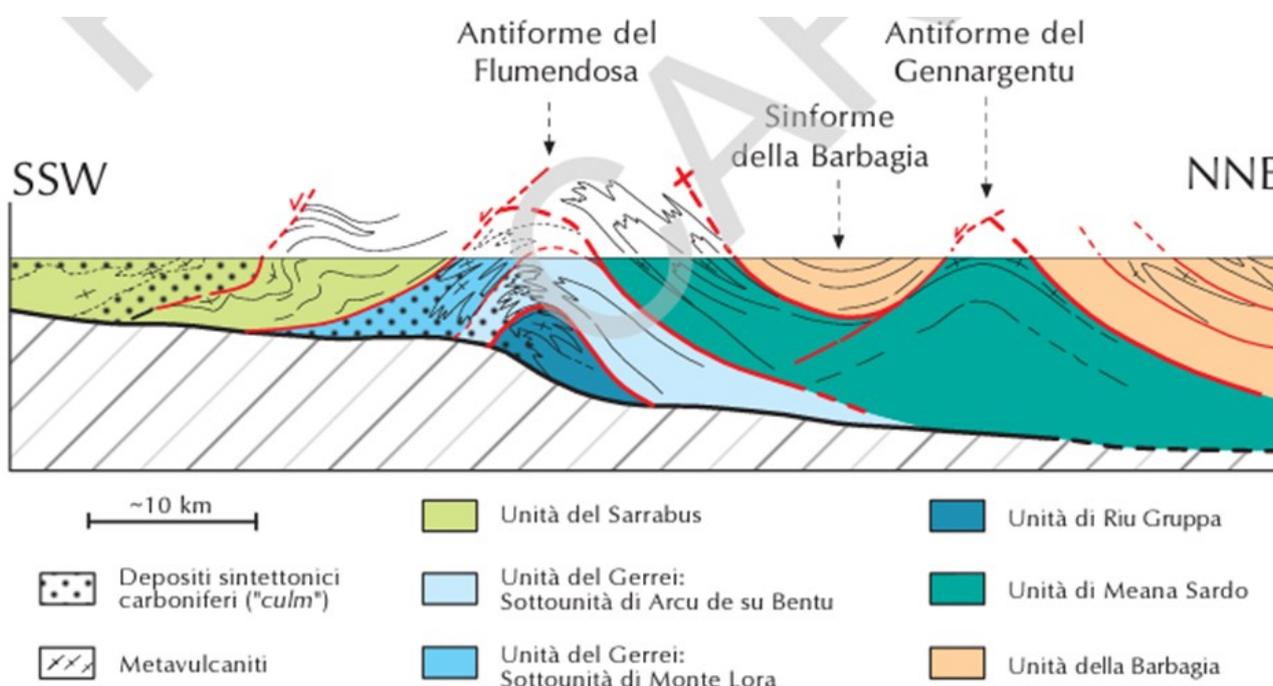


Figura 10. Profilo schematico della Sardegna sud-orientale (Carmignani et alii 2001)

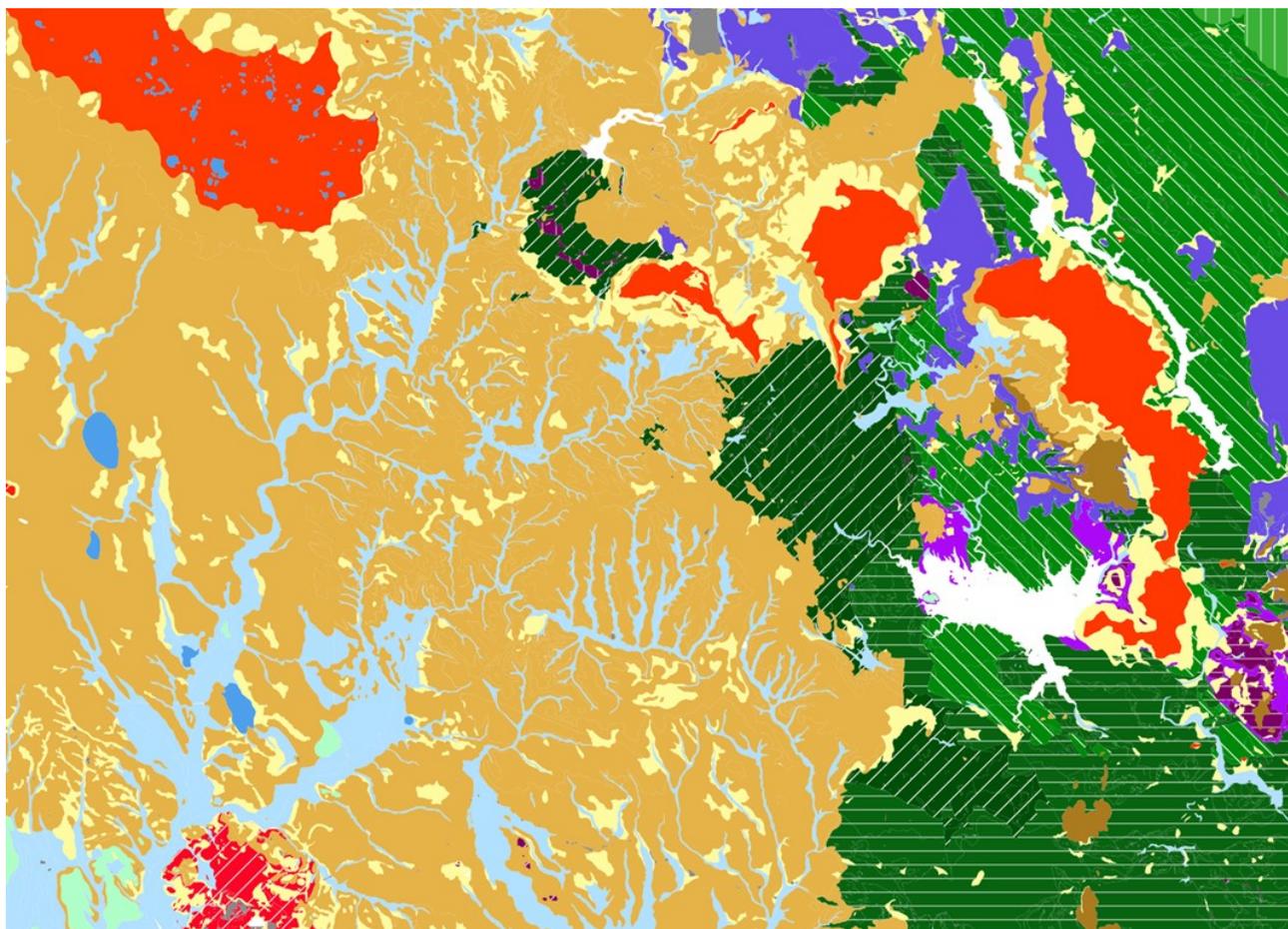
L'assetto strutturale dell'area in esame è legato alla storia geologica. Il basamento metamorfico è caratterizzato da una complessa tettonica polifasica legata all'orogenesi ercinica dove si riconosce una fase di raccorciamento D1 legata all'orogenesi ed una post collisionale D2 D3:

- alla prima fase sono collegati i sovrascorrimenti delle falde tettoniche verso sud e l'incipiente metamorfismo sin-cinematico del basamento (nella fase D1 tardiva si forma la megastruttura dell'antiforme del Flumendosa);
- durante la fase post collisionale la risposta al disequilibrio isostatico nell'edificio delle unità tettoniche formatosi è caratterizzata da pieghe asimmetriche e zone di taglio con cinematica diretta che favoriscono il sollevamento dei nuclei più profondi, esasperando la geometria antiforme.

La tettonica meso cenozoica è rappresentata da tre sistemi di faglie:

- dirette o trascorrenti orientate a NW-SE, che maggiormente hanno influenzato la strutturazione Miocenica;
- dirette o trascorrenti N-S (che hanno interessato tutte le successioni sino al Pliocene);
- faglie E-W (interessano principalmente il basamento ed in misura minore le successioni Mioceniche).

La caratterizzazione delle unità geologiche nell'area di interesse è descritta dai fogli 540 "Mandas" 2011, 542 "Villacidro" 2011 e dal foglio 539 "Mogoro" del CARG ancora in fase di realizzazione, pertanto si è basata sulla "Carta Geologica di base della Sardegna in scala 1:25000", adeguata agli obiettivi di pianificazione del Piano Paesaggistico Regionale (PPR) e conforme alle indicazioni del Servizio Geologico d'Italia.



GEOLOGIA

BASAMENTO METAMORFICO

- UNIT TETTONICA DI RIJU GRUPPA
- UNIT TETTONICA DEL GERREI
- UNIT TETTONICA DI MEANA SARDO
- COMPLESSO GRANITOIDE DEL GERREI
- COMPLESSO GRANITOIDE DEL MANDROLISAI-SARCIDANO
- CORTEO FILONIANO

SUCCESIONI SEDIMENTARIE PALEO-MESOZOICHE

- SUCCESIONE SEDIMENTARIA PERMO-CARBONIFERA
- SUCCESIONE SEDIMENTARIA MESOZOICA DELLA SARDEGNA CENTRO-ORIENTALE

SUCCESIONI SEDIMENTARIE DEL BACINO MIOCENICO

- SUCCESIONE SEDIMENTARIA PALEOGENICA DELLA SARDEGNA ORIENTALE
- SUCCESIONE SEDIMENTARIA OLIGO-MIOCENICA DEL CAMPIDANO-SULCIS
- VULCANISMO CENOZOICO
- BASALTI DEI PLATEAU
- DISTRETTO VULCANICO DI SERRENTI-FURTEI
- DEPOSITI PLEISTOCENICI DELL'AREA CONTINENTALE
- SEDIMENTI LACUSTRI
- SEDIMENTI ALLUVIONALI
- SEDIMENTI LEGATI A GRAVITÀ
- DEPOSITI OLOCENICI DELL'AREA CONTINENTALE

Figura 11. Estratto degli elementi gerarchici della carta geologica regionale del 2008 lungo il tracciato dell'elettrodotto

Dal punto di vista geomorfologico generale l'area di interesse può essere suddivisa sulla base della litologia del substrato in 4 elementi: piana su depositi quaternari, colline dolci sui depositi del bacino miocenico, colline più acclivi sul basamento metamorfico e plateau basaltici.

Il basamento metamorfico presenta in tutta l'isola una paleo-superficie prodotta dall'erosione post collisionale varisca: tale superficie, tuttora visibile nell'area a sud-est della zona studiata, è stata incisa dall'idrografia recente producendo sul basamento un reticolo sub dendritico. In questo contesto si inseriscono il bacino idrografico del lago Mulargia e l'invaso del lago Flumendosa che riempie la valle dell'omonimo fiume.

Le unità del bacino miocenico sono caratterizzate da una maggiore erodibilità che, combinata con la stratificazione sub orizzontale, ha formato un paesaggio con colline più dolci rispetto a quelle impostate sul basamento. Le quote interessate da queste unità sono generalmente comprese tra 100 e 500 metri. Il reticolo idrografico è di tipo dendritico, ma con una densità di drenaggio minore rispetto a quello nel basamento.



I basalti pliocenici si impostano al top delle precedenti litologie e formano alti strutturali caratterizzati da ampie superfici pianeggianti circondate da scarpate: su questi altipiani si riscontrano le maggiori quote dell'area di studio (Monte Guzzini, 734 m.s.l.m., e Corona Arrubia, 751 m.s.l.m.).

I depositi quaternari, rinvenibili soprattutto nel margine SW dell'area, costituiscono delle zone pianeggianti dove i principali processi geomorfici agenti sono riconducibili al ruscellamento incanalato e diffuso che si verifica specie in occasioni di forti precipitazioni, in particolare per effetto della limitata permeabilità de suoli. La rete di scorrimento incanalata, così come quella superficiale diffusa, ha subito sostanziali modifiche nel tempo per effetto di infrastrutturazioni e bonifiche integrali eseguite alla fine del 1800 ed i primi anni del 1900.

Le aree di intervento nei comuni di Nurri, Serri, Escolca, Mandas, Villanovafranca, Villamar, Furtei, Sanluri, Orroli ed Esterzili ricadono nella zona sismica 4 (sismicità molto bassa) secondo la normativa regionale vigente (D.G.R. n. 15/31 del 30/03/04) di recepimento dell'Ordinanza C.P.M. n. 3274 del 20 marzo 2003 (modificata dall'Ordinanza 3316). La suddetta delibera regionale non ha introdotto l'obbligo della progettazione antisismica per tale zona.

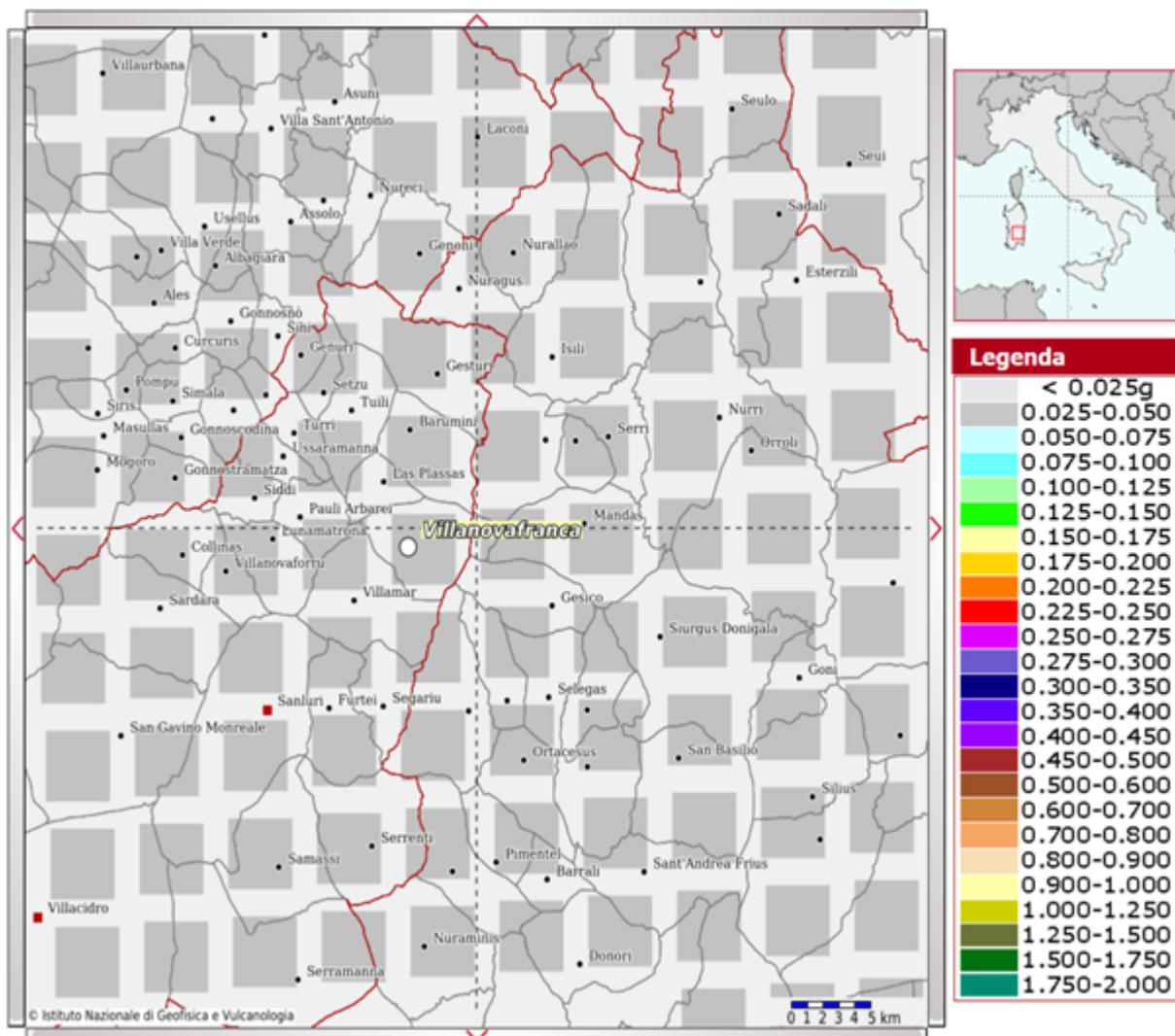


Figura 12. Estratto Mappa di Pericolosità Sismica - OPCM 3519/2006 (fonte: INGV)



L'area di studio non è direttamente interessata da faglie capaci; le faglie più vicine sono la struttura di Samassi e quella di Sardara-San Gravino: l'ultima attivazione di tali faglie è pleistocenica e non presentano evidenze superficiali (sono entrambe sepolte).



Figura 13. Estratto carta delle faglie capaci - in blu è evidenziata l'area di intervento (progetto ITHACA)

Per ulteriori approfondimenti si rimanda agli elaborati a corredo del presente studio, relativi alle analisi sulla geologia effettuate nell'area in esame.

3.1.4.2 Acque

3.1.4.2.1 Inquadramento generale

L'area di studio è caratterizzata dalla prevalente presenza di litotipi a bassa e medio-bassa permeabilità, con subordinati litotipi con maggiori gradi di permeabilità:

- il basamento metamorfico è generalmente poco permeabile, anche per lo scarso grado di fratturazione delle rocce;
- i "tacchi" calcarei e dolomitici hanno permeabilità da alta a medio-alta per carsismo e fratturazione dell'ammasso roccioso: in queste formazioni si generano acquiferi importanti, con il limite inferiore delle formazioni argillose di Genna di Selole;
- le vulcaniti dei plateau lavici hanno permeabilità medio-alta a causa dell'estensiva fratturazione: la base dei basalti costituita dalle successioni argilloso-marnose mioceiche permette la formazione di acquiferi; in prossimità delle scarpate delle giare si ritrovano frequenti sorgenti;
- i depositi terrigeni marini sono caratterizzati da permeabilità bassa e medio bassa per porosità e fratturazione: i sedimenti a maggiore granulometria e meno cementati possono essere sede di falde;
- i depositi terrigeni alluvionali quaternari a permeabilità alta per porosità.



Le opere in progetto interessano il bacino del fiume Flumendosa ad est ed il bacino del Flumini Mannu ad ovest.

Il bacino del Flumendosa è suddiviso in due corsi d'acqua principali:

- il fiume Flumendosa, nel tratto di circa 58 km compreso tra la diga di Nuraghe Arrubiu e la foce;
- il rio Mulargia, nei 5 km sub lacuali compresi tra la diga del lago omonimo e la confluenza in Flumendosa.

Il fiume Flumendosa – a spiccato regime torrentizio con portate estremamente variabili – ha origine nelle pendici meridionali ed orientali del Massiccio del Gennargentu e, dopo un percorso di circa 122 km, sfocia in mare in prossimità di Porto Corallo.

Il tratto a monte è costituito dalla confluenza di alcuni torrenti: il più importante è il Rio Bacu Sicca d'Erba, il cui corso è stato sbarrato in località Bau Muggeris per la formazione di un invaso, il Lago dell'Alto Flumendosa. Nel medio corso il fiume ha andamento regolare caratterizzato dalla presenza di un invaso, il Lago del Medio Flumendosa, da cui le acque sono addotte mediante galleria ad un invaso realizzato con lo sbarramento di un affluente in destra, Rio Mulargia, e da qui, sempre mediante galleria, sono convogliate nella piana della Trexenta per l'irrigazione del Campidano.

Nel basso corso il fiume scorre con andamento ovest-est e riceve in sinistra il suo maggiore affluente, il Rio Flumineddu. Lungo questo corso è stato realizzato un invaso le cui acque sono utilizzate per l'integrazione del volume disponibile con il sistema Flumendosa-Mulargia.

Il rio Mulargia nasce sul monte Guzzini presso Nurri. Sbarrato presso Goni, forma il lago Mulargia. Affluente di destra del fiume Flumendosa, ha una lunghezza di circa 24 Km e per tutto il suo corso scorre all'interno di una stretta valle profondamente incisa nel substrato paleozoico, descrivendo numerosi meandri incassati.

Poco prima della confluenza nel Flumendosa, uno sbarramento origina il lago del Mulargia, utilizzato per l'approvvigionamento idrico di Cagliari e di tutto l'hinterland. L'invaso sul Mulargia a Monte su Rei è il nodo finale del sistema di derivazione del Medio Flumendosa ed il nodo di partenza del sistema di distribuzione dello schema Flumendosa-Campidano-Cixerri.

Il Flumini Mannu è il principale corso d'acqua della Sardegna meridionale. Il suo corso, che si svolge in direzione NE-SO, ha origine da molti rami sorgentiferi dall'altopiano calcareo del Sarcidano, si sviluppa attraverso la Marmilla e, costituitosi in un unico corso, sbocca nella piana del Campidano sfociando in prossimità di Cagliari.

3.1.4.2.2 Qualità delle acque

Il D. lgs. 152/2006, al fine della tutela e del risanamento delle acque superficiali e sotterranee, individua gli obiettivi minimi di qualità ambientale per i corpi idrici significativi e gli obiettivi di qualità per specifica destinazione.

Di seguito si riportano la classe di rischio (R = a rischio, NON A R = non a rischio), lo stato ecologico e lo stato chimico dei corpi idrici nel cui bacino sono ubicate le opere di progetto e di quelli in cui confluisce il bacino di un corso d'acqua non classificato attraversato dall'intervento (Fonte: Relazione Generale del "Riesame e Aggiornamento del Piano di Gestione del Distretto Idrografico della Sardegna", terzo ciclo di pianificazione 2021-2027).

Corpo idrico – denominaz.	codice 2009	ID CI WFD	Sub Bacino	classe di rischio 2021	STATO ECOLOGICO 2016-2021	STATO CHIMICO 2016-2021	
Flumini Mannu (nord)	0001000103	ITG-0001-CF000103	Flumini Mannu	R	SUFFICIENTE	BUONO	
Flumini Mannu (sud)	0001000104	ITG-0001-CF000104	Flumini Mannu	R	SUFFICIENTE	BUONO	
Torrente Lanessi	0001006300	ITG-0001-CF006300	Flumini Mannu	NON A R	BUONO	BUONO	
Rio Mannu	0001007300	ITG-0001-CF007300	Flumini Mannu	NON A R	BUONO	BUONO	Elemento idrico non attraversato



							dalle opere
Canale s. Arrole	0002001600	ITG-0002-CF001600	Flumini Mannu di San Sperate	R	SCARSO	BUONO	Elemento idrico non attraversato dalle opere
Riu Mannu di San Sperate	0002000101	ITG-0002-CF000101	Flumini Mannu di San Sperate	NON A R	BUONO	BUONO	Elemento idrico non attraversato dalle opere
Flumendosa	0039000105	ITG-0039-CF000105	Flumendosa	NON A R	BUONO	BUONO	
Flumendosa	0039000110	ITG-0039-CF000105	Flumendosa	R		NON BUONO	
Flumendosa	0039000106	ITG-0039-CF000106	Flumendosa	NON A R	BUONO	BUONO	
Flumendosa	0039000107	ITG-0039-CF000107	Flumendosa	NON A R	BUONO	BUONO	
Riu de Bettili	0039021000	ITG-0039-CF021000	Flumendosa	NON A R	BUONO	BUONO	Elemento idrico non attraversato dalle opere
Riu Annallai	0039014600	ITG-0039-CF014600	Flumendosa	NON A R	BUONO	BUONO	Elemento idrico non attraversato dalle opere
Rio Moru Moru	0039019800	ITG-0039-CF019800	Flumendosa	NON A R	BUONO	BUONO	Elemento idrico non attraversato dalle opere
Riu Mulargia	0039015401	ITG-0039-CF015401	Flumendosa	R	SUFFICIENTE	BUONO	
Rio Carrulo	0039023300	ITG-0039-CF023300	Flumendosa	NON A R	BUONO	BUONO	Elemento idrico non attraversato dalle opere
Riu Guntruxioni	0039023100	ITG-0039-CF023100	Flumendosa	NON A R	BUONO	BUONO	Elemento idrico non attraversato dalle opere
Riu Perdadera	0039020400	ITG-0039-CF020400	Flumendosa	NON A R	BUONO	BUONO	

Invasi denominazione	ID CI WFD	Sub Bacino	classe rischio	di	STATO ECOLOGICO 2016-2020	STATO CHIMICO 2016-2020
Flumini Mannu a Is Barroccus	ITG-0001-LA4004	Flumini Mannu	R		BUONO	BUONO
Flumendosa a Nuraghe Arrubiu	ITG-0039-LA4008	Flumendosa	R		BUONO	BUONO

La caratterizzazione dei corpi idrici sotterranei ha fatto riferimento al “Riesame e aggiornamento del piano di gestione del distretto idrografico della Sardegna - terzo ciclo di pianificazione” del dicembre 2021.



CODICE CIS	Denominazione corpo idrico	stato chimico	parametro che determina lo stato scarso	stato quantitativo	stato complessivo	rischio stato chimico	parametri rischio chimico	rischio stato quantitativo	vulnerabilità (PTA)
1721	Detritico-Alluvionale Plio-Quaternario del Campidano di Cagliari	SCARSO	NO3	BUONO	SCARSO	a rischio	NO3, Fitos	non a rischio	A
2221	Vulcaniti Plio-Pleistoceniche di Nurri	BUONO		BUONO	BUONO	a rischio	NO3	non a rischio	M
2241	Vulcaniti Plio-Pleistoceniche di Orroli	BUONO		BUONO	BUONO	non a rischio		non a rischio	M
2413	Detritico-Carbonatico Oligo-Miocenico della Marmilla-Sarcidano	BUONO		BUONO	BUONO	non a rischio		non a rischio	M-B
3521	Carbonati mesozoici del Tacco di Nurri	N. D.		BUONO	N. D.	non a rischio		non a rischio	E
3531	Carbonati Mesozoici del Tacco di Sadali	BUONO		BUONO	BUONO	non a rischio		non a rischio	EE
3581	Carbonati Mesozoici del tacco di Escalaplano	BUONO		BUONO	BUONO	non a rischio		non a rischio	E

Per ulteriori dettagli si rimanda all'elaborato G929_GEO_R_001_Rel_geol_prel_1-1 - Relazione geologica preliminare.



3.1.5 Atmosfera: Aria e clima

L'analisi sullo stato della qualità dell'aria è finalizzata a definire le potenziali interferenze delle opere in progetto con la componente atmosfera: le analisi numeriche si riferiranno ai dati disponibili delle stazioni per il controllo della qualità dell'aria più prossime all'area di intervento (in particolare le stazioni di Suelo e Nuraminis).

3.1.5.1 Aria

3.1.5.1.1 Inquadramento normativo

Il D. lgs. 155/2010 "Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa", modificato dal D. lgs. 250/2012, è il riferimento principale in materia di qualità dell'aria ambiente, cioè "l'aria esterna presente nella troposfera, ad esclusione di quella presente nei luoghi di lavoro definiti dal D. lgs. 81/2008".

L'art. 3, al comma 1, stabilisce la suddivisione del territorio nazionale in zone e agglomerati urbani (art. 4) da classificare in base alla qualità dell'aria misurata per ciascun inquinante (biossido di zolfo, biossido di azoto, benzene, monossido di carbonio, piombo, PM10, PM2.5, arsenico, cadmio, nichel e benzo(a)pirene).

Il D. lgs. 155/2010 riporta, inoltre, i criteri per l'ubicazione ottimale dei punti di campionamento in siti fissi e stabilisce: i valori limite per Biossido di Zolfo, Biossido di Azoto, PM10, PM2.5, Benzene, Monossido di Carbonio e Piombo; le soglie di allarme per Biossido di Zolfo e Biossido di Azoto; i livelli critici per Biossido di Zolfo ed Ossidi di Azoto; il valore obiettivo, l'obbligo di concentrazione dell'esposizione e l'obiettivo nazionale di riduzione dell'esposizione per le concentrazioni nell'aria ambiente di PM2.5; il margine di tolleranza, cioè la percentuale del valore limite nella cui misura tale valore può essere superato e le modalità secondo le quali tale margine deve essere ridotto nel tempo; il termine entro il quale il valore limite deve essere raggiunto; i periodi di mediazione, cioè il periodo di tempo durante il quale i dati raccolti sono utilizzati per calcolare il valore riportato.

I valori limite fissati dal Decreto per le concentrazioni degli inquinanti presi a riferimento per stabilire la qualità dell'aria sul territorio nazionale sono riepilogati nelle seguenti tabelle.

Tabella 7. D. lgs. 155/2010: valori limite per inquinanti gassosi

INQUINANTE	VALORE LIMITE	TEMPO DI MEDIAZIONE	
Biossido di Azoto	Valore limite protezione salute umana (da non superare più di 18 volte per anno civile)	200 (µg/mc)	1 ora
	Valore limite per la protezione della salute umana	40 (µg/mc)	anno civile
	Soglia di allarme (rilevata su 3 h consecutive)	400 (µg/mc)	1 ora
Ossidi di Azoto	Livello critico per la protezione della vegetazione	30 (µg/mc)	anno civile
Biossido di Zolfo	Valore Limite protezione della salute umana (da non superare più di 24 volte per anno civile)	350 (µg/mc)	1 ora
	Valore Limite protezione della salute umana (da non superare più di 3 volte per anno civile)	125 (µg/mc)	24 ore
	Livello critico per la protezione della vegetazione	20 (µg/mc)	Anno civile e Inverno
	Soglia di Allarme (concentrazione rilevata su 3 ore consecutive)	500 (µg/mc)	1 ora
Monossido di Carbonio	Valore limite per la protezione della salute umana	10 (mg/mc)	8 ore
Ozono	Valore obiettivo protezione salute umana (da non superare più di 25 volte per anno civile come media su 3 anni)	120 (µg/mc)	8 ore
	Valore obiettivo per la protezione della vegetazione (AOT40 calcolato sui valori di 1h da luglio a luglio)	18.000 (µg/mc*h)	5 anni
	Soglia di informazione	180 (µg/mc)	1 ora



INQUINANTE	VALORE LIMITE		TEMPO DI MEDIAZIONE
	Soglia di allarme	240 (µg/mc)	
			1 ora

Tabella 8. D. lgs. 155/2010: valori limite per particolato e specie nel particolato

INQUINANTE	VALORE LIMITE		TEMPO DI MEDIAZIONE
Particolato PM10	Valore limite protezione salute umana (da non superare più di 35 volte per anno civile)	50 (µg/mc)	24 ore
	Valore limite per la protezione della salute umana	40 (µg/mc)	Anno civile
Particolato PM2.5	Valore limite per la protezione della salute umana	25 (µg/mc)	Anno civile
Benzene	Valore limite	5 (µg/mc)	Anno civile
Benzo(a)pirene	Valore obiettivo	1 (ng/mc)	Anno civile
Piombo	Valore limite	0,5 (µg/mc)	Anno civile
Arsenico	Valore obiettivo	6 (ng/mc)	Anno civile
Cadmio	Valore obiettivo	5 (ng/mc)	Anno civile
Nichel	Valore obiettivo	20 (ng/mc)	Anno civile

3.1.5.1.2 *Inventario delle emissioni in atmosfera*

La zonizzazione del territorio regionale – approvata l'11/11/2013 (protocollo DVA/2013/0025608) dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (oggi MiTE) – suddivide il territorio regionale in zone omogenee ai fini della gestione della qualità dell'aria ambiente sulla base delle caratteristiche del territorio, dei dati di popolazione e del carico emissivo distribuito su base comunale:

- IT2007 – Agglomerato di Cagliari;
- IT2008 – Zona urbana, costituita dalle aree urbane rilevanti (Olbia e Sassari), su cui si registrano livelli emissivi significativi prodotti dal trasporto stradale e dal riscaldamento domestico;
- IT2009 – Zona industriale, costituita da aree prettamente industriali (Assemini, Portoscuso, Porto Torres e Sarroch, a cui si aggiunge il Comune di Capoterra a fini cautelativi), su cui il carico emissivo è determinato prevalentemente da più attività energetiche e/o produttive;
- IT2010 – Zona rurale, in cui è stata accorpata la rimanente parte del territorio, caratterizzata da livelli emissivi dei vari inquinanti piuttosto contenuti e dalla presenza di poche attività produttive isolate;
- IT2011 – Zona per l'ozono, che copre tutto il territorio a meno dell'agglomerato di Cagliari, definita ai fini della protezione della salute dall'ozono.

L'area di intervento rientra nella Zona rurale IT2010 e nella Zona per l'ozono IT2011.

Tabella 9. Valutazione qualità dell'aria nelle zone: la x indica gli inquinanti per cui si ritiene opportuno proseguire il monitoraggio in siti fissi; tra questi, le celle colorate in verde indicano quelli per cui sussiste l'obbligo di monitoraggio in base ai requisiti stabiliti dalla normativa

Inquinante	IT2007 Agglomerato di Cagliari	IT2008 Zona urbana	IT2009 Zona industriale	IT2010 Zona rurale	IT2011 Zona per l'ozono
SO ₂	-	x	x	-	-
NO ₂	x	x	x	x	-
PM ₁₀	x	x	x	x	-
PM _{2,5}	x	x	-	-	-



As	x	-	x	-	-
Cd	x	-	x	-	-
Ni	x	-	x	-	-
BaP	x	x	x	x	-
Pb	x	-	x	-	-
B	x	x	-	-	-
CO	x	x	-	-	-
O₃	-	-	-	-	x

La “Relazione sulla qualità dell’aria in Sardegna per l’anno 2020” evidenzia che i parametri monitorati dalle stazioni di misura nelle varie aree ricomprese nella “Zona rurale” rimangono stabili ed ampiamente entro i limiti normativi: si riscontrano livelli di particolato generalmente contenuti e con superamenti limitati.

3.1.5.1.3 Analisi della qualità dell’aria

La rete di monitoraggio regionale della qualità dell’aria è costituita dalle stazioni di seguito riportate.

Tabella 10. Assetto definitivo della rete di monitoraggio regionale

Area	Stazioni
Agglomerato di Cagliari	CENCA1- CENMO1 - CENQU1
Sassari (esclusa l’area industriale di Fiume Santo)	CENS12 - CENS13 - CENS16 - CENS17
Olbia	CENS10 - CEOLB1
Assemini	CENAS6 - CENAS8 - CENAS9
Sarroch	CENSA1 – CENSA2 – CENSA3
Portoscuso	CENPS2 – CENPS4 – CENPS6 – CENPS7
Porto Torres (con l’aggiunta dell’area industriale di Fiume Santo)	CENPT1 - CENS22 - CENS33 - CENS44 - CENS55 - CENS88
Sulcis - Iglesias	CENCB2 – CENIG1 – CENNF1 - CENST1
Campidano Centrale	CENNM1 – CENSG3 – CENVS1
Oristano	CENOR1 - CENOR2 - CESGI1
Nuoro	CENNU1 – CENNU2
Sardegna Centro - Settentrionale	CEALG1 - CENMA1 - CENOT3 - CENS11 - CENOT1 -
Seulo - Stazione di Fondo Regionale	CENSE0

Le stazioni di misura dell’ARPA più prossime alle aree in progetto sono:

- Seulo CENSE0, scelta da ARPA per rappresentare il valore di fondo regionale vista la posizione isolata rispetto a centri inquinanti;
- Nuraminis CENNM1, posizionata in modo da controllare le emissioni di cave e cementifici della zona, dunque ci si aspetta di osservare valori di inquinanti maggiori.

La stazione CENSG3 di San Gavino Monreale non è stata considerata poiché è stata dismessa nel 2021.

Le stazioni sono state considerate rappresentative dell’area di interesse in quanto l’assenza di rilievi montuosi e valli con quote particolarmente elevate esclude l’influenza significativa delle caratteristiche orografiche sui fenomeni di dispersione degli inquinanti atmosferici di origine antropica.

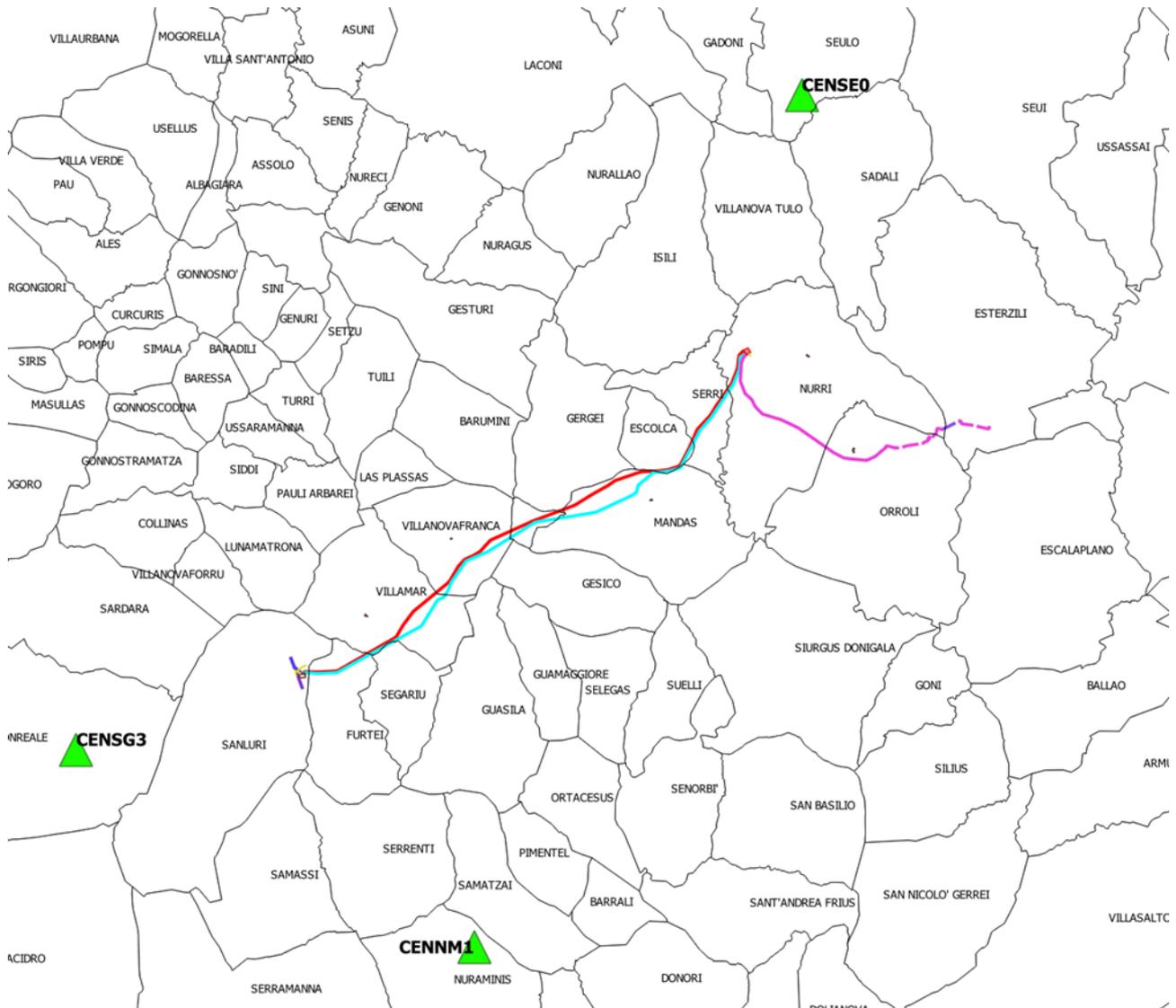


Figura 14. Localizzazione opere in progetto e stazioni di misura della qualità dell'aria più vicine

COMUNE	STAZIONE	C ₆ H ₆		CO		NO ₂		O ₃		PM ₁₀		SO ₂		PM _{2.5}		
		MA	M8	MO	MO	MA	MO	MO	M8	M8	MG	MA	MO	MO	MG	MA
		PSU	PSU	PSU	SA	PSU	SI	SA	VO	OLT	PSU	PSU	PSU	SA	PSU	PSU
		5	10	200	400	40	180	240	120	120	50	40	350	500	125	25
				18					25		35		24		3	
Nuraminis	CENNM1	-	-								4					-
Seulo	CENSE0								19	16	1					

Figura 15. Riepilogo dei superamenti rilevati (Relazione annuale sulla qualità dell'aria in Sardegna per l'anno 2020, pubblicata sul sito Sardegnaambiente il 31 dicembre 2021)

Le stazioni in oggetto non sono attrezzate per le misure di **benzene** (C₆H₆): nell'area rurale le stazioni attrezzate per l'acquisizione di tale dato sono Alghero CEALG1, Macomer CENMA1 e Ottana CENOT3,



dove le medie annuali variano da $0.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a $0.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$, che rientrano abbondantemente entro i limiti di legge di $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Il **monossido di carbonio** (CO) è misurato nella stazione CENSEO, dove sono state rilevate massime medie mobili di otto ore pari a $0.4 \text{ mg}/\text{m}^3$, quindi ampiamente entro i limiti di legge ($10 \text{ mg}/\text{m}^3$ sulla massima media mobile di otto ore).

I valori medi annui di **biossido di azoto** (NO_2) variano tra $4.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (CENNM1) e $0.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (CENSEO) con livelli contenuti e stazionari negli anni, entro il limite normativo di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$; mentre le massime medie orarie variano tra $46 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (CENNM1) e $13 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (CENSEO), ampiamente entro il limite di legge di $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

I valori di **ozono** (O_3) sono misurati nella stazione di Seulo: sono state rilevate massime medie mobili di otto ore di $143 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e massimi valori orari di $153 \mu\text{g}/\text{m}^3$, valore al di sotto della soglia di informazione ($180 \mu\text{g}/\text{m}^3$) e della soglia di allarme ($240 \mu\text{g}/\text{m}^3$); mentre sono stati registrati 19 superamenti triennali del valore massimo di ozono O_3 ($120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sulla massima media mobile giornaliera di otto ore da non superare più di 25 volte in un anno civile come media sui tre anni). Si evidenzia nel 2020 una diminuzione dei livelli di ozono a fronte della criticità rilevata negli anni dal 2012 al 2015.

Si rileva che la massima media mobile di otto ore dell'ozono oscilla nel resto dell'area rurale tra $87 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (CEALG1) e $119 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (CENOT3), mentre la massima media oraria tra $95 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (CEALG1) e $126 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (CENMA1), valori al di sotto della soglia di informazione ($180 \mu\text{g}/\text{m}^3$) e della soglia di allarme ($240 \mu\text{g}/\text{m}^3$), mentre non si registra nessuna violazione del valore obiettivo per la protezione della salute umana ($120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sulla massima media mobile giornaliera di otto ore da non superare più di 25 volte in un anno civile come media sui tre anni).

Le concentrazioni medie annue del **PM₁₀** variano tra $10.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (CENSEO) e $19.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (CENNM1), mantenendosi al di sotto del limite normativo di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mentre i superamenti del limite giornaliero di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sono ridotti rispetto al limite dei 35 superamenti annui consentiti (4 superamenti nella CENNM1 ed 1 nella CENSEO).

Il **PM_{2.5}**, rilevato nella CENSEO, ha una media annua di $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$, valore stabile nel tempo che rientra ampiamente entro il limite di legge di $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Tale parametro è rilevato nell'area rurale nella stazione CENMA1 con una media annua di $6 \mu\text{g}/\text{m}^3$, valore stabile rispetto agli anni precedenti.

I valori di **biossido di zolfo** (SO_2) si mantengono piuttosto bassi: le massime medie giornaliere variano tra $2.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (CENNM1) e $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (CENSEO), mentre le massime orarie rispettivamente tra 3.6 e $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ampiamente all'interno dei limiti normativi.

Nelle varie aree analizzate i parametri monitorati rimangono stabili ed entro i limiti normativi, mentre i livelli di particolato sono generalmente contenuti e con superamenti limitati.



3.1.5.2 Clima

La dispersione delle sostanze inquinanti in atmosfera, e di conseguenza la qualità dell'aria, è fortemente condizionata dalle caratteristiche meteorologiche a scala locale e regionale.

Il clima della Sardegna è marcatamente mediterraneo, caratterizzato da inverni miti, con temperature che raramente scendono sotto lo zero, ed estati calde e secche.

L'annata ottobre 2019-settembre 2020 (Report annuale del Dipartimento meteorologico di ARPA Sardegna) ha registrato cumulati di pioggia lievemente al di sopra della precipitazione media climatica in quasi tutta l'isola.

Di seguito sono riportati i dati di piovosità registrati nelle stazioni meteorologiche ARPAS rappresentative dell'area di intervento (<https://arpas.maps.arcgis.com/apps/MapSeries/index.html?appid=0bedeb6a438f428bb66372ea592f8eb6>):

Tabella 11. Giorni piovosi

STAZIONE	Intensità piovosa nei giorni piovosi	Cumulato totale annuo	Giorni di pioggia
Villamar	8,4	553,4	66
Segariu	7,7	535,5	70
Mandas	7,9	627,4	79
Gergei	8,4	595,1	71
Nurri	8	640,9	80
Escalaplano	8	574,1	72
Villanovatulo	8,5	705,3	83
MEDIA	8,128571	604,5286	74

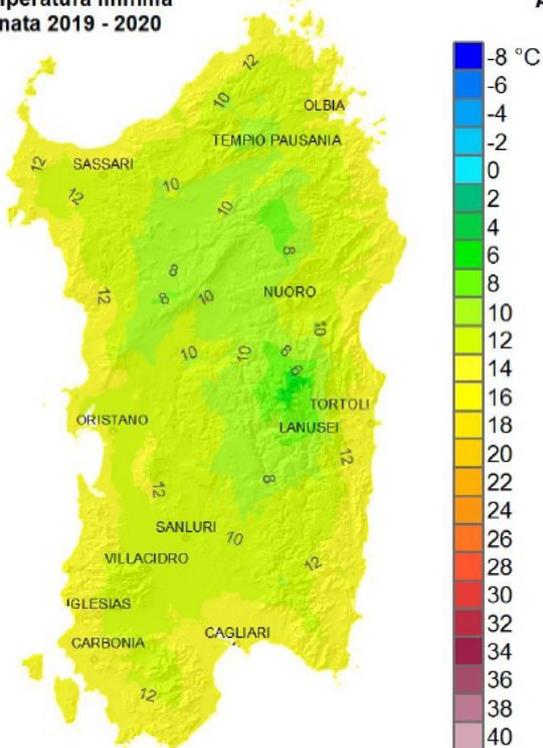
Le medie delle temperature annuali minime durante l'annata 2019-2020 vanno dai circa 4-6°C del Gennargentu sino ai 12-14°C delle coste: queste temperature sono solo leggermente superiori rispetto alla media climatologica e le anomalie maggiori si registrano presso i rilievi del Gennargentu, dove raggiungono gli 0.7°C, mentre nelle altre zone si ha un'anomalia positiva tipicamente attorno ai 0.3°C o 0.5°C.

Le temperature medie massime vanno dai circa 14-16°C delle vette del Gennargentu sino ai 24-26°C presso la piana di Ottana, nel Campidano ed in alcune zone del Sulcis. Buona parte delle rimanenti zone di pianura e delle fasce costiere si attesta attorno ai 22-24°C, mentre, man mano che si sale con la quota, si ha una tendenza alla diminuzione delle temperature che in buona parte delle zone collinari e di montagna raggiunge dei valori tipici tra 18°C e 20°C, per scendere fino ai valori minimi del Gennargentu.

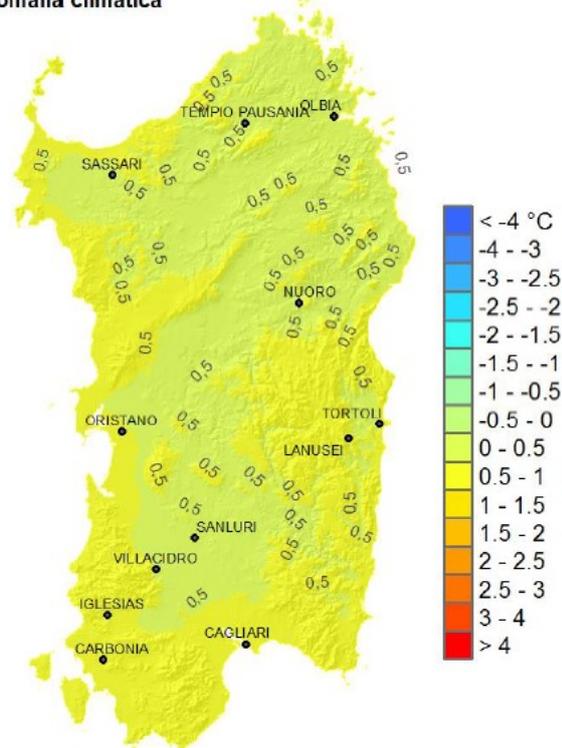
Queste temperature sono superiori alla media climatologica: le anomalie tipiche di quasi tutta la Sardegna, ad esclusione delle zone costiere, è di circa 0.8-1.0°C, mentre, avvicinandosi alle coste, i valori di anomalia crescono leggermente raggiungendo in genere valori di circa 1.1-1.2°C.



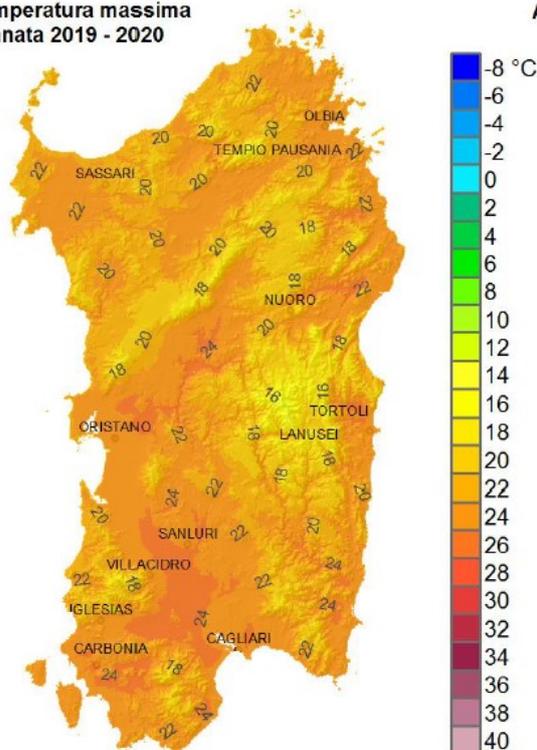
**Temperatura minima
Annata 2019 - 2020**



Anomalia climatica



**Temperatura massima
Annata 2019 - 2020**



Anomalia climatica

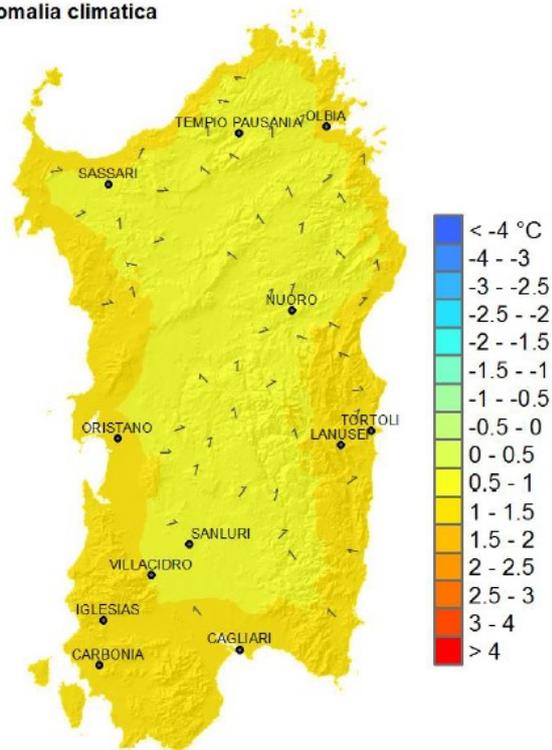


Figura 16. Media delle temperature minime e massime da ottobre 2019 a settembre 2020 e relativa anomalia termica

Nell'annata 2019-2020 le notti tropicali sono state numerose: il fenomeno è stato osservato più di 30 volte in una buona parte delle stazioni poste a quote medio-basse, soprattutto quelle meno esposte al raffreddamento radiativo; le zone più interessate dalle notti tropicali sono ubicate nella fascia costiera o nelle



aree pianeggianti, osservando una tendenziale diminuzione del fenomeno con la quota e la distanza dal mare.

Le giornate estive, intese in questo caso come le giornate nelle quali la temperatura massima è stata superiore a 30°C, sono state numerose in tutte le stazioni, in particolare quelle dell'interno posizionate in piane o pianure o a latitudini inferiori; il fenomeno tende a diminuire solo per le stazioni più esposte ai venti e posizionate a quote prossime ai mille metri di altitudine, ma non scompare mai del tutto.

La caratterizzazione delle condizioni di ventosità dell'area di intervento fa riferimento ai dati misurati nelle stazioni meteorologiche di Sanluri (<http://www.sanlurimeteo.it/record-noaa.html>) e di Sadali (<http://www.sadalimeteolive.altervista.org/wxvento.php>), posizionate agli opposti del tracciato delle opere in progetto.

Tabella 12. Media annuale della velocità del vento a Sanluri e Sadali

	2021	2020	2019	2018	2017	2016	2015	2014	2013	2012	media km/h	media m/s
Sanluri	4,8	2,3	1,3	0,4	6,4	6,6	6,5	7,8	8,9	9,3	5,43	1,508333
Sadali	-	5,6	6,1	6,1	3,5	-	-	-	-	4,2	5,1	1,416667
Media	4,8	3,95	3,7	3,25	4,95	6,6	6,5	7,8	8,9	6,75	5,265	1,4625



3.1.6 *Sistema paesaggio: Paesaggio, Patrimonio culturale e Beni materiali*

L'intervento in progetto, ubicato nella zona centro meridionale, interessa i seguenti comuni:

- Sanluri, Furtei, Villamar, Segariu e Villanovafranca (Provincia del Medio Campidano);
- Escolca, Gergei, Mandas, Serri, Nurri, Orroli e Esterzili (Città Metropolitana di Cagliari).



Figura 17. Inquadramento

3.1.6.1 Inquadramento paesaggistico

Il Piano Paesaggistico Regionale (PPR) individua 27 ambiti di paesaggio costieri che delineano il paesaggio costiero e che aprono alle relazioni con gli ambiti di paesaggio interni in una prospettiva unitaria di conservazione attiva del paesaggio ambiente della regione.

La delimitazione degli ambiti non assume il significato di confine/discontinuità, ma è intesa come saldatura tra territori diversi utile per riconoscere le peculiarità ed identità di un luogo.

Le opere in progetto insistono su ambiti interni, pertanto non interessano gli ambiti di paesaggio costieri individuati e descritti nel PPR.

L'intervento progettuale ricade nelle seguenti **Regioni Storiche della Sardegna** (fonte: www.lamiasardegna.it/):

- **Regione Storica n. 23 Sarcidano** (comuni interessati dalle opere in progetto: Nurri, Orroli, Gergei, Serri).

Il Sarcidano si estende tra il territorio del Campidano e quello della Barbagia e comprende i seguenti comuni: Làconi (provincia di Oristano); Escolca, Genoni, Gergei, Isili, Nuragus, Nurallao, Nurri, Orroli, Serri, Villanova Tulo (provincia di Cagliari). L'elemento morfologico dominante è l'altopiano de Làconi, il più grande tavolato calcareo della Sardegna. Al suo interno si estendono i laghi artificiali del Mulargia e del Flumendosa. Vi è diffusa la quercia, ma non mancano anche foreste di castagno. Il territorio è costellato di numerose testimonianze archeologiche, prevalentemente nuragiche.



Figura 18. Sopralluogo aree di intervento ricadenti nella Regione Storica n. 23 (maggio 2022)

- **Regione Storica n. 24 Barbagia di Seulo** (comune interessato dalle opere in progetto: Esterzili). La Barbagia di Seulo (nome in lingua sarda Barbàgia 'e Seùlu), chiamata anche Barbagia Inferiore, si estende nella Sardegna centrale e comprende i seguenti comuni: Esterzili, Sadali, Seui e Seulo (ex provincia del Sud Sardegna); Ussassai (provincia di Nuoro). Durante il periodo giudiciale il suo territorio apparteneva al giudicato di Càralis, per passare, dopo la sua estinzione, al giudicato di Arborea.
La zona – conosciuta fin dai tempi antichi per l'asprezza dei suoi territori e l'abbondanza delle sue acque – ha un'economia basata quasi esclusivamente sulla pastorizia.



Figura 19. Sopralluogo aree di intervento ricadenti nella Regione Storica n. 24 (maggio 2022)

- **Regione Storica n. 25 Marmilla** (comuni interessati dalle opere in progetto: Villamar, Villanovafranca).

Nella Sardegna centro meridionale, a cavallo del confine tra la provincia di Oristano e quella del Sud Sardegna, si estende la Marmilla: la zona settentrionale comprende i comuni di Albagiara, Ales, Assolo, Asuni, Baradili, Baressa, Curcuris, Gonnoscodina, Gonnosnò, Gonnostramatza, Masullas, Mogorella, Mogoro, Morgongiori, Nureci, Pau, Pompu, Ruinas, Senis, Simala, Sini, Siris, Usellus, Villa Sant'Antonio e Villa Verde (provincia di Oristano); la Marmilla Meridionale include i comuni di Barumini, Collinas, Furtei, Genuri, Gesturi, Las Plassas, Lunamatrona, Pauli Arbarei, Sardara, Segariu, Setzu, Siddi, Tuili, Turri, Ussaramanna, Villamar, Villanovaforru e Villanovafranca (ex provincia del Sud Sardegna).

Nella Marmilla meridionale spicca il colle di Las Plassas – che avrebbe dato il nome al territorio circostante – famoso per la sua forma mammellare.

Il paesaggio è prevalentemente collinare e comprende la Giara di Gesturi, la Giara di Siddi, la Giara di Serri, l'altopiano di Genoni ed il bacino del Rio Mannu d'Isili. Le attività principali della zona sono l'agricoltura ed il turismo.



Figura 20. Sopralluogo aree di intervento ricadenti nella Regione Storica n. 25 (maggio 2022)

- **Regione Storica n. 26 Trexenta** (comuni interessati dalle opere in progetto: Gesico, Mandas, Escolca, Serri).

La regione storica, situata nella parte settentrionale della provincia di Cagliari, e si estende nei seguenti comuni: Barrali, Gesico, Guamaggiore, Guasila, Mandas, Ortacesus, Pimentel, Sant'Andrea Frius, San Basilio, Selegas, Senorbi, Siurgus Donigala, Suelli. Il territorio è prevalentemente collinare nella parte orientale e più pianeggiante verso ovest. La zona è un susseguirsi di rigogliose campagne, dove i frutteti si alternano a vigne, oliveti e coltivazioni di cereali:



le sue condizioni climatiche, favorite anche dall'abbondanza d'acqua, determinano una rinomata produzione di vino, olio e grano.



Figura 21. Sopralluogo aree di intervento ricadenti nella Regione Storica n. 28 (maggio 2022)

- **Regione Storica n. 28 Campidano di Sanluri** (comuni interessati dalle opere in progetto: Sanluri, Furtei).

Il Monreale – detto anche Campidano di Sanluri – è una regione della Sardegna sud occidentale che comprende i seguenti comuni: Arbus, Gonnosfanadiga, Guspini, Pabillonis, Samassi, San Gavino Monreale, Sanluri, Serramanna, Serrenti, Vallermosa e Villacidro (i comuni di Serramanna e Serrenti sono ai confini tra il Monreale ed il Campidano di Cagliari, pertanto possono essere considerati anche appartenenti a quest'ultimo). Il territorio apparteneva anticamente al giudicato d'Arborea, di cui occupava la parte meridionale della Curatoria di Bonorzuli. La zona è prevalentemente pianeggiante, con diverse aree collinari. Nel territorio esistono testimonianze prenuragiche, nuragiche, fenicio puniche e romane.



Figura 22. Sopralluogo aree di intervento ricadenti nella Regione Storica n. 28 (maggio 2022)

3.1.6.1.1 Il paesaggio contemporaneo

Il paesaggio sardo risulta definito anche da recenti trasformazioni in atto di carattere antropico che originano nuove forme differenti rispetto a quelle consolidate, rientrando nella definizione di “paesaggio energetico”.

L'ambito paesaggistico in esame è stato interessato negli ultimi decenni da un processo di evoluzione e arricchimento delle reti infrastrutturali ed impiantistiche che affiancano le attività agricole tradizionali del paesaggio consolidato: viabilità stradale, case sparse, capannoni ed annessi agricoli, espansione dei centri abitati e dei piccoli borghi, estensione di opere irrigue ed idrauliche di regolazione dei principali corsi d'acqua e canali, infrastrutture elettriche e idrauliche, impianti eolici e fotovoltaici.

L'immagine del nuovo paesaggio non risulta permanente, infatti alcune delle recenti attività antropiche sono reversibili e di medio periodo.



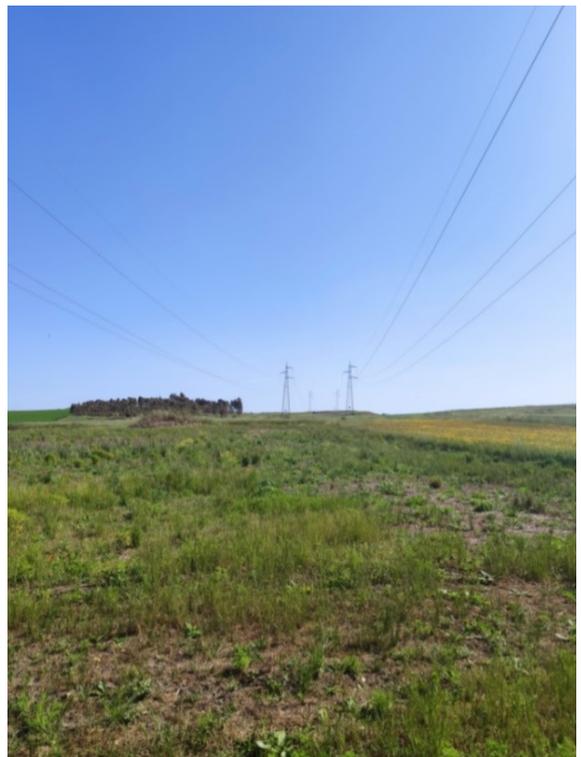


Figura 23. Abaco paesaggio dell'energia nelle aree di intervento (sopralluogo maggio 2022)

Il territorio di analisi è attraversato da infrastrutture viarie a diversi livelli: in particolare si segnalano la SP 10 e la SS 198 (di valenza paesaggistica e fruizione turistica), la SP 36, la SP 42, la SS 197 e la Strada provinciale di Sanluri.



Figura 24. SP 10 (tra il Comune di Orroli e il Comune di Serri)



Figura 25. SS 198 (di valenza paesaggistica e fruizione turistica) in Comune di Nurri



Figura 26. SS 198 (di valenza paesaggistica e fruizione turistica) in Comune di Escolca

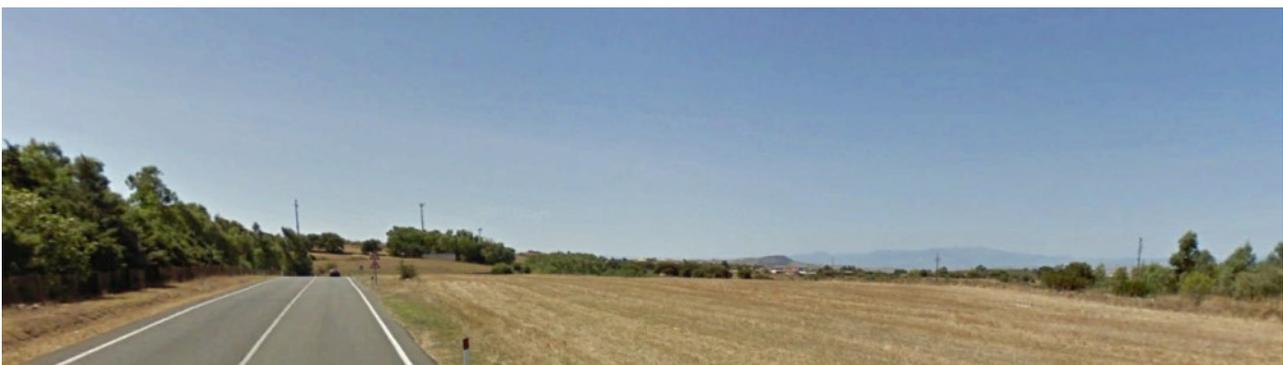


Figura 27. SS 198 (di valenza paesaggistica e fruizione turistica) in Comune di Mandas



Figura 28. SP 36 in Comune di Escolca (Località S. Simone)



Figura 29. SP 42 nel Comune di Villamar



Figura 30. SS 197 in Comune di Furtei



Figura 31. Strada provinciale di Sanluri in Comune di Sanluri

I territori in cui ricadono le opere in progetto sono attraversati da infrastrutture ferroviarie quali:



- Linea Isili-Monserrato (tratto a valenza paesaggistica);
- Linea Mandas-Albatax (tratto a valenza paesaggistica) conosciuto come trenino verde.



Figura 32. Trenino verde – attraversamento SS198 – Comune di Serri – Invaso artificiale “Lago Basso del Flumendosa” (fonte: Google Earth)



Figura 33. Trenino verde – Vicinanze località Taccu a Nurri (fonte: Google Earth)



Figura 34. Trenino verde – Campagna di Orroli (fonte: Google Earth)



Il sistema idrico multisettoriale regionale, istituito ai sensi della L.R. 19/2006 (art.18), è costituito dalle opere di approvvigionamento idrico e di adduzione destinate ad alimentare, direttamente o indirettamente, più aree territoriali e diverse categorie di utenze (per usi potabile, irriguo, industriale).

Il sistema comprende le seguenti opere:

- dighe;
- traverse di derivazione;
- acquedotti;
- canali;
- centrali di sollevamento;
- centrali idroelettriche.



Figura 35. Invaso del Flumendosa a Nuraghe Arrubiu (comune di Orroli) – Foto di Roberto Salgo pubblicata su "Dighe della Sardegna", ed. Poliedro, 2011 (Fonte: <http://www.enas.sardegna.it/>)

3.1.6.2 Nuclei urbani

Di seguito si riporta una sintesi delle principali caratteristiche paesaggistiche relative ai comuni direttamente interessati dagli interventi in progetto.

3.1.6.2.1 Comune di Esterzili

Esterzili, situato nella parte centro-orientale della Sardegna, appartiene alla Barbagia meridionale o di Seulo, sull'orlo di un'area montuosa compresa tra il Gerrei, il Sarcidano e l'Ogliastra, delimitata dal corso del Rio Flumineddu a nord-est, dall'altopiano del taccu di Orboedu a sud, dalla sponda sinistra del lago artificiale del Flumendosa ad ovest e da un corso d'acqua con diverse denominazioni a seconda dei terreni attraversati (Bau de Sàdali, Bau de Nuluttu o Bau de Bittili) a nord-ovest.

Il territorio è in gran parte costituito da magri pascoli naturali, tavolati calcarei, rocciai e pietraie sporgenti, intersecati da profonde valli incassate, in un paesaggio aspro e selvaggio con limitate estensioni a boschi cedui.



Esterzili è caratterizzato da un ambiente di montagna, con un'altimetria media di circa 800 m s.l.m.: dalle strette e brevi vallate scavate dall'acqua a quote modeste di 300 m alla vetta a 1212 m s.l.m. del Monte Santa Vittoria.

Il Monte Santa Vittoria ha un rilievo molto accidentato, con notevoli dislivelli causati dagli scoscendimenti dei terreni schistosi e dalla formazione di altipiani calcarei sovrapposti, come il piccolo Taccu di Esterzili (un lembo del più esteso Taccu di Sadali) ed il vasto Taccu di Orboredu - Taccu 'e Linu (che poggia sulle propaggini del Santa Vittoria e termina a strapiombo sulla vallata del corso del Flumendosa).

La maggior parte della superficie – comprese le poche estensioni forestali – è sfruttata solo a pascolo brado con greggi di capre e di pecore e con branchi di vacche di piccola taglia in condizioni di selvatichezza.

L'abitato, interessato da forte espansione edilizia, è caratterizzato da tipiche case rustiche montane.

Il paese fu fondato in età nuragica e sottoposto alla dominazione romana. Nell'XI secolo fu aggregato alla curatoria di Seulo, nel Giudicato di Cagliari. Alla metà del XIV secolo fu ceduto in feudo a Berengario Carroz in seguito incorporato nella contea di Quirra e nel ducato di Mandas. La famiglia dei Manca resse il governo locale prima del passaggio ai Silva ed ai Tellez Giron d'Alcantara.

Sul territorio comunale si annoverano i seguenti elementi di interesse storico-artistico:

- la parrocchiale dedicata a San Michele (del XV secolo), in stile gotico-aragonese, che sorge nella periferia nord;
- la chiesa di sant'Antonio da Padova (del XVII secolo), posta su un colle all'estremità nord-occidentale del paese;
- la seicentesca chiesa campestre di san Sebastiano;
- la nuova (1972) parrocchiale dedicata a sant'Ignazio da Laconi;
- resti di età nuragica, come l'importante tempio a megaron sa Domu de Orgia databile alla seconda metà del II millennio a.C., circondato da un muro di pietre a forma di ellisse.



Figura 36. Esterzili: elementi di interesse storico-artistico

Il territorio è caratterizzato dai seguenti beni dichiarati di interesse culturale:

- Insediamento romano di Corte Luccetta (bene archeologico);
- Nuraghe Furca Eccia (bene archeologico).



3.1.6.2.2 Comune di Serri

Il centro – situato a nord-est dei monti Marmilla, ai margini della giara di Serri – fu abitato sin dall'età preistorica. In epoca medievale fu aggregata alla curatoria di Siurgus, nel Giudicato di Cagliari. Successivamente fu conquistata dai pisani e, dopo la battaglia di Macomer, passò sotto il dominio degli Aragonesi, che la concessero in feudo a Berengario Carroz. Passata sotto il governo dei Mandas, vi rimase fino al 1839, anno dell'abolizione del regime feudale.

Il borgo di Serri sorge su un altopiano basaltico dal cui è possibile ammirare le imponenti vette del Gennargentu, le colline della Marmilla e della Trexenta e le pianure del Campidano.

Il territorio è caratterizzato dalla Giara di Serri: una fortezza naturale racchiusa da boschi di lecci e querce secolari, roverelle e macchia mediterranea che ospita il Santuario nuragico di Santa Vittoria.

Il nucleo originario del paese si sviluppò intorno alla parrocchiale di san Basilio magno, eretta intorno al 1100 in stile romanico-pisano con richiami al culto bizantino. Nella zona antica, accanto all'ex monte granatico (oggi centro culturale), sorge la piazza della chiesetta di sant'Antonio abate (1770).

Il centro storico del paese è costituito da antiche case rurali con ampi cortili e portoni ad arco.

La vita della comunità è legata alle attività agropastorali e artigianali (panificazione, ricamo, cestini, intaglio del legno).

Il territorio è caratterizzato dai seguenti beni dichiarati di interesse culturale:

- Nuraghe S'Uraxi (bene archeologico);
- Ruderetti detti Sa Cresia (bene archeologico);
- Area archeologica di Santa Vittoria (bene archeologico).

3.1.6.2.3 Comune di Escolca

Il centro – abitato sin dai tempi preistorici – fu sottoposto alla dominazione romana, durante la quale fu dotata di un vero e proprio insediamento urbano che aveva lo scopo di rifornire e tutelare i territori sottratti alla preesistente popolazione nuragica. Durante il Medioevo visse il periodo giudicale e quindi fu sottoposta alla dominazione spagnola. Tra le vestigia del passato figurano: numerosi resti di età nuragica, ritrovamenti del periodo romano (tra cui diverse strutture sepolcrali), la bella parrocchiale di Santa Cecilia.

La frazione San Simone, oggi borgo 'fantasma', consta di circa cinquanta casette, costruite con paglia e fango intorno alla chiesetta dedicata al santo, nelle cui fondamenta spuntano i resti di su Nuraxi Mannu.

Il territorio è coltivato ad ulivi, viti e cereali e presenta un bene dichiarato di interesse culturale: Nuraghe e villaggio nuragico di Mogurus (bene archeologico).

3.1.6.2.4 Comune di Furtei

Furtei si estende a nord-ovest dei colli Trexenta, al margine della Piana del Campidano, con un profilo geometrico irregolare dalle variazioni altimetriche accentuate.

L'abitato, che non mostra segni di espansione edilizia, ha un andamento plano-altimetrico tipico delle zone pianeggianti. L'architettura delle tipologie abitative risente della posizione di confine tra le diverse regioni (Marmilla, Trexenta, Campidano), infatti, a fianco delle tipiche costruzioni di pianura arretrate sul lotto con il portale d'ingresso sulla via, si ritrovano le tipologie abitative a filo strada, a due livelli con portale passante.

Di origine nuragica, nell'XI secolo fece parte della curatoria di Nuraminis del Giudicato di Cagliari; poi fu dominio dei pisani e quindi degli aragonesi. Nel 1414 gli aragonesi formarono la baronia di Furtei che fu concessa a Dalmazzo Sanjust sino al 1839, anno in cui fu riscattata.

Sul territorio comunale si annoverano i seguenti elementi di interesse storico-artistico:

- la Chiesa di S. Narciso (XII sec.), che sorge su una collina nei pressi dell'abitato;
- la Parrocchiale di S. Barbara (XII sec.);
- la Chiesa di S. Maria della Natività;
- la Chiesa di S. Sebastiano;
- la Chiesa della Sacra Famiglia;
- la Chiesa campestre di S. Biagio, che sorge in campagna in località San Brai, nei pressi del distrutto abitato di Nuraxi di cui era la parrocchiale;
- le due chiesette di San Domino e di Santu Marcu.

Il territorio è caratterizzato dai seguenti beni dichiarati di interesse culturale:

- Chiesa di Santa Maria (bene architettonico);



- Cimitero comunale (bene architettonico);
- Chiesa di San Narciso e area di pertinenza (bene architettonico);
- Chiesa campestre di San Biagio ed area di pertinenza (bene architettonico);
- Chiesa di Santa Barbara Vergine Martire (bene architettonico);
- Torrino manutenzione trasformatori facente parte della centrale idroelettrica di Santu Miali (bene architettonico);
- Sala quadri facente parte della centrale idroelettrica di Santu Miali (bene architettonico).

3.1.6.2.5 Comune di Gergei

Il paese è situato al centro della Sardegna ai limiti del Sarcidano, tra la Trexenta e la Marmilla: occupa la vallata delimitata a nord-est dal costone roccioso della Giara di Serri, a nord-ovest dalle falde del Monte Trempu (703 m s.l.m.), ad ovest dal fiume Riu Mannu, ad est e a sud da una serie di colline ricoperte da secolari oliveti.

Il territorio è caratterizzato da una vasta pianura alternata a piccole colline con forme dolci ed arrotondate: il paesaggio collinare appare dominato da rilievi, che localmente si presentano isolati e dalla sommità pianeggiante (Giare), e dal Monte Trempu.

Gergei è stato interessato da varie concentrazioni di insediamenti umani che vanno dal periodo prenuragico a quello nuragico, dal fenicio-punico a quello romano.

L'attuale centro abitato esisteva sicuramente nei primi secoli del secondo millennio, in epoca feudale: il villaggio apparteneva a Giacomo d'Aragona, figlio di Alfonso IV re di Spagna, ed in seguito fu ceduto a Giovanni Carroz, Duca di Mandas e suo feudatario, e poi a Nicolò Carroz.

Dopo il trattato di Londra del 1718, che poneva l'isola sotto la sovranità di Vittorio Amedeo II di Savoia, e la costituzione del Regno di Sardegna (1720), il Ducato di Mandas (e quindi anche il paese di Gergei) passò sotto la giurisdizione dei Savoia.

Nel paese, oltre alla monumentale chiesa parrocchiale tardo gotica, si trovano altre cinque chiese minore; inoltre, numerosi ritrovamenti nelle campagne circostanti, insieme ai ruderi ancora visibili, testimoniano la presenza di almeno altre quattro chiese campestri, oggi completamente distrutte.

Il territorio è caratterizzato dai seguenti beni dichiarati di interesse culturale:

- Nuraghe Purruddu (bene archeologico);
- Ex Monte Granatico (bene architettonico).

3.1.6.2.6 Comune di Mandas

Il comune si estende sull'altopiano della Trexenta, al confine tra Campidano e Barbagia, vicino all'altopiano Giara di Serri.

Il territorio presenta un profilo geometrico irregolare, con variazioni altimetriche accentuate; l'abitato, interessato da un fenomeno di crescita edilizia, mostra un andamento plano-altimetrico tipico delle zone collinari.

Mandas, importante centro di raccordo tra il campidano e le barbagie, trova in epoca nuragica le sue origini, come dimostrano le oltre 48 rovine di nuraghi e villaggi coevi, tra cui quelli de su Angiu (Bangius), Ardiddi e la tomba dei giganti di "s'arruina de su procu". L'evoluzione del territorio è testimoniata dalla presenza fenicio punica prima e da quella romana poi di cui, oltre alle vestigia di villaggi e necropoli, si vedono ancora alcuni tratti della strada Kalaris-Ulbiam (la Cagliari-Olbia).

Mandas – divenuto capoluogo della Curatoria di Siurgus attorno all'anno 1000 – diventa feudo prima dei Carroz prima e poi dei Maza de Liana. Il re di Spagna Filippo III elevò il paese a Ducato all'ultimo dei feudatari di Valencia il 23 dicembre 1614. Creata "Tapa de Insinuacion" nel Settecento, dal 1807 al 1821 fu sede dell'omonima Prefettura e Provincia, mentre dal 1828 al 1850 fu capoluogo di quella di Isili.

Sul territorio comunale si annoverano i seguenti elementi di interesse storico-artistico:

- Il complesso nuragico-punico-romano di "su Angiu";
- il palazzo municipale ottocentesco;
- il compendio medioevale, composto da chiesetta (duecentesca) e convento di sant'Antonio abate che si affacciano su una strada romana (tratto della Kalaris-Ulbia);
- la chiesa parrocchiale di San Giacomo Apostolo, una costruzione in stile gotico-catalano del XVI-XVII secolo;



- il monumento de “Sa perda de sa bregungia”.



Figura 37. Mandas: elementi di interesse storico-artistico

Il territorio è caratterizzato dai seguenti beni dichiarati di interesse culturale:

- Area archeologica di Su Angiu o Bangiu (bene archeologico);
- Nuraghe e tomba di Giganti località Ruina Ilixì (bene archeologico);
- Nuraghe Murtas (bene archeologico);
- Nuraghe Mitza 'e Foddi (bene archeologico).

3.1.6.2.7 Comune di Nurri

Il centro si adagia a 600 m d'altitudine sul crinale di un vulcano spento, attorniato da colline, coltivate o ricoperte da macchia mediterranea, lecci, roveri e sughere, che degradano sino alle rive di due bacini artificiali, lago Flumendosa e lago Mulargia. Nurri è un centro agropastorale del Sarcidano, confine tra sud Sardegna, Barbagie e Ogliastra.

Il territorio ha un profilo geometrico irregolare, con variazioni altimetriche accentuate da un minimo di 268 a un massimo di 761 m s.l.m.; l'abitato, interessato da espansione edilizia, presenta una compatta struttura urbana.

Il paese, abitato dai sardi primitivi, fu fondato nel 550 d.C. dai profughi di Biora, città punico-romana distrutta dai Goti. Durante il periodo medievale fu aggregato al Giudicato di Cagliari, nella curatoria di Suirgius. Nel XIII secolo passò ai pisani e nel XVI secolo agli Aragonesi. Con il dominio spagnolo fu incluso nel ducato di Mandas e ceduto in feudo ai Maza. Con il governo sabaudo fu concesso ai Tellez Giron d'Alcantara, che ne furono gli ultimi feudatari fino al 1839. Nominata diocesi di Cagliari, fece parte di questa provincia fino al 1927.

Il nucleo originario di Nurri sorse attorno al nuraghe Sardajara: una delle numerose testimonianze preistoriche insieme a domus de Janas ed altri nuraghi, tra cui il Corongiu 'e Maria, il Santu Perdu e su Pitti de is Cangialis, uno dei rarissimi nuraghi a cinque torri. Di età romana resta soprattutto l'antica città di Biora, edificata per arginare le incursioni dei popoli barbaricini.

Sul territorio comunale si annoverano i seguenti elementi di interesse storico-artistico:



- la parrocchiale di San Michele Arcangelo, edificata nel Cinquecento e ristrutturata nel Settecento;
- il convento e la chiesa dei Cappuccini, costruita nel 1643.

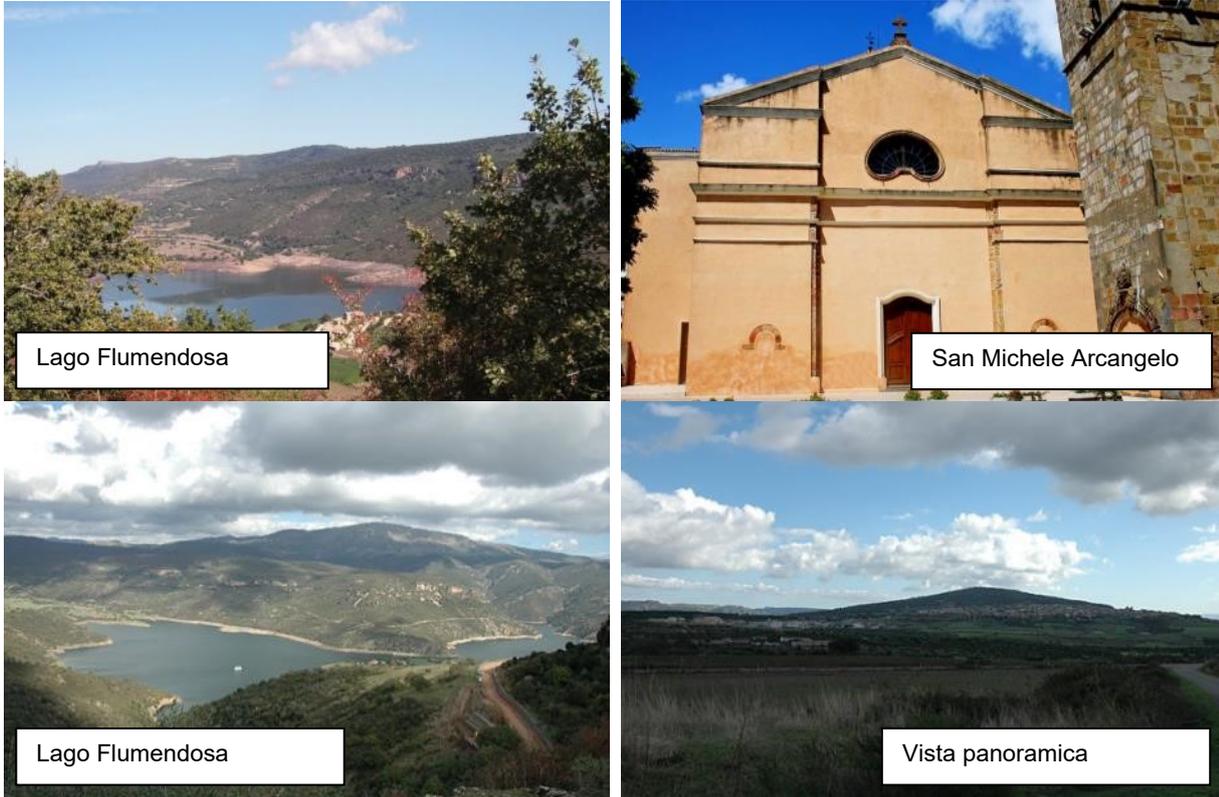


Figura 38. Nurri: elementi di interesse storico-artistico

Il territorio è caratterizzato dai seguenti beni dichiarati di interesse culturale:

- Nuraghe Pitziogu (bene archeologico);
- Nuraghe Sardaiara (bene archeologico);
- Casa Parrocchiale (bene architettonico);
- Nuraghe e villaggio San Accuzzadorgiu, località Monte Gùzzini (bene archeologico);
- Nuraghe Baracci, località Monte Gùzzini (bene archeologico);
- Nuraghe e villaggio nuragico di Ceas (bene archeologico);
- Nuraghe e villaggio nuragico di Tacquara (bene archeologico);
- Nuraghe, villaggio nuragico e insediamento di età romana, località San Pietro (bene archeologico);
- Nuraghe e villaggio nuragico Coremolla o Cora 'e Molla (bene archeologico).

3.1.6.2.8 Comune di Orroli

Il territorio – ricco di boschi di querce, lecci, castagni e roverelle e di una folta macchia mediterranea – presenta un profilo geometrico irregolare, con variazioni altimetriche molto accentuate da un minimo di 112 ad un massimo di 730 m s.l.m.; l'abitato, interessato da forte espansione edilizia, conserva abitazioni e palazzotti con caratteristici portali e corti campidanesi nel centro storico.

Il suo insediamento ha origini nell'età nuragica. Subì la dominazione cartaginese nel VI secolo a.C. e del popolo romano. Durante il Medioevo fece parte della curatoria di Surgius e, in seguito, dei possedimenti aragonesi. Nel 1604 passò sotto il dominio del ducato di Mandas.

Sul territorio comunale si annoverano i seguenti elementi di interesse storico-artistico:

- la parrocchiale intitolata a San Vincenzo Ferreri;
- la chiesetta di San Nicola;



- il nuraghe Arrubiu, che occupa ben tremila metri quadrati; detto ‘Gigante rosso’ per la maestosità e le sfumature rossastre dei licheni che lo colorano, il complesso spicca su un altopiano attorniato dai laghi;
- il villaggio nuragico Su Putzu;
- la necropoli a Domus de Janas del parco comunale Su Motti.

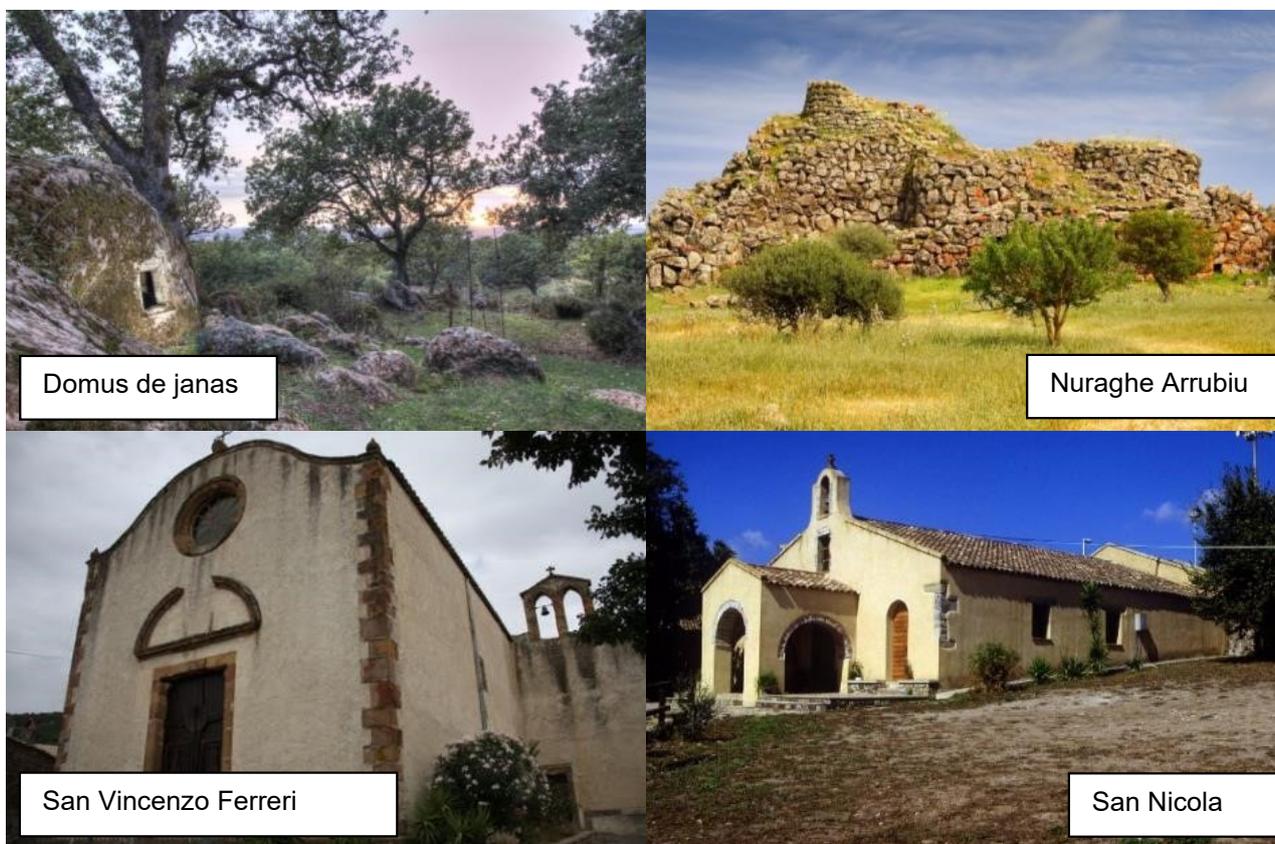


Figura 39. Orroli: elementi di interesse storico-artistico

3.1.6.2.9 Comune di Sanluri

Il comune si adagia sulla piana del Medio Campidano, bagnato dal fiume Mannu, attorno ad un antico castello. Il centro storico è dentro le mura medievali, mentre fuori dalle fortificazioni il sistema viario si è sviluppato a ventaglio.

Il territorio presenta un profilo geometrico irregolare con variazioni altimetriche accentuate; l'abitato, interessato da crescita edilizia, mostra un andamento plano-altimetrico tipico delle zone pianeggianti.

Sanluri fu abitato sin dai tempi più antichi (l'epoca dei nuraghi). Nel Medioevo era originariamente un piccolo borgo, mentre ai primi del 1300 divenne capoluogo della curatoria di Nuraminis, cui apparteneva: grazie alla sua posizione strategica (su una collina, al confine tra il Giudicato di Cagliari e quello di Arborea) ed alla fertilità delle sue terre, si sviluppò molto velocemente. Durante le guerre tra gli aragonesi (provenienti dalla Spagna) ed i sardi del Giudicato di Arborea fu molto conteso proprio per la sua posizione: nel 1409 gli aragonesi, capeggiati dal re Martino il Giovane, sconfissero i sardi e saccheggiarono e distrussero il borgo. Alla morte di Martino il Giovane, il borgo venne ricostruito ed il castello riparato dai danni subiti.

Sul territorio comunale si annoverano i seguenti elementi di interesse storico-artistico:

- il castello, l'unico ancora abitabile in Sardegna, detto di Eleonora d'Arborea;
- la chiesa di Nostra Signora delle Grazie, che ospita il museo etnografico;
- la chiesa di San Martino, situata sulla strada per Samassi;
- la chiesa di San Sebastiano, recentemente restaurata e riportata al suo stato originale;



- la chiesa di San Rocco, ormai in disuso per le funzioni religiose, che ospita saltuariamente mostre di vario genere;
- la chiesa di Sant'Anna;
- la chiesa di San Lorenzo.



Figura 40. Sanluri: elementi di interesse storico-artistico

Il territorio è caratterizzato dai seguenti beni dichiarati di interesse culturale:

- Nuraghe Predi Ara o Preidara o Bruncu Predi Ara (bene archeologico);
- Corte colonica Podere Stagnetto, località Sanluri Stato (bene architettonico);
- Chiesa di San Lorenzo e area di pertinenza (bene architettonico);
- Collezione di manufatti e cimeli della Prima Guerra Mondiale, Castello Villa Santa, via Gen. Nino Villa Santa (bene storico-artistico);
- Chiesa e Convento di San Francesco (bene architettonico);
- Chiesa di Sant'Anna (bene architettonico);
- Palazzo comunale (bene architettonico);
- Ex Mattatoio (bene architettonico);
- Chiesa parrocchiale di Nostra Signora delle Grazie (bene architettonico);
- Collezione Villasanta, Castello di Eleonora d'Arborea (bene storico-artistico);
- Casa Vinci (bene architettonico);
- Ex Monte Granatico (bene architettonico).

3.1.6.2.10 Comune di Segariu

Il territorio, ad ovest dei colli Trexenta, presenta un profilo geometrico irregolare con variazioni altimetriche accentuate (raggiungendo i 374 m di quota); l'abitato, che non mostra segni di crescita edilizia, ha un andamento piano-altimetrico tipico delle zone pianeggianti.

I primi insediamenti umani risalgono al periodo paleolitico (3200-2700 a.C.). Nel Medioevo appartenne al regno di Cagliari e fece parte della curatoria della Trexenta. Dopo la caduta del Giudicato venne annesso al regno di Arborea, al quale rimase per quarant'anni finché venne ceduto al comune di Pisa. Nel 1324 passò



agli Aragonesi, che nel 1396 lo concessero in feudo ai Pisani, unitamente alle altre ville delle curatorie della Trexenta e di Gippi. Nel 1414 fu compreso nella baronia di Furtei ed infeudato a Michele Sanjust. Nel corso del Quattrocento andò progressivamente decadendo e nella seconda metà del Cinquecento era ormai disabitata; risorse nel corso del Seicento e nel 1678 venne attestata la sua appartenenza alla baronia di Furtei, feudo dei Sanjust, dai quali venne riscattata in epoca sabauda dal fisco regio.

Sul territorio comunale si annoverano i seguenti elementi di interesse storico-artistico:

- il nuraghe di Sant'Antonio;
- la chiesa di San Giorgio Martire, edificata verso il 1500;
- la chiesa di Sant'Antonio da Padova, eretta nel XII secolo in stile romanico, che in origine faceva parte di un monastero benedettino.



San Giorgio Martire



Sant'Antonio da Padova

Figura 41. Segariu: elementi di interesse storico-artistico

Il territorio è caratterizzato dai seguenti beni dichiarati di interesse culturale:

- Chiesa parrocchiale di San Giorgio Martire, casa parrocchiale ed area di pertinenza (bene architettonico);
- Chiesa campestre di Sant'Antonio ed annessa area di pertinenza (bene architettonico);
- Insediamento preistorico, località Costa Facci e Bidda (bene archeologico).

3.1.6.2.11 Comune di Villamar

Il paese di Villamar sorge tra la Marmilla e la Trexenta, a 108 m s.l.m., a circa 50 km da Cagliari. L'abitato sorge con il nucleo principale tra il fiume Mannu ed il riu Cani. Il centro storico è situato nella zona della chiesa Parrocchiale e della chiesa di San Pietro dove, in parte, esiste ancora una tipologia abitativa tradizionale tipica dei paesi di pianura con prevalente economia agricola.

Di origine nuragica, si costituì nel XIV secolo e nel 1369 appartenne a Gerardo de Doni. Nel 1460 fu feudo dei D'Aragal e quindi degli Alagon. Nel 1643 passò agli Aymariel.

Sul territorio comunale si annoverano i seguenti elementi di interesse storico-artistico:

- la chiesa di San Giovanni Battista, la parrocchiale di Villamar;
- la chiesetta di San Pietro Apostolo, a poca distanza dalla Parrocchiale, nel centro storico del paese;
- la chiesa di Antoccia, sede della confraternita del rosario;
- la chiesetta di San Giuseppe, sede dell'omonima confraternita;
- la chiesetta di Santa Maria, a circa 3 km dall'abitato, nelle campagne di Villamar in una zona ricca di uliveti e mandorleti;
- la Chiesetta della Madonna d'Itria risalente al 1600, a circa 3 km dall'abitato.

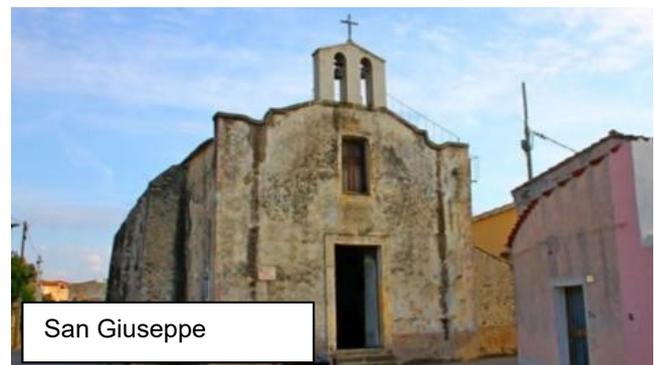


Figura 42. Villamar: elementi di interesse storico-artistico

Il territorio è caratterizzato dai seguenti beni dichiarati di interesse culturale:

- Ex Montegratico (bene architettonico);
- Chiesa di San Pietro Apostolo (bene architettonico);
- Casa Maiorchina (bene architettonico);
- Chiesa di Sant'Antoccia o Antocha (bene architettonico);
- Chiesa campestre della Beata Vergine d'Itria (bene architettonico);
- Chiesa parrocchiale di San Giovanni Battista (bene architettonico).

3.1.6.2.12 Comune di Villanovafranca

Villanovafranca (ad altitudine di 260 m s.l.m.) è un piccolo paese ubicato nella Sardegna centro meridionale, adagiato in posizione dominante sulle caratteristiche colline rotondeggianti dell'alta Marmilla, al confine con la Trexenta, ed attraversato dal Flumini Mannu.

Il territorio presenta un profilo geometrico irregolare con variazioni altimetriche accentuate; l'abitato, interessato da crescita edilizia, mostra un andamento plano-altimetrico tipico delle zone collinari.

Di origine nuragica, ebbe il momento di maggiore sviluppo nel XIV e XV secolo. Nel 1697 divenne possesso degli Zappata che lo tennero fino al 1839.

Il paese presenta numerosi insediamenti e siti archeologici prevalentemente riferibili ai periodi proto nuragico e nuragico: il più importante è il nuraghe Su Mulinu (XVI sec. a. C.- XI sec. d. C.).

Sul territorio comunale si annoverano i seguenti elementi di interesse storico-artistico:

- la Parrocchia di San Lorenzo Martire;
- la chiesa di San Sebastiano.

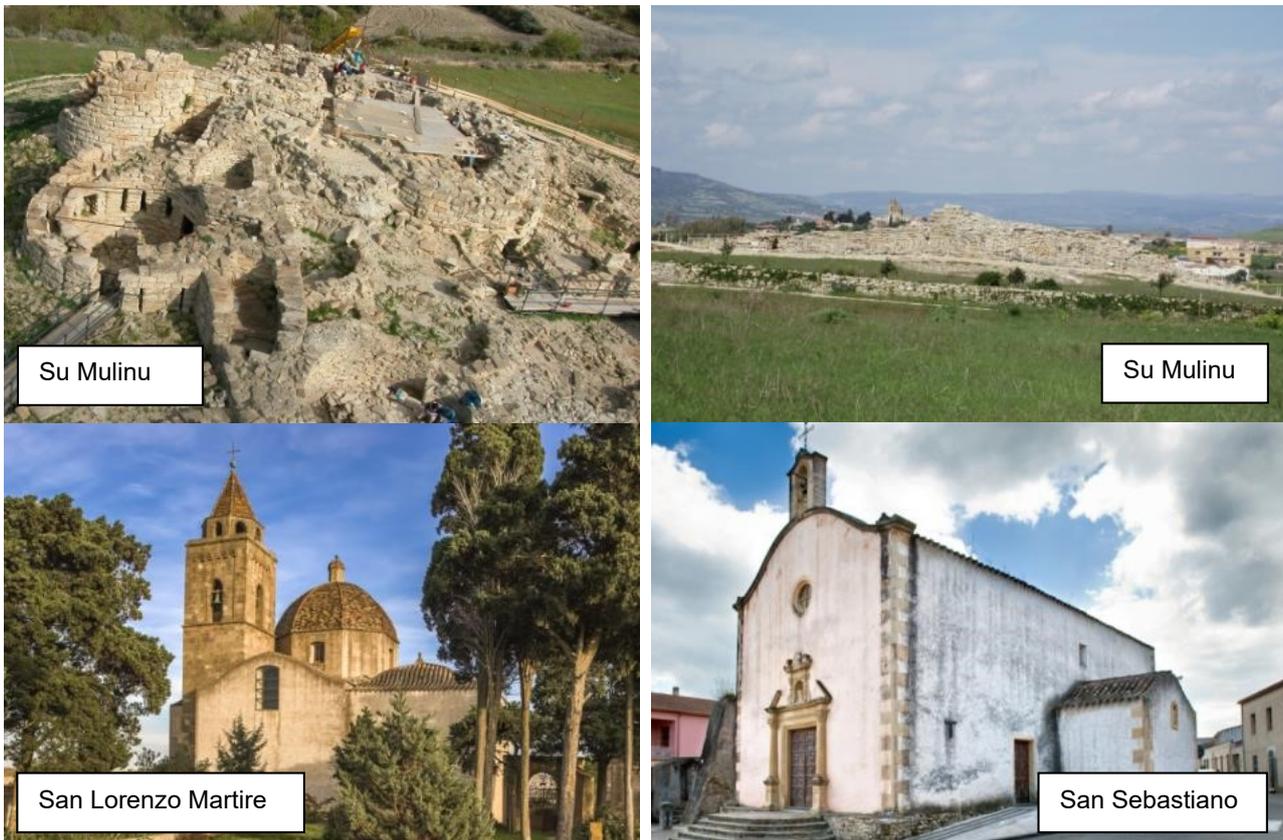


Figura 43. Villanovafranca: elementi di interesse storico-artistico

Il territorio è caratterizzato dai seguenti beni dichiarati di interesse culturale:

- Casa a corte padronale Pisola (bene architettonico);
- Chiesa parrocchiale di San Lorenzo con Cappella delle Anime, ex Cimitero e area di pertinenza (bene architettonico).

3.1.6.3 Analisi dei beni paesaggistici e culturali nell'area di interesse

Le opere in progetto interferiscono direttamente con i seguenti beni culturali e paesaggistici:

- il cavo sublacuale attraversa il Lago del Flumendosa individuato come bene paesaggistico dal PPR (assetto ambientale) e tutelato ai sensi degli artt. 142-143 del D. lgs. 42/2004;
- gli elettrodotti aerei interessano Riu Gravelloni, Riu Arroglasia, Riu Baudi, Riu Lanessi, Riu sa Canna, Gora di Bau Arena, Canali de sa Paba Fenu e Flumini Mannu individuati come beni paesaggistici dal PPR (assetto ambientale) e tutelati ai sensi degli artt. 142-143 del D. lgs. 42/2004, tuttavia i sostegni dei cavi aerei non insistono su tali corsi d'acqua;
- il cavidotto interrato percorre una via locale esistente che attraversa i boschi di conifere e latifoglie e le praterie lungo il Lago del Flumendosa: componenti di paesaggio con valenza ambientale tutelate dal PPR;
- il cavidotto sublacuale ed il cavidotto interrato insistono su terreni sottoposti a vincolo idrogeologico in corrispondenza del Lago del Flumendosa e delle superfici boschive lungo le sponde lacuali ai sensi dell'art. 1 R.D.L. 3267/1923 e dell'art. 18 della L. 991/1952 (inseriti nell'assetto ambientale del PPR);
- gli elettrodotti aerei interessano alcune aree gravate da usi civici, comunque non con i tralicci di sostegno;
- gli elettrodotti aerei interessano la ferrovia a valenza paesaggistica Mandas-Arbatax, la strada di impianto a valenza paesaggistica SS 198, la strada di impianto a valenza paesaggistica di fruizione turistica SS 128, oltre alle condotte idriche, alla ferrovia di impianto Mandas-Sorgono ed alle strade



di impianto SP 10, SP 65, SP 36, SP 35, SP 42 e SP 197 (individuati nell'assetto insediativo del PPR), tuttavia i tralacci di sostegno non interferiscono con i suddetti tracciati.

Gli interventi proposti, dunque, ricadono in alcune aree tutelate dal D. lgs. 42/2004: tali interferenze non costituiscono a priori motivo ostativo alla realizzazione delle opere in progetto, ma potrebbero determinare eventuali prescrizioni per il corretto inserimento della proposta progettuale nel contesto paesistico.

Le opere, pertanto, si possono ritenere compatibili con tali aree sensibili perché non altereranno il paesaggio circostante in maniera significativamente pregiudizievole.

Per ulteriori dettagli si rimanda agli elaborati G929_SIA_R_001 - Analisi delle coerenze (cap. Piano Paesaggistico Regionale – Vincoli naturalistici – Strumenti urbanistici comunali) e G929_SIA_R_006 - Relazione paesaggistica.



3.2 AGENTI FISICI

3.2.1 Rumore

Il rumore appartiene alla categoria degli inquinamenti “diffusi”, cioè determinati da un numero elevato di punti di emissione ampiamente distribuiti sul territorio. Il propagarsi di un’onda sonora in un mezzo provoca una serie di depressioni e compressioni, quindi delle variazioni di pressione sonora che possono essere rilevate con apposite strumentazioni ed espresse in Pascal (Pa). Una persona di udito medio riesce a percepire suoni in un arco molto esteso di pressione, compreso fra i 20 micropascal e i 100 Pascal.

Utilizzare la misura in Pascal della pressione sonora per descrivere l'ampiezza di un’onda sonora è molto scomodo, poiché i valori interesserebbero troppi ordini di grandezza (ampia dinamica). Per cui è stata definita una grandezza, il decibel appunto (dB), che essendo di natura logaritmica ed esprimendo un rapporto con una pressione sonora di riferimento, supera la difficoltà suddetta. Il dB non rappresenta quindi l'unità di misura della pressione sonora, ma solo un modo più comodo che esprime il valore della pressione sonora stessa. Quindi, al fine di esprimere in dB il livello di pressione sonora di un fenomeno acustico, ci si serve della seguente relazione: $L_p = 10 \log p^2/p_0^2$, dove p è la pressione sonora misurata in Pascal e p_0 è la pressione di riferimento che si assume uguale a 20 micropascal. La scala logaritmica dei dB fa sì che a un raddoppio dell'energia sonora emessa da una sorgente corrisponde un aumento del livello sonoro di tre dB. L'orecchio umano presenta per sua natura una differente sensibilità alle varie frequenze: alle frequenze medie ed elevate la soglia uditiva risulta essere più bassa, cioè si sentono anche suoni aventi una bassa pressione. Per tenere conto di queste diverse sensibilità dell'orecchio, s'introducono delle correzioni al livello sonoro, utilizzando delle curve di ponderazione che mettono in relazione frequenze e livelli sonori. Sono curve normalizzate contraddistinte dalle lettere A, B, C, D: nella maggiore parte dei casi si usa la curva A e i livelli di pressione sonora ponderati con questa curva vengono allora indicati con dB(A).

Un altro aspetto importante nel valutare il rumore è la sua variazione nel tempo. Quasi sempre il livello sonoro non è costante, ma oscilla in modo continuo fra un valore massimo e uno minimo. All'andamento variabile del livello sonoro si sostituisce allora un livello equivalente, cioè un livello costante di pressione sonora che emetta una quantità di energia equivalente a quella del corrispondente livello variabile. Tale livello equivalente viene indicato con l'espressione LAeq.

La normativa in materia di rumore è comparsa sul panorama nazionale con l'entrata in vigore del DPCM 1 marzo 1991 "Limiti di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno" che ha costituito il primo testo organico di limitazione dei livelli di rumorosità delle sorgenti sonore, a tutela della popolazione esposta.

Dal 1991 ad oggi vi è stato un incessante fermento, grazie soprattutto alle numerose direttive europee, che ha determinato l'emanazione della norma che attualmente rappresenta il punto di riferimento in materia di rumore, ossia la Legge 26 ottobre 1995, n. 447 "Legge quadro sull'inquinamento acustico". L'art. 2 della legge 447/1995 definisce l'inquinamento acustico come “l'introduzione di rumore nell'ambiente abitativo o nell'ambiente esterno tale da provocare fastidio o disturbo al riposo ed alle attività umane, pericolo per la salute umana, deterioramento degli ecosistemi, dei beni materiali, dei monumenti, dell'ambiente abitativo o dell'ambiente esterno o tale da interferire con le legittime funzioni degli ambienti stessi”. Da ciò ne consegue che non è sufficiente la semplice emissione sonora per essere in presenza di “inquinamento acustico”, ma è necessario che la stessa sia in grado di produrre determinate conseguenze negative sull'uomo o sull'ambiente. Di seguito sono riportati i principali riferimenti legislativi e norme tecniche che regolano la materia:

- DPCM 1 marzo 1991: "Limiti di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno".
- Legge n. 447/1995: "Legge quadro sull'inquinamento acustico".
- DM 11 novembre 1996: "Applicazione del criterio differenziale per gli impianti a ciclo produttivo continuo".
- DPCM 14 novembre 1997: "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore".
- DM 16 marzo 1998: "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico".
- DPCM 31 marzo 1998: "Atto di indirizzo e coordinamento recante criteri generali per l'esercizio dell'attività del Tecnico competente in acustica, ai sensi dell'art. 3, comma 1, lettera b), e dell'art. 2 commi 6,7 e 8 della Legge 26 ottobre 1995 n. 447".
- DPR 30 marzo 2004 n. 142 "Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della L. 26 ottobre 1995, n. 447"



- D.lgs 19 agosto 2005, n. 194 “Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale”.
- D.lgs 17 febbraio 2017, n. 42 “Disposizioni in materia di armonizzazione della normativa nazionale in materia di inquinamento acustico - Modifiche al D.lgs 194/2005 e alla legge 447/1995”.

Riferimenti Legislativi Regionali

- Legge Regionale 12 giugno 2006 n. 9 "Conferimento di funzioni e compiti agli enti locali.
- DGR 14 novembre 2008, n. 62/9 e s.m.i. “Direttive regionali in materia di inquinamento acustico ambientale” e disposizioni in materia di acustica ambientale”.

Altri riferimenti normativi

- DM 2 aprile 1968, n. 1444: "Limiti inderogabili di densità edilizia, di altezza, di distanza fra i fabbricati e rapporti massimi tra spazi destinati agli insediamenti residenziali e produttivi e spazi pubblici o riservati alle attività collettive, al verde pubblico o a parcheggi da osservare ai fini della formazione dei nuovi strumenti urbanistici o della revisione di quelli esistenti, ai sensi dell'art. 17 della legge 6 agosto 1967, n. 765".
- Circolare del 6 settembre 2004 del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio: Interpretazione in materia di inquinamento acustico: criterio differenziale e applicabilità dei valori limite differenziali.

Norme Tecniche di riferimento

- UNI ISO 9613-1 - "Acustica - Attenuazione sonora nella propagazione all'aperto - Calcolo dell'assorbimento atmosferico".
- UNI ISO 9613-2 - "Acustica - Attenuazione sonora nella propagazione all'aperto - Metodo generale di calcolo".
- UNI 11143 - "Metodo per la stima dell'impatto e del clima acustico per tipologia di sorgenti".

Tali disposizioni nel loro complesso forniscono sia i metodi di misura che i limiti da rispettare in funzione della destinazione d'uso dell'area interessata dall'intervento in oggetto. La valutazione dell'immissione sonora in ambiente esterno avviene, al momento attuale, attraverso il confronto dei valori di livello equivalente ponderato A (Leq dB(A)), calcolati e/o misurati con i limiti stabiliti:

- dal D.P.C.M. 1 marzo 1991, se nel Comune di appartenenza del sito in esame non è ancora operativa la “zonizzazione acustica”;
- dal D.P.C.M. 14 novembre 1997, se nel Comune di appartenenza del sito in esame è stato approvato il “piano di zonizzazione acustica”.

Si definisce rumore qualunque emissione sonora che provochi sull'uomo effetti indesiderati, disturbati o dannosi o che determini un qualsiasi deterioramento qualitativo dell'ambiente. Il rumore è ormai riconosciuto come uno dei principali problemi ambientali e, anche se ritenuto meno rilevante rispetto alle “tradizionali” forme di inquinamento, come quello atmosferico o idrico, suscita un interesse crescente in quanto viene attualmente indicato come una delle principali cause del peggioramento della qualità della vita. I dati disponibili sull'esposizione al rumore, se paragonati a quelli relativi ad altri fattori di inquinamento, sono piuttosto scarsi e inoltre poco confrontabili tra di loro a seguito delle diverse metodologie di rilevamento applicate.

L'esposizione al rumore in ambiente di vita può solo eccezionalmente causare danni di tipo specifico (otopatia da rumore), mentre invece sono assai diffusi gli effetti di tipo extrauditivo, che non sono affatto trascurabili. Parliamo di effetti di tipo psicosomatico sul sistema cardiovascolare, sull'apparato digerente, sull'apparato respiratorio, sull'apparato visivo, sull'apparato riproduttivo, sull'apparato cutaneo e nel sistema ematico. Esistono poi degli effetti di tipo psicosociale che riguardano la trasmissione e la comprensione della parola, l'efficienza il rendimento lavorativo e il sonno, su quest'ultimo in particolare esiste una relazione tra l'aumento del rumore e gli effetti prodotti.

La legge n. 447 del 26 ottobre 1995 ha come finalità la tutela dell'ambiente esterno e abitativo dall'inquinamento acustico e ha introdotto nuovi criteri di definizione dei valori di rumore che vengono distinti



in: limite, attenzione e qualità a cui corrispondono, rispettivamente, un inquinamento acustico, un rischio di inquinamento e un equilibrio acustico.

Il Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 14 novembre 1997 rappresenta la norma di riferimento in materia di limiti di rumorosità per le sorgenti sonore fisse, sia in relazione ai valori limite assoluti, riferiti all'ambiente esterno, sia a quelli differenziali, riferiti all'ambiente abitativo interno. I valori assoluti indicano il valore limite di rumorosità per l'ambiente esterno, in relazione a quanto disposto dalla classificazione acustica del territorio comunale, e sono verificati attraverso la misura del livello continuo equivalente di pressione sonora LAeq nel periodo di riferimento diurno e/o notturno. I limiti assoluti si distinguono in limiti di emissione, di immissione, di attenzione e qualità. Il dpcm sopra citato, individua anche le classi di destinazione d'uso del territorio comunale dalla I alla VI, definendo per ciascuna di esse i valori limite di emissione, di immissione, di attenzione e di qualità. La normativa vigente fornisce, a seconda della destinazione d'uso delle aree oggetto di disturbo e del periodo di riferimento, i valori limite del Leq in dB(A) per la rumorosità indotta, come di seguito riportato (se il Comune ha approvato la zonizzazione acustica del territorio).

Tabella 13: valori limite di emissione, art. 2 DPCM 14/11/1997 (in tal caso valgono i limiti riportati nella tabella B [valori limite di emissione] dell'allegato al dpcm 14/11/1997)

Classi di destinazione d'uso del territorio	Periodi di riferimento Leq [dB(A)]	
	Diurno (06:00-22:00)	Notturmo (22:00-06:00)
I aree particolarmente protette	45	35
II aree prevalentemente residenziali	50	40
III aree di tipo misto	55	45
IV aree di intensa attività umana	60	50
V aree prevalentemente industriali	65	55
VI aree esclusivamente industriali	65	65

Tabella 14: valori limite assoluti di immissione, art. 3 DPCM 14/11/1997 (in tal caso valgono i limiti riportati nella tabella C [valori limite assoluti di immissione] dell'allegato al dpcm 14/11/1997)

Classi di destinazione d'uso del territorio	Periodi di riferimento Leq [dB(A)]	
	Diurno (06:00-22:00)	Notturmo (22:00-06:00)
I aree particolarmente protette	50	40
II aree prevalentemente residenziali	55	45
III aree di tipo misto	60	50
IV aree di intensa attività umana	65	55
V aree prevalentemente industriali	70	60
VI aree esclusivamente industriali	70	70

Tabella 15: valori di qualità, art. 7 DPCM 14/11/1997 (in tal caso valgono i limiti riportati nella tabella D [valori di qualità] dell'allegato al dpcm 14/11/1997)

Classi di destinazione d'uso del territorio	Periodi di riferimento Leq [dB(A)]	
	Diurno (06:00-22:00)	Notturmo (22:00-06:00)
I aree particolarmente protette	47	37
II aree prevalentemente residenziali	52	42
III aree di tipo misto	57	47
IV aree di intensa attività umana	62	52
V aree prevalentemente industriali	67	57
VI aree esclusivamente industriali	70	70

Il suddetto Decreto prevede che i Comuni provvedano alla suddivisione del territorio comunale in classi di destinazione d'uso, per le quali siano fissati i rispettivi limiti massimi dei livelli sonori equivalenti.

Nella seguente tabella si riportano i limiti assoluti di immissione, in assenza di zonizzazione acustica comunale.



Tabella 16: limiti assoluti di immissione se nel Comune manca la zonizzazione acustica del territorio (in tal caso valgono i limiti provvisori definiti dall'art. 6 del dpcm 1 marzo 1991)

Classi di destinazione d'uso del territorio	Periodi di riferimento Leq [dB(A)]	
	Diurno (06:00-22:00)	Notturno (22:00-06:00)
Tutto il territorio nazionale	70	60
Zona A	65	55
Zona B	60	50
Zona esclusivamente industriale	70	70

I valori limite differenziali di immissione, come definiti dalla più volte citata l. n. 447/1995, sono di 5 dB per il periodo diurno e di 3 dB per quello notturno. Il rumore ambientale, pertanto, non deve superare di oltre 5 dB il livello sonoro del rumore residuo in periodo diurno e di 3 dB in periodo notturno, all'interno degli ambienti abitativi. Tali limiti non si applicano nelle aree esclusivamente industriali e nei seguenti casi:

- se il rumore misurato a finestre aperte risulta inferiore a 50 dB(A) durante il periodo diurno e 40 dB(A) durante il periodo notturno;
- se il rumore misurato a finestre chiuse risulta inferiore a 35 dB(A) durante il periodo diurno e 25 dB(A) durante il periodo notturno.

I limiti differenziali si applicano sia in caso di zonizzazione acustica comunale che in sua assenza (Circolare del Ministero dell'Ambiente del 6 settembre 2004). Le metodologie di misura sono sempre quelle descritte dal dm 16 marzo 1998.

Presenza di rumore impulsivo

Il rumore è considerato avere componenti impulsive quando sono verificate le seguenti condizioni:

- l'evento risulta ripetitivo;
- la differenza tra LAImax e LASmax è superiore a 6 dB;
- la durata dell'evento a -10 dB dal valore LAFmax è inferiore ad 1 s.

l'evento sonoro impulsivo si considera ripetitivo quando si verifica almeno 10 volte nell'arco di un'ora nel periodo diurno ed almeno 2 volte nell'arco di un'ora nel periodo notturno. In queste condizioni si ha una penalizzazione di 3 dB su ogni lettura registrata (KI = 3 dB).

Presenza di componenti tonali

Al fine di individuare la presenza di componenti tonali nel rumore è necessario effettuare un'analisi spettrale in bande di 1/3 di ottava. L'analisi deve essere condotta nell'intervallo di frequenza compreso tra 20 Hz e 20 kHz (con pesatura lineare).

Si è in presenza di una componente tonale se il livello minimo di una banda supera i livelli minimi delle bande adiacenti di almeno 5 dB. Si applica il fattore correttivo KT come definito al punto 15 dell'allegato A solo se la componente tonale individuata tocca un'isofonica uguale o superiore a quella più elevata raggiunta dalle altre componenti dello spettro.

Presenza di componenti spettrali in bassa frequenza

Se l'analisi in frequenza svolta con le modalità indicate al punto precedente rivela la presenza di componenti tonali tali da consentire l'applicazione del fattore correttivo KT nell'intervallo di frequenza compreso tra 20 Hz e 200 Hz, si applica anche la correzione KB così come definita al punto 15 dell'allegato A, esclusivamente nel tempo di riferimento notturno.

In base alle informazioni desunte dal portale ufficiale del sistema ambientale della Regione Sardegna (SardegnaAmbiente, <http://www.sardegnaambiente.it/>), tra i comuni interessati dalla realizzazione delle opere risultano, alla data di redazione del presente documento, dotati di piano di zonizzazione acustica (PZA) vigente quelli di Esterzili, Nurri, Serri, Escolca, Gergei, Villanovafranca, Villamar, Segariu e Sanluri, mentre i PZA dei comuni di Orroli e Furtei hanno ottenuto il parere favorevole della provincia e, quindi, sono in attesa di approvazione ed adozione definitiva da parte del Comune; infine, quello di Mandas risulta in fase di redazione.



Allo stato attuale non risultano campagne ufficiali di misura del clima acustico delle aree interessate dalle opere di connessione oggetto del presente studio realizzate dall'Agenzia regionale di protezioni dell'Ambiente. Il clima acustico è essenzialmente perturbato dalle attività agricole, nonché dal traffico veicolare lungo la viabilità locale, provinciale e statale presente nell'area.

3.2.2 *Campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici*

Con la Legge Quadro n 36 del 22 febbraio 2001 "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici" e successivo DPCM 8 luglio 2003 "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti", è stato istituito il quadro normativo di riferimento nazionale in merito alla protezione dalle esposizioni ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici.

In particolare, la Legge Quadro definisce i seguenti aspetti:

- esposizione: la condizione di una persona soggetta a campi elettrici, magnetici, elettromagnetici o a correnti di contatto di origine artificiale;
- limite di esposizione: il valore di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, considerato come valore di immissione, definito ai fini della tutela della salute da effetti acuti, che non deve essere superato in alcuna condizione di esposizione della popolazione e dei lavoratori [...];
- valore di attenzione: il valore di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, considerato come valore di immissione, che non deve essere superato negli ambienti abitativi, scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze prolungate [...];
- obiettivi di qualità: i valori di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, definiti dallo stato [...] ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione ai campi medesimi.

I limiti di esposizione ed i valori di attenzione per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) connessi al funzionamento e all'esercizio degli elettrodotti, sono definiti dal DPCM 8 luglio 2003:

- limite di esposizione: 100 μ T per l'induzione magnetica e 5 kV/m per il campo elettrico, da intendersi applicato ai fini della tutela da effetti acuti. Tale limite non deve essere superato in alcuna condizione di esposizione;
- valore di attenzione: 10 μ T, da intendersi applicato ai fini della protezione da effetti a lungo termine nelle aree gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere. Tale valore si intende riferito alla mediana giornaliera dei valori in condizioni di normale esercizio;
- obiettivo di qualità: 3 μ T, da intendersi applicato ai fini della protezione da effetti a lungo termine nel "caso di progettazione di nuovi elettrodotti in corrispondenza di aree gioco per l'infanzia, di ambienti abitativi, di ambienti scolastici e di luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore e nella progettazione dei nuovi insediamenti e delle nuove aree di cui sopra in prossimità di linee ed installazioni elettriche già presenti nel territorio". Tale valore si intende riferito alla mediana giornaliera dei valori in condizioni di normale esercizio.

La Direttiva 2013/35/UE del Parlamento europeo e del Consiglio del 26 giugno 2013 sulle disposizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici), è stata approvata il 20 giugno dal Consiglio dei Ministri dell'Occupazione e delle Politiche Sociali dell'Unione Europea e pubblicata in Gazzetta Europea L 179 del 29 giugno 2013. Il provvedimento, entrato in vigore il 29 giugno 2013, giorno della pubblicazione nella Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea, contestualmente all'abrogazione della Direttiva 2004/40/CE, ha stabilito prescrizioni minime di protezione dei lavoratori contro i rischi riguardanti gli effetti biofisici diretti e gli effetti indiretti noti, provocati a breve termine dai campi elettromagnetici.

Nel testo, inoltre, sono presenti nuovi criteri in merito a:

- Valori Limite di Esposizione (VLE), "valori stabiliti sulla base di considerazioni biofisiche e biologiche, in particolare gli effetti diretti acuti e a breve termine scientificamente accertati, ossia gli effetti termici e l'elettrostimolazione dei tessuti";
- VLE relativi agli effetti sanitari, "VLE al di sopra dei quali i lavoratori potrebbero essere soggetti a effetti nocivi per la salute, quali il riscaldamento termico o la stimolazione del tessuto nervoso o muscolare";



- VLE relativi agli effetti sensoriali, “VLE al di sopra dei quali i lavoratori potrebbero essere soggetti a disturbi temporanei delle percezioni sensoriali e a modifiche minori delle funzioni cerebrali”.

Le sorgenti di campo elettromagnetico più significative per l'impatto prodotto sul territorio in termini di distribuzione spaziale dei livelli di emissione elettromagnetica sono gli impianti legati alla trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica (elettrodotti) per quanto riguarda i campi elettrici e magnetici ELF, e gli impianti che operano nel settore delle telecomunicazioni, per quanto riguarda i campi elettromagnetici RF. L'emissione di campo elettrico e magnetico (ELF) da parte degli elettrodotti costituisce un effetto secondario, indesiderato ma ineliminabile, dell'uso dell'elettricità.

Con il DM 29 maggio 2008. (pubblicato in G.U. n. 156 del 05/07/2008 – Supplemento Ordinario n. 160) è stata pubblicata la “Metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti”. La normativa vigente prevede il calcolo delle “*fasce di rispetto*”, definite dalla Legge 22 febbraio 2001 n° 36, ovvero il volume racchiuso dalla curva isolivello a 3 microtesla ($3 \mu\text{T}$), all'interno delle quali non è consentita alcuna destinazione di edifici ad uso residenziale, scolastico, sanitario, ovvero un uso che comporti una permanenza superiore a 4 ore, da determinare in conformità alla metodologia di cui al sopra citato DPCM 08/07/2003.

L'area di intervento non presenta elementi che possano generare campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici, in quanto ubicata in un contesto prevalentemente naturale. Gli unici elementi sono ovviamente costituiti dalle esistenti linee elettriche che attraversano l'ambito di intervento, sia in media che in alta che in altissima tensione.

L'applicazione della metodologia indicata nel decreto permette la definizione della distanza di prima approssimazione (DPA): per il progetto in esame è stato possibile determinare che all'interno di tale fascia non sono presenti recettori sensibili (aree in cui si prevede una permanenza di persone per più di 4 ore nella giornata).

Per un'analisi dettagliata si rimanda alla relazione CEM ed alle tavole con indicazione della Distanza di Prima Approssimazione dei Piani Tecnici delle Opere in progetto.



4 ANALISI DELLA COMPATIBILITÀ DELL'OPERA

La valutazione ambientale del progetto è tesa ad assicurare la compatibilità dell'attività antropica con le condizioni ambientali, paesaggistiche e fisiche dall'area oggetto di intervento, pertanto le seguenti analisi sono volte a stimare i possibili impatti dovuti alle attività previste nelle fasi di costruzione e di esercizio dell'opera di rete proposta.

4.1 POPOLAZIONE E SALUTE UMANA

I fattori di perturbazione indagati, con un livello di impatto sulla componente popolazione e salute umana non nullo, sono di seguito riportati:

Tabella 17. Componente popolazione e salute umana: fattori di perturbazione e potenziali impatti

Progr.	Fattori di perturbazione	Impatti potenziali	Fase
1	Transito di mezzi pesanti	Disturbo alla viabilità	Cantiere
2	Esecuzione dei lavori in progetto ed esercizio delle opere di connessione	Impatto sull'occupazione	Cantiere/Esercizio
3	Esecuzione dei lavori in progetto ed esercizio delle linee/SE	Effetti sulla salute pubblica	Cantiere/Esercizio

L'incidenza dei mezzi per raggiungere le opere di rete durante le operazioni di manutenzione ordinaria e straordinaria è bassa, pertanto si ritiene trascurabile l'impatto sulla viabilità in fase di esercizio.

4.1.1 Impatti in fase di cantiere

Gli impatti sulla popolazione in fase di cantiere sono di seguito valutati.

- **Disturbo alla viabilità**

La presenza dei mezzi impegnati nei lavori in fase di cantiere potrebbe determinare disturbi alla viabilità, tuttavia l'incremento di traffico sarà totalmente reversibile ed a scala locale, in quanto limitato al periodo di esecuzione lavori e maggiormente concentrato nell'intorno delle aree di intervento, mentre inciderà in misura ridotta sui volumi di traffico registrati sulla viabilità principale.

Le attività di cantiere sfrutteranno, per quanto possibile, la viabilità locale esistente, già caratterizzata dal transito di mezzi pesanti ed agricoli.

Sono previste le seguenti misure di mitigazione: l'installazione di segnali stradali lungo la viabilità di servizio ed ordinaria, l'ottimizzazione dei percorsi e dei flussi dei trasporti e l'adozione delle procedure di sicurezza in fase di cantiere.

L'impatto, pertanto, risulta non rilevante.

- **Impatto sull'occupazione**

La realizzazione delle opere in progetto impiegherà diversi addetti (tra operai e tecnici) a tempo pieno: alcune mansioni sono altamente specialistiche, pertanto si ritiene meno probabile l'impiego di manodopera locale, a differenza di altre operazioni – quali la realizzazione di piste di servizio e l'attività di sorveglianza – che risultano invece compatibili con un significativo numero di imprese e/o personale locale.

L'impegno richiesto, pur se non sufficiente a garantire stabili e significativi incrementi dei livelli di occupazione locali, risulta comunque positivo a livello locale.

- **Effetti sulla salute pubblica**

Fermo restando il rispetto di tutte le misure di mitigazione e controllo previste nell'ambito delle specifiche componenti ambientali analizzate, che possono avere effetti positivi anche nei confronti della salute pubblica, i possibili impatti valutabili per questa componente sono i seguenti:

- Emissione di polveri ed inquinanti in atmosfera.
L'alterazione della qualità dell'aria per effetto delle emissioni di polveri e di inquinanti in fase di cantiere, anche grazie alle misure di mitigazione ipotizzate, è trascurabile, pertanto pure gli effetti sulla salute umana risultano trascurabili. Per ulteriori dettagli si rimanda alla sezione dedicata all'atmosfera.
- Alterazione della qualità delle acque superficiali e sotterranee: la natura, la durata e la portata degli effetti su tale componente sono poco significative. Si rimanda alla sezione dedicata all'acqua per i relativi approfondimenti.



- Emissioni di rumore attribuibili al transito dei mezzi di cantiere.
Non si prevedono particolari impatti data la natura strettamente temporanea delle emissioni rumorose.
- Incidenti connessi con la caduta di carichi sospesi e con i lavori in quota.
Tale rischio è minimizzato mediante l'adozione di idonei dispositivi di sicurezza e di adeguate modalità operative, conformi alla legislazione vigente in materia di sicurezza nei cantieri.

L'impatto, pertanto, si ritiene non rilevante.

4.1.2 *Impatti in fase di esercizio*

Le opere di rete in progetto devono soddisfare una serie di criteri per rendere nulle o comunque compatibili le loro possibili interazioni con la salute delle popolazioni che risiedono e frequentano il sito di intervento in fase di esercizio.

In particolare, si considerano i seguenti aspetti:

- Fenomeni di interazione tra i campi elettromagnetici ed elettrici generati nelle diverse componenti delle opere e le popolazioni residenti e/o frequentanti i siti di impianto;
- Fenomeni legati alle interferenze da rumore nei confronti dei fabbricati abitati/frequentati.

La valutazione degli impatti è riportata nella sezione dedicata agli agenti fisici.



4.2 BIODIVERSITÀ

Le potenziali alterazioni dirette ed indirette prodotte dall'intervento in progetto sulle componenti ambientali sono state valutate in funzione della quantificazione di alcuni indicatori chiave.

Tabella 18. Indicatori chiave

Indicatore chiave	Incidenza positiva	Incidenza negativa non significativa (nulla o trascurabile)	Incidenza negativa significativa		
			bassa	media	elevata
Perdita di aree di habitat	Aumentano le superfici degli habitat	non è rilevabile riduzione di habitat	perdita temporanea e reversibile di porzioni di habitat (<10%)	perdita permanente di porzioni di habitat fino al 30%	perdita permanente di porzioni di habitat oltre il 30%
Perdita di specie di interesse conservazionistico	Si favorisce l'ingresso di specie di interesse conservazionistico	non è prevedibile la perdita di specie di interesse conservazionistico	allontanamento temporaneo e reversibile di una parte di specie di interesse conservazionistico	perdita permanente di una parte delle specie di interesse conservazionistico	perdita permanente della maggior parte delle specie di interesse conservazionistico
Funzione trofica e riproduttiva delle specie animali (Perturbazione delle specie)	Sono favorite le funzioni trofiche e riproduttive delle specie animali	non sono rilevabili incidenze sulle funzioni trofiche e riproduttive delle specie	temporaneo e reversibile disturbo senza interferenza significativa con lo svolgimento delle funzioni	perdita parziale e permanente delle aree trofiche e riproduttive	perdita permanente e irreversibile della maggior parte delle aree trofiche e riproduttive
Caratteristiche edafiche e qualità dell'aria per le specie vegetali (Cambiamenti negli elementi principali del sito)	Migliorano le caratteristiche edafiche e la qualità dell'aria	non sono rilevabili variazioni delle caratteristiche edafiche e della qualità dell'aria	temporaneo e reversibile disturbo senza modifica significativa delle caratteristiche edafiche e della qualità dell'aria	alterazioni delle caratteristiche edafiche e della qualità dell'aria con riduzione delle popolazioni <30%	alterazioni delle caratteristiche edafiche e della qualità dell'aria con fenomeni patologici di tipo acuto e riduzione delle popolazioni > 30%
Interferenze e rotture della rete ecologica	Si creano nuove connessioni ecologiche	non è rilevabile riduzione delle connessioni ecologiche presenti	parziale interruzione delle connessioni ecologiche di carattere temporaneo e reversibile	parziale interruzione delle connessioni ecologiche di carattere permanente	interruzione delle connessioni ecologiche di carattere permanente - isolamento dell'habitat
Conformità con le misure di conservazione del sito	Piena conformità alle misure di conservazione	non si rilevano non conformità	non conformità di carattere temporaneo e reversibile	non conformità di carattere permanente, ma senza pregiudicare la conservazione del sito	non conformità pregiudicano la conservazione del sito

4.2.1 Impatti in fase di cantiere e in fase di esercizio

Tabella 19. Valutazione degli indicatori chiave in fase di cantiere ed in fase di esercizio

Tipo di incidenza	Valutazione degli indicatori chiave
Perdita di superficie di habitat e/o habitat di specie	% della perdita Le opere in progetto interessano in prevalenza superfici agricole, pertanto la perdita di superficie di habitat e/o habitat di specie sarà poco significativo in fase sia di cantiere che di esercizio.



Tipo di incidenza	Valutazione degli indicatori chiave
Perdita di specie di interesse conservazionistico	<p><u>% della perdita</u></p> <p>Le azioni in fase di cantiere che possono incidere su aree esterne a quelle di cantiere sono ascrivibili alla produzione di rumori, al sollevamento di polveri e alle emissioni gassose dei mezzi d'opera, tuttavia, considerata la distanza del SIC/ZSC dalle aree di cantiere pari a minimo 1.3 km, <u>si può ritenere che non possano causare la perdita di specie di interesse conservazionistico.</u></p> <p>In fase di esercizio, la perdita di specie potrebbe essere potenzialmente causata da collisioni di avifauna e chiroterofauna contro i conduttori degli elettrodotti aerei, tuttavia, essendo il tracciato delle opere localizzato su un'area prevalentemente pianeggiante e agricola, senza "quinte" scure che ne precludano la visibilità, <u>non si prevedono situazioni in grado di aumentare il rischio potenziale.</u></p> <p>Le aree interessate dal passaggio dei nuovi elettrodotti in prossimità del SIC/ZSC sono coperte principalmente da: Prati stabili (foraggiere permanenti) (codice CLC 2.3.1), Aree a pascolo naturale (codice CLC 3.2.1), Zone residenziali a tessuto discontinuo e rado (codice 1.1.2), Oliveti (codice CLC 2.2.3), Vigneti (codice CLC 2.2.1), Colture temporanee associate ad altre colture permanenti (codice 2.4.1.3) e Sistemi colturali e particellari complessi (codice 2.4.2). La scheda Natura 2000 del SIC/ZSC evidenzia la potenziale importanza ornitologica del Sito, in particolare per la nidificazione delle specie <i>Anthus campestris</i> (calandro), <i>Burhinus oedicephalus</i> (occhione), <i>Caprimulgus europaeus</i> (succiacapre) e <i>Alectoris barbara</i> (pernice sarda), tuttavia la consistenza di tali specie è in genere indicata come non significativa.</p> <p>La pernice sarda potrebbe frequentare le aree coltivate a cereali, quelle limitrofe occupate da prati stabili o quelle con pascolo naturale. L'occhione risulta legato agli spazi aperti e collinari, ma nidifica sul suolo, per lo più nei greti dei fiumi o torrenti asciutti, con ciottoli. Il calandro frequenta preferibilmente zone sabbiose, cespugliose ed incolte. Gli ambienti europei prediletti del succiacapre sono le brughiere e le praterie asciutte, ma anche lecceti leggeri e sabbiosi con grandi superfici aperte.</p> <p>Gli usi del suolo presenti in prossimità dei microcantieri o nelle aree di intervento, pertanto, potrebbero essere solo parzialmente idonei alle specie citate; inoltre, tali specie sono caratterizzate da incidenza assente o poco probabile riguardo il rischio di collisione (più sensibile solo la pernice).</p> <p>In fase di cantiere, considerando la superficie esigua occupata dai singoli micro cantieri, l'ampia variabilità degli ambienti ed il tempo limitato dei singoli interventi, la perturbazione provocata alla specie sopraindicata può considerarsi di entità trascurabile.</p> <p>In fase di esercizio, la nuova linea potrebbe potenzialmente creare disturbo alle specie ornitiche di interesse, anche se di entità limitata, comunque la linea elettrica più vicina dovrebbe situarsi a minimo 1.3 km dall'area Natura 2000, in un territorio con habitat non sempre ottimali per le specie, pertanto si può ipotizzare una rapida assimilazione dei manufatti da parte delle specie che frequentano il sito, in particolare quelle stanziali.</p> <p><u>La perdita di specie di interesse conservazionistico, pertanto, si ritiene poca significativa sia in fase di cantiere che in fase di esercizio.</u></p>
Perturbazione alle specie di flora e fauna	<p><u>Durata e distanza dal sito</u></p> <p>Le opere in progetto interessano in prevalenza superfici agricole, inoltre la ZSC dista minimo 1.3 km dal microcantiere più vicino, pertanto <u>gli eventuali disturbi a fauna e flora in fase di cantiere</u> – causati dai rumori provocati dai mezzi d'opera, dalla produzione di polveri e dalla presenza del personale in cantiere – <u>risultano non rilevanti.</u></p>



Tipo di incidenza	Valutazione degli indicatori chiave
	<p>La nuova linea potrebbe creare disturbo alle specie ornitiche di interesse <u>in fase di esercizio</u>, tuttavia, data la distanza della nuova linea dal sito naturalistico e la presenza di ambienti in maggior parte già antropizzati, <u>si può ritenere poca significativa la perturbazione alle specie della flora e della fauna.</u></p>
Cambiamenti negli elementi principali del SIC/ZSC	<p><u>Variazioni dei parametri qualitativi</u></p> <p><u>In fase di cantiere</u> il trasporto dei mezzi e dei materiali di costruzione genera emissioni atmosferiche temporanee dovute ai processi di combustione dei veicoli e sollevamento delle polveri nell'ambiente circostante: considerate le entità esigue delle emissioni in atmosfera generate dalle attività di cantiere e la distanza dei cantieri dal SIC/ZSC, le alterazioni complessive sull'atmosfera sono da ritenersi non rilevanti.</p> <p>Gli interventi insistono su superfici antropizzate e sono esterni al sito della Rete Natura 2000, pertanto non vi saranno cambiamenti negli elementi principali del sito naturalistico <u>in fase di esercizio.</u></p> <p><u>Le alterazioni complessive sul SIC/ZSC sono non rilevanti sia in fase di cantiere che in fase di esercizio.</u></p>
Interferenze con le connessioni ecologiche	<p><u>Intersezioni con corridoi ed elementi della rete ecologica</u></p> <p>Gli elettrodotti aerei interessano alcuni corsi d'acqua, tuttavia i sostegni dei cavi aerei non insistono su tali connessioni, mentre un elettrodotto della linea di utenza interessa il Lago del Flumendosa, ma mediante attraversamento in cavo sublacuale.</p> <p>Il cavidotto interrato in progetto attraversa i boschi di conifere e latifoglie e le praterie lungo il Lago del Flumendosa, ma su una via locale esistente, mentre le stazioni ed i sostegni degli elettrodotti aerei interessano in prevalenza colture erbacee specializzate.</p> <p><u>L'interferenza con le connessioni ecologiche, vista anche la distanza da siti naturalistici, si ritiene poco significativa sia in fase di cantiere che di esercizio.</u></p>

Il livello di impatto delle opere in progetto sulla componente biodiversità è stimato nel complesso poco significativo, ulteriormente ridotto dall'adozione di opportune misure di mitigazione.

Per ulteriori dettagli si rimanda agli elaborati G929_SIA_T_015_Matrice degli impatti e G929_SIA_T_016_Valutazione degli impatti.



4.3 SUOLO ED USO DEL SUOLO

I fattori di perturbazione indagati sono di seguito riportati:

Fattori di perturbazione	Impatti potenziali	Fase
Sversamenti e trafilemanti accidentali dai mezzi e dai materiali temporaneamente stoccati in cantiere	Alterazione della qualità dei suoli	Cantiere
Occupazione di suolo con i nuovi manufatti	Limitazione/perdita d'uso del suolo	Cantiere/Esercizio

In fase di esercizio si ritiene poco probabile e di intensità trascurabile l'inquinamento derivante da sversamenti e trafilemanti accidentali dai mezzi utilizzati dai manutentori per raggiungere le opere di rete in oggetto.

La fase di dismissione – che prevede lo smantellamento delle strutture alla fine del loro ciclo di vita e, quindi, operazioni di movimento terra e transito di mezzi con conseguente sollevamento di polveri – non è stata considerata poiché presenta sostanzialmente gli stessi impatti legati alla fase di cantiere e, in ogni caso, è finalizzata al ripristino dello stato dei luoghi nelle condizioni ante operam.

4.3.1 Impatti in fase di cantiere

4.3.1.1 Alterazione della qualità dei suoli

L'alterazione del suolo potrebbe verificarsi solo accidentalmente nei casi di:

- perdita di olio motore o carburante da parte dei mezzi di cantiere in cattivo stato di manutenzione o a seguito di manipolazione di tali sostanze in aree di cantiere non pavimentate;
- sversamento di altro tipo di sostanza inquinante utilizzata durante i lavori.

Tale eventualità, già poco probabile, sarebbe comunque limitata alla capacità massima del serbatoio del mezzo operante, quindi a poche decine di litri immediatamente assorbite dallo strato superficiale e facilmente asportabili nell'immediato prima che possano diffondersi negli strati profondi; inoltre, nel remoto caso di una perdita dai mezzi è prevista la rimozione della porzione di suolo coinvolta ed il suo smaltimento secondo le vigenti norme.

In virtù della tipologia di lavori previsti e dei mezzi a disposizione, il possibile inquinamento derivante dalla remota possibilità di uno sversamento accidentale di sostanze nocive può essere classificato non rilevante.

4.3.1.1 Limitazione/perdita d'uso del suolo

Il consumo di suolo in fase di cantiere è limitato alle aree di microcantiere, di manovra dei mezzi ed alle eventuali piste di accesso che insistono in prevalenza su superfici agricole o su viabilità esistente.

Il contesto territoriale interessato dalle opere di connessione denota un paesaggio agrario tendenzialmente povero con scarse infrastrutture e con aziende agricole estensive o semi estensive e poco produttive.

Le potenzialità economiche dell'agricoltura, in termini di reddito ritraibile, sono limitate dalla scarsa disponibilità di capitali impiegati, dalla morfologia spesso impegnativa per le lavorazioni e generalmente dall'assenza di risorse idriche.

Viste la limitata sottrazione di suolo tale da non pregiudicare l'uso dei suoli adiacenti e la durata limitata del cantiere, **tale impatto può essere considerato poco significativo**, anche in virtù degli interventi di ripristino ambientale allo stato originario previsti a fine lavori per le superfici interferite dalle piste e dalle aree di microcantiere.

4.3.2 Impatti in fase di esercizio

4.3.2.1 Limitazione/perdita d'uso del suolo

La contabilizzazione del suolo agrario e/naturale occupato dalle attività o dalle opere in progetto in fase di esercizio ha considerato gli ingombri delle stazioni elettriche e dei sostegni alle linee aeree che insistono principalmente su aree agricole destinate a seminativi.



Le superfici sottratte all'attività agricola sono sostanzialmente molto limitate e le ricadute economiche sul settore risultano trascurabili in quanto trattasi di aree generalmente estensive, eccessivamente frammentate e con bassi redditi ritraibili.

In fase di esercizio, pertanto, la presenza delle opere in progetto, trattandosi di linea interrata e linea su sostegni in acciaio del tipo reticolare, determinerà un impatto non rilevante sul contesto rurale.

Per ulteriori dettagli si rimanda agli elaborati Relazione Agronomica, G929_SIA_T_015_Matrice degli impatti e G929_SIA_T_016_Valutazione degli impatti.

4.4 GEOLOGIA E ACQUE

4.4.1 GEOLOGIA

La realizzazione di un elettrodotto non comporta impatti significativi per l'assetto geologico e geomorfologico in termini di consumo di suolo e di alterazioni morfologiche.

La localizzazione delle opere in progetto, inoltre, è stata scelta anche in funzione delle condizioni geomorfologiche delle aree di intervento.

Le tipologie di impatto potenziale prodotte dalle opere in progetto, suddivise per fasi progettuali/costruttive, sono state individuate tramite l'analisi delle caratteristiche geologiche e geomorfologiche dell'area in esame.

Per ulteriori dettagli si rimanda alla Relazione geologica.

4.4.1.1 *Impatti in fase di cantiere*

Le ridotte dimensioni dei microcantieri dei sostegni (25 m x 25 m) e la localizzazione puntuale degli stessi sul territorio rendono trascurabili gli impatti e le possibili alterazioni sull'assetto morfodinamico generale dell'area di progetto, infatti non sono previste azioni di progetto che possano comportare un aumento della pericolosità delle aree di progetto, mentre sono previste opere di mitigazione e/o ottimizzazione per i sostegni ricadenti in aree soggette a possibili fenomeni di dissesto (per dettagli si rimanda alla Relazione geologica).

Le tipologie di lavorazioni proprie di un microcantiere non producono alcuna immissione di sostanze pericolose nel suolo: il potenziale inquinamento del suolo potrebbe derivare solo da sversamenti accidentali di sostanze inquinanti provenienti dai mezzi di cantiere (benzina, olio, ...), tuttavia tale impatto si può stimare trascurabile adottando opportuni accorgimenti in fase di cantiere.

L'impatto complessivo, pertanto, si ritiene non rilevante.

4.4.1.2 *Impatti in fase di esercizio*

Le opere in progetto interferiranno con aree classificate dal PAI a pericolosità geomorfologica molto elevata, elevata, media e moderata, tuttavia saranno previste le seguenti opere di mitigazione del rischio:

- Realizzazione di fondazioni profonde su micropali Tubfix/Pali trivellati per i sostegni ricadenti in area a vulnerabilità idrogeologica saranno, con piano di fondazione approfondito fino al di sotto della quota massima di erosione del corso d'acqua così da garantire una maggiore stabilità dei sostegni in occasione delle piene di riferimento.
Si evidenzia che il calcestruzzo – consegnato in cantiere già confezionato – non è potenzialmente inquinante per le acque di falda, anche in virtù dei volumi non significativi utilizzati.
- Installazione di barriere paramassi elastoplastiche se necessario a seguito di studi dettagliati in fase esecutiva.

Gli interventi, pertanto, non modificheranno l'assetto idrogeologico delle aree circostanti e **gli impatti delle opere su tale componente possono essere ritenuti trascurabili.**

4.4.2 ACQUE

I fattori di perturbazione indagati sono di seguito riportati:

Fattori di perturbazione	Impatti potenziali	Fase
Sversamenti e trafiletti accidentali dai mezzi e dai materiali temporaneamente stoccati in cantiere	Alterazione della qualità delle acque superficiali e sotterranee	Cantiere



Fattori di perturbazione	Impatti potenziali	Fase
Fabbisogni civili e abbattimento polveri di cantiere	Consumo di risorsa idrica	Cantiere
Presenza ed esercizio delle opere in progetto	Modifica del drenaggio superficiale	Esercizio
Esercizio dell'impianto	Consumo di risorsa idrica e alterazione della qualità delle acque	Esercizio

In fase di esercizio si ritiene poco probabile e di intensità trascurabile l'inquinamento derivante da sversamenti e trafilamenti accidentali dai mezzi utilizzati durante gli interventi di manutenzione, così come quello dovuto alle emissioni di inquinanti dai motori.

L'esercizio della linea elettrica, inoltre, non determina impatti sulla componente acqua.

La fase di dismissione non è stata considerata poiché presenta sostanzialmente gli stessi impatti legati alla fase di cantiere e, in ogni caso, è finalizzata al ripristino dello stato dei luoghi nelle condizioni ante operam.

4.4.2.1 Impatti in fase di cantiere

4.4.2.1.1 Alterazione qualità acque superficiali e sotterranee

L'analisi del sistema idrologico locale ha evidenziato che l'intervento in progetto non interferirà con i corpi idrici sotterranei, mentre interferirà in maniera limitata con i corpi idrici superficiali:

- l'unica interferenza con un corso d'acqua a carattere effimero sarà superata in subalveo e la risistemazione della strada esistente sarà effettuata in modo da migliorare le condizioni idrodinamiche attuali, ampliando la sezione idraulica attuale;
- un altro attraversamento sarà effettuato in prossimità dell'entrata in galleria utilizzando l'attraversamento stradale costruito per l'impianto di pompaggio così da evitare la modifica del corso d'acqua;
- un corpo idrico lacustre (Lago del Flumendosa) sarà attraversato mediante l'utilizzo di cavo sublacuale: tale soluzione non incide sull'ambiente idrico se non per un limitato aumento della torbidità durante la fase di scavo della trincea (massimo 100 m) in prossimità della costa ovest e durante la posa del cavo, infatti il cavo, una volta installato, non impatta in alcun modo sull'ambiente idrico;
- nel resto dei corpi idrici superficiali è mantenuta una distanza di almeno 10 m dalle sponde.

Non si riscontrano interferenze dirette con pozzi idrici ad uso idropotabile né ad uso agricolo o industriale.

Non si riscontrano interferenze con le aree di tutela assoluta (raggio 10 m) delle sorgenti/pozzi ad uso idropotabile, comunque tali interferenze non comporterebbero la modifica delle attuali condizioni degli acquiferi, infatti l'intervento non prevede scarichi di alcun tipo sul terreno o in corpi idrici superficiali né l'accumulo di depositi superficiali contenenti sostanze potenzialmente pericolose.

Le caratteristiche chimico-fisiche delle acque superficiali e di falda non subiranno modificazioni in virtù sia della durata del cantiere sia della natura/quantità dei materiali e delle sostanze utilizzate, infatti non saranno impiegate sostanze potenzialmente inquinanti.

L'impatto, pertanto, è da ritenersi poco significativo per gli elettrodotti in cavo interrato ed in cavo sublacuale e non rilevante per gli elettrodotti aerei e le stazioni elettriche.

4.4.2.1.2 Consumo di risorsa idrica

In fase di cantiere è previsto il prelievo di acqua per garantire:

- le necessità fisiologiche delle maestranze (usi civili);
- la bagnatura delle piste di servizio non asfaltate all'interno delle aree di cantiere;
- la bagnatura dei fronti di scavo con nebulizzatori;
- il lavaggio delle ruote dei mezzi di cantiere.

La realizzazione delle opere in progetto non prevede il prelievo di acque superficiali o attività di emungimento, inoltre, data la tipologia di opere e la limitata durata del cantiere, si esclude un consumo idrico significativo, pertanto l'impatto si stima non rilevante.



4.4.3 *Impatti in fase di esercizio*

L'esercizio delle opere di rete non comporta l'impiego di acqua per il funzionamento degli impianti; inoltre, si prevede che le operazioni di manutenzione non possano comportare consumi di acqua significativi.

4.4.3.1 Alterazione drenaggio superficiale

In fase di esercizio la realizzazione delle stazioni elettriche e delle fondazioni dei sostegni degli elettrodotti aerei garantirà la corretta gestione delle acque meteoriche mediante l'opportuna sagomatura delle aree di intervento e la realizzazione di un'efficiente rete di canali di scolo, pertanto l'intervento produrrà modifiche poco significative al drenaggio superficiale delle acque nelle aree di progetto.

Viste le misure di mitigazione adottate (utilizzo di materiali drenanti naturali per la realizzazione di limitate zone di servizio, realizzazione di opere finalizzate alla corretta gestione delle acque meteoriche, ripristino delle aree funzionali in fase di cantiere) e l'estensione limitata all'immediato intorno delle opere previste, **l'impatto è da ritenersi non rilevante.**



4.5 ATMOSFERA: ARIA E CLIMA

I potenziali impatti sulla componente atmosfera delle opere in progetto sono legati ai seguenti fattori:

Fattori di perturbazione	Impatti potenziali	Fase
Movimenti terra/inerti e transito mezzi di cantiere	Emissioni di polvere	Cantiere/Dismissione
Transito e manovra dei mezzi/attrezzature di cantiere	Emissioni di gas serra da traffico veicolare	Cantiere/Dismissione
Esercizio dell'impianto	Emissioni di gas serra	Esercizio

La **fase di cantiere** rappresenta la fase più significativa per gli impatti sull'atmosfera.

In **fase di esercizio** non si prevedono impatti negativi legati alle emissioni di polvere o inquinanti poiché le attività previste, riconducibili ad interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, sono da ritenersi trascurabili: il transito di mezzi operativi su piste spesso non pavimentate, in particolare, risulta trascurabile sia per la sporadicità delle operazioni manutentive sia per l'entità delle emissioni. L'esercizio della linea elettrica, infatti, non determina impatti in atmosfera.

La **fase di dismissione** – relativa allo smantellamento delle strutture alla fine del loro ciclo di vita – prevede operazioni di movimento terra e transito di mezzi con conseguente sollevamento di polveri, tuttavia tali impatti, saranno di entità minore rispetto a quelli previsti in fase di cantiere.

4.5.1 Impatti in fase di cantiere

La cantierizzazione di un elettrodotto è caratterizzata dallo sviluppo in lunghezza della linea che impone un continuo spostamento di mezzi e risorse. La realizzazione e la demolizione di ogni traliccio di sostegno rappresenta, quindi, un singolo microcantiere.

Di seguito si riporta il dettaglio delle attività per la realizzazione di un sostegno di un elettrodotto aereo 380 kV con medie difficoltà di accesso: la durata del cantiere è stimata pari a circa un mese e mezzo, compresi i tempi di inattività che non comportano disturbo.

Durata	Attività
1 g	Predisposizione area
2-3 gg	Scavi
7-10 gg	Trivellazioni
1-2 gg	Posa barre, iniezioni malta
7 gg	Maturazione iniezioni, prova su un micropalo
1 g	Prove su un micropalo/tirante
1 g	Montaggio base sostegno
1 g	Montaggio gabbie di armatura
1 g	Getto fondazione
7-15 gg	Maturazione calcestruzzo
5-7 gg	Montaggio sostegno

La fase di esecuzione delle opere in progetto prevede le seguenti tipologie di cantiere:

- **Cantiere base:** rappresenta l'area di cantiere (in questo caso una superficie indicativa di circa 5000 - 10000 mq) destinata al deposito dei macchinari ed allo stoccaggio dei materiali e delle carpenterie utilizzati nella fase esecutiva. La scelta della sua collocazione è dettata principalmente dalle condizioni di accessibilità e di vicinanza al tracciato degli elettrodotti.
- **Cantiere traliccio** (microcantiere di superficie pari a 625 m²): la realizzazione di ogni traliccio di sostegno alle linee aeree, come la demolizione a fine vita, rappresenta un singolo microcantiere di durata di circa un mese / un mese e mezzo, compresi i tempi di inattività che non comportano



disturbo, a seconda della tipologia di fondazione (superficiale o profonda su pali) e dell'accessibilità dell'area di intervento.

Per ciascun traliccio di sostegno delle linee aeree va predisposto un cantiere apposito in cui si svolgono le seguenti operazioni: predisposizione dell'area, scavo, montaggio della base, montaggio delle gabbie di armatura, getto della fondazione, maturazione del calcestruzzo, trasporto e montaggio del traliccio, posa e tesatura dei condotti, ripristini.

- **Cantiere elettrodotto interrato.** Le operazioni svolte sono le seguenti: esecuzione degli scavi per l'alloggiamento del cavo, stendimento e posa del cavo e rinterro dello scavo fino a piano campagna. L'avanzamento medio previsto è di circa 40 metri al giorno.
- **Cantiere Stazione Elettrica:** sono previsti i raccordi stradali tra il cantiere e la viabilità esistente, gli scavi per le stazioni, la realizzazione delle opere civili e delle apparecchiature elettriche, i montaggi elettromeccanici, dei servizi ausiliari e generali, del sistema di protezione, comando e controllo e, infine, la rimozione del cantiere.

Tale cantiere può essere assimilato, per tipologia di attività, di mezzi utilizzati e per la possibile incidenza sul comparto atmosfera, a quelli per la realizzazione dei singoli sostegni.

- **Cantiere dismissione:** allestito per la dismissione di ciascun traliccio, vi si effettueranno le operazioni di recupero dei conduttori, delle funi di guardia e degli armamenti, smontaggio della carpenteria metallica dei sostegni e demolizione della fondazione del sostegno.

La generazione di polveri può essere attribuita principalmente alle seguenti attività:

- operazioni di movimento terra (scavi, deposito terre da scavo riutilizzabili, ...);
- trasporti interni da e verso l'esterno (conferimento materie prime, spostamenti dei mezzi di lavoro, ...) su strade e piste non pavimentate in particolare.

Tra le sorgenti di polveri sono ritenuti trascurabili i motori delle macchine operatrici, oltre che quelle dovute al sollevamento di polveri durante il transito sulle piste asfaltate (Barbaro A. et al., 2009), che in ogni caso sono abbattute con sistemi di pulizia delle strade pubbliche in corrispondenza dell'uscita dall'area di cantiere.

L'Ufficio Federale dell'ambiente, delle foreste e del paesaggio di Berna ha emanato nel 2009 la direttiva sulla "Protezione dell'aria sui cantieri edili" in cui viene indicata l'incidenza di emissione delle diverse sostanze inquinanti in funzione di alcune tipologie di lavorazioni.

LAVORAZIONE	Emissioni non di motori		Emissioni di motori
	Polveri	COV, gas (solventi, ...)	NOx, CO, CO2, Pts, PM10, COV, HC
Installazioni generali di cantiere: segnatamente infrastrutture viarie	A	B	M
Lavori di dissodamento (abbattimento e sradicamento alberi)	M	B	M
Demolizioni, smantellamento e rimozioni	A	B	M
Misure di sicurezza dell'opera: perforazione, calcestruzzo a proiezione	M	B	M
Impermeabilizzazioni di opere interrato e di ponti	M	A	B
Lavori di sterro (inclusi lavori esterni e lavori in terreno coltivabile, drenaggio)	A	B	A
Scavo generale	A	B	A
Opere idrauliche, sistemazione di corsi d'acqua	A	B	A
Strati di fondazione ed estrazione materiale	A	B	A
Pavimentazioni	M	A	A
Posa binari	M	B	A
Calcestruzzo gettato in opera	B	B	M
Lavori sotterranei: scavi	A	M	A



Lavori fornitura per tracciati, segnatamente demarcazioni di superficie del traffico	B	A	B
Opere in calcestruzzo semplice e calcestruzzo armato	B	B	M
Ripristino e protezione strutture in calcestruzzo, carotaggio e lavori di fresatura	A	B	B
Opere in pietra naturale e in pietra artificiale	M	B	B
Coperture: impermeabilizzazioni in materiali plastici ed elastici	B	A	B
Sigillature e isolazioni speciali	B	A	B
Intonaci di facciate: intonaci, opere da gessatore	M	M	B
Opere da pittore (interne/esterne)	M	A	B
Pavimenti, rivestimenti di pareti e soffitti in vario materiale	M	M	B
Pulizia dell'edificio	M	M	B

A	Elevata/molto elevata
M	Media
B	Ridotta

4.5.1.1 Emissioni di polveri

La generazione di polveri può essere attribuita principalmente alle seguenti attività:

- Alle operazioni di movimento terra (scavi, deposito terre da scavo riutilizzabili, ecc.).
- Ai trasporti interni da e verso l'esterno (conferimento materie prime per la realizzazione delle strade, spostamenti dei mezzi di lavoro, ecc.) su strade e piste pavimentate e non pavimentate.

4.5.1.1.1 Emissioni di polveri da transito mezzi

Il transito di mezzi di trasporto e di macchine da cantiere genera un sollevamento di polveri indotto dall'azione di polverizzazione del materiale superficiale delle piste ad opera della rotazione delle ruote.

Le polveri vengono disperse dai vortici turbolenti che si creano sotto il mezzo. Nel caso di strade non pavimentate il fenomeno di innalzamento di polveri persiste anche dopo il transito del mezzo.

Le emissioni di polveri prodotte dal transito dei mezzi su piste pavimentate e non pavimentate sono state stimate tramite opportuni fattori di emissione derivati da formule empiriche fornite dall'E.P.A., raccolte in un documento denominato AP 42 (2003) – Miscellaneous Sources.

Nel paragrafo 13.2.1 di AP 42 (2003) Miscellaneous Sources è riportata la seguente formula empirica per la determinazione del fattore di emissione di polveri da circolazione di mezzi su piste pavimentate:

$$E = k * \left(\frac{sL}{2}\right)^{0,65} * \left(\frac{W}{3}\right)^{1,5} \left[\frac{g}{veicolo * km}\right]$$

dove:

k = 4.6 [g/veicolo*km] per i PM₁₀

sL = contenuto di silt per superficie stradale [g/m²]

W = peso medio dei mezzi di trasporto [t]

$$E_{corretta} = E * \left(1 - \frac{P}{4 * 3365}\right) \left[\frac{g}{veicolo * km}\right]$$

dove:

P = giorni di piovosità all'anno [d/y]



Tabella 20. Fattore di emissione di polveri da transito su strada pavimentata: parametri

Costante	Parametro	Valore
k	Coefficiente	4.6 g/veicolo * km
sL	Contenuto di silt sulla superficie stradale	10 g/m ²
W	Peso medio dei mezzi	12 t

Nel paragrafo 13.2.2 di AP (2003) Miscellaneos Sources è riportata la seguente formula empirica per la determinazione del fattore di emissione di polveri da circolazione di mezzi su piste non pavimentate:

$$E = k \left(\frac{s}{12} \right)^a * \left(\frac{W}{3} \right)^b \left[\frac{ib}{\text{veicolo} * \text{miglio}} \right]$$

dove:

k = 1.5 [ib/veicolo*miglio] per i PM₁₀

a = 0.9 [-] per i PM₁₀

b = 0.45 [-] per i PM₁₀

s = contenuto di silt della superficie stradale [%]

W = peso medio dei mezzi di trasporto [t]

Si considera la conversione: $1 \frac{ib}{\text{veicolo} * \text{miglio}} = 281,9 \frac{g}{\text{veicolo} * \text{km}}$

L'effetto di mitigazione dovuto alla piovosità è valutato applicando la seguente correzione:

$$E_{\text{corretta}} = E * \left(1 - \frac{P}{365} \right) \left[\frac{ib}{\text{veicolo} * \text{miglio}} \right]$$

dove:

P = giorni di piovosità all'anno [d/y]

Tabella 21. Fattore di emissione di polveri da transito su strada non pavimentata: parametri

Costante	Parametro	Valore
k	Coefficiente	1.5 lb/veicolo * miglio
a	Coefficiente adimensionale	0.9
b	Coefficiente adimensionale	0.45
s	Contenuto di silt sulla superficie stradale	10%
W	Peso medio dei mezzi	12 t

L'emissione finale di polveri è calcolata considerando il numero medio di viaggi al giorno all'interno del sito ed il numero di ore lavorative al giorno.

L'area di intervento presenta un numero di giorni piovosi in un anno pari a 74.

Di seguito si procede alla determinazione dei fattori di emissione per ogni tipologia di cantiere sopra individuata:

- **Cantiere traliccio (microcantiere)**

I cantieri allestiti per la realizzazione o la demolizione dei tralicci sono spesso collocati in aree raggiungibili tramite strade campestri già esistenti o da realizzare di lunghezza comunque contenuta, pertanto vanno stimati i fattori di emissione per il trasporto su strada non pavimentata: considerando una giornata lavorativa di 8 ore e, nella situazione peggiore, il transito di 1 veicolo all'ora, **il fattore di emissione per il sollevamento di polveri dovuto al transito su piste non pavimentate risulta pari a 0.240 g/veicolo km.**



I mezzi impiegati dovranno viaggiare anche sulla viabilità pubblica pavimentata, pertanto vanno determinati i fattori di emissione di polveri da trasporto su piste asfaltate: considerando i parametri di traffico precedenti (1 veicolo all'ora per 8 ore lavorative al giorno), si ricava un **fattore di emissione di polveri PM₁₀ dovuto al transito su piste non pavimentate pari a 0.080 g/veicolo km.**

▪ **Cantiere base e stazioni elettriche**

I cantieri base risultano localizzati in aree facilmente accessibili da cui i mezzi potranno raggiungere ogni giorno i vari cantieri attivi.

I cantieri per la realizzazione delle nuove stazioni elettriche saranno serviti da strade appositamente sistemate per il passaggio dei mezzi.

Tali cantieri, pertanto, saranno raggiungibili tramite strade pavimentate: considerando la circolazione, in via cautelativa, di 4 veicoli all'ora per 8 ore lavorative al giorno, si ricava un **fattore di emissione di polveri PM₁₀ per transito su strade pavimentate pari a 0.318 g/veicolo km.**

▪ **Cantiere cavi interrati**

I cantieri allestiti per la realizzazione degli elettrodotti in cavo interrato si estenderanno progressivamente sul tracciato della linea interrata. In questo caso sono stati valutati i fattori di emissione dovuti al transito su piste sia pavimentate che non pavimentate: considerando il transito di un mezzo ogni 2 ore per 8 ore lavorative al giorno, **il fattore di emissione polveri risulta pari a 0.040 g/veicolo km per il transito su piste asfaltate e 0,120 g/veicolo km su piste non pavimentate.**

▪ **Cantiere dismissione**

Anche per questa tipologia di cantiere sono stati valutati i **fattori di emissione di polveri per la circolazione di mezzi sia su strade asfaltate che non pavimentate**: considerando il transito di un mezzo per ognuna delle otto ore lavorative, i valori stimati sono **rispettivamente pari a 0.080 e 0.240 g/veicolo km.**

Di seguito si riassumono i risultati delle valutazioni precedenti per ogni tipologia di cantiere.

Tabella 22. Fattori di emissioni di polveri per tipologia di cantiere

Tipologia di cantiere	Fattore di emissione di polveri per circolazione su strada pavimentata	Fattore di emissione di polveri per circolazione su strada non pavimentata
	[g/veicolo km]	[g/veicolo km]
Traliccio	0.080	0.240
Base	0.318	-
Cavi interrati	0.040	0.120
Demolizioni	0.080	0.240
Stazioni elettriche	0.318	-

Il transito di mezzi su strade sterrate genera un sollevamento di polveri maggiore rispetto a quello indotto dalla circolazione su piste asfaltate a parità di condizioni al contorno.

I cantieri base sono più critici perché, svolgendo la funzione di deposito veicoli e materiali, sono caratterizzati da un numero più elevato di mezzi in movimento in ingresso ed in uscita.

I valori di emissione polveri risultano piuttosto contenuti nel complesso e saranno ulteriormente ridotti dall'adozione di misure di mitigazione.

4.5.1.1.2 *Emissioni di polveri da movimentazione terreno*

La movimentazione di terre ed il deposito di materiali sciolti al suolo soggetti all'azione del vento generano il sollevamento di polveri: i relativi fattori di emissione polveri sono stati stimati in base alle indicazioni fornite dall'E.P.A. nel documento AP 42 (2003) "Miscellaneous Sources", paragrafo 13:



$$E = k * \frac{0,0016 \left(\frac{U}{2,2}\right)^{1,3}}{\left(\frac{M}{2}\right)^{1,4}} = \left[\frac{\text{kg}}{\text{ton}}\right]$$

dove:

U = velocità media del vento [m/s]

M = contenuto di umidità del materiale [%]

k = coefficiente adimensionale funzione della dimensione delle particelle sollevate:

Tabella 23. Valori del coefficiente k

Diametro del particolato stoccato [µm]	k [-]
< 30	0.74
< 15	0.48
< 10	0.38
< 5	0.2
< 2.5	0.11

Tabella 24. Fattore di emissione di polveri da movimentazione di terreno

Simbolo	Parametro	Valore
k	Coefficiente adimensionale	0.38
M	Contenuto di umidità del materiale	0 - 5%

L'area di intervento è caratterizzata da una velocità del vento medio pari a 1.46 m/s.

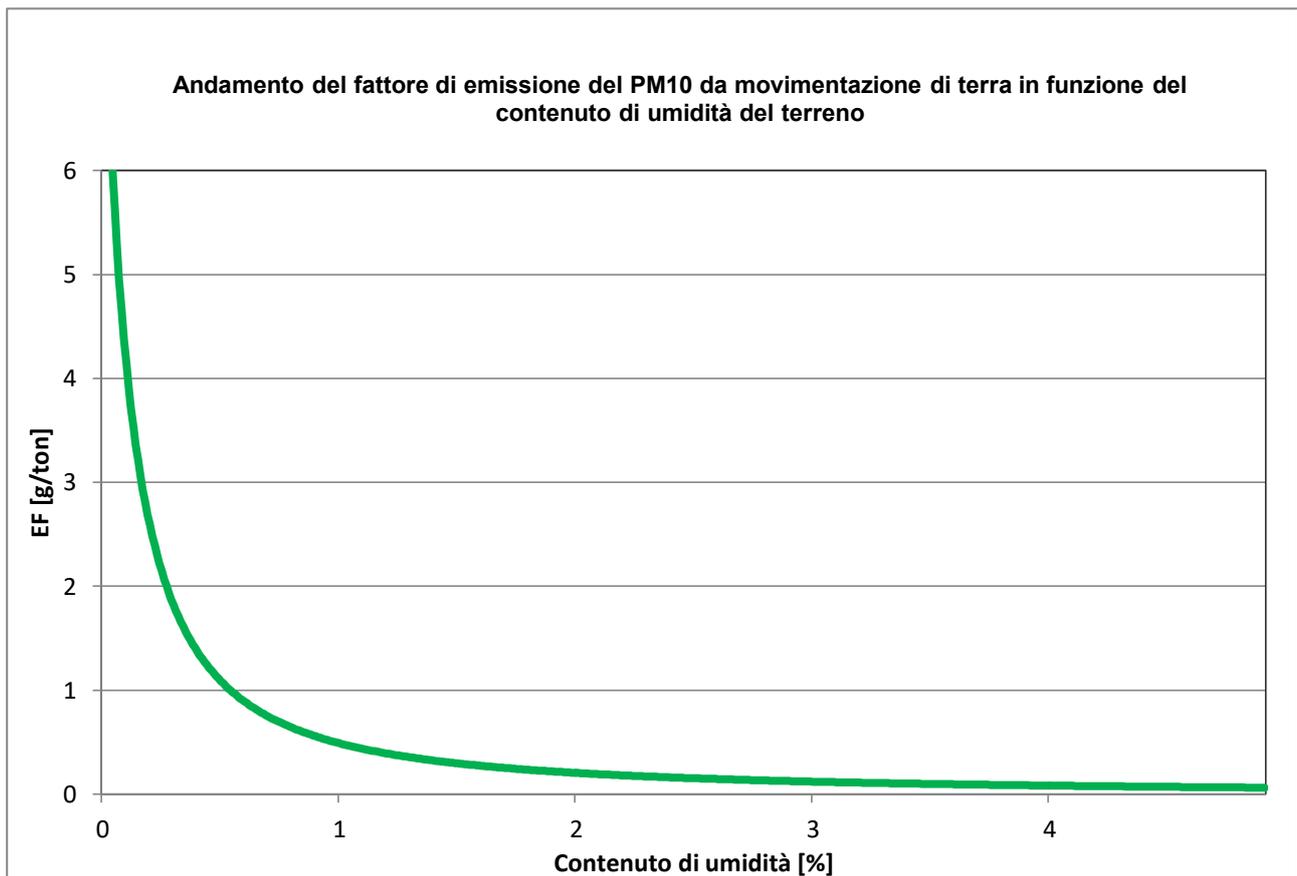
La formula empirica proposta dall'E.P.A. è valida solo nel caso in cui i parametri introdotti siano compresi nei seguenti range:

- contenuto di silt: 0.44% - 19%;
- contenuto di umidità del terreno: 0.25% - 4.8%;
- velocità media del vento: 0.6 - 6.7 m/s.

La formula, inoltre, considera le emissioni polveri durante le seguenti operazioni:

- formazione dei cumuli temporanei di stoccaggio;
- circolazione mezzi nell'area di stoccaggio;
- erosione del vento sui cumuli e nelle aree circostanti;
- movimentazione del materiale nelle fasi di carico dei mezzi deputati al suo conferimento finale.

L'emissione di polveri diminuisce considerevolmente già per valori di umidità del terreno piuttosto contenuti, assumendo un andamento di tipo asintotico rispetto all'asse delle ascisse:



Un terreno naturale presenta valori medi di umidità attorno al 30%, pertanto è possibile affermare che **l'emissione di polveri dovuta alla movimentazione di materiale sciolto è molto contenuta.**

Nella tabella seguente si riporta una stima delle concentrazioni medie di PM₁₀ al variare della distanza dal punto di lavorazione in un generico cantiere:

Distanza zona di lavorazione	[m]	<100	100 ÷ 200	200 ÷ 300	300 ÷ 400	>400
Concentrazione PM ₁₀	[µg/m ³]	>90	40 ÷ 90	25 ÷ 40	15 ÷ 25	<15

Le attività di cantiere, dunque, possono determinare il raggiungimento delle concentrazioni limite indicate dalla legislazione per il PM₁₀ (50 µg/m³) entro una fascia dell'ordine di 200 metri dai cantieri: una ristretta porzione di territorio in cui non stati individuati recettori sensibili, pertanto si ritiene **l'impatto da movimentazione di terra di entità non rilevante, reversibile e mitigabile.**

I **recettori sensibili** sono stati ricercati tra le seguenti tipologie di strutture:

- edifici commerciali;
- luoghi di culto;
- edifici ricreativi
- sedi di cliniche, attività culturali e sportive, forze dell'ordine, ospedali, poste, scuole, tribunali, uffici dell'amministrazione pubblica, servizi sanitari locali;
- servizi di trasporto;
- stazioni di polizia;



- stazioni marittime;
- strutture alberghiere
- teatri e auditorium.

4.5.1.2 Emissioni di inquinanti da traffico

Il processo di combustione che avviene all'interno dei motori dei mezzi di trasporto e dei macchinari comporta la formazione di una serie di contaminanti atmosferici, tra cui i principali sono: CO, NMVOC (composti organici volatili non metanici), PM e NO_x.

La stima dei fattori di emissione di inquinanti dovuti al traffico di veicoli ha fatto riferimento alla banca dati di SinaNer (APAT) aggiornata con i dati del 2015: l'inventario è stato realizzato con riferimento al database dei dati sul trasporto, serie storica 1990 – 2015, ed al programma di stima Copert 4 (versione 11.4).

In particolare, si è fatto cautelativamente riferimento alla categoria:

Tipo di veicolo	Mezzi pesanti
Categoria di veicoli	Diesel, 20-26 tonnellate
Tecnologia	HD Euro III standards

I fattori di emissione di inquinanti ricavati, quindi, sono:

Inquinante	Autostrada [g/km*veicolo]	Strada campestre [g/km*veicolo]	Strada urbana [g/km*veicolo]
CO	1.38	1.44	2.84
NMVOC	0.20	0.24	0.52
PM	0.11	0.13	0.26
NO _x	5.59	6.08	9.80

Si ritiene che l'intervento in progetto non possa produrre (da solo) effetti significativi sul clima visto il limitato numero di mezzi necessario all'esecuzione delle opere e l'allestimento di numerosi microcantieri, pertanto l'impatto è definito non rilevante e reversibile.

4.5.2 Interventi di mitigazione

Le attività di cantiere saranno svolte in archi temporali contenuti, pertanto l'impatto sulla componente atmosfera sarà circoscritto sia nello spazio che nel tempo e prevedibilmente interesserà unicamente l'area di cantiere ed il suo immediato intorno.

4.5.2.1 Emissioni di polveri

Il fenomeno di sollevamento di polveri, comunque, sarà ridotto con l'adozione di tecniche di efficacia dimostrata, affiancate da alcuni semplici accorgimenti e comportamenti di buon senso.

Per gli interventi di mitigazione dalla validità sperimentata e verificata si fa riferimento al "WRAP Fugitive Dust Handbook", edizione del 2006: si tratta di un prontuario realizzato da alcuni stati USA che fornisce indicazioni specifiche sull'inquinamento da polveri associato a diverse attività antropiche, riportando i possibili interventi di mitigazione e la loro relativa efficacia per ogni attività che genera emissioni diffuse. Gli interventi di mitigazione individuati possono essere suddivisi a seconda del fenomeno sul quale agiscono.

La tabella seguente riporta le azioni di mitigazione consigliate, suddivise per ciascun fenomeno sul quale vanno ad agire. Tali azioni potranno essere attuate anche durante le operazioni di manutenzione e di dismissione a fine vita della linea.

Il **piano bagnatura** – che sarà predisposto nelle successive fasi progettuali – dovrà dunque considerare con particolare attenzione:

- la frequenza di intervento in funzione delle condizioni meteorologiche (sospensione in presenza di pioggia, incremento in corrispondenza di prolungate siccità o in presenza di fenomeni anemologici particolarmente energici);
- aree di attività maggiormente prossime ai ricettori o localizzate sopravento rispetto agli assi;



- pulizia degli pneumatici per tutti i mezzi di cantiere che utilizzano la viabilità pubblica, con eventuali vasche/sistemi di lavaggio.

4.5.2.2 Emissioni di inquinanti dai mezzi di cantiere

Si suggeriscono le seguenti linee di condotta:

- Equipaggiamento e periodica manutenzione di macchine ed apparecchi con motore a combustione secondo le indicazioni del fabbricante.

Nei cantieri saranno adottate anche le seguenti misure generali:

- Pianificazione ottimizzata delle attività lavorative;
- Informazione dei lavoratori su produzione, diffusione, effetti e riduzione di inquinanti atmosferici nei cantieri;
- Elaborazione di strategie in caso di eventi imprevisti.

L'impatto, pertanto, è da ritenersi non rilevante.

4.5.3 Impatti in fase di esercizio / fase di dismissione

In fase di esercizio, data la tipologia di intervento proposto, non si evidenziano particolari criticità connesse al funzionamento delle opere in progetto.

La fase di smantellamento delle opere a fine vita risulta di entità meno rilevante rispetto alla fase di realizzazione.

4.5.4 Quadro sintetico degli impatti

In fase di cantiere si sono evidenziate unicamente le possibili criticità derivanti dall'emissione di polveri, soprattutto in periodi di particolare ventosità e siccità, legata alla movimentazione del materiale di scavo ed al traffico dei mezzi.

Tali impatti risultano di intensità contenuta e comunque mitigabili con opportune misure di riduzione dei fenomeni diffusivi.

In fase di esercizio non si evidenziano particolari criticità connesse al funzionamento delle opere in progetto. La fase di smantellamento a fine vita può generare impatti simili alla fase di cantiere, ma di entità meno rilevante.

L'impatto sulla componente acque, pertanto, è da ritenersi nel complesso non rilevante.



4.6 SISTEMA PAESAGGIO: PAESAGGIO, PATRIMONIO CULTURALE E BENI MATERIALI

4.6.1 Elaborazioni a supporto della valutazione d'impatto

L'analisi d'intervisibilità teorica è un metodo di verifica delle conseguenze visive di una trasformazione della superficie (bersaglio) che, impiegando software di tipo GIS, permette di prevedere, considerando l'orografia del terreno, i punti di vista da cui tale intervento sarà visibile.

L'insieme dei punti sul suolo dai quali la trasformazione è visibile ne costituisce il bacino visivo (viewshed).

La base utilizzata è un modello digitale del terreno (DTM): una rappresentazione matematica dell'altimetria del suolo (per ulteriori dettagli si rimanda alla Carta dell'intervisibilità e punti visuale ed alla Relazione paesaggistica).

L'analisi dell'intervisibilità ha assunto come riferimento le Linee Guida per l'inserimento paesaggistico degli interventi di trasformazione territoriale del Ministero per i beni e le attività culturali.

Il software permette di limitare la distanza massima di visualizzazione delle opere che altrimenti sarebbe infinita: **dato che l'occhio umano ha una capacità visiva limitata e non infinita, si è fissata la visibilità dei sostegni ad una distanza cautelativa massima di 5 km.**

Il territorio rappresentato è stato suddiviso nelle seguenti sotto-classi di visibilità:

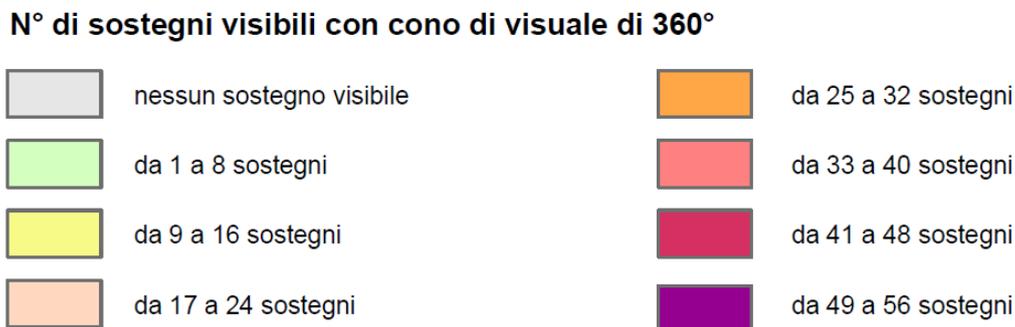


Figura 44. Estratto legenda Carta dell'intervisibilità e punti visuale

Si sottolinea che i sostegni visibili comprendono tutte le linee interessate dal progetto, pertanto la carta dell'intervisibilità restituisce la visibilità in un determinato punto come sommatoria dei sostegni di tutte le linee elettriche/SE in progetto presenti in un raggio di 5 km.

La visibilità delle opere da realizzare, quindi, è definita in funzione del numero di sostegni visibili, tuttavia **la visibilità teorica non corrisponde alla visibilità reale delle opere, influenzata dalla presenza o meno di ostacoli che possono ostruire la visuale ed annullare o mitigare la visibilità delle opere e dalle condizioni meteo climatiche (presenza di foschia o nebbia).**

Si riporta di seguito un **esempio fotografico della percezione effettiva di una linea elettrica esistente simile a quella in progetto a distanze diverse dall'osservatore** per favorire la comprensione della visibilità reale di un sostegno al variare della distanza rispetto all'osservatore ed in funzione dell'orografia del terreno e della presenza di vegetazione:

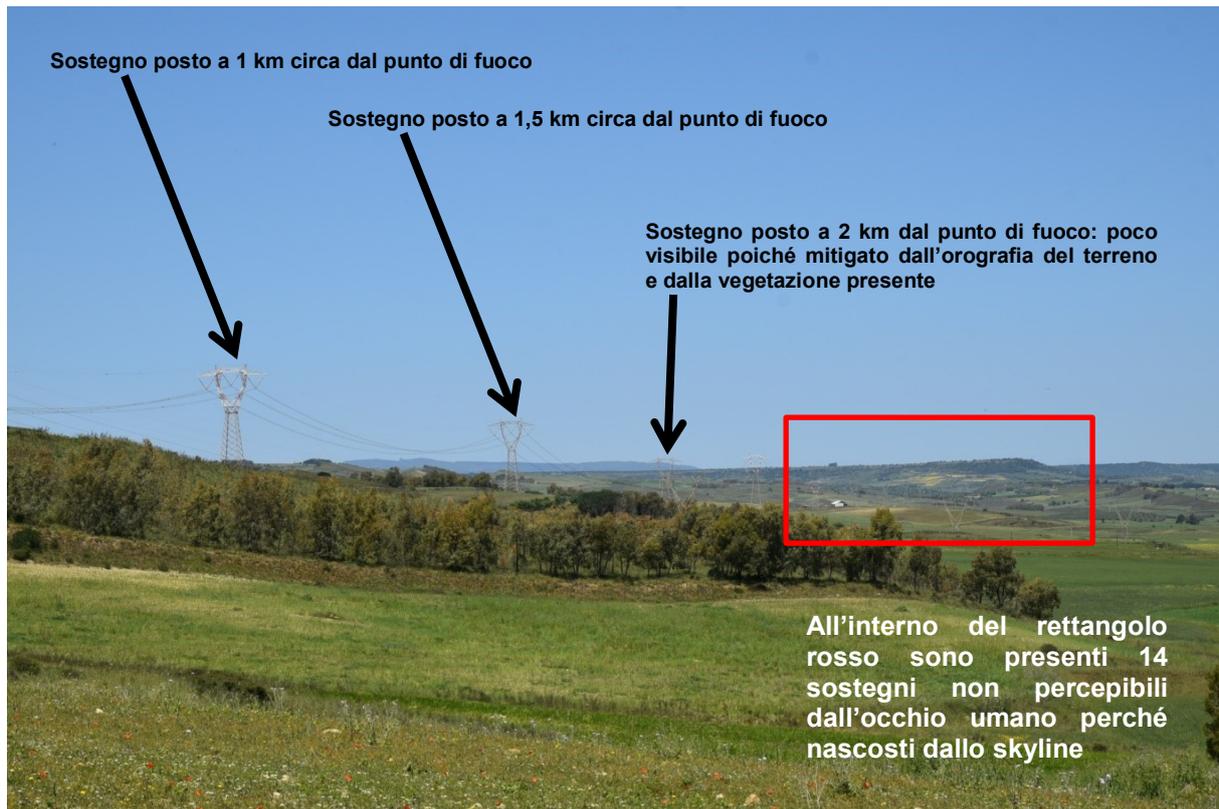


Figura 45. Immagine scattata con lunghezza focale simile a quella dell'occhio umano

Dalla fotografia emerge come l'obiettivo non percepisce la presenza di ben 14 sostegni esistenti della Linea Terna 380kV "Ittiri-Selargius" presente tra il Comune di Sanluri e quello di Furtei perché mitigati dall'orografia del territorio e dalla vegetazione esistente.



Figura 46. Zoom dell'immagine precedente



L'immagine seguente – che rappresenta sempre la Linea Terna 380kV "Ittiri-Selargius" tra il Comune di Sanluri e Lunamatrona – evidenzia la visibilità reale di sostegni ubicati su un crinale (quindi esposti visivamente) ad una distanza dall'osservatore di circa 5 km circa, in una giornata di massima visibilità, limpida e soliva.

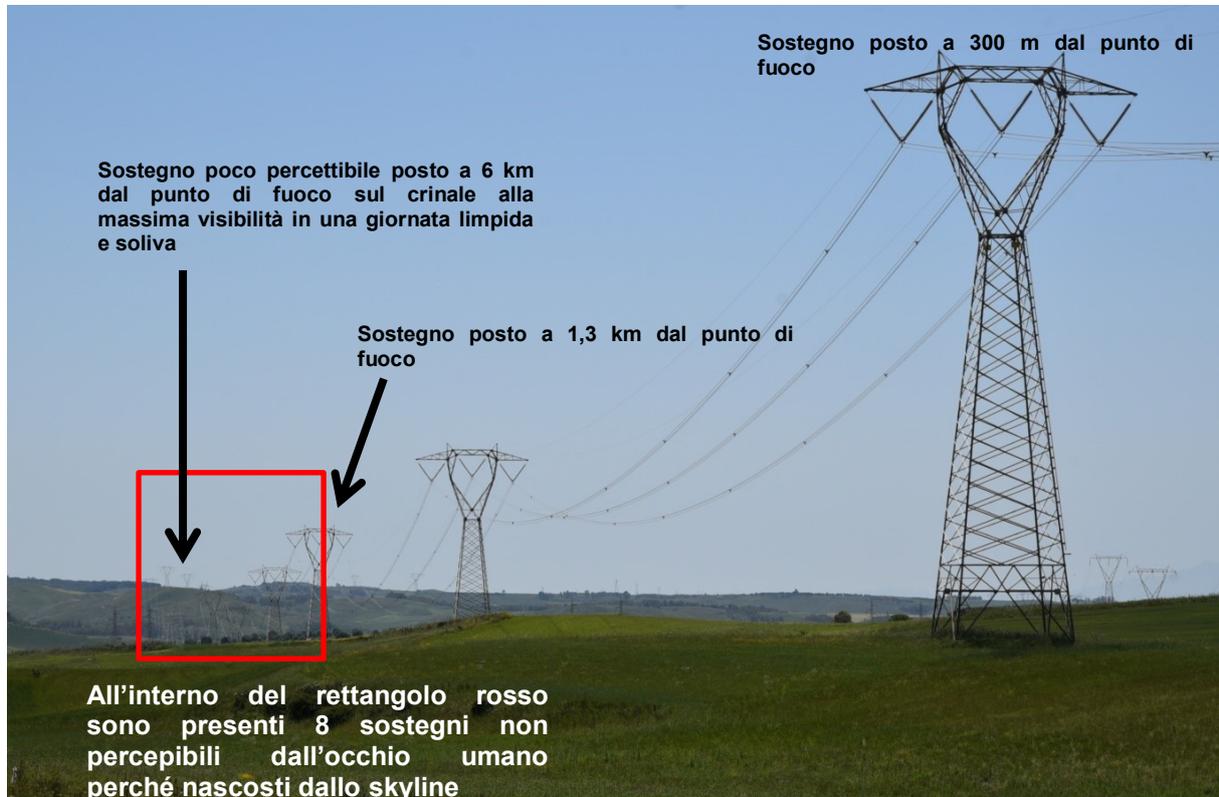


Figura 47. Immagine scattata con lunghezza focale simile a quella dell'occhio umano



Figura 48. Zoom dell'immagine precedente

Lo zoom della foto precedente evidenzia i sostegni presenti effettivamente in foto (n. 8), ma non percepibili dall'occhio umano poiché mitigati dalla vegetazione e dall'orografia del terreno.



La Carta dell'intervisibilità riporta cinque fasce (o buffer) a distanza di m 250, m 500, km 1, km 2 e km 5 dall'asse centrale dell'opera analizzata così da favorire una lettura oggettiva della visibilità dei sostegni: due osservatori posizionati in due aree ricadenti nella stessa classe percentuale di visibilità, ma posti a distanze differenti rispetto al bersaglio, hanno una percezione visiva delle opere molto diversa, infatti **vedere, ad esempio, 5 sostegni a distanza di m 500 è significativamente diverso che vedere lo stesso numero di sostegni ma a distanza di km 5.**

La mappa di intervisibilità realizzata, pertanto, evidenzia non solo la visibilità o meno delle opere in progetto ed il numero dei sostegni visibili, ma anche la distanza dell'osservatore rispetto al punto "bersaglio".



4.6.2 *Impatti in fase di cantiere*

4.6.2.1 Aree cantieri base

I cantieri base (aree centrali) – individuate in questa fase di progettazione in via preliminare – 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 5000 e 10000 m²;
- localizzazione lungo la viabilità principale e prossima all'asse del tracciato;
- morfologia del terreno pianeggiante, in alternativa sub-pianeggiante;
- assenza di vincoli ambientali, dove possibile;
- lontananza da possibili recettori sensibili quali scuole ed ospedali.

Gli impianti di illuminazione, in caso di necessità tecniche, saranno limitati alla potenza strettamente necessaria e posizionati secondo la normativa vigente così da minimizzare l'inquinamento luminoso.

Le aree scelte hanno caratteristiche tali da non necessitare di interventi di mitigazione per ridurre la percezione, anche in virtù del carattere temporaneo e reversibile di tale occupazione.

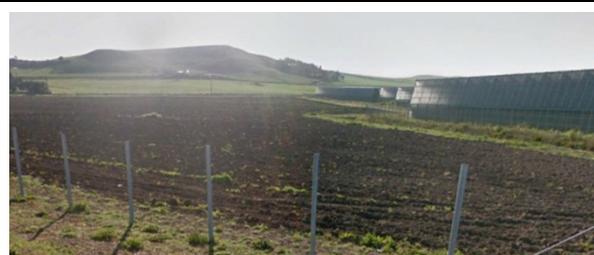
Di seguito si riportano i cantieri base individuati in via preliminare.

Si sottolinea che la reale disponibilità di tali aree dovrà essere verificata in fase di progettazione esecutiva; inoltre, gli enti competenti, durante i tavoli di concertazione, possono suggerire posizioni alternative delle aree proposte in via preliminare.



Cantiere Base 1

Descrizione sintetica del sito ed estratto cartografico non in scala della corografia su ortofoto dell'area in esame.



Comune: Villarosa

Uso del suolo: seminativi in aree non irrigue

Accessibilità: diretta su strada provinciale

Morfologia: pianeggiante

Vincoli ambientali:

D. lgs. n. 42/2004 - art. 142 - Fiumi, torrenti, corsi d'acqua (dati indicativi)

D. lgs. n. 42/2004 - art. 143 - Fiumi e torrenti (alveo inciso)

Edifici residenziali entro 100 m: nessuno

Distanza dalle opere in progetto: 1.5 km



Cantiere Base 2

Descrizione sintetica del sito ed estratto cartografico non in scala della corografia su ortofoto dell'area in esame.



Comune: Villanovafranca

Uso del suolo: sistemi colturali e particellari complessi

Accessibilità: diretta su strada provinciale

Morfologia: sub-pianeggiante

Vincoli ambientali: nessuno

Edifici residenziali entro 100 m: nessuno

Distanza dalle opere in progetto: 1 km



Cantiere Base 3

Descrizione sintetica del sito ed estratto cartografico non in scala della corografia su ortofoto dell'area in esame.



Comune: Mandas

Uso del suolo: seminativi in aree non irrigue

Accessibilità: diretta su strada provinciale

Morfologia: pianeggiante

Vincoli ambientali: nessuno

Edifici residenziali entro 100 m: 5

Distanza dalle opere in progetto: 700 m



Cantiere Base 4

Descrizione sintetica del sito ed estratto cartografico non in scala della corografia su ortofoto dell'area in esame.



Comune: Nurri

Uso del suolo: impianti a servizio delle reti di distribuzione/gariga

Accessibilità: diretta su strada provinciale

Morfologia: sub-pianeggiante

Vincoli ambientali: nessuno

Edifici residenziali entro 100 m: 4

Distanza dalle opere in progetto: 3 km

Nota:

L'area è ubicata nelle vicinanze della stazione dei treni di Nurri, in una zona prevalentemente industriale. L'area è caratterizzata da una vegetazione tipo gariga, che in Sardegna viene ricondotta ad una tipologia meno pregiata di macchia mediterranea.



Cantiere Base 5

Descrizione sintetica del sito ed estratto cartografico non in scala della corografia su ortofoto dell'area in esame.



Comune: Orroli

Uso del suolo: lottizzazione industriale (da PUC) - dato uso del suolo regionale non attendibile

Accessibilità: diretta su strada provinciale

Morfologia: sub-pianeggiante

Vincoli ambientali: nessuno

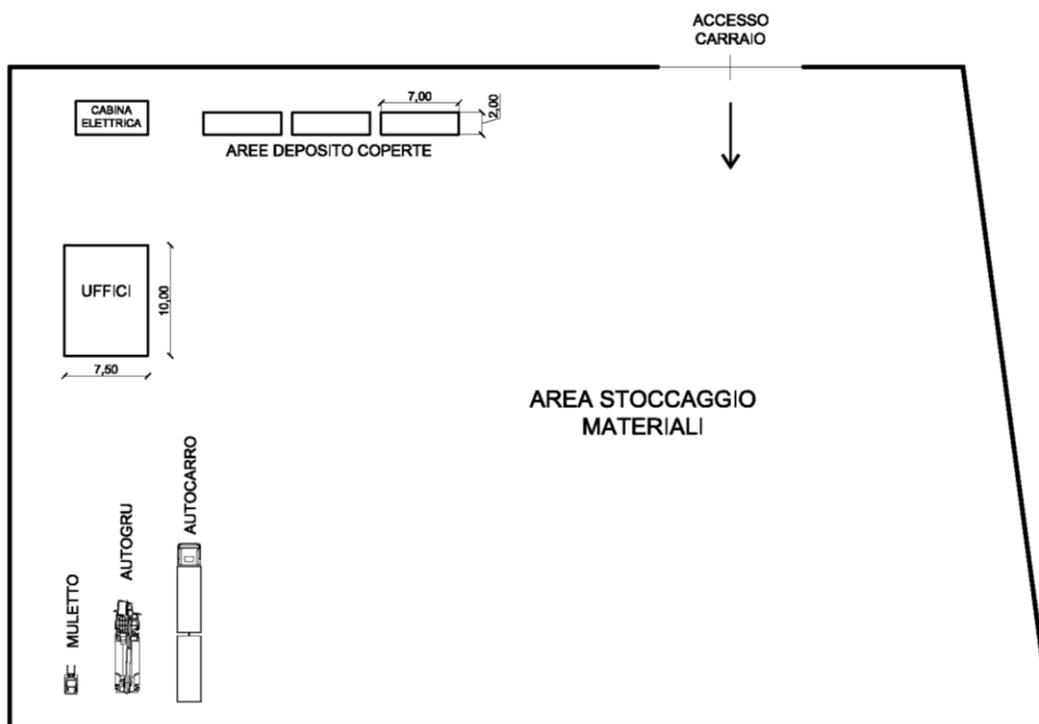
Edifici residenziali entro 100 m: nessun edificio residenziale- presenza di una Comunità Integrata (casa di riposo) a circa 50 m - valutare la riduzione dell'area utilizzabile come cantiere base

Distanza dalle opere in progetto: 300 m



Layout tipologico - 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, il parcheggio dei veicoli e dei mezzi d'opera.



Planimetria dell'Area centrale – Tipologico



Deposito temporaneo di materiale in un cantiere Base – Foto di repertorio



Esempio di Cantiere Base - Foto di repertorio



L'impatto visivo dei cantieri base – in virtù della temporaneità e reversibilità delle attività e della vicinanza a zone produttive/industriali – è da ritenersi poco significativo sotto il profilo paesaggistico.

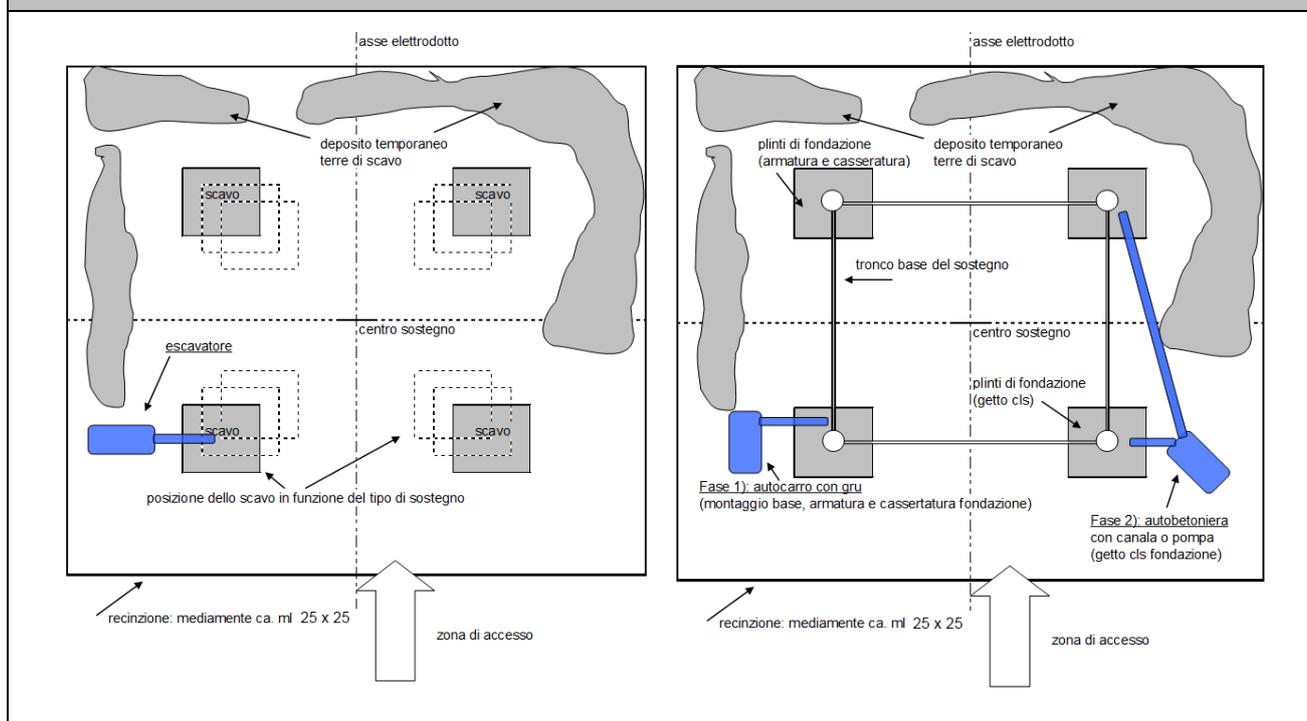
L'accesso diretto su strade provinciali, inoltre, evita la realizzazione di nuova viabilità temporanea e/o la necessità di adeguare le strade esistenti per il passaggio dei mezzi di cantiere, tuttavia la vicinanza a strade ad alta fruizione favorisce la visibilità delle aree poiché il traffico veicolare è più intenso rispetto a vie secondarie o locali.

Tabella di sintesi delle fasi lavorative previste nelle Aree Centrali o Campi Base				
Area di cantiere	Attività svolta	Macchinari / Automezzi	Durata	Contemporaneità macchinari / automezzi in funzione
Area Centrale o Campo base	Carico / scarico materiali e attrezzature; Movimentazione materiali e attrezzature; Formazione colli e premontaggio di parti strutturali	Autocarro con gru; Autogru; Carrello elevatore; Compressore/ generatore	Tutta la durata dei lavori	I macchinari / automezzi sono utilizzati singolarmente a fasi alterne, mentre la contemporaneità massima di funzionamento è prevista in ca. 2 ore/giorno

4.6.2.2 Aree di microcantiere e area di linea

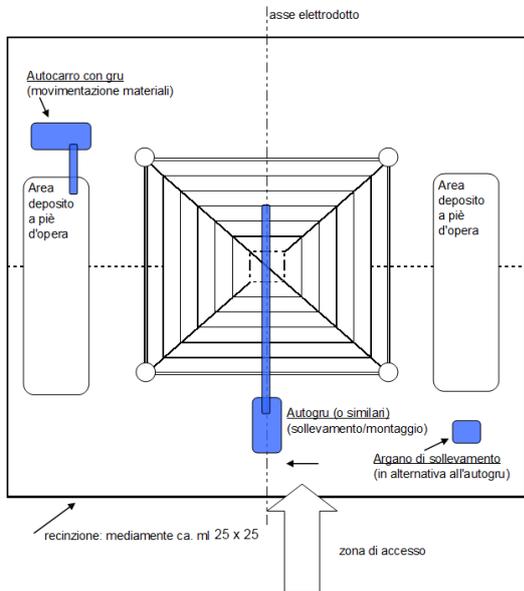
L'area sostegno o microcantiere è l'area di lavoro che interessa direttamente il sostegno (traliccio / palo dell'elettrodotto) o le attività su di esso svolte, mentre **l'area di linea** è l'area interessata dalle attività di tesatura, di recupero dei conduttori esistenti ed attività complementari (quali la realizzazione di opere temporanee a protezione delle interferenze, la realizzazione delle vie di accesso alle diverse aree di lavoro, il taglio – solo se strettamente necessario – delle piante, ...).

Layout delle aree di lavoro: pianta tipo dell'**Area sostegno** con indicazione degli spazi riservati allo svolgimento delle attività ed al deposito temporaneo a piè d'opera (dimensioni 25 m x 25 m)





Planimetria dell'Area sostegno (scavo di fondazione - getto e basi) - Tipologico



Planimetria dell'Area sostegno (montaggio sostegno)



Esempio

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".



Esempio: Macchina operatrice per la realizzazione di pali trivellati



Esempio: Macchina operatrice per la realizzazione di micropali tubfix; sistema di scavo mediante trivella elicoidale



Esempio: Alcune fasi di montaggio del sostegno a traliccio



Esempio: Immagine di repertorio area di microcantiere



Esempio: Deposito temporaneo di materiali nell'area di microcantiere



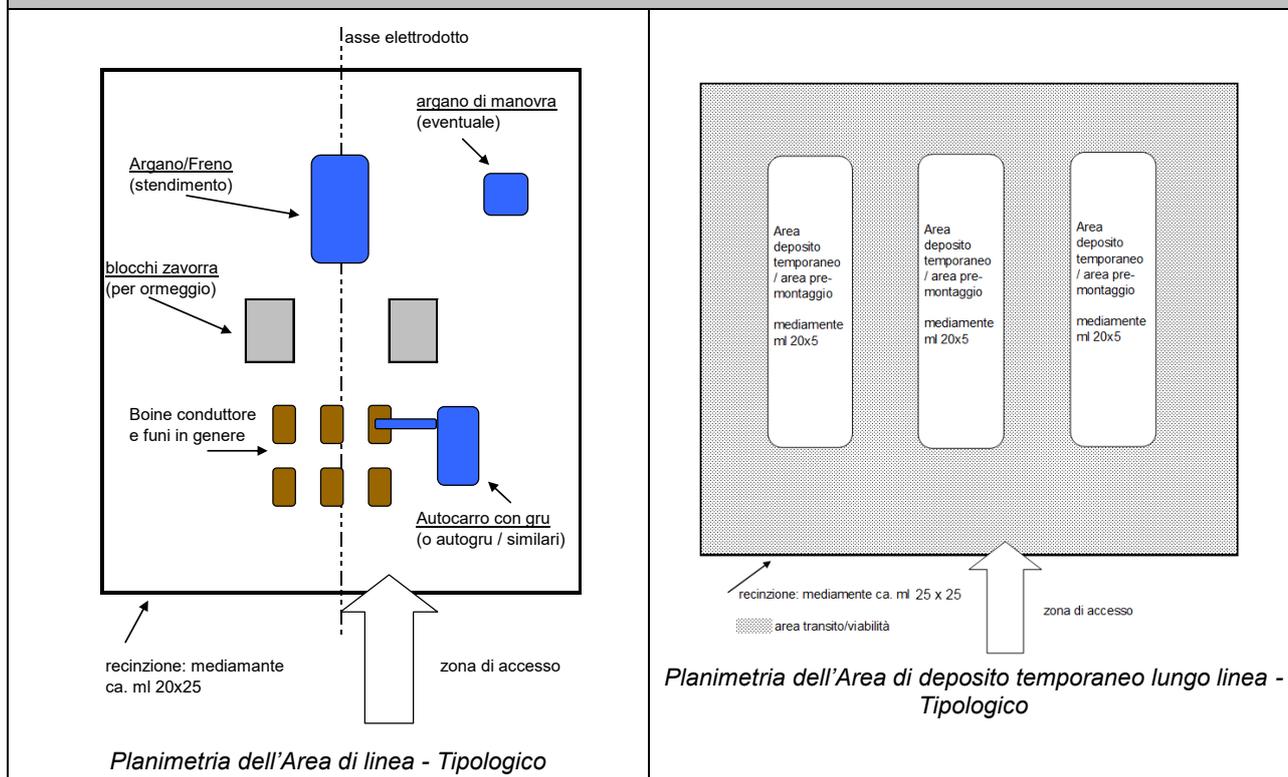
Aree di intervento				
Area di cantiere	Attività svolta	Macchinari e Automezzi	Durata media attività – ore/gg di funzionamento macchinari	Contemporaneità macchinari / automezzi in funzione
Aree Sostegno	Attività preliminari: tracciamenti, recinzioni, spianamento, pulizia		g 1	Nessuna
	Movimento terra, scavo di fondazione;	Escavatore; Generatore per pompe acqua (eventuale)	gg 2 – ore 6	Nessuna
	Montaggio tronco base del sostegno	Autocarro con gru (oppure autogru o similare); Autobetoniera Generatore	gg 3 – ore 2	Nessuna
	Casseratura e armatura fondazione		G 1 – ore 2	
	Getto calcestruzzo di fondazione		g 1 – ore 5	
	Disarmo		g 1	Nessuna
	Rinterro scavi, posa impianto di messa a terra	Escavatore	g 1 continuativo	Nessuna
	Montaggio a piè d'opera del sostegno	Autocarro con gru (oppure autogru o similare)	gg 4 – ore 6	Nessuna
	Montaggio in opera del sostegno	Autocarro con gru	gg 4 – ore 1	Nessuna
		Autogru; Argano di sollevamento (in alternativa all'autogru/gru)	gg 3 – ore 4	
Movimentazione conduttori	Autocarro con gru (opere autogru o similare); Argano di manovra	gg 2 – ore 2	Nessuna	

L'accesso ai microcantieri potrà avvenire secondo le seguenti modalità:

- **Viabilità esistente:** in questo caso si prevede l'accesso alle aree di lavorazione dalla 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 ripristini della massicciata per consentire il transito dei mezzi di cantiere.
- **Aree / campi coltivati / aree a prato:** in corrispondenza di tali aree – generalmente piane o poco acclivi, prive di ostacoli morfologici o naturali e di vegetazione naturale – 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.
- **Piste di cantiere:** solo se strettamente necessario saranno realizzate piste di cantiere larghe circa 3 m. Le piste saranno ripristinate appena terminate le lavorazioni, restituendo i luoghi interferiti allo stato originario.



Layout delle aree di lavoro: pianta tipo dell'Area di linea con indicazione degli spazi riservati allo svolgimento delle attività ed al deposito temporaneo a piè d'opera (cantiere mobile area linea 20 m x 25 m)





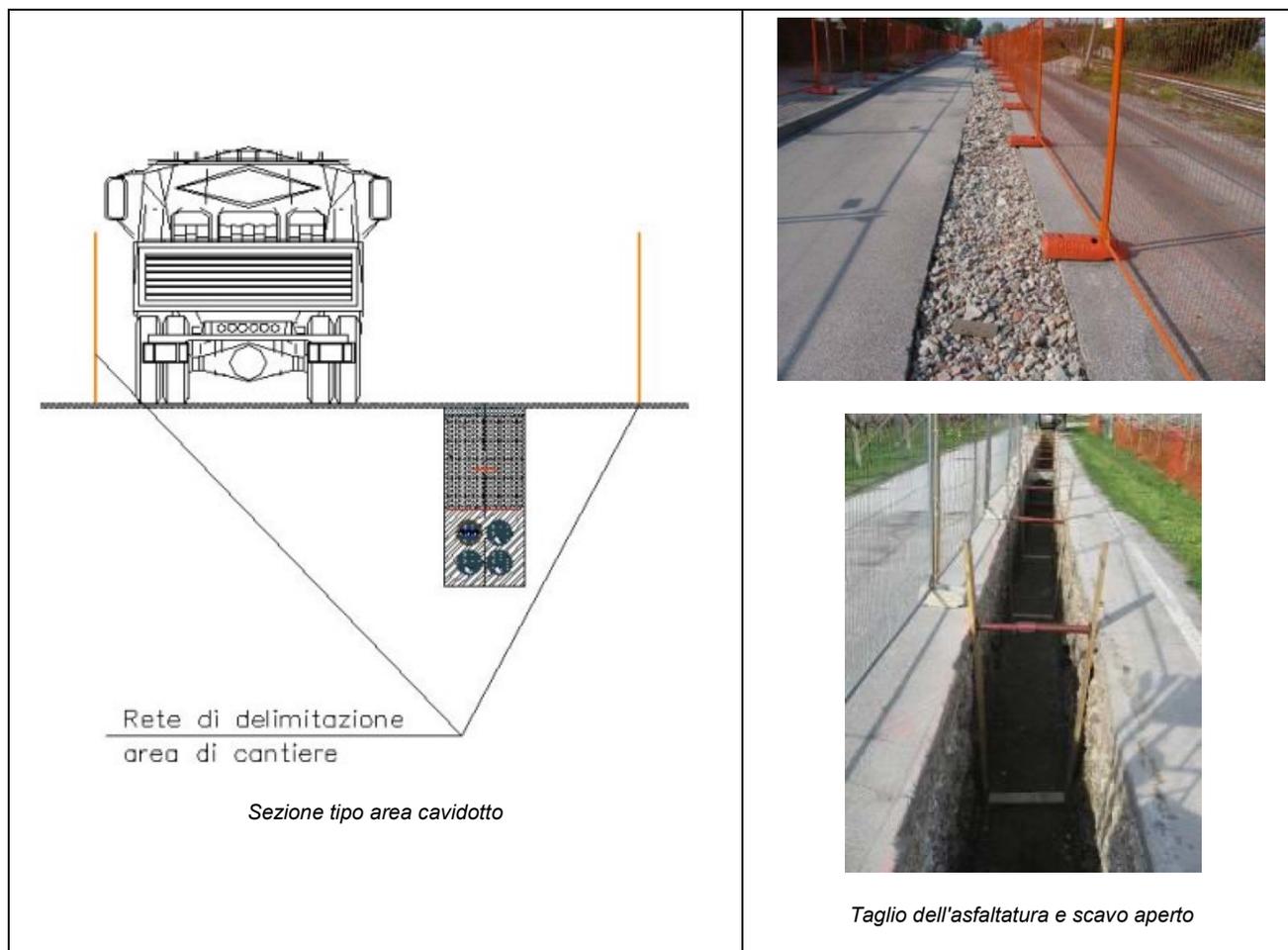
Esempio: Area di linea con cantieri, depositi temporanei e macchinari e materiali necessari per le lavorazioni

Aree di intervento				
Area di cantiere	Attività svolta	Macchinari e Automezzi	Durata media attività – ore/gg di funzionamento macchinari	Contemporaneità macchinari / automezzi in funzione
Aree di linea	Stendimento conduttori / Recupero conduttori esistenti	Argano / freno	gg 8 – ore 4	Contemporaneità massima di funzionamento prevista in 2 ore/giorno
		Autocarro con gru (oppure autogru o similare)	gg 8 – ore 2	
		Argano di manovra	gg 8 – ore 1	
	Lavori in genere afferenti la tesatura: ormeggi, giunzioni, movimentazione conduttori vari	Autocarro con gru (oppure autogru o similari)	gg 2 – ore 2	Nessuna
		Argano di manovra	gg 2 – ore 1	
	Realizzazione opere provvisorie di protezione e loro ripiegamento	Autocarro con gru (oppure autogru o similare)	g 1 – ore 4	Nessuna
Sistemazione / spianamento aree di lavoro / realizzazione vie di accesso	Escavatore	g 1 – ore 4	Nessuna	
	Autocarro	g 1 – ore 1		



4.6.2.3 Aree di cantiere dell'elettrodotto in cavo interrato

L'area di cantiere è costituita essenzialmente dalla trincea di posa del cavo che si estende progressivamente sull'intera lunghezza del percorso. Tale trincea sarà larga circa 1 m per una profondità tipica di 1.5 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 4 - 5 m.



Lo scavo relativo al cunicolo necessario per la posa in zona di massima pendenza sulla pendice ovest del lago del Flumendosa avrà una larghezza massima di 1.6 m.

Le principali attività previste sono di seguito riportate:

Attività preliminari

- 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.

Esecuzione degli scavi

- taglio dell'eventuale strato di asfaltatura;
- scavo delle esatte dimensioni previste in progetto (0.70 m nei tratti di linea singola, 1.50 m nel caso di linea doppia); le pareti di scavo sono stabilizzate con opportune sbatacchiature.



Il materiale da scavo sarà depositato temporaneamente presso l'area di cantiere e successivamente rinterrato negli scavi, previo accertamento durante la fase esecutiva dell'idoneità per il riutilizzo in sito; mentre in caso i campionamenti restituiscano un esito negativo, il materiale da scavo sarà destinato ad idonea discarica con le modalità previste dalla normativa vigente ed i riporti saranno effettuati 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), mentre in caso di interferenza con passi carrai gli scavi saranno protetti con opportune piastre d'acciaio che consentono il passaggio dei mezzi ed in caso di attraversamenti stradali gli scavi saranno subito rinterrati dopo la posa delle tubazioni in pvc.

Posa del cavo

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

- posizionamento dell'argano e della bobina contenente il cavo agli opposti estremi della tratta;
- posizionamento dei rulli nella trincea;
- stendimento del cavo tramite fune traente.

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



Posa dei rulli lungo lo scavo e stendimento del cavo

Esecuzione delle giunzioni

Le giunzioni sono realizzate al termine della posa di almeno due tratte consecutive:

- scavo della buca giunti;
- allestimento della copertura a protezione dagli agenti atmosferici;
- preparazione del cavo, taglio delle testate a misura;
- messa in continuità della parte conduttrice e via via di tutti gli stati componenti (isolante, schermatura, guaina);
- il giunto è chiuso con una muffola riempita di resine a protezione dagli agenti chimici e dall'umidità del terreno;
- realizzazione dei muretti di contenimento e separazione delle fasi a creare camere di contenimento del singolo giunto;
- le camere sono riempite con materiale di adeguata conducibilità termica e protette con piastre in c.a.v.



Rinterri e ripristini

I cavi posati in trincea sono ricoperti da cemento magro per uno strato di 0.5 m: a protezione dei cavidotti sono inserite delle piastre di protezione dello spessore di 60 mm in c.a.v.

Il cavidotto è segnalato posando una rete ed un nastro in PVC: la restante parte superiore della trincea sarà ricoperta con materiale inerte di risulta dello scavo (se idoneo) o altro materiale idoneo.

Negli scavi in sede stradale sarà ripristinato il manto di asfalto ed il tappetino d'usura.

In caso i campionamenti eseguiti forniscano un esito negativo, il materiale scavato sarà destinato ad idonea discarica con le modalità previste dalla normativa vigente ed il riempimento sarà effettuato con materiale inerte di idonee caratteristiche.



Rinterro con posa delle piastre di protezione e rete PVC

Area cavidotto		
Attività svolta	Macchinari e Automezzi	Durata media attività – ore/g di funzionamento macchinari
Attività preliminari: tracciamenti, recinzioni, pulizia		g 1
Scavo trincea	Escavatore; Elettropompe (eventuale) Demolitore (eventuale) Autocarro	g 20
Microtunneling (eventuale)	Fresa, martinetti idraulici Elettropompe (eventuale)	m/g 10
Trivellazione orizzontale controllata (eventuale)	Trivella Elettropompe (eventuale)	m/g 30 x ogni fase
Posa cavo	Argano Autogru/autocarro	g 3 g 1 ore 2
Reinterro	Escavatore Autocarro	g 5
Esecuzione giunzioni	Escavatore Elettropompe (eventuale) Gruppo elettrogeno	g 2 - ore 4 g 5

Lo scavo relativo al cunicolo necessario per la posa in zona di massima pendenza sulla pendice ovest del lago del Flumendosa avrà una larghezza massima di 1.6 m e renderà necessario un taglio dell'impianto vegetazionale. Le aree interferite saranno ripristinate al termine delle attività di cantiere mediante interventi di reimpianto vegetativo con specie autoctone compatibili con il contesto.

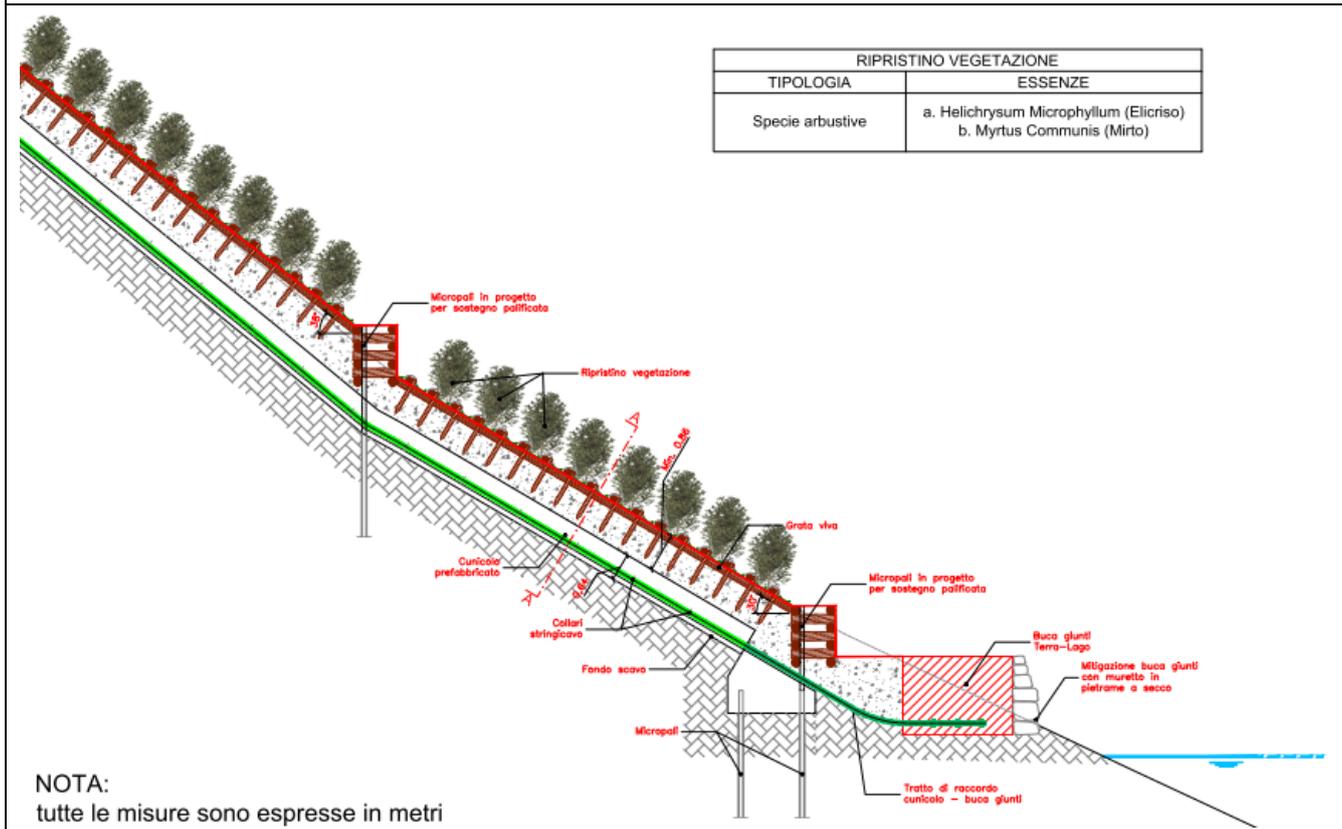


Opere di rinaturalizzazione proposte

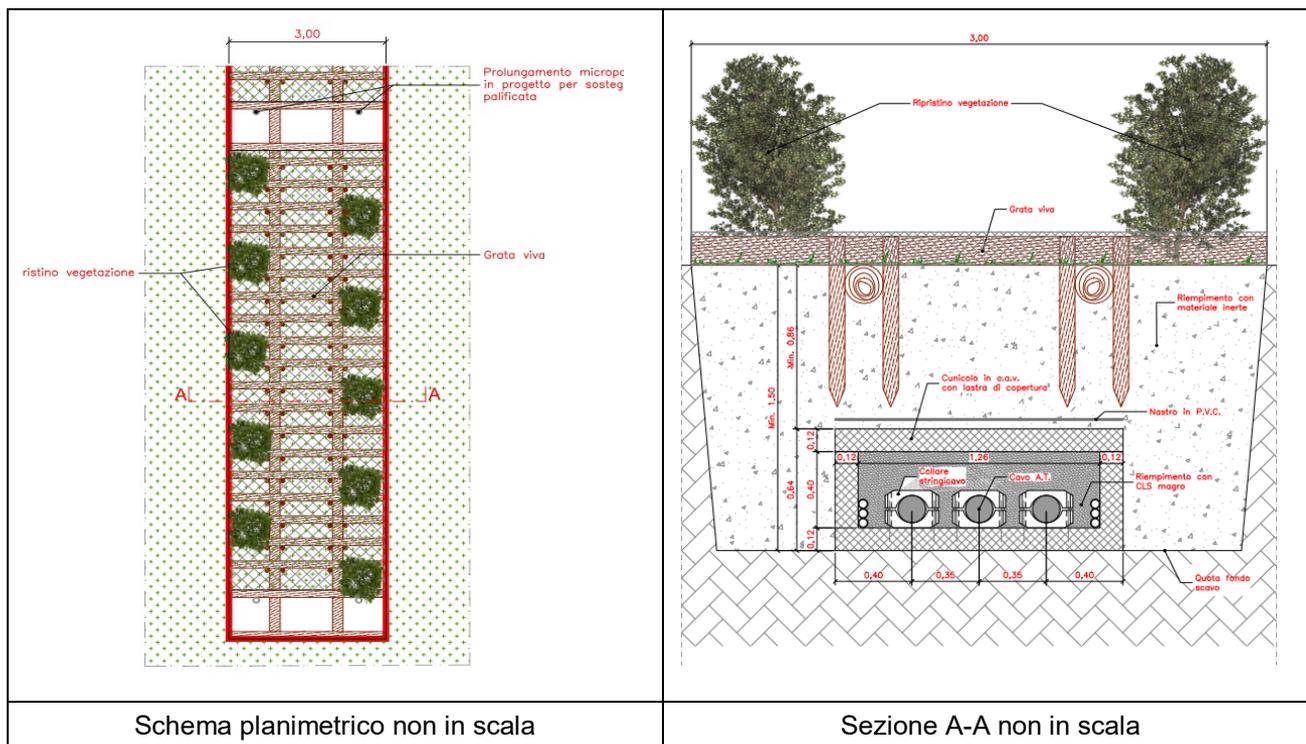
(Estratti non in scala dell'elaborato del PTO Utenza - G929_DEF_T_006_Ut_cunicolo_1-1_REV00)



Estratto cartografico non in scala – Inquadramento su ortofoto dell'area oggetto di ripristino



NOTA:
tutte le misure sono espresse in metri



4.6.2.4 Aree di cantiere dell'elettrodotto cavo sub-lacuale

Le attività di cantiere per la posa del cavo sub-lacuale saranno allocate nell'area cantiere dell'impianto di pompaggio: sarà necessario un accesso al lago tramite chiatta sulla quale saranno posti i macchinari necessari alla posa su fondale del cavo "sotto lacuale".

Tali attività saranno circoscritte e limitate nel tempo e, al termine della fase esecutiva, non sarà percepibile la presenza dei manufatti posati.

4.6.2.5 Aree di cantiere - demolizione di linee esistenti

L'intervento proposto prevede la realizzazione della futura stazione di trasformazione 380/150 kV in comune di Sanluri e la relativa connessione in entra/esci sulla linea 380 kV "Ittiri – Selargius", per sarà necessario demolire alcuni sostegni della linea 380 kV "Ittiri – Selargius".

Le dimensioni dei micro-cantieri tali demolizioni sono simili a quelli necessari per la realizzazione dei sostegni.

Le attività di smantellamento di linee esistenti si articolano nelle seguenti fasi:

- recupero dei conduttori, delle funi di guardia e degli armamenti;
- smontaggio della carpenteria metallica dei sostegni;
- demolizione delle fondazioni dei sostegni e trasporto a rifiuto dei materiali di risulta, lasciando le aree sgombre e ben sistemate così da evitare danni alle cose ed alle persone.

Recupero conduttori, funi di guardia ed armamenti

Tale attività prevede le seguenti operazioni:

- preparazione e montaggio delle opere provvisorie sulle strutture attraversate (impalcature, piantane, ...);
- taglio e recupero dei conduttori per singole tratte, anche piccole in eventuali situazioni critiche (attraversamento di linee elettriche, telefoniche, ferroviarie, ...), anche di natura tecnica (es. necessità di particolari metodologie di recupero conduttori su richiesta Terna; 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 rifiuti (anche speciali) provenienti dalle attività di smantellamento;
- taglio o potatura delle piante interferenti con l'attività, solo se strettamente necessario;
- risarcimento dei danni procurati sia ai fondi interessati dai lavori che ai fondi utilizzati per l'accesso ai sostegni.

Smontaggio della carpenteria metallica dei sostegni

Una specifica relazione, redatta prima dell'inizio dei lavori, individuerà, sostegno per sostegno, il metodo da impiegare per lo smontaggio della singola carpenteria metallica così da adottare tutte le misure di sicurezza per eliminare/ridurre i rischi connessi ad esempio alla vicinanza di strade, linee elettriche, linee telefoniche, case, linee ferroviarie.

L'attività si articola nelle seguenti operazioni:

- taglio delle strutture metalliche 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 rifiuti (anche speciali);
- 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.

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 m 1.5 dal piano di campagna in terreni agricoli a conduzione meccanizzata e su superfici urbanizzate e di 0.5 m in aree boschive ed in zone in pendio (se presenti).

La demolizione sarà eseguita con mezzi idonei alle zone interessate, adottando le idonee misure di sicurezza in presenza di aree abitate e nelle vicinanze ad esempio di strade, ferrovie, linee elettriche e telefoniche.

L'attività si articola nelle seguenti operazioni:

- 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);
- carico, trasporto e sistemazione del 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.

Fasi di smontaggio di un sostegno: immagini esemplificative



INTERVENTO DI RIPRISTINO DEI LUOGHI



Le superfici su cui insistevano gli elettrodotti smantellati, al termine dei lavori, saranno ripristinate allo stato originario mediante interventi atti a riportare lo status pedologico e delle fitocenosi in una condizione il più possibile vicina a quella ante - operam.

Il ripristino delle aree di lavorazione si articola nelle seguenti operazioni:

- pulizia delle aree interferite con asportazione di eventuali rifiuti e/o residui di lavorazione;
- stesura di uno strato di terreno vegetale di spessore pari ad almeno cm 30;
- restituzione all'uso del suolo ante operam.

In caso di ripristino dell'uso agricolo non sono necessari ulteriori interventi.

In caso di ripristino di aree a pascolo o bosco si effettuerà un inerbimento mediante idrosemina di un miscuglio di specie erbacee autoctone ed eventuale piantumazione di specie arboree ed arbustive autoctone, assicurandosi della provenienza delle piante di vivaio (così da evitare l'uso di specie con caratteri di alloctonia nel patrimonio genetico che potrebbero renderle più vulnerabili a malattie e virus).

Il rifornimento del materiale vegetale sarà preferibilmente effettuato presso vivai forestali autorizzati dalla Regione.

4.6.2.6 Aree di cantiere - stazioni e area di transizione aereo/cavo

La realizzazione di una stazione elettrica si articola nelle seguenti fasi operative principali:

- organizzazione logistica ed allestimento del cantiere;
- realizzazione opere civili, apparecchiature elettriche, edifici e cavidotti di stazione;
- montaggi elettromeccanici delle apparecchiature elettriche;
- montaggi dei servizi ausiliari e generali;
- montaggi del spcc (sistema di protezione, comando e controllo) e telecontrollo;
- rimozione del cantiere.

L'area di cantiere è costituita dall'area su cui insisterà l'impianto.

I movimenti di terra per la realizzazione o l'ampliamento di una stazione elettrica consistono nelle seguenti operazioni:

- lavori civili di preparazione del terreno, ossia un eventuale sbancamento/riporto per ottenere un'area pianeggiante idonea al posizionamento della stazione;



- scavi necessari alla realizzazione delle opere di fondazione (edifici, portali, fondazioni, macchinario, torri faro, ...).

Nell'area di cantiere è prevista una zona adibita al deposito dei materiali ed al ricovero dei mezzi. L'approvvigionamento dei materiali sarà effettuato per fasi lavorative ed in tempi successivi così da minimizzare le dimensioni del suolo destinato a deposito ed evitare stoccaggi per lunghi periodi e, in genere, posizionati su lati estremi dell'area di cantiere.

Nelle fasi relative alle opere civili ed elettromeccaniche potranno essere impiegate mediamente circa 20 persone contemporanee: il cantiere impiegherà squadre specializzate nelle varie attività (opere di sottofondazione, apparecchiature ed edifici prefabbricati), che lavoreranno generalmente in tempi differenti con una minima sovrapposizione.

La realizzazione di una stazione elettrica prevede l'utilizzo dei seguenti macchinari:

- 3 autocarri pesanti da trasporto;
- 3 escavatori;
- 2 o 3 betoniere;
- 2 autogru gommate;
- 1 macchina battipalo o macchina trivellatrice.

Tutte le macchine e le attrezzature impiegate, oltre a rispettare le norme vigenti in materia di igiene e sicurezza, saranno utilizzate e mantenute in sicurezza secondo le norme di buona tecnica.

4.6.2.7 Ripristino delle aree di cantiere e di microcantiere

Nelle aree di cantiere, al termine della fase esecutiva, sono previste le seguenti attività di ripristino ambientale:

- pulizia delle aree interferite, con asportazione di eventuali rifiuti e/o residui di lavorazione;
- sistemazione finale dell'area così da restituire i luoghi, per quanto possibile, all'originale destinazione d'uso (agricolo, prato, bosco).

Si precisa che tutti gli interventi sono subordinati al consenso del proprietario del terreno ed all'osservanza delle condizioni di sicurezza previste in fase di realizzazione e manutenzione dell'impianto.

L'operazione base nei ripristini è rappresentata dall'inerbimento mediante la tecnica dell'idrosemina che fornisce una prima copertura utile per la difesa del terreno dall'erosione e per attivare i processi pedogenetici del suolo, minimizzando la colonizzazione da parte di specie infestanti.

Le specie da mettere a dimora negli interventi di ripristino e di inserimento paesaggistico sono scelte riferendosi alle serie dinamiche della vegetazione ed alle caratteristiche pedologiche del distretto geografico interessato, quindi in base ai seguenti criteri:

- botanici e fitosociologici: le specie sono individuate tra quelle autoctone sia per questioni ecologiche che per la capacità di attecchimento, individuando specie con caratteristiche di specifica complementarietà per creare associazioni vegetali ben equilibrate e stabili nel tempo;
- ecosistemici: le specie sono individuate in funzione della loro potenzialità di arricchimento della complessità biologica;
- agronomici ed economici: gli interventi sono calibrati in modo da contenere i lavori di realizzazione e le spese di manutenzione (potature, sfalci, irrigazioni, concimazione, diserbo).



Esempio di intervento di ripristino a prato (immagine di repertorio)



Esempio di interventi di rinaturalizzazione prima e dopo le attività di ripristino (immagine di repertorio)

4.6.2.8 Conclusioni

Le attività di cantiere producono alterazioni delle componenti strutturali del paesaggio e delle componenti visuali e percettive.

La sottrazione di suolo è temporanea e circoscritta alla fase di cantiere e, dopo la fase di costruzione, le aree impegnate dai cantieri sono ripristinate allo stato ante operam.

L'impatto sulla componente visuale e percettiva del paesaggio è determinato dall'inserimento sul territorio di elementi esterni che ne modificano la percezione: tale impatto – maggiore per i cantieri a ridosso delle viabilità principali – sarà comunque temporaneo perché limitato alla sola fase di realizzazione delle opere di progetto, infatti i luoghi interferiti saranno restituiti all'uso originario al termine dei lavori.

L'impatto, quindi, si può ritenere nel complesso poco significativo.

Per ulteriori dettagli si rimanda agli elaborati G929_SIA_R_006_Relazione paesaggistica, G929_SIA_T_015_Matrice degli impatti e G929_SIA_T_016_Valutazione degli impatti.



4.6.3 *Impatti in fase di esercizio*

4.6.3.1 *Approccio metodologico*

Gli **impatti sul paesaggio** delle trasformazioni proposte – ai sensi del D. lgs. 42/2004 e del DPCM 12/12/2005 – sono stati valutati verificando la **sensibilità paesaggistica del sito di inserimento** e **l'incidenza paesaggistica delle opere in progetto**.

4.6.3.1.1 *Sensibilità paesaggistica*

Secondo la metodologia utilizzata, il giudizio complessivo sulla sensibilità di un paesaggio deve tener conto di tre differenti modalità di valutazione:

- morfologico-strutturale;
- vedutistico;
- simbolico.

4.6.3.1.1.1 *Valutazione morfologico-strutturale*

Questo modo di valutazione considera la sensibilità del sito come appartenente a uno o più «sistemi» che strutturano l'organizzazione di quel territorio e di quel luogo, assumendo che tale condizione implichi determinate regole o cautele per gli interventi di trasformazione.

Normalmente qualunque sito partecipa a sistemi territoriali di interesse geo-morfologico, naturalistico e storico-insediativo, tuttavia la valutazione richiesta dovrà considerare se quel sito appartenga ad un ambito la cui qualità paesaggistica è prioritariamente definita dalla leggibilità e riconoscibilità di uno o più di questi «sistemi» e se, all'interno di quell'ambito, il sito stesso si collochi in posizione strategica per la conservazione di queste caratteristiche di leggibilità e riconoscibilità. Il sistema di appartenenza può essere di carattere strutturale, vale a dire connesso all'organizzazione fisica di quel territorio, e/o di carattere linguistico-culturale, e quindi riferibile ai caratteri formali (stilistici, tecnologici e materiali) dei diversi manufatti.

La qualità caratteristica di determinati paesaggi è spesso costituita proprio dalla particolare integrazione tra più sistemi.

La sensibilità morfologico-strutturale del sito può essere letta a diversi livelli:

- Livello sovralocale, che valuta le relazioni del sito di intervento con elementi significativi di un sistema che caratterizza un contesto più ampio di quello di rapporto immediato:
 - strutture morfologiche di particolare rilevanza nella configurazione di contesti paesaggistici: crinali, orli di terrazzi, sponde fluviali e lacuali, ...;
 - aree o elementi di rilevanza ambientale che intrattengono uno stretto rapporto relazionale con altri elementi nella composizione di sistemi di maggiore ampiezza: componenti dell'idrografia superficiale, corridoi verdi, aree protette, boschi, fontanili, ...;
 - componenti proprie dell'organizzazione del paesaggio agrario storico: terrazzamenti, maglie poderali segnate da alberature ed elementi irrigui, nuclei e manufatti rurali distribuiti secondo modalità riconoscibili e riconducibili a modelli culturali che strutturano il territorio agrario, ...;
 - elementi fondamentali della struttura insediativa storica: percorsi, canali, manufatti e opere d'arte, nuclei, edifici rilevanti (ville, abbazie, castelli e fortificazioni, ...);
 - testimonianze della cultura formale e materiale caratterizzanti un determinato ambito storico-geografico (es. quella valle o quel tratto di valle);
 - soluzioni stilistiche tipiche e originali, utilizzo di specifici materiali e tecniche costruttive (l'edilizia in pietra o in legno, i muretti a secco, ...), il trattamento degli spazi pubblici.
- Livello locale, che considera l'appartenenza o contiguità del sito di intervento con elementi propri dei sistemi qualificanti quel luogo specifico:
 - segni della morfologia del territorio: dislivello di quota, scarpata morfologica, elementi minori dell'idrografia superficiale, ...;
 - elementi naturalistico-ambientali significativi per quel luogo: alberature, monumenti naturali, fontanili o zone umide che non si legano a sistemi più ampi, aree verdi che svolgono un ruolo nodale nel sistema del verde locale, ...;
 - componenti del paesaggio agrario storico: filari, elementi della rete irrigua e relativi manufatti (chiuse, ponticelli, ...), percorsi poderali, nuclei e manufatti rurali, ...;



- elementi di interesse storico-artistico: centri e nuclei storici, monumenti, chiese e cappelle, mura storiche, ...;
- elementi di relazione fondamentali a livello locale: percorsi - anche minori - che collegano edifici storici di rilevanza pubblica, parchi urbani, elementi lineari - verdi o d'acqua - che costituiscono la connessione tra situazioni naturalistico-ambientali significative, «porte» del centro o nucleo urbano, stazioni ferroviarie, ...;
- vicinanza o appartenenza ad un luogo contraddistinto da un elevato livello di coerenza sotto il profilo linguistico, tipologico e d'immagine, situazione in genere più frequente nei piccoli nuclei, negli insediamenti montani e rurali e nelle residenze isolate, ma che potrebbe riguardare anche piazze o altri particolari luoghi pubblici.

4.6.3.1.1.2 Valutazione vedutistica

Premesso che il concetto di paesaggio è sempre fortemente connesso alla fruizione percettiva, non ovunque si può parlare di valori panoramici o di relazioni visive rilevanti. Il modo di valutazione vedutistico si applica dove si considera di particolare valore questo aspetto, in quanto si stabilisce tra osservatore e territorio un rapporto di significativa fruizione visiva per ampiezza (panoramicità), qualità del quadro paesaggistico percepito e particolarità delle relazioni visive tra due o più luoghi. La condizione di covisibilità, quindi, è fondamentale, ma non è sufficiente per definire la sensibilità «vedutistica» di un sito: non conta tanto, o perlomeno non solo, quanto si vede ma cosa si vede e da dove, infatti proprio in relazione a cosa si vede e da dove si può verificare il rischio potenziale di alterazione delle relazioni percettive per occlusione, interrompendo relazioni visive o impedendo la percezione di parti significative di una veduta, o per intrusione, includendo in un quadro visivo elementi estranei che ne abbassano la qualità paesaggistica.

- Chiavi di lettura a livello sovralocale, che valutano le caratteristiche del sito di intervento considerando le relazioni percettive che esso intrattiene con un intorno più ampio, dove la maggiore ampiezza può variare molto a seconda delle situazioni morfologiche del territorio:
 - siti collocati in posizioni morfologicamente emergenti e quindi visibili da un ampio ambito territoriale (l'unico rilievo in un paesaggio agrario di pianura, il crinale, l'isola o il promontorio in mezzo al lago, ...);
 - siti in contiguità con percorsi panoramici di spiccato valore, di elevata notorietà e/o di intensa fruizione, in posizione strategica rispetto alle possibilità di piena fruizione del panorama (rischio di occlusione);
 - appartenenza del sito ad una «veduta» significativa per integrità paesaggistica e/o per notorietà (la sponda del lago, il versante della montagna, la vista verso le cime, ...), verificando in questo caso il rischio di «intrusione»;
 - percepibilità del sito da tracciati (stradali, ferroviari, di navigazione, funivie) ad elevata percorrenza.
- Chiavi di lettura a livello locale, che si riferiscono principalmente a relazioni percettive che caratterizzano quel luogo:
 - il sito interferisce con un belvedere o con uno specifico punto panoramico;
 - il sito si colloca lungo un percorso locale di fruizione paesaggistico-ambientale (il percorso-vita nel bosco, la pista ciclabile lungo il fiume, il sentiero naturalistico, ...);
 - il sito interferisce con le relazioni visuali storicamente consolidate e rispettate tra punti significativi di quel territorio (il cono ottico tra santuario e piazza della chiesa, tra rocca e municipio, tra viale alberato e villa, ...);
 - adiacenza a tracciati (stradali, ferroviari) ad elevata percorrenza.

4.6.3.1.1.3 Valutazione simbolica

Questo modo di valutazione non considera tanto le strutture materiali o le modalità di percezione, quanto il valore simbolico che le comunità locali e sovralocali attribuiscono al luogo: ad esempio in quanto teatro di avvenimenti storici o leggendari o in quanto oggetto di celebrazioni letterarie, pittoriche o di culto popolare.

La valutazione considererà se la capacità di quel luogo di esprimere e rievocare pienamente i valori simbolici associati possa essere compromessa da interventi di trasformazione che, per forma o funzione, risultino inadeguati allo spirito del luogo.



- Chiavi di lettura a livello sovralocale, che considerano i valori assegnati a quel luogo non solo e non tanto dalla popolazione insediata, quanto da una collettività più ampia. Il grado di notorietà risulta spesso un indicatore significativo:
 - siti collocati in ambiti oggetto di celebrazioni letterarie (ambientazioni sedimentate nella memoria culturale, interpretazioni poetiche di paesaggi, diari di viaggio, ...) o artistiche (pittoriche, fotografiche e cinematografiche, ...) o storiche (luoghi di celebri battaglie, ...);
 - siti collocati in ambiti di elevata notorietà e di forte richiamo turistico per le loro qualità paesaggistiche (citazione in guide turistiche).
- Chiavi di lettura a livello locale, che considerano quei luoghi che, pur non essendo oggetto di (particolari) celebri citazioni, rivestono un ruolo rilevante nella definizione e nella consapevolezza dell'identità locale perché connessi a riti religiosi (percorsi processuali, cappelle votive, ...), ad eventi o ad usi civili (luoghi della memoria di avvenimenti locali, luoghi rievocativi di leggende e racconti popolari, luoghi di aggregazione e di riferimento per la popolazione insediata).

Si sottolinea che l'analisi proposta è finalizzata a valutare la sensibilità paesaggistica del sito in cui si collocherà l'opera in progetto, quindi, a livello sovralocale, si tratta di valutare se la trasformazione di quel sito può compromettere la leggibilità, la continuità o la riconoscibilità dei sistemi geomorfologici, naturalistici o storico insediativi che strutturano il territorio, alterandone o cancellandone segni importanti.

Il giudizio complessivo esprime sinteticamente la valutazione della sensibilità paesaggistica complessiva del sito, da definirsi non in modo deterministico, ma in base alla rilevanza assegnata ai diversi fattori analizzati.

Il grado di sensibilità paesaggistica (giudizio complessivo) è classificato con la seguente scala:

1 = Sensibilità paesaggistica molto bassa

2 = Sensibilità paesaggistica bassa

3 = Sensibilità paesaggistica media

4 = Sensibilità paesaggistica alta

5 = Sensibilità paesaggistica molto alta

4.6.3.1.2 Incidenza del progetto

L'analisi dell'incidenza del progetto è volta a valutare se l'intervento induce un cambiamento paesaggisticamente significativo a scala sia locale che sovralocale.

Il contesto sovralocale deve essere inteso non soltanto come «veduta» da lontano, ma anche come ambito di congruenza storico-culturale e stilistico, entro il quale sono presenti i valori di identità e specificità storica, culturale e linguistica caratterizzanti il territorio.

Determinare l'incidenza equivale a rispondere alle seguenti domande:

- la trasformazione proposta si pone in coerenza o in contrasto con le «regole» morfologiche e tipologiche di quel luogo?
- l'intervento conserva o compromette gli elementi fondamentali e riconoscibili dei sistemi morfologici territoriali che caratterizzano quell'ambito territoriale?
- quanto «pesa» il nuovo manufatto, in termini di ingombro visivo e contrasto cromatico, nel quadro paesaggistico considerato alle scale idonee e dai punti di vista appropriati?
- come si confronta, in termini di linguaggio architettonico e di riferimenti culturali, con il contesto ampio e con quello immediato?
- quali fattori di turbamento di ordine ambientale (paesaggisticamente rilevanti) introduce la trasformazione proposta?
- quale tipo di comunicazione o di messaggio simbolico trasmette l'intervento?
- la trasformazione si pone in contrasto o risulta coerente con i valori che la collettività ha assegnato a quel luogo?

Gli **aspetti dimensionali e compositivi** giocano spesso un ruolo fondamentale ai fini della valutazione dell'incidenza paesaggistica di un progetto: in generale la capacità di un intervento di modificare il paesaggio



(grado di incidenza) aumenta al crescere dell'ingombro dei manufatti previsti, tuttavia la dimensione importante sotto il profilo paesaggistico non quella assoluta, ma quella relativa, in rapporto sia ad altri edifici o ad altri oggetti presenti nel contesto che alla conformazione morfologica dei luoghi; inoltre, la dimensione percepita dipende anche molto da fattori qualitativi (come il colore, l'articolazione dei volumi e delle superfici ed il rapporto pieni/vuoti dei prospetti).

La valutazione qualitativa sintetica del grado di incidenza paesaggistica del progetto è espressa secondo la seguente classificazione:

- Incidenza paesaggistica molto bassa
- Incidenza paesaggistica bassa
- Incidenza paesaggistica media
- Incidenza paesaggistica alta
- Incidenza paesaggistica molto alta

Il giudizio complessivo esprime sinteticamente la valutazione del grado di incidenza del progetto, da definirsi non in modo deterministico, ma in base al peso assunto dai diversi aspetti progettuali analizzati.

Il grado di incidenza paesaggistica (giudizio complessivo) è classificato con la seguente scala:

- 1 = Incidenza paesaggistica molto bassa**
- 2 = Incidenza paesaggistica bassa**
- 3 = Incidenza paesaggistica media**
- 4 = Incidenza paesaggistica alta**
- 5 = Incidenza paesaggistica molto alta**

4.6.3.1.3 Determinazione del livello di impatto paesaggistico del progetto

L'impatto paesaggistico deriva dal prodotto tra i giudizi complessivi numerici relativi alla classe di sensibilità paesaggistica del sito ed al grado di incidenza paesaggistica del progetto:

- $\text{impatto} < 5$: il progetto è considerato ad impatto paesaggistico inferiore alla soglia di rilevanza (5) e potrebbe essere automaticamente giudicato accettabile sotto il profilo paesaggistico;
- $5 \leq \text{impatto} \leq 15$: il progetto è considerato ad impatto rilevante ma tollerabile (sopra la soglia di rilevanza 5, ma sotto la soglia di tolleranza 16) e deve essere esaminato per determinarne il «giudizio di impatto paesaggistico»;
- $\text{impatto} > 15$: l'impatto paesaggistico risulta oltre la soglia di tolleranza, pertanto il progetto è soggetto a valutazione di merito come tutti quelli oltre la soglia.



IMPATTO PAESAGGISTICO DEL PROGETTO					
	Grado di incidenza del progetto				
Classe di sensibilità del sito	1	2	3	4	5
5	5	10	15	20	25
4	4	8	12	16	20
3	3	6	9	12	15
2	2	4	6	8	10
1	1	2	3	4	5

4.6.3.2 Applicazione metodologica al sito in esame

4.6.3.2.1 Sensibilità paesaggistica del sito

4.6.3.2.1.1 Valutazione morfologico - strutturale

La valutazione paesaggistica morfologico - strutturale si basa sull'osservazione delle relazioni tra i nuovi manufatti e gli elementi di pregio del paesaggio sotto questo profilo specifico.

Le opere interessate dagli interventi si sviluppano su un territorio vasto, le cui caratteristiche possono essere semplificate in tre macro-aree:

- **Prima macro-area: dal Comune di Sanluri a quello di Mandas**

Le aree interessate dagli interventi hanno una morfologia che passa da sub-pianeggiante a leggermente mossa. Si tratta di territori agricoli destinati in prevalenza a seminativi non irrigui: si segnalano seminativi irrigui negli ambiti serviti dal Consorzio di Bonifica Sud Sardegna (tra Sanluri, Furtei e Villamar) e la presenza di pochi corsi d'acqua naturali e di alcuni canali artificiali funzionali all'attività agricola (alcuni segnalati a livello cartografico, ma poco evidenti nel sopralluogo in situ).

La vegetazione naturaliforme non è rigogliosa: si presenta sporadicamente a macchia di leopardo e lungo le sponde dei corsi d'acqua.

Nella zona di Villamar e Villanovafranca si segnala la presenza di coltivazioni più complesse, vigneti alternati ad uliveti e ad altre piante da frutto: qui la lottizzazione dei terreni agricoli è più fitta rispetto alla zona di Sanluri e Furtei dove i lotti di terreno sono vasti.

Tra Villanovafranca, Gesico ed Escolca il paesaggio è caratterizzato da piccole colline.

Il territorio presenta aree urbanizzate di piccole dimensioni, satelliti urbani collegati tra loro da arterie infrastrutturali di piccolo-medie dimensioni, mentre le campagne sono punteggiate da edifici agricoli sparsi.

In comune di Gesico si segnala Monte San Mauro, sulla cui sommità sorge l'omonima chiesa. La zona, particolarmente panoramica, rientra nella Rete Natura 2000: la ZSC ITB042237 Monte San Mauro.

Si segnala anche la presenza dell'enclave di San Simone (comune di Escolca): area che ospita l'omonimo paesino rurale, oggi disabitato.

Il territorio presenta una costellazione di manufatti di pregio storico-architettonico appartenenti ad epoche storiche differenti: alcuni sono beni dichiarati di interesse culturale con decreto di vincolo,



altri sono segnalati, censiti e tutelati dal Piano Paesaggistico Regionale e vincolati ai sensi del D. lgs 42/2004.

▪ **Seconda macro-area: dal Comune di Mandas al Comune di Orroli**

I territori diventano più mossi in questo tratto, in alcuni punti collinari.

Le zone urbanizzate si alzano di quota sviluppandosi di solito su aree emergenti: Serri, Nurri ed Orroli si estendono su terrazzi geomorfologicamente panoramici.

Si segnalano altopiani basaltici tra cui Monte Guzzini: a 743 m.s.l.m. si innalza al di sopra delle colline circostanti, facendo da spartiacque tra il bacino del Flumini Mannu e quello del Flumendosa. Il rilievo è caratterizzato da una superficie pianeggiante di circa 7 Km² con pendenze dallo 0 al 10% circondata da ripide scarpate, infatti la sezione superiore è costituita da colate basaltiche, mentre il territorio circostante è formato da depositi terrigeni meno resistenti al dilavamento.

Il territorio è punteggiato da manufatti di pregio storico-architettonico appartenenti ad epoche storiche differenti: alcuni sono beni dichiarati di interesse culturale con decreto di vincolo, altri sono segnalati, censiti e tutelati dal Piano Paesaggistico Regionale e vincolati ai sensi del D. lgs 42/2004.

▪ **Terza macro-area: i comuni di Orroli ed Esterzili**

La morfologia dell'area circostante l'invaso Flumendosa in oggetto è definita da rilievi con superfici pianeggianti intervallate da valli incise dall'idrografia recente nel basamento metamorfico.

Ad ovest del lago la geologia locale è caratterizzata dai basalti pliocenici che formano la Corona Arrubia, un rilievo debolmente inclinato che scende dal monte Pizziogu (761 m s.l.m., individuato come il principale centro eruttivo) da cui si sviluppa in senso radiale: i basalti formano un altipiano circondato da scarpate con pendenze elevate formatesi per erosione differenziale. Ad ovest l'altipiano è definito da un versante meno pendente caratterizzato da un reticolo idrografico dendritico che drena nel lago Mulargia.

Tra i comuni di Nurri e Orroli si segnala un edificio vulcanico di tipo "scudo islandese": la parte proximale al centro di emissione è rappresentata da un piccolo cono di scorie sepolto dalle colate, mentre il cratere non è riconoscibile.

Ad est del lago Flumendosa la morfologia è descritta da una superficie costituita dal Tacco Sa Pruna, che fa parte di un altipiano – con quote da 650 a 550 m s.l.m. e costituito da dolomie giurassiche – delimitato dalle valli del Flumendosa ad ovest e del Flumineddu ad est.

Il territorio è punteggiato da manufatti di pregio storico-architettonico appartenenti ad epoche storiche differenti: alcuni sono beni dichiarati di interesse culturale con decreto di vincolo, altri sono segnalati, censiti e tutelati dal Piano Paesaggistico Regionale e vincolati ai sensi del D. lgs 42/2004.

Tra questi si segnala il sito Nuraghe Arrubiu, di particolare interesse turistico e ricettivo: il complesso si estende nel territorio di Orroli per 5000 m².

4.6.3.2.1.2 Valutazione vedutistica

Le opere interessate dagli interventi si sviluppano su un territorio vasto, le cui caratteristiche possono essere semplificate in tre macro-aree:

▪ **Prima macro-area: dal Comune di Sanluri a quello di Mandas**

Le aree di intervento hanno una morfologia da sub-pianeggiante a leggermente mossa. Le aree collinari con forme poco pronunciate e particolarmente arrotondate sono limitate, infatti nelle vicinanze soltanto da alcune colline, distanti circa 3-5 km, si aprono visuali sul territorio circostante in più direzioni: tra queste il più significativo è Monte San Mauro (infatti in sommità è presente un belvedere), designato anche come ZSC ITB042237 Monte San Mauro.

In comune di Furti sono presenti emergenze collinari attraversati da percorsi di fruizione turistico-sportivi a media difficoltà.

Si evidenziano strade di interesse sovralocale quali la SS197, la SP42, la SP5 e la SP36.

▪ **Seconda macro-area: dal Comune di Mandas al Comune di Orroli**

Il territorio è più mosso rispetto alla macro-area precedente, in alcuni punti collinare. Gli abitati si alzano di quota e di solito si sviluppano su aree emergenti: Serri, Nurri ed Orroli si estendono su terrazzi geomorfologicamente panoramici. Le aree urbanizzate, predominanti rispetto al contesto più ampio, spesso presentano affacci e belvedere di interesse paesaggistico.

Un'attrattiva turistico-ricettiva e di valore panoramico è la ferrovia conosciuta come "Trenino Verde"; altre infrastrutture di particolare interesse sono la SS 198 e la SP 10, anche se trattasi di viabilità veloce.

L'ambito presenta l'altipiano basaltico di Monte Guzzini: un sito di particolare attrazione turistico-ricettiva.



- **Terza macro-area: i comuni di Orroli ed Esterzili**

I territori sono caratterizzati da altipiani basaltici circondati da scarpate con pendenze elevate formatesi per erosione differenziale: questa morfologia è particolarmente visibile dalla valle del Flumendosa dalla quale si osservano scarpate rocciose alte sino a 50 m che sovrastano il versante inciso dall'idrografia.

Il Lago Basso del Flumendosa rappresenta un'attrattiva sportiva e turistica: gli affacci sul lago sono apprezzabili da diversi camminamenti e percorsi panoramici; inoltre, si può attraversare l'invaso in battello poiché navigabile.

Si segnala il parco archeologico e botanico "De su Motti", raggiungibile dal centro storico di Orroli passando per la strada panoramica che sovrasta l'abitato.

Il territorio è attraversato, oltre che dal Trenino verde nell'abitato di Orroli, dalle SP 65 e SP 10 (che collega l'abitato di Orroli a quello di Escalaplano).

4.6.3.2.1.3 Valutazione simbolica

Le opere interessate dagli interventi si sviluppano su un territorio vasto, le cui caratteristiche possono essere semplificate in tre macro-aree:

- **Prima macro-area: dal Comune di Sanluri a quello di Mandas**

I territori di intervento presentano generalmente una buona valenza simbolica per la comunità insediata: siti di particolare valore simbolico sono il nucleo abitato di matrice agricola di San Simone (Enclave del Comune di Escolca) e Monte San Mauro con l'omonima area protetta.

Si segnalano anche alcuni elementi del paesaggio energetico contemporaneo che assumono valenza identitaria e simbolica il parco eolico che si estende tra Mandas e Gesico ed il nodo infrastrutturale energetico presente a Sanluri dove si intrecciano alcune delle principali reti elettriche RTN sarde (quali le linee elettriche Ittiri-Selargius, Villasor-Mogorella, Tuili-Villasor e Taloro-Villasor). Il territorio è punteggiato da manufatti di pregio storico-architettonico appartenenti ad epoche storiche differenti: alcuni sono beni dichiarati di interesse culturale con decreto di vincolo, altri sono segnalati, censiti e tutelati dal Piano Paesaggistico Regionale e vincolati ai sensi del D. lgs 42/2004. Tali manufatti, caratterizzanti il patrimonio storico e culturale territoriale, sono spesso percepiti dalla comunità come elementi ad alto valore simbolico.

- **Seconda macro-area: dal Comune di Mandas al Comune di Orroli**

I territori di intervento presentano generalmente una buona valenza simbolica per la comunità insediata: particolare valore simbolico può essere attribuito all'area di Fiera di Santa Lucia nel comune di Serri ed a Monte Guzzini in comune di Nurri.

L'area di Monte Guzzini è elemento del paesaggio di forte identità non solo geomorfologica ma soprattutto funzionale poiché ospita un grande parco eolico che ormai parte del paesaggio consolidato di valore simbolico. Si segnala inoltre la presenza dell'esistente Stazione Elettrica di Nurri e delle linee elettriche RTN "Nurri Stazione-Samatzai NK" e "Nurri Stazione-Isili" che definiscono il paesaggio energetico contemporaneo consolidato assumendo valore simbolico ed identitario.

Il territorio è punteggiato da manufatti di pregio storico-architettonico appartenenti ad epoche storiche differenti: alcuni sono beni dichiarati di interesse culturale con decreto di vincolo, altri sono segnalati, censiti e tutelati dal Piano Paesaggistico Regionale e vincolati ai sensi del D. lgs 42/2004. Tali manufatti, caratterizzanti il patrimonio storico e culturale territoriale, sono spesso percepiti dalla comunità come elementi ad alto valore simbolico.

- **Terza macro-area: i comuni di Orroli ed Esterzili**

L'ambito è caratterizzato dal bacino artificiale del Flumendosa che, oltre a contraddistinguere geomorfologicamente l'ambito, ha assunto un elevato valore identitario diventando attrazione e meta turistica.

Il territorio è punteggiato da manufatti di pregio storico-architettonico appartenenti ad epoche storiche differenti: alcuni sono beni dichiarati di interesse culturale con decreto di vincolo, altri sono segnalati, censiti e tutelati dal Piano Paesaggistico Regionale e vincolati ai sensi del D. lgs 42/2004. Tali manufatti, caratterizzanti il patrimonio storico e culturale territoriale, sono spesso percepiti dalla comunità come elementi ad alto valore simbolico: tra questi si rilevano Nuraghe Arrubiu (sito con valore simbolico sovralocale) ed il parco archeologico e botanico "De su Motti" ad Orroli.

Tra i comuni di Nurri e Orroli è presente un edificio vulcanico di tipo "scudo islandese", un elemento geomorfologico a valenza simbolica ed identitaria: la parte prossimale al centro di emissione è rappresentata da un piccolo cono di scorie sepolto dalle colate, mentre il cratere non è riconoscibile.



4.6.3.2.2 Incidenza del progetto - Elettrodotti aerei

Nel presente paragrafo è valutata l'incidenza degli elettrodotti aerei in progetto e in demolizione; nello specifico sono analizzate le seguenti opere:

- Elettrodotto aereo 380 kV ST "SE Nurri 2 - SU Taccu Sa Pruna";
- Elettrodotto aereo 380 kV ST "SE Sanluri - SE Nurri 2" - Nord;
- Elettrodotto aereo 380 kV ST "SE Sanluri - SE Nurri 2" - Sud;
- Raccordo aereo 380 kV ST "Ittiri - SE Sanluri";
- Raccordo aereo 380 kV ST "SE Sanluri - Selargius";
- Demolizione tratto di linea 380 kV ST "Ittiri - Selargius".

4.6.3.2.2.1 *Incidenza morfologica e tipologica*

Il progetto proposto non comporta modifiche alle forme naturali del paesaggio o al reticolo idrografico, sia naturale che artificiale: la tipologia dei manufatti non è compatibile con i caratteri naturali del luogo, tuttavia l'opera non risulta in netto contrasto con la situazione attuale del territorio esaminato, interessato infatti da linee elettriche aeree, stazioni elettriche ed elementi tipici del paesaggio contemporaneo dell'energia quali parchi eolici e fotovoltaici.

Le opere in progetto, inoltre, non interferiscono significativamente con aree boscate e non insistono su soprassuoli a bosco o pascolo percorsi dal fuoco.

4.6.3.2.2.2 *Incidenza linguistica*

L'opera non è coerente con i caratteri linguistici tradizionali del luogo pur non risultando in netto contrasto con lo stato attuale del territorio esaminato, interessato infatti da linee elettriche aeree, stazioni elettriche ed elementi tipici del paesaggio contemporaneo dell'energia quali parchi eolici e fotovoltaici.

4.6.3.2.2.3 *Incidenza visiva*

Gli elettrodotti aerei in progetto, costituiti da elementi emergenti dal terreno, produrranno un'interferenza visiva sul paesaggio, tuttavia l'ubicazione dei tracciati è stata scelta così da evitare gli elementi di maggior valore paesaggistico e le aree più fruite, infatti non si prevede ingombro delle visuali rilevanti o modifiche sostanziali nel profilo dell'orizzonte.

Le caratteristiche orografiche del territorio, inoltre, contribuiscono al naturale mascheramento delle opere in progetto. La visibilità delle linee elettriche varia in base alla posizione dell'osservatore.

La vegetazione esistente, dove presente, ha una funzione di quinta naturale mitigando l'impatto visivo.

4.6.3.2.2.4 *Incidenza ambientale*

Le linee elettriche in progetto non attraversano aree protette e/o tutelate o siti della Rete Natura 2000, pertanto l'incidenza ambientale delle opere è irrilevante.

4.6.3.2.2.5 *Incidenza simbolica*

Il progetto attraversa territori dove sono presenti luoghi cui la comunità attribuisce un alto valore simbolico quali il nucleo disabitato di San Simone (comune di Escolca), Monte Guzzini (Nurri), elemento di forte identità non solo geomorfologica ma soprattutto funzionale, il bacino artificiale del Flumendosa, che ha assunto un elevato valore identitario diventando attrazione e meta turistica, e Nuraghe Arrubiu, noto manufatto archeologico di elevato valore storico.

Le opere proposte, tuttavia, non creano perturbazioni tali da comprometterne il valore simbolico che rimane inalterato.

4.6.3.2.3 Incidenza del progetto – Elettrodotto interrato

Nel presente paragrafo è valutata l'incidenza dell'elettrodotto interrato appartenente alle opere di utenza: Elettrodotto 380 kV in cavo interrato "SE Nurri 2 - SU Taccu Sa Pruna"

4.6.3.2.3.1 *Incidenza morfologica e tipologica*

L'analisi del progetto proposto evidenzia che l'intervento non comporta modifiche alle forme naturali del paesaggio o al reticolo idrografico, sia naturale che artificiale.



La realizzazione di 200 m circa di pista di cantiere fino a bordo lago, dove sarà realizzato l'attraversamento dell'invaso con posa di un cavo sub-lacuale fino alla sponda ovest in comune di Nurri, creerà delle modeste perturbazioni che saranno immediatamente ripristinate una volta terminati i lavori di scavo.

La risalita verso il versante sarà realizzata tramite una posa in cunicolo, fino a portarsi in quota ed accedere alla strada esistente proseguendo in cavo fino all'area di transizione aereo-cavo posto nel comune di Orroli.

Lo scavo relativo al "cunicolo" – necessario per la posa in zona di massima pendenza sulla pendice ovest del lago – avrà una larghezza massima di 1.6 m e renderà necessario un taglio dell'impianto vegetazionale, comunque, al termine delle attività di cantiere, le aree interferite saranno ripristinate e sarà effettuato il reimpianto vegetativo con specie autoctone compatibili con il contesto così da restituire i luoghi allo stato originario.

4.6.3.2.3.2 *Incidenza linguistica*

L'intervento non è coerente con i caratteri linguistici tradizionali del luogo, ma, trattandosi di opere in cavo interrato realizzate quindi in ipogeo, non saranno percepibili modifiche ai caratteri linguistici del sito una volta terminati i lavori e ripristinato lo stato dei luoghi a regola d'arte.

4.6.3.2.3.3 *Incidenza visiva*

Le opere in progetto non produrranno un'interferenza visiva in quanto, realizzate in ipogeo, non saranno percepibili in superficie. Le momentanee perturbazioni delle aree in fase di cantiere, inoltre, saranno risolte con il ripristino allo stato originario dei luoghi al termine delle operazioni di scavo.

4.6.3.2.3.4 *Incidenza ambientale*

Le linee elettriche in progetto non attraversano aree protette e/o tutelate o siti della Rete Natura 2000, pertanto l'incidenza ambientale delle opere è irrilevante.

4.6.3.2.3.5 *Incidenza simbolica*

Il progetto attraversa territori in cui sono presenti luoghi cui la comunità attribuisce un alto valore simbolico, come il bacino artificiale del Flumendosa – che ha assunto un elevato valore identitario diventando attrazione e meta turistica – ed il vicino manufatto archeologico noto come Nuraghe Arrubiu, tuttavia le opere non creano perturbazioni tali da comprometterne il valore simbolico che rimane inalterato.

4.6.3.2.4 *Incidenza del progetto – Cavo sublacuale*

Nel presente paragrafo è valutata l'incidenza del cavo sublacuale appartenente alle opere di utenza: Elettrodotto 380 kV in cavo sublacuale "SE Nurri 2 - SU Taccu Sa Pruna".

4.6.3.2.4.1 *Incidenza morfologica e tipologica*

Il cavo sub-lacuale sarà posato sul fondo del lago avendo cura di evitare perturbazioni e movimentazioni che possano influire sulle caratteristiche morfologiche del sito.

4.6.3.2.4.2 *Incidenza linguistica*

L'opera non è coerente con i caratteri linguistici tradizionali del luogo, ma, trattandosi di un manufatto posizionato sul fondale del lago e quindi non percepibile in superficie, l'incidenza linguistica dell'opera risulta comunque poco significativa.

4.6.3.2.4.3 *Incidenza visiva*

Le opere in progetto non comporteranno un'interferenza visiva poiché, posati sul fondo del lago, non saranno visibili: l'incidenza visiva delle opere, pertanto, è irrilevante.

4.6.3.2.4.4 *Incidenza ambientale*

Le linee elettriche in progetto non attraversano aree protette e/o tutelate o siti della Rete Natura 2000, pertanto l'incidenza ambientale delle opere è irrilevante.

4.6.3.2.4.5 *Incidenza simbolica*

Il progetto attraversa territori in cui sono presenti luoghi cui la comunità attribuisce un alto valore simbolico, come il bacino artificiale del Flumendosa che ha assunto un elevato valore identitario diventando attrazione



e meta turistica, tuttavia le opere non creano perturbazioni tali da comprometterne il valore simbolico che rimane inalterato.

4.6.3.2.5 *Incidenza del progetto – Stazioni elettriche*

Nel presente paragrafo è valutata l'incidenza delle stazioni elettriche e dell'area di transizione aereo-cavo in progetto; nello specifico sono analizzate le seguenti opere:

- Stazione Elettrica 380/150 kV "SE Sanluri" ed opere civili;
- Stazione Elettrica 380/150 kV "Nurri 2" ed opere civili;
- Area di transizione aereo-cavo.

4.6.3.2.5.1 *Incidenza morfologica e tipologica*

L'ubicazione di una SE a 380 kV è subordinata all'individuazione di aree idonee alla collocazione dell'impianto in termini sia tecnici che ambientali e paesaggistici.

L'area di progetto deve presentare i requisiti dimensionali ed infrastrutturali idonei ad ospitare l'impianto, tali da minimizzare la realizzazione di piste di cantiere, strade di accesso e sbancamenti e, di conseguenza, il carico ambientale ed il consumo di suolo.

Le nuove SE in progetto saranno realizzate con la tecnica scavo riporto, che riutilizza in sito il materiale escavato per adattare i riempimenti all'orografia del terreno. La realizzazione di scarpate intorno all'area stazione, inoltre, favorisce la mitigazione visiva del manufatto, il cui inserimento paesaggistico può essere ulteriormente migliorato con l'impianto di vegetazione autoctona e tipica del luogo.

4.6.3.2.5.2 *Incidenza linguistica*

Le opere non sono coerenti con i caratteri linguistici tradizionali del luogo anche se la scelta di materiali, colori e soluzioni architettoniche dei manufatti civili interni alla SE contribuisce al miglior inserimento paesaggistico dell'opera: l'eventuale utilizzo di un rivestimento in pietra locale per i manufatti civili compresi nelle SE e nell'area di transizione aereo/cavo può migliorarne l'inserimento nel contesto paesaggistico.

4.6.3.2.5.3 *Incidenza visiva*

Le opere in oggetto, a causa del contesto orografico e vegetazionale in cui sono inserite, risultano potenzialmente visibili anche da notevole distanza ed in differenti prospettive (v. la Carta dell'Intervisibilità prodotta a supporto della Relazione Paesaggistica): in fase di SIA e di PTO sono state previste opere di mitigazione ambientale per minimizzare l'incidenza visiva delle opere, in particolare l'utilizzazione di materiali, colori e soluzioni architettoniche dei manufatti civili interni alla SE coerenti con il contesto dei luoghi e la realizzazione di fasce lungo il perimetro delle nuove Stazioni Elettriche con vegetazione disposta secondo schemi quanto più possibili naturaliformi (impiegando specie che faranno riferimento a stadi della serie dinamica della vegetazione potenziale dei siti di intervento, quindi ecologicamente coerenti e tipiche dei contesti locali).

4.6.3.2.5.4 *Incidenza ambientale*

Le opere in progetto non attraversano aree protette e/o tutelate o siti della Rete Natura 2000, pertanto l'incidenza ambientale delle opere è irrilevante.

4.6.3.2.5.5 *Incidenza simbolica*

Le opere non creano perturbazioni tali da compromettere il valore simbolico degli elementi caratterizzanti il territorio circostante.



4.6.3.3 Impatti sul paesaggio delle trasformazioni proposte

L'impatto del progetto sul paesaggio è stato valutato per alcuni punti di attenzione rappresentativi del territorio di analisi che coincidono con gli ambiti vincolati ai sensi del D. lgs. 42/2004 e/o con elementi di particolare interesse/valore paesaggistico o caratterizzanti il grado di fruizione del paesaggio, in particolare:

- nuclei abitati o frazioni prospicienti le aree interessate dal progetto o situati in zone dalle quali le nuove infrastrutture siano maggiormente visibili;
- strade a media o elevata percorrenza (strade provinciali e strade statali) lungo le quali il guidatore di passaggio incrocia nel proprio "cono di vista" l'opera in progetto;
- punti panoramici di consolidato valore paesaggistico o punti noti simbolicamente rilevanti.

Di seguito sono riportati i punti di attenzione scelti con le relative codifica ed ubicazione:

Identificativo punto	Coordinate	Comune	Descrizione
PV01	E: 493859 N: 4381790	Sanluri	Bosco e corso d'acqua Riu Sassuni
PV02	E: 495423 N: 4381472	Furtei	Strada Statale 197
PV03	E: 500758 N: 4385153	Villamar	Strada comunale Villamar Gesico
PV04	E: 504925 N: 4389349	Escolca	San Simone
PV05	E: 507575 N: 4389199	Mandas	Parco eolico
PV06	E: 512637 N: 4394852	Serri	Punto panoramico
PV07	E: 514880 N: 43949	Serri	Strada Statale 198
PV08	E: 517805 N: 4396136	Nurri	Chiesa Sant'Antonio
PV09	E: 520068 N: 4395070	Nurri	Strada provinciale 10
PV10	E: 515509 N: 4397873	Nurri	Strada vicinale Carritroxiu
PV11	E: 522850 N: 4392874	Orroli	Strada vicinale Funtana Spidu

L'impatto paesaggistico su ciascun punto di attenzione è stato valutato in una specifica scheda monografica, a cui si rimanda, che riporta le componenti del paesaggio, la sensibilità paesaggistica del sito e l'incidenza del progetto.



4.6.3.4 Valutazione dell'impatto paesaggistico del progetto

Nei paragrafi precedenti è stato analizzato l'impatto paesaggistico del progetto, costituito dai seguenti interventi:

- Elettrodotti aerei
 - Elettrodotto aereo 380 kV ST "SE Nurri 2 - SU Taccu Sa Pruna"
 - Elettrodotto aereo 380 kV ST "SE Sanluri - SE Nurri 2" - Nord
 - Elettrodotto aereo 380 kV ST "SE Sanluri - SE Nurri 2" – Sud
 - Raccordo aereo 380 kV ST "Ittiri - SE Sanluri"
 - Raccordo aereo 380 kV ST "SE Sanluri - Selargius"
 - Demolizione tratto di linea 380 kV ST "Ittiri - Selargius"
- Elettrodotto interrato
 - Elettrodotto 380 kV in cavo sublacuale "SE Nurri 2 - SU Taccu Sa Pruna"
- Cavo sublacuale
 - Elettrodotto 380 kV in cavo sublacuale "SE Nurri 2 - SU Taccu Sa Pruna"
- Stazioni elettriche
 - Stazione Elettrica 380/150 kV "SE Sanluri" ed opere civili
 - Stazione Elettrica 380/150 kV "Nurri 2" ed opere civili
 - Area di transizione aereo-cavo

Tale valutazione è stata effettuata, applicando la metodologia proposta, per ogni punto visuale nelle specifiche schede monografiche.

Di seguito si riportano i risultati della valutazione di impatto paesaggistico del progetto sui punti di attenzione individuati, corrispondenti alle aree maggiormente sensibili in termini paesaggistici del territorio di analisi (quei luoghi maggiormente fruiti dalla comunità, locale e non, poiché ubicati lungo percorsi panoramici e/o a più elevata percorrenza).

Identificativo punto	Coordinate	Comune	Descrizione	Grado di sensibilità del sito	Grado di incidenza del progetto	Impatto paesistico
PV01	E: 493859 N: 4381790	Sanluri	Bosco e corso d'acqua Riu Sassuni	3	4	12
PV02	E: 495423 N: 4381472	Furtei	Strada Statale 197	3	4	12
PV03	E: 500758 N: 4385153	Villamar	Strada comunale Villamar Gesico	3	5	15
PV04	E: 504925 N: 4389349	Escolca	San Simone	3	4	12
PV05	E: 507575 N: 4389199	Mandas	Parco eolico	3	4	12
PV06	E: 512637 N: 4394852	Serri	Punto panoramico	3	3	9
PV07	E: 514880 N: 43949	Serri	Strada Statale 198	3	4	12
PV08	E: 517805 N: 4396136	Nurri	Chiesa Sant'Antonio	4	2	8



Identificativo punto	Coordinate	Comune	Descrizione	Grado di sensibilità del sito	Grado di incidenza del progetto	Impatto paesistico
PV09	E: 520068 N: 4395070	Nurri	Strada provinciale 10	3	3	9
PV10	E: 515509 N: 4397873	Nurri	Strada vicinale Carritroxu	3	5	15
PV11	E: 522850 N: 4392874	Orroli	Strada vicinale Funtana Spidu	5	3	15

L'impatto paesaggistico del progetto risulta sotto la soglia di tolleranza (16) in tutti i PV esaminati, pertanto l'intervento risulta compatibile con la natura e la valenza paesaggistica dei luoghi interessati dalle opere: in particolare, risulta non rilevante per gli elettrodotti in cavo interrato ed in cavo sublacuale e significativo per gli elettrodotti aerei e le stazioni elettriche.

Tali livelli di impatto, tuttavia, non considerano le misure di mitigazione già messe in atto in fase progettuale che rendono compatibile l'intervento con il contesto paesaggistico:

- la scelta di un tracciato, oltre che tecnicamente fattibile, paesaggisticamente accettabile, quindi tale da non influire direttamente su elementi ad elevata sensibilità (monumenti storici, punti panoramici di rilevanza consolidata, ...) e da discostarsi il più possibile dagli elementi del paesaggio a maggior valenza e dalle aree maggiormente fruite (soprattutto nuclei abitati e strade ad elevata percorrenza);
- l'utilizzo di tralicci a struttura reticolare verniciati con un colore neutro in particolare nella parte alta;
- l'utilizzo di forme, materiali e colori per le centrali elettriche che richiamano le strutture esistenti sul territorio circostante.

Per ulteriori dettagli si rimanda agli elaborati G929_SIA_R_006_Relazione paesaggistica, G929_SIA_T_015_Matrice degli impatti e G929_SIA_T_016_Valutazione degli impatti.



4.7 RUMORE

4.7.1 Impatti in fase di cantiere

L'impatto del rumore in fase di cantiere sarà principalmente legato alle seguenti fonti:

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

Tali lavorazioni saranno di brevissima durata (al massimo 2/3 settimane per ciascun sostegno), pertanto non apporteranno un significativo impatto negativo sulla componente.

La tabella che segue riepiloga la struttura del cantiere tipo, le attività svolte presso ogni area, le relative durate ed i rispettivi macchinari utilizzati con l'indicazione della loro contemporaneità di funzionamento presso la stessa area di lavoro. Si specifica che sono indicati i macchinari utilizzati direttamente nel ciclo produttivo, mentre non vengono segnalati gli automezzi in dotazione per il trasporto del personale che, presso le aree di lavoro, restano inutilizzati.

AREA CENTRALE O CAMPO BASE				
Area di cantiere	Attività svolte	Macchinari/Automezzi	Durata	Contemporaneità macchinari/automezzi in funzione
Area centrale o Campo base	Carico/scarico materiali e attrezzature Movimentazione materiali e attrezzature Formazione colli e pre-montaggio di parti strutturali	Autocarro con gru Autogru Carrello elevatore Compressore/generatore	Tutta la durata dei lavori	I macchinari/automezzi sono utilizzati singolarmente a fasi alterne, mentre la contemporaneità massima di funzionamento è prevista in ca. 2 ore/giorno

AREE ELETTRODOTTO AEREO E STAZIONE ELETTRICA				
Area di cantiere	Attività svolte	Macchinari/Automezzi	Durata media attività-ore/gg di funzionamento macchinari	Contemporaneità macchinari/automezzi in funzione
Aree sostegno	Attività preliminari: tracciamenti, recinzioni, spianamento, pulizia		1 g	-
	Movimenti terra, scavo di fondazione	Escavatore, generatore per pompe acqua (eventuale)	2 gg –6 ore	-
	Montaggio tronco base del sostegno	Autocarro con gru (oppure autogru o similare),	3 gg –2 ore	-
	Casseratura e armatura di fondazione	autobetoniera,	1 g –2 ore	-



	Getto calcestruzzo di fondazione	generatore	1 g –5 ore	-
	Disarmo		1 g	-
	Rinterro scavi, posa impianto di messa a terra	Escavatore	1 g continuativa	-
	Montaggio a piè d'opera del sostegno	Autocarro con gru (o autogru o simile)	4 gg –6 ore	-
	Montaggio in opera del sostegno	Autocarro con gru	4 gg –1 ore	-
		Autogru o argano di sollevamento	3 gg –4 ore	
Movimentazione conduttori	Autocarro con gru (o autogru o simile), argano di manovra	2 gg –2 ore	-	
Aree di linea	Stendimento conduttori/recupero conduttori esistenti	Argano/freno	8 gg –4 ore	Contemporaneità massima di funzionamento prevista in 2 ore/giorno
		Autocarro con gru (o autogru o simile)	8 gg –2 ore	
		Argano di manovra	8 gg –1 ore	
	Lavori in genere afferenti la tesatura: ormeggi, giunzioni, movimentazione conduttori varie	Autocarro con gru (o autogru o simili)	2 gg –2 ore	-
		Argano di manovra	2 gg –1 ore	
	Realizzazione opere provvisoriale di protezione e loro ripiegamento	Autocarro con gru (o autogru o simile)	1 g –4 ore	-
	Sistemazione/spianamento aree di lavoro/realizzazione vie di accesso	Escavatore	1 g –4 ore	-
Autocarro		1 g –1 ore		

AREA CAVIDOTTO				
	Attività svolta	Macchinari e automezzi	Durata media attività – ore/gg di funzionamento macchinari	Contemporaneità macchinari/automezzi in funzione
Area cavo interrato	Attività preliminari: tracciamenti, recinzioni e pulizia		1 g	
	Scavo trincea	Escavatore, eventuali elettropompe e demolitori, autocarro	20 gg	
	Microtunneling (eventuale)	Fresa, martinetti idraulici ed eventuali elettropompe	10 m/gg	



	Trivellazione Orizzontale Controllata	Trivella ed eventuale elettropompe	30 m/gg per ogni fase	
	Posa cavo	Argano Autogru/autocarro	3 gg 1 g - 2 ore	
	Reinterro	Escavatore, autocarro	5 gg	
	Esecuzioni giunzioni	Escavatore Eventuali elettropompe, Gruppo elettrogeno	2 gg –4 ore 5 gg	

Si riporta, inoltre, l'elenco degli automezzi e dei macchinari/mezzi d'opera utilizzati solitamente nel ciclo produttivo.

TIPOLOGIA	QUANTITÀ
Autocarro/autocarro con gru	2
Autobetoniera	1
Autogru	2
Sollevatore telescopico	1
Trattore/dumper	2
Autoveicolo promiscuo tipo pick-up	2
Autoveicolo promiscuo tipo Daily	2
Escavatore	2
Pala meccanica	1
Tensionatore A/F	2
Argano di manovra	2
Compressore	2
Generatore	2
Trivellatrici per pali di fondazione ²	1

L'operazione di trasporto dei materiali ed il funzionamento delle principali attrezzature di cantiere producono rumore, tuttavia si tratta di attività temporanee e di breve durata (al massimo quattro giorni per le aree di microcantiere) e mai contemporanee su piazzole adiacenti così da evitare sovrapposizioni.

Al montaggio del sostegno, invece, sono associate interferenze trascurabili con il contesto.

Nella tabella seguente si riportano i livelli di pressione sonori di letteratura emessi dai principali macchinari e mezzi d'opera di un cantiere in esercizio.

² Solo dove previsti



MACCHINARI E MEZZI D'OPERA	LIVELLI SONORI MIN- MAX E TIPICI A 15.2 m
Autocarri	83-93 88 dB(A)
Betoniere	75-88 85 dB(A)
Caricatori, dumper	72-84 84 dB(A)
Compressori	75-87 81 dB(A)
Escavatori	72-93 85 dB(A)
Generatori	72-88 81 dB(A)
Gru semoventi	76-87 83 dB(A)
Gru (derrik)	86-88 88 dB(A)
Imbollunatrici	84-88 85 dB(A)
Macchine trivellatrici	96-107 96 dB(A)
Martelli pneumatici	84-88 85 dB(A)
Pavimentatrici	86-96 89 dB(A)
Pompe	68-72 71 dB(A)
Rullo compressore	73-74 74 dB(A)
Ruspe, livellatrici	80-93 85 dB(A)
Trattori	76-96 85 dB(A)

I dati contenuti nella tabella precedente vengono di seguito implementati con i livelli acustici misurati, nel corso di indagini fotometriche, in cantieri simili a quelli di progetto, afferenti alle specifiche lavorazioni di realizzazione di micropali e di fondazioni:

ATTIVITÀ	DURATA DELL'ATTIVITÀ	LIVELLO EQUIVALENTE MISURATO (dBA)
Lavorazioni micropali	Circa 3 ore	70
Lavorazioni fondazioni	8 ore	61

Le emissioni acustiche prodotte presso ogni microcantiere, la cui durata media è di circa un mese e mezzo compresi i tempi di inattività, possono essere così dettagliate:

DURATA	ATTIVITÀ	ASSENZA/PRESENZA DI RUMORE	EVENTUALE USO ELICOTTERO
1 g	Predisposizione area (taglio piante)	Presenza	-
2-3 gg	Scavi	Presenza	Elicottero trasporto materiali
7-10 gg	Trivellazioni	Presenza	-
1-2 gg	Posa barre,	-	Elicottero trasporto barre



	iniezione malta		e malta
7 gg	Maturazione iniezioni, prova su un micropalo	-	-
1 g	Prove su un micropalo/tirante	-	-
1 g	Montaggio base sostegno	-	Elicottero trasporto carpenteria
1 g	Montaggio gabbie di armature	-	Elicottero trasporto gabbie
1 g	Getto fondazione	-	Elicottero trasporto calcestruzzo
7-15 gg	Maturazione calcestruzzo		-
5-7 gg	Montaggio sostegno	-	Elicottero trasporto carpenteria

La stima riportata si riferisce ad un sostegno 380 kV con medie difficoltà di accesso: i tempi possono ridursi per aree di cantiere accessibili e per la costruzione di linee a tensione minore. Si specifica inoltre che:

- Le operazioni che prevedono la maggior emissione di rumore all'interno di ciascun microcantiere hanno durata non superiore a circa 2-3 giorni (realizzazione delle fondazioni per le nuove linee aeree e demolizione dei sostegni per le vecchie linee in dismissione);
- I lavori di realizzazione dei cavi interrati producono emissioni di rumore paragonabili a quelle dei microcantieri per le linee aeree, sia per la durata che per i mezzi utilizzati, ma, trattandosi di cantieri mobili, le perturbazioni non insistono mai sulla stessa area per più di pochi giorni;
- L'utilizzo dell'elicottero è limitato, nei casi più gravosi, a circa 6 ore per ciascun microcantiere, suddivise indicativamente in voli della durata media di 2-3 minuti;
- La durata media dei lavori di realizzazione della stazione elettrica è di qualche mese, ma le operazioni di massima rumorosità si concentreranno nel primo mese (fase di site preparation).

Per quanto riguarda l'utilizzo dell'elicottero, sono disponibili livelli acustici misurati da indagini fonometriche eseguite in cantieri simili a quelli di progetto. Si specifica che il valore considerato è già particolarmente cautelativo, in quanto l'elicottero Erickson viene utilizzato per il trasporto di interi sostegni montati e non per il solo trasporto dei materiali, pertanto si può affermare, con ragionevole certezza, che tale valore sia superiore alla rumorosità prodotta da un elicottero standard.

ELICOTTERO	ATTIVITÀ	DURATA DELL'ATTIVITÀ	DISTANZA DAL PUNTO DI MISURE	LIVELLO EQUIVALENTE MISURATO (dBA)
Erickson	Montaggio sostegno	Circa 5 minuti	100 metri	88
		Circa 30 minuti	Da 280 metri a 1230 metri	83

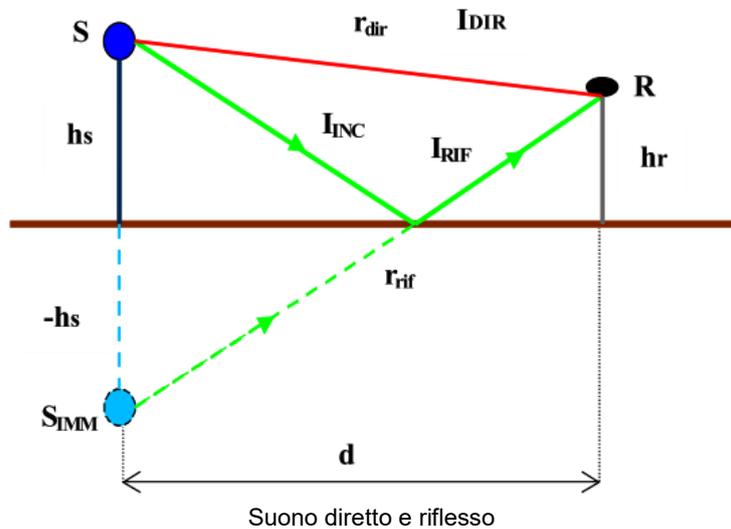
L'interferenza delle opere con i potenziali recettori sensibili presenti sul territorio è stata valutata, cautelativamente, calcolando la distanza alla quale in corrispondenza del potenziale ricevitore si registra un valore di livello acustico pari a **45 dB (valore limite di emissione diurno per la Classe I – Aree particolarmente protette)**.

Di seguito sono riportate delle nozioni teoriche ed i calcoli eseguiti per il calcolo di tale distanza, applicabili alle aree di cantiere base ed alle aree di microcantiere in fase di costruzione e di demolizione.



Il suono emesso da una sorgente puntiforme si propaga con un fronte d'onda sferico. Se la sorgente è puntiforme e la propagazione avviene in campo libero, l'energia che si propaga resta in prima approssimazione costante, mentre la densità sonora diminuisce e si distribuisce su una superficie sempre maggiore con un'attenuazione di 6 dB per ogni raddoppio di distanza.

Nella realtà il campo di propagazione non è mai completamente libero, ma si ha una serie di fattori che aumentano o diminuiscono il livello sonoro, primo fra tutti il terreno che, quando colpita da un'onda sonora, la riflette.



Il livello sonoro che arriva al ricevitore, quindi, è dato dalla somma del livello diretto (L_{DIR}) e del livello riflesso (L_{RIF}).

$$L_{DIR} = L_w + 10 \log \frac{Q_{DIR}}{4 \pi r_{DIR}^2}$$

$$L_{RIF} = L_w + 10 \log \frac{Q_{RIF}(1 - \alpha)}{4 \pi r_{RIF}^2}$$

dove:

- L_w : livello di potenza della sorgente;
- Q_{DIR} e Q_{RIF} : coefficienti di direttività (se entrambi sono uguali a 1 si ha una sorgente omnidirezionale);
- α : coefficiente acustico del terreno, dove $\alpha > 0$ poiché il terreno porta ad una perdita di energia;
- r_{DIR} e r_{RIF} : funzione di d distanza in pianta tra la sorgente e il ricevitore, di h_s altezza della sorgente e di h_R altezza del ricevitore.

$$r_{DIR} = \sqrt{d^2 + (h_s - h_R)^2}$$

$$r_{RIF} = \sqrt{d^2 + (h_s + h_R)^2}$$

Per sommare i due livelli sonori L_{DIR} e L_{RIF} occorre determinare se la sorgente è coerente o incoerente. Nel caso delle sorgenti incoerenti si ha la somma dei due livelli:

$$L_{TOT} = 10 \log \left(10^{L_{DIR}/10} + 10^{L_{RIF}/10} \right)$$

Definito il livello sonoro totale, è opportuno tenere conto dei fenomeni di attenuazione:

A_1 : assorbimento del mezzo di propagazione;

A_2 : presenza di precipitazioni (pioggia, neve o nebbia);



A_3 : presenza di gradienti di temperatura nel mezzo e/o di turbolenza (vento);

A_4 : assorbimento dovuto alle caratteristiche del terreno ed alla eventuale presenza di vegetazione;

A_5 : presenza di barriere naturali o artificiali.

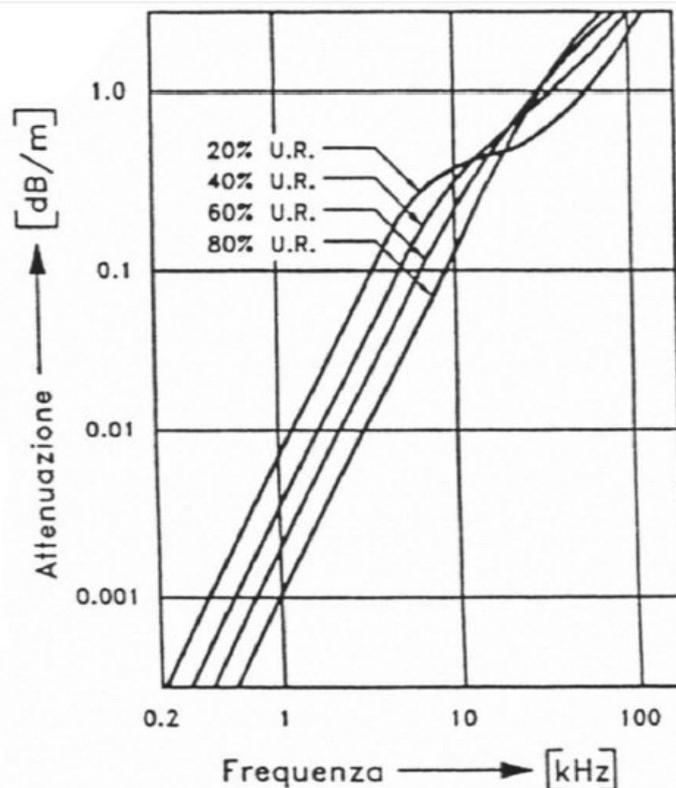
$$A = A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5$$

A_1 – Assorbimento del mezzo di propagazione

L'assorbimento è causato essenzialmente da due processi:

- dissipazione dell'energia dell'onda sonora per effetto della trasmissione di calore (diffusività termica) e per la viscosità dell'aria (di reale importanza solo per frequenze e temperature elevate);
- dissipazione per effetto dei movimenti rotazionali e vibrazionali che assumono le molecole di ossigeno e di azoto dell'aria sotto le azioni di compressione e rarefazione (dipendenza, oltre che dalla frequenza del suono, dalla temperatura e dall'umidità relativa dell'aria), che costituisce il contributo principale.

Il grafico seguente mostra che l'attenuazione aumenta con la frequenza e dipende da temperatura e umidità e che l'attenuazione aumenta, a temperature elevate, al diminuire dell'umidità relativa:



A_2 – Presenza di pioggia, neve o nebbia

Il gradiente di temperatura dell'aria o di velocità del vento (lungo la verticale rispetto al terreno) tende a essere modesto durante la pioggia, facilitando la trasmissione del suono rispetto ad una giornata fortemente soleggiata quando le disomogeneità micro meteorologiche possono essere significative, pertanto una corretta valutazione del fenomeno deve ricondursi a questa disomogeneità.

Inoltre, il rumore di fondo diminuisce sensibilmente in giornate di pioggia, nebbia o neve a causa della diminuzione del traffico veicolare.

A_3 – Presenza di gradienti di temperatura e/o turbolenza

- Effetto della temperatura: la velocità del suono è direttamente proporzionale alla temperatura, pertanto una variazione della temperatura comporta una variazione del raggio sonoro, che sarà soggetto a fenomeni di rifrazione così il percorso dell'onda sonora seguirà una traiettoria curvilinea.

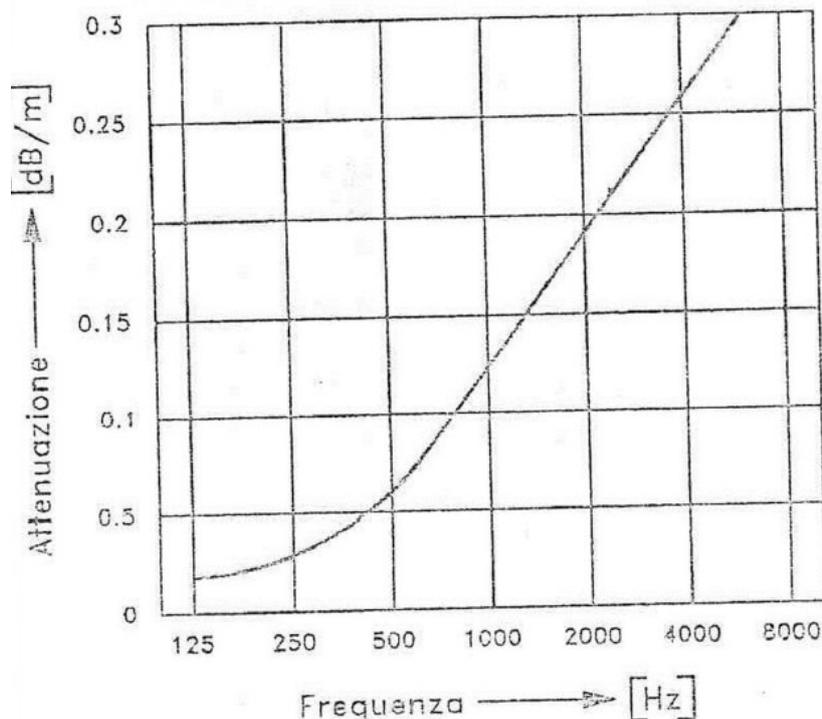


- Effetto del vento: la velocità di propagazione del suono può essere favorita o sfavorita dal gradiente verticale di velocità del vento, infatti la velocità della perturbazione in ogni punto della superficie d'onda sarà data dalla somma vettoriale della velocità di propagazione in aria calma e della velocità del vento in quel punto. Nel caso di un gradiente verticale positivo del vento (la sua velocità aumenta con la quota conservando la direzione), la velocità del suono aumenta nella direzione del vento ed i raggi sonori tenderanno a curvarsi verso il basso, mentre nella direzione opposta tenderanno verso l'alto.

A4 – Assorbimento dovuto al suolo ed alla eventuale presenza di vegetazione

La natura del terreno, la presenza di asperità o di prati, cespugli e alberi hanno grande importanza in riferimento a fenomeni di riflessione, rifrazione e assorbimento del suono.

Effetto di boschi cedui



Relazioni empiriche esprimono l'attenuazione in funzione dell'altezza efficace, che tiene conto della posizione reciproca sorgente – ricevitore: l'attenuazione diminuisce all'aumentare dell'altezza efficace perché aumenta l'angolo di incidenza rispetto al terreno.

L'attenuazione viene trascurata per distanze inferiori a 15 m ed altezze efficaci maggiori di 12.5.

Nel caso di ostacoli si ha:

$$A_4 = (G * 10) 10 \log_{10} \frac{r}{15} \quad \text{con } 0 \leq G = 0,75 \left(1 - \frac{h_e}{12,5}\right) \leq 0,66$$

A5 – Presenza di barriere naturali o artificiali

Una barriera acustica è una struttura naturale o artificiale interposta tra la sorgente ed il recettore che intercetta la linea di visione diretta tra questi due punti.

Di seguito si riporta una tabella con i calcoli eseguiti tenendo conto anche dell'attenuazione dovuta all'assorbimento del mezzo di propagazione e dell'attenuazione in funzione dell'altezza efficace.

Si precisa che:

- in via cautelativa è stato adottato un livello di potenza della sorgente pari a 110 dB;
- in via cautelativa non sono stati presi in considerazione gli effetti di attenuazione del rumore ascrivibili alla presenza di barriere naturali o artificiali, all'eventuale presenza di vegetazione, ai gradienti di temperatura ed alla presenza di pioggia o neve.



GRANDEZZA	VALORE	UNITÀ DI MISURA	DESCRIZIONE
h_s	1	m	Altezza dal suolo sorgente sonora
h_r	2	m	Altezza dal suolo recettore
d	232	m	Distanza dalla sorgente
Q_{DIR}	1	-	Coefficiente di direttività
Q_{RIF}	1	-	Coefficiente di direttività
α	0.2	-	Coefficiente acustico del terreno (0-1)
L_W	110	dB	Livello di potenza della sorgente
R_{DIR}	232.00	m	
R_{RIF}	232.02	m	
L_{DIR}	51.70	dB	Livello diretto
L_{RIF}	50.73	dB	Livello riflesso
L_{TOT}	54.25	dB	Livello totale
A_1	0.006	dB/m	Assorbimento mezzo di propagazione
h_e	1.5	m	Altezza efficace
G	0.66	-	$0 \leq G \leq 0.66$
A_4	7.86	-	Attenuazione in funzione dell'altezza efficace h_e
A_{4b}	0	dB/m	Assorbimento bosco ceduo
L_{TOT}	45.01	dB	Valore di livello acustico in corrispondenza del ricevitore

Dal calcolo risulta un valore di livello acustico pari a 45.01 dB, arrotondabile a 45 dB, ad una distanza dalla sorgente d pari a 232 m, approssimata cautelativamente a 235 m.

I potenziali recettori sensibili, pertanto, vanno ricercati all'interno di un buffer di 235 m dalle aree di cantiere tra le seguenti categorie di edifici:

- edifici commerciali;
- luoghi di culto;
- edifici ricreativi;
- sedi di: cliniche, attività culturali e sportive, forze dell'ordine, ospedali, poste, scuole, tribunali, uffici dell'amministrazione pubblica, servizi sanitari locali;
- servizi di trasporto;
- stazioni di polizia;
- stazioni marittime;
- strutture alberghiere;
- teatri ed auditorium.

Nello specifico, la consultazione delle planimetrie catastali ed il sopralluogo in loco non hanno evidenziato la presenza di recettori sensibili.

L'impatto residuo è, quindi, valutato complessivamente **NON RILEVANTE**.

L'impatto sarà ridotto dall'adozione di specifici accorgimenti (in fase sia di realizzazione che di dismissione dell'opera):



- impiego di mezzi, macchine ed attrezzature conformi alle direttive CE recepite dalla normativa nazionale; utilizzo per tutte le attrezzature, comprese quelle non considerate nella normativa nazionale vigente, di tutti gli accorgimenti tecnicamente disponibili per rendere meno rumoroso il loro uso (carterature, oculati posizionamenti nel cantiere, ...);
- verifica dei provvedimenti per la limitazione delle emissioni sonore conformi alla normativa vigente per i mezzi pesanti (procedure di collaudo, di omologazione e di certificazione che attestino la conformità dei mezzi d'opera alle prescrizioni relative ai livelli sonori ammissibili; marcatura dei prodotti e dei dispositivi attestante l'avvenuta omologazione);
- ottimizzazione del numero di trasporti previsti per l'elicottero e per i mezzi pesanti;
- accesso alle aree di cantiere prevalentemente dalle arterie viarie esistenti, in corrispondenza delle quali non sarà avvertito un aumento del traffico imputabile alla realizzazione dell'elettrodotto;
- utilizzo di un numero di automezzi mediamente limitato in fase di dismissione.

L'aumento del flusso veicolare e delle emissioni rumorose prodotte, pertanto, sono da ritenersi trascurabili e poco significativi sia in fase di cantiere che di dismissione.

Si sottolinea che le fasi di cantiere e di dismissione sono attività temporanee, pertanto le fonti di rumore introdotte nell'ambiente saranno percepite dalla popolazione per un periodo limitato rispetto alla vita nominale dell'opera.

Si sottolinea che le attività di cantiere sono temporanee, pertanto il proprietario dell'opera, in fase di apertura dei cantieri, si avvarrà della possibilità di operare in deroga ai limiti di legge ai sensi della Legge n. 447 del 26/10/1995 e s.m.i., art. 6.

4.7.2 *Impatti in fase di esercizio*

4.7.2.1 *Elettrodotti aerei*

Il rumore prodotto dagli elettrodotti in fase di esercizio deriva da due tipologie di effetti: l'effetto eolico e l'effetto corona.

L'effetto eolico deriva dall'interferenza del vento con i sostegni ed i conduttori: si tratta del rumore prodotto dall'azione di taglio che il vento esercita sui conduttori. Considerando che l'effetto eolico si manifesta solo in condizioni di venti forti (10-15 m/s) e quindi di elevata rumorosità di fondo, non sono disponibili dati sperimentali, pertanto si considera che il rumore di fondo, in tali condizioni atmosferiche, assuma valori tali da rendere praticamente trascurabile l'effetto del vento sulle strutture dell'opera. **Nell'area di studio, comunque, i venti non raggiungono mai velocità rilevanti, pertanto si può asserire che il disturbo derivante dall'effetto eolico debba essere considerato nullo e/o trascurabile.**

L'effetto corona consiste in un ronzio o crepitio udibile in prossimità degli elettrodotti ad alta tensione, generalmente in condizioni meteorologiche di forte umidità quali nebbia o pioggia, determinato dal campo elettrico presente nelle immediate vicinanze dei conduttori.

L'effetto corona è un fenomeno per cui una corrente elettrica fluisce tra un conduttore a potenziale elettrico elevato ad un fluido neutro circostante, generalmente aria. Il rumore ad esso associato, quindi, è dovuto alla ionizzazione dell'aria che circonda uno strato tubolare sottile, un conduttore elettricamente carico, e che, una volta ionizzata, diventa plasma e conduce elettricità. La ionizzazione si determina quando il valore del campo elettrico supera una soglia detta rigidità dielettrica dell'aria e si manifesta con una serie di scariche elettriche, che interessano unicamente la zona ionizzata e sono quindi circoscritte alla corona cilindrica in cui il valore del campo supera la rigidità dielettrica. La rigidità dielettrica dell'aria secca è di circa 3 MV/m, ma questo valore diminuisce sensibilmente in montagna (per la maggiore rarefazione dell'aria) e soprattutto in presenza di umidità e sporcizia. La differenza di potenziale per un conduttore cilindrico è più elevata alla superficie e si riduce progressivamente allontanandosi da essa, pertanto, a parità di voltaggio della corrente trasportata, l'effetto corona in un conduttore diminuisce all'aumentare del suo raggio, ovvero utilizzando una fascia di due o più conduttori disposti così da avere un raggio equivalente più elevato.

Una situazione particolarmente critica sugli elettrodotti può presentarsi in corrispondenza degli isolatori perché questi, se sporchi o bagnati, possono favorire sensibilmente l'innescio di scarico: ecco perché è in genere più facile avvertire il rumore associato all'effetto corona presso i tralicci piuttosto che lungo le linee. Tale problema è più evidente in zone industriali o comunque ad elevato inquinamento atmosferico.

Uno dei fenomeni più complessi conseguenti all'effetto corona è appunto il rumore: il riscaldamento prodotto dalla ionizzazione del fluido e delle scariche elettriche nella corona genera onde di pressione che si manifestano con il caratteristico "crepitio" tipico di ogni scarica elettrica. Nelle linee a corrente alternata, dove

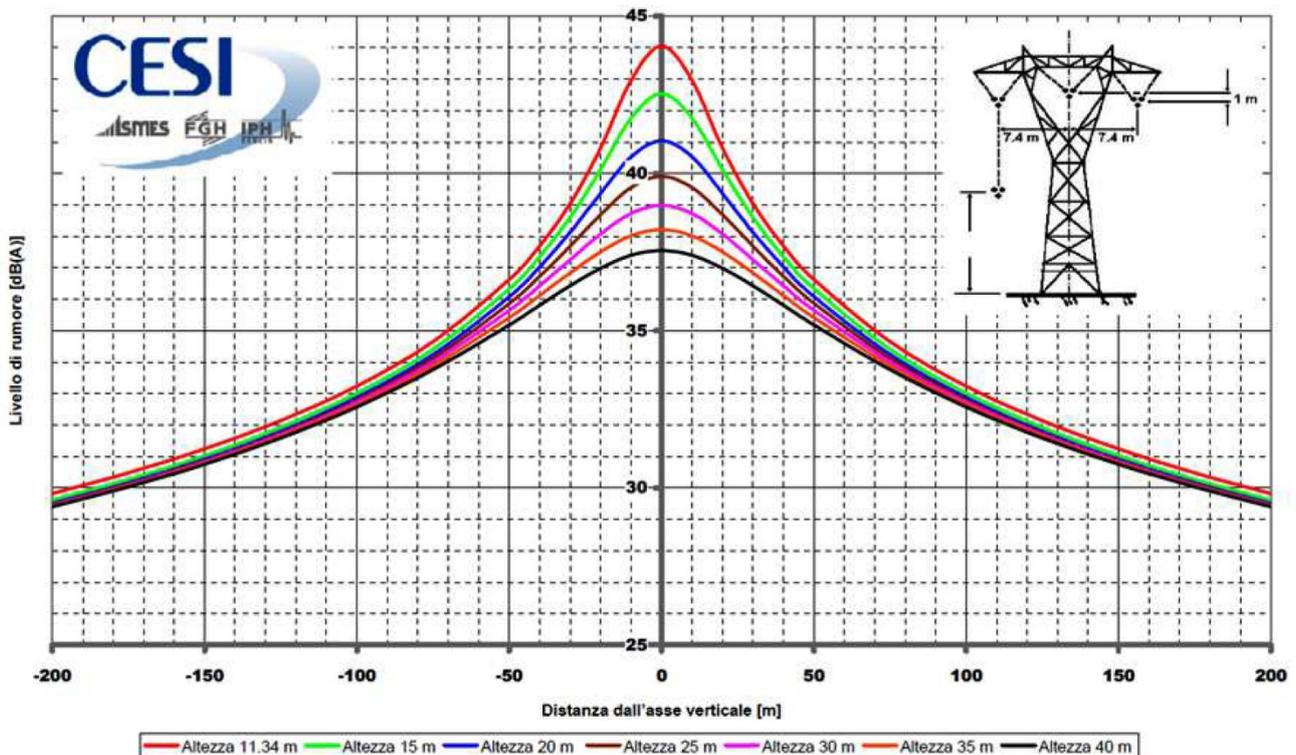


il campo elettrico si inverte di polarità passando per lo zero cento volte al secondo, anche i fenomeni di ionizzazione si innescano e disinnescono con questa cadenza, dando luogo ad una modulazione delle onde di pressione e quindi ad un rumore con una frequenza caratteristica appunto a 100 Hz: l'effetto si percepisce nelle immediate vicinanze dell'elettrodotto soprattutto se l'umidità dell'aria è elevata.

Di seguito si riportano i grafici di propagazione del rumore, per effetto corona, ascrivibili ad una tensione di 380 kV con conformazione in semplice terna a triangolo, sostegni di tipo N e conduttore singolo del diametro di 31.5 mm, nelle due casistiche di pioggia leggera e pioggia intensa.

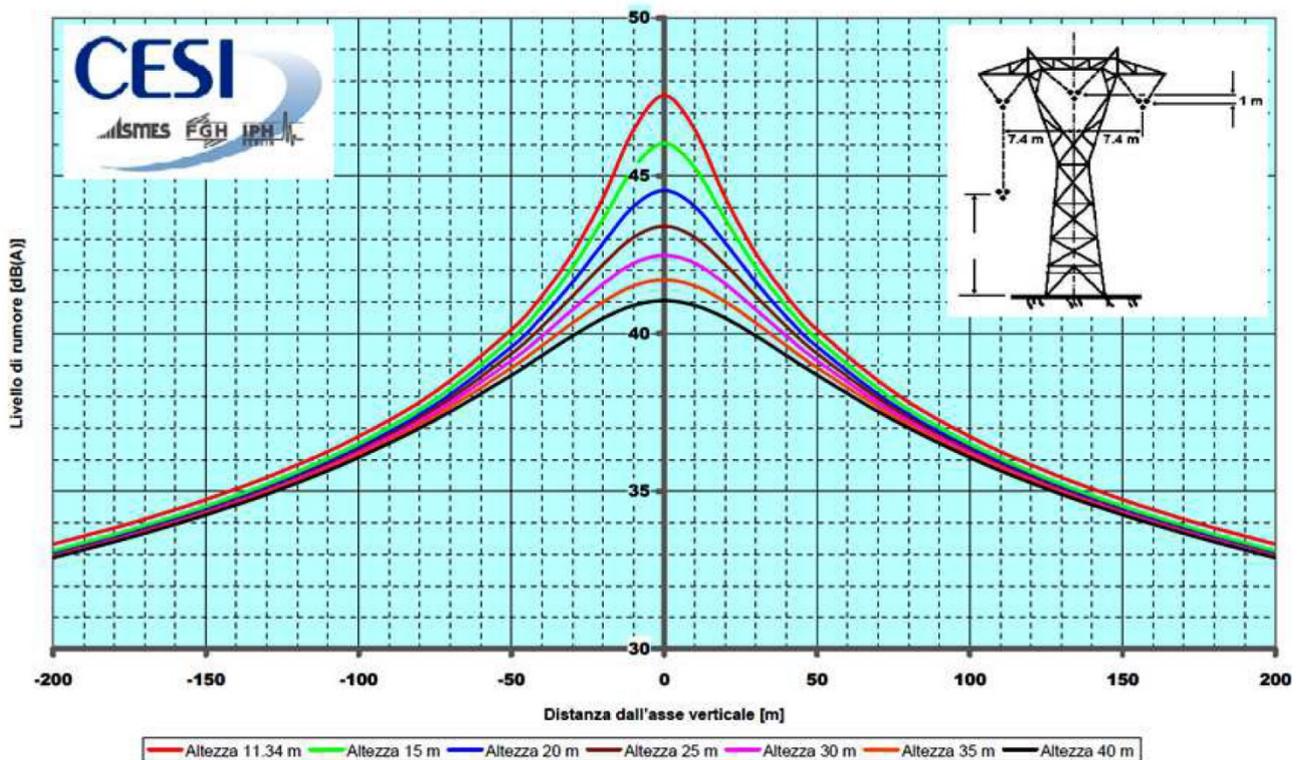
ELETTRODOTTI	
“SE Nurri 2 - SU Taccu Sa Pruna”	Linee a traliccio a 380 kV in Semplice Terna con conduttori ϕ 31.5 mm: ✓ Livello di rumore per effetto corona calcolato a 1.5 m dal suolo per L50 (pioggia leggera) ✓ Livello di rumore per effetto corona calcolato a 1.5 m dal suolo per L5 (pioggia intensa)
“SE Sanluri - SE Nurri 2 – Nord/Sud”	
Raccordo aereo 380 kV ST “Ittiri - SE Sanluri” Raccordo aereo 380 kV ST “SE Sanluri – Selargius”	

	Linea a traliccio a 380 kV – Semplice terna ad Y - Sostegno tipo N Fascio trinato di conduttori ACSR ϕ 31,5 mm	Codifica UX LC 960
	Livello di rumore L50 (pioggia leggera) per effetto corona calcolato a 1,5 m dal suolo	Rev. N°00 del 25/03/2011 Pag. 3 di 11





	Linea a traliccio a 380 kV – Semplice terna ad Y - Sostegno tipo N Fascio trinato di conduttori ACSR ϕ 31,5 mm Livello di rumore L5 (pioggia intensa) per effetto corona calcolato a 1,5 m dal suolo	Codifica UX LC 960	
		Rev. N°0 del 25/03/2011	Pag. 4 di 11



Si osserva che la situazione maggiormente cautelativa, in termini di emissioni sonore, si riscontra per sostegni aventi altezza dal suolo del conduttore più basso ed in condizioni di pioggia intensa.

Considerati i grafici sopra riportati e dato che il rumore prodotto dall'effetto corona ha maggiore intensità in condizioni di forte pioggia e quindi di elevata rumorosità di fondo, il rumore di fondo in tali condizioni atmosferiche assume valori tali da rendere praticamente trascurabile l'effetto corona.

Il confronto con i valori acustici relativi alla rumorosità di alcuni ambienti tipici (rurale, residenziale senza strade di comunicazione, suburbano con traffico, urbano con traffico, industriale) evidenzia che tale rumorosità ambientale è dello stesso ordine di grandezza, se non superiore, dei valori riportati nei grafici precedenti.

4.7.2.2 Stazioni Elettriche

Le stazioni sono prive di trasformatori, pertanto le apparecchiature costituiscono una modesta sorgente di rumore, esclusivamente in fase di manovra.

Nelle stazioni elettriche non sarà presente alcun tipo di macchinario statico o dinamico cosicché il rumore prodotto, considerato la realizzazione in aria, sarà sostanzialmente nullo. Le stazioni saranno comunque realizzate in ottemperanza alla normativa di legge vigente (L. n. 447 del 26/10/1995, DPCM 01/03/1991, DPCM 14/11/1997).

L'unica fonte di rumore è rappresentata dal gruppo elettrogeno, di tipo cofanato e silenziato, destinato a funzionare occasionalmente in condizioni di emergenza o di prova.

Per quanto sopra riportato, **l'impatto residuo è, quindi, valutato complessivamente NON RILEVANTE.**



Si può quindi concludere che le attività di esercizio non alterino significativamente il clima acustico della zona di intervento, pertanto non si prevedono particolari misure di mitigazione se non l'esecuzione delle opere a regola d'arte secondo le norme di buona tecnica e conforme alle normative vigenti.



4.8 VIBRAZIONI

La costruzione e l'esercizio di elettrodotti non comportano vibrazioni se non talora per l'eventuale realizzazione di tiranti in roccia; nel caso in esame si tratta comunque di un impatto limitato nella sua durata e trascurabile data la distanza dagli edifici e centri abitati.

Si consideri inoltre che:

- Il traffico di mezzi pesanti dall'area di cantiere base all'area di microcantiere interesserà sempre la viabilità principale e può essere considerato non significativo, sia per numero sia per durata e percorrenza dei viaggi, come riportato nella tabella seguente:

ATTIVITÀ	DA/A	STIMA LUNGEZZA MEDIA PERCORSO	MEZZO IMPIEGATO – N. MEZZI	N. VIAGGI – TEMPO DI RIFERIMENTO
Carico carpenteria, morsetteria, materiale vario	Cantiere base/microcantiere e ritorno	10/15 km	Camion - 1	2-8 h
Trasporto personale	Cantiere base/microcantiere e ritorno	10/15 km	Mezzi promiscui (furgone, pick-up) – 2	1-8 h
Trasferimento escavatore	Cantiere base/microcantiere e successivamente dal microcantiere al microcantiere contiguo	10/15 km 1 km	Autoarticolato – 1	1-7 gg
Trasferimento autogru	Cantiere base/microcantiere	10/15 km	Autogru - 1	1-7 gg
Trasferimento sonda per pali/micropali dove previsto	Cantiere base/microcantiere e successivamente dal microcantiere al microcantiere contiguo	10/15 km	Autoarticolato - 1	1-7 gg
Getto fondazioni	Impianto di betonaggio/microcantiere	20 km	Autobetoniera - 2	8 h ogni 4 gg

- Le lavorazioni all'interno delle aree di cantiere base, pur protrandosi per l'intera durata del cantiere, consisteranno essenzialmente nelle operazioni di carico e scarico dei materiali da inviare alle aree di microcantiere; tali attività, per numero e tipologia dei mezzi utilizzati, non possono essere considerate sorgenti di vibrazioni di livello significativo.

CANTIERE BASE			
Attività svolta	Macchinari/automezzi	Durata	Contemporaneità macchinari/automezzi in funzione
Carico/scarico materiali e attrezzature; Movimentazione materiali e attrezzature; Formazione colli e premontaggio di	Elicottero, autocarro con gru, autogru, carrello elevatore, compressore/generatore	Tutta la durata dei lavori	I macchinari/automezzi sono utilizzati singolarmente a fasi alterne, mentre la contemporaneità massima di funzionamento è prevista in ca. 3h/g



parti strutturali			
-------------------	--	--	--

- Le aree di cantiere base si localizzano principalmente in aree con destinazioni d'uso industriale e prossime alle infrastrutture viarie principali, sempre a distanze notevoli rispetto ai centri abitati;
- Per le aree di microcantiere:
 - le attività svolte non sono sorgente di vibrazioni rilevanti, infatti non è mai previsto l'utilizzo di mezzi comunemente indicati dalla letteratura scientifica come causa di possibili forti vibrazioni indotte nel terreno (quali rulli vibranti per la compattazione del terreno, battipali e martelli demolitori);
 - la durata media dell'attività di scavo per ogni sostegno è pari a circa 2 giorni non continuativi, per un totale di 8 ore di lavorazione per ogni microcantiere, pertanto il disturbo prodotto si può valutare come non significativo.

AREE SOSTEGNO			
Attività svolta	Macchinari/automezzi	Durata	Contemporaneità macchinari/automezzi in funzione
Trasporto materiali a e da area di intervento	Elicottero (eventuale), autocarro	2 gg – 2 ore	-
Attività preliminari: tracciamenti, recinzioni, spianamento, pulizia		1 g	
Movimento terra, scavo di fondazione	Escavatore, generatore per pompe acqua (eventuale)	2 gg – 6 ore	
Montaggio tronco base del sostegno	Autocarro con gru (o autogru o simile), autobetoniera, generatore	3 gg – 3 ore	
Casseratura e armatura fondazione		1 g – 2 ore	
Getto calcestruzzo di fondazione		1 g – 5 ore	
Disarmo		1 g	
Rinterro scavi, posa impianto di messa a terra	Escavatore	1 g cumulativo	
Montaggio a piè d'opera del sostegno	Autocarro con gru (o autogru o similare)	4 gg – 5 ore	
Montaggio in opera sostegno	Autocarro con gr	3 gg – 4 ore	
	Autogru, argano di sollevamento (in alternativa all'autogru/gru)		
Movimentazione conduttori	Autocarro con gru (o autogru o simile), argano di manovra	4 gg – 4 ore	

- Per l'area di cantiere afferente alle nuove stazioni elettriche, le attività svolte potrebbero produrre vibrazioni significative solo nell'eventuale fase di rullatura dei rilevati all'interno dell'area di lavoro,



tuttavia tale operazione avrebbe una durata trascurabile (pochi giorni) e si svolgerebbe lontano da possibili ricettori sensibili.

STAZIONE			
Attività svolta	Macchinari/automezzi	Durata	Contemporaneità macchinari/automezzi in funzione
Attività preliminari: tracciamenti, recinzioni, spianamento, pulizia		20 gg	-
Movimento terra, scavo di fondazione	Escavatore, generatore per pompe acqua (eventuale), camion	40 gg – 8 ore	
Opere civili: opere esterne	Gru, autobetoniera, generatore, camion, rullo compressore, escavatore	360 gg – 2 ore	
Opere civili: edifici		480 gg – 2 ore	
Forniture ed assemblaggio apparecchiature elettromeccaniche		348 gg – 5 ore	

- Per i cantieri relativi al cavidotto interrato ed agli elettrodotti aerei:
 - le attività svolte non sono sorgente di vibrazioni rilevanti, infatti non è mai previsto l'utilizzo di mezzi comunemente indicati dalla letteratura scientifica come causa di possibili forti vibrazioni indotte nel terreno (quali rulli vibranti per la compattazione del terreno, battipali e martelli demolitori);
 - la durata media dell'attività di scavo per la linea interrata è pari 20 giorni, tuttavia il cantiere sarà temporaneo e si sposterà progressivamente sul tracciato.

AREE DI LINEA			
Attività svolta	Macchinari/automezzi	Durata	Contemporaneità macchinari/automezzi in funzione
Stendimento conduttori/recupero conduttori esistenti	Argano/freno	8 gg – 6 ore	Contemporaneità massima di funzionamento prevista in 2 ore/giorno
	Autocarro con gr (o autogru o simile)	8 gg – 2 ore	
	Argano di manovra	8 gg – 6 ore	
Lavori in genere afferenti alla tesatura: ormeggi, giunzioni, movimentazione conduttori varie	Autocarro con gru (o autogru o simili)	2 gg – 2 ore	-
	Argano di manovra	2 gg – 1 ora	
Realizzazione opere provvisorie di protezione e loro ripiegamento	Autocarro con gru (o autogru o simile)	2 gg – 4 ore	
Sistemazione/spianamento	Escavatore	2 gg – 6 ore	



aree di lavoro/realizzazione vie di accesso	Elicottero	2 gg – 1 ora	
Scavo trincea	Escavatore, eventuali elettropompe e demolitori, autocarro	20 gg	-
Microtunneling (eventuale)	Fresa, martinetti idraulici ed eventuali elettropompe	10 m/gg	-
Trivellazione Orizzontale Controllata (eventuale)	Trivella ed eventuale elettropompe	30 m/gg per ogni fase	-
Posa cavo	Argano Autogru/autocarro	3 gg 1 g - 2 ore	-
Reinterro	Escavatore, autocarro	5 gg	-
Esecuzioni giunzioni	Escavatore Eventuali elettropompe, Gruppo elettrogeno	2 gg –4 ore 5 gg	-
Scavo trincea	Escavatore, eventuali elettropompe e demolitori, autocarro	20 gg	-

Dato la breve durata delle operazioni, l'impiego di mezzi ed attrezzature di cantiere comuni e la non contemporaneità dei mezzi impiegati, le emissioni di vibrazioni si ritengono trascurabili, per cui l'impatto risulta NON RILEVANTE.



4.9 RADIAZIONI IONIZZANTI E NON IONIZZANTI

4.9.1 Introduzione

La linea elettrica durante il suo normale funzionamento genera un campo elettrico ed un campo magnetico. Il primo è proporzionale alla tensione della linea stessa, mentre il secondo è proporzionale alla corrente che vi circola.

Nonostante l'intima correlazione tra campo elettrico e campo magnetico nel caso di bassissime frequenze (ad esempio 50 Hz), poiché le grandezze variano in modo relativamente lento nel tempo, i campi possono essere trattati come fenomeni indipendenti. La grandezza appena citata, la frequenza, è definibile come il numero di cicli al secondo con cui variano (sinusoidalmente) la corrente elettrica e conseguentemente le altre grandezze; essa contraddistingue tutte le svariate applicazioni e caratterizza fortemente anche le interazioni con gli organismi viventi. Tutte le applicazioni elettriche comportano la generazione di campi elettromagnetici, quindi non solo gli elettrodotti ma anche gli elettrodomestici, i videotermini, i trasmettitori radio e TV, le applicazioni elettromedicali, ed altre; vi sono inoltre molteplici fonti naturali di radiazioni elettromagnetiche quali il calore e la luce.

I campi elettromagnetici possono essere suddivisi in due classi primarie:

- le radiazioni non ionizzanti, che vanno dalle frequenze estremamente basse all'ultravioletto;
- le radiazioni ionizzanti (raggi X e raggi gamma).

Queste ultime sono caratterizzate dal fatto che hanno la proprietà di ionizzare molecole ed atomi, cioè di romperne i legami interni. Per quanto riguarda i campi non ionizzanti, nel caso della luce visibile, delle microonde e delle radiofrequenze, la quantità di energia trasportata può provocare il riscaldamento dei tessuti organici, mentre per i campi a bassissima frequenza, l'energia associata è del tutto trascurabile e, in una gamma di valori largamente comprendente quelli che si possono manifestare in luoghi frequentati da persone, non sono stati evidenziate influenze sugli organismi viventi da parte di questi ultimi.

La frequenza si esprime in Hertz (Hz), ossia il numero di cicli in un secondo. Il campo elettrico E che si instaura nello spazio circostante un conduttore in tensione, è normalmente misurato in volt al metro (V/m) o in suoi multipli come il kV/m, essendo il volt l'unità di misura della tensione elettrica. Il campo magnetico H generato nello spazio dalla corrente che percorre il conduttore suddetto è invece misurato in ampere al metro (A/m), essendo l'ampere l'unità di misura della corrente. Il campo magnetico è spesso espresso anche in termini di densità di flusso magnetico (o induzione magnetica) B per la quale l'unità di misura adottata internazionalmente è il Tesla (T), o i suoi sottomultipli come il mT (10^{-3} T), il μ T (10^{-6} T) ed il nT (10^{-9} T).

Con riferimento alle linee elettriche aeree, il valore massimo di induzione magnetica al suolo è variabile in funzione dell'intensità della corrente elettrica che percorre i conduttori, del tipo di sostegno e quindi dalla distanza fra i conduttori. Come il campo elettrico, anche quello magnetico è correlato alla distanza dai conduttori, diminuendo all'aumentare di questa, mentre varia in maniera direttamente proporzionale al valore di corrente. A differenza del campo elettrico, quello magnetico viene solo in modesta misura schermato da eventuali costruzioni. Anche il valore di induzione magnetica delle linee in cavo interrato è variabile in funzione dell'intensità della corrente elettrica che percorre i conduttori, della disposizione dei cavi e della loro mutua distanza. A differenza delle linee elettriche aeree quelle interrate, sono realizzate con cavi isolati. Questo permette la posa ravvicinata dei cavi stessi con notevole riduzione dei valori di induzione magnetica.

I valori dell'induzione magnetica, sia per le linee aeree che per quelle interrate, sono inoltre funzione della distanza del punto ricettivo rispetto alla linea. Maggiore è questa distanza, minore è il valore dell'induzione magnetica. A differenza del campo elettrico, l'induzione magnetica in una linea in cavo interrato, viene solo minimamente attenuata dalla schermatura metallica di questi.

Le sorgenti di campo elettromagnetico più significative per l'impatto prodotto sul territorio in termini di distribuzione spaziale dei livelli di emissione elettromagnetica sono gli impianti legati alla trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica (elettrodotti) per quanto riguarda i campi elettrici e magnetici ELF, e gli impianti che operano nel settore delle telecomunicazioni, per quanto riguarda i campi elettromagnetici RF. L'emissione di campo elettrico e magnetico (ELF) da parte degli elettrodotti costituisce un effetto secondario, indesiderato ma ineliminabile, dell'uso dell'elettricità.

Il paragrafo riguarderà le sole radiazioni non ionizzanti, perché sono le uniche emesse da un elettrodotto.

Le normative di riferimento nazionali sono il D.P.C.M. dell'8 luglio 2003 "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti", ed il DM 29 maggio



2008. (pubblicato in G.U. n. 156 del 05/07/2008 – Supplemento Ordinario n. 160) “Metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti”.

I valori indicati sono i seguenti:

- Limite di esposizione: 100 μ T per l'induzione magnetica e 5 kV/m per il campo elettrico, intesi come valori efficaci;
- Valore di attenzione: 10 μ T per l'induzione magnetica, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio, da osservare negli ambienti abitativi, nelle aree gioco per l'infanzia, nelle scuole ed in tutti quei luoghi dove si soggiorna per più di quattro ore al giorno;
- Obiettivo di qualità: 3 μ T per l'induzione magnetica, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio, che deve essere rispettato nella progettazione dei nuovi elettrodotti in corrispondenza degli ambienti e delle aree definiti al punto precedente e nella progettazione dei nuovi insediamenti e delle nuove aree di cui sopra in prossimità di linee ed installazioni elettriche esistenti.

L'applicazione della metodologia indicata nel decreto permette la definizione della distanza di prima approssimazione (DPA).

4.9.2 **Normativa di riferimento**

La normativa vigente prevede il calcolo delle “fasce di rispetto”, definite dalla Legge 22 febbraio 2001 n° 36, ovvero il volume racchiuso dalla curva isolivello a 3 microtesla (3 μ T), all'interno delle quali non è consentita alcuna destinazione di edifici ad uso residenziale, scolastico, sanitario, ovvero un uso che comporti una permanenza superiore a 4 ore, da determinare in conformità alla metodologia di cui al D.P.C.M. 08/07/2003.

La legge citata ha individuato ben tre livelli di esposizione ed ha affidato allo Stato il compito di determinarli e aggiornarli periodicamente in relazione agli impianti che possono comportare esposizione della popolazione a campi elettrici e magnetici con frequenze comprese tra 0 Hz e 300 GHz.

L'art. 3 della **Legge 36/2001** ha definito:

- *limite di esposizione*, il valore di campo elettromagnetico da osservare ai fini della tutela della salute da effetti acuti;
- *valore di attenzione*, come quel valore del campo elettromagnetico da osservare quale misura di cautela ai fini della protezione da possibili effetti a lungo termine;
- *obiettivo di qualità*, come criterio localizzativo e standard urbanistico, oltre che come valore di campo elettromagnetico ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione.

Tale legge quadro italiana (36/2001), come ricordato dal Comitato di esperti della Commissione Europea, è stata emanata nonostante le raccomandazioni del Consiglio dell'Unione Europea del 12/7/1999 sollecitassero gli Stati membri ad utilizzare le linee guida internazionali stabilite nel 1998 dall'ICNIRP (Commissione Internazionale per la Protezione dalle Radiazioni Non Ionizzanti). Tutti i paesi dell'Unione Europea hanno accettato il parere del Consiglio della UE, mentre l'Italia ha adottato misure più restrittive di quelle indicate dagli Organismi internazionali.

In esecuzione della predetta legge quadro, è stato infatti emanato il **D.P.C.M. 08.07.2003** “Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti.”, che ha fissato i limiti sopra riportati. È stato altresì esplicitamente chiarito che tali valori sono da intendersi come mediana di valori nell'arco delle 24 ore, in condizioni normali di esercizio. Si segnala come i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità stabiliti dal legislatore italiano siano rispettivamente 10 e 33 volte più bassi di quelli internazionali.



4.9.3 **Valutazione campo magnetico – Elettrodotti aerei**

4.9.3.1 Metodo di calcolo utilizzato

4.9.3.1.1 Linee aeree isolate

La metodologia di calcolo utilizzata è basata sull' algoritmo bidimensionale normalizzato nella CEI 211-4. In particolare il campo di induzione magnetica viene simulato utilizzando un algoritmo numerico basato sulla legge di Biot-Savart, mentre il campo elettrico viene simulato a mezzo di calcoli basati sul metodo delle cariche immaginarie.

Alla frequenza di rete (50 Hz), il regime elettrico è di tipo quasi stazionario, e ciò permette la trattazione separata degli effetti delle componenti del campo elettrico e del campo magnetico. Questi ultimi in un punto qualsiasi dello spazio in prossimità di un elettrodotto trifase sono le somme vettoriali dei campi originati da ciascuna delle tre fasi e sfasati fra loro di 120° . In questo caso il calcolo è bidimensionale, e viene modellizzato considerando conduttori di lunghezza infinita e con direzione perfettamente ortogonale al piano.

Per i calcoli è stato utilizzato il programma di simulazione "EMF Tools 4.2.2" sviluppato per TERNA dal CESI procedendo sia al calcolo della fascia di rispetto, e di conseguenza determinando la DPA, sia al calcolo del campo elettrico a 1 m dal suolo. Per tutte le simulazioni si farà riferimento alla configurazione geometrica dei conduttori maggiormente gravosa selezionata tra tutte le tipologie di sostegni utilizzate, che nel caso in esame è quella del sostegno di tipo CA.

4.9.3.1.2 Linee aeree AT con parallelismo

Nel caso di più linee aeree con asse linea parallelo il campo elettromagnetico tra le due linee è la somma vettoriale del campo generato da ciascuna di esse. Pertanto sarà necessario calcolare l'effetto combinato delle due linee, con direzione della corrente più sfavorevole, che coincide con la condizione di verso concorde. L'ampiezza della fascia di prima approssimazione in questo caso verrà calcolata mediante il software "EMF Tools 4.2.2" sviluppato per TERNA dal CESI, inserendo consecutivamente le due configurazioni geometriche dei conduttori di entrambe le linee, con le rispettive distanze planimetriche e considerando i franchi da terra pari a 12 m, trascurando a favore di sicurezza il dislivello altimetrico realmente esistente.

4.9.3.1.3 Linee aeree AT con cambi di direzione

Il Decreto del 29 maggio 2008 prevede che per le linee ad alta tensione con cambi di direzione sul piano orizzontale ci sia un incremento dell'estensione della fascia di rispetto, che è massimo sul piano verticale passante per la bisettrice dell'angolo tra le due campate.

La procedura prevista dal Decreto consiste nell'individuare sei coordinate sul piano orizzontale poste in corrispondenza del sostegno interessato dal cambio di direzione e dei sostegni rispettivamente precedente e successivo. La spezzata passante per i tre punti individuati delimitano il bordo "approssimato" della proiezione al suolo della fascia di rispetto posta all'interno e all'esterno dell'angolo di derivazione impostato.

Si riporta di seguito la procedura indicata nel DM

**PASSO 1**

Al variare dell'angolo di deviazione della linea (θ , espresso in gradi) si calcola l'estensione della fascia lungo la bisettrice all'interno dell'angolo tra le due campate ($\phi = 180 - \theta$) con la relazione riportata nella seconda colonna delle tabelle che seguono (linee a terna singola e a doppia terna ottimizzata e a doppia terna), in modo da individuare sulla bisettrice il punto più lontano dal sostegno, denominato $P_{INT\ bis}$ (vedi Figura 4 a,b,c).

PASSO 2

Si calcola l'estensione della fascia lungo la bisettrice all'esterno dell'angolo tra le due campate con la relazione riportata nella terza colonna della stessa tabella, in modo da individuare sulla bisettrice il punto più lontano dal sostegno, denominato: $P_{EXT\ bis}$

PASSO 3

Per il sostegno che precede il vertice dell'angolo e per il sostegno successivo si fissano, lungo il profilo trasversale passante per il centro del sostegno, i punti $P_{INT\ 1}$ e $P_{EXT\ 1}$ alla distanza dal centro del sostegno pari alla Dpa imperturbata.

PASSO 4

All'interno dell'angolo tra le due campate si congiunge $P_{INT\ 1}$ a $P_{INT\ bis}$ e $P_{INT\ bis}$ a $P_{INT\ 2}$ definendo così il bordo della fascia di rispetto per il lato interno all'angolo.

PASSO 5

All'esterno dell'angolo tra le due campate si congiunge $P_{EXT\ 1}$ a $P_{EXT\ bis}$ e $P_{EXT\ bis}$ a $P_{EXT\ 2}$ definendo così il bordo della fascia di rispetto per il lato esterno all'angolo.

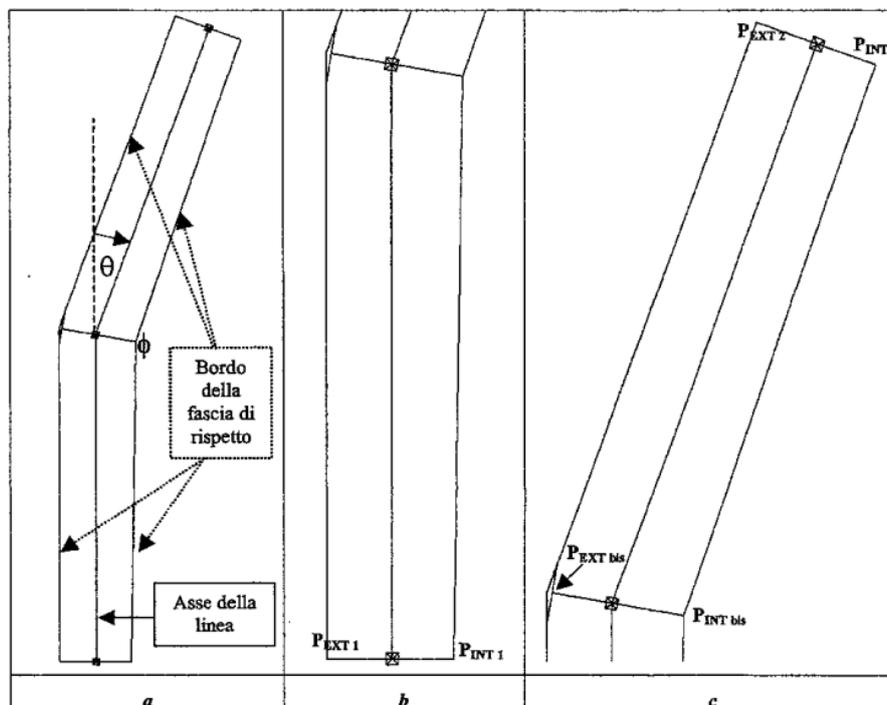


Figura 49: schematizzazione del cambio di direzione di una linea

La figura precedente riporta lo schema geometrico e la nomenclatura dell'estensione della fascia DPA interna ed esterna. Nella tabella seguente, invece, sono riportate le formule per il calcolo dell'ampiezza della



fascia per angoli di deviazione tra 5° e 90°, per linee in semplice terna, discriminate in funzione della tensione di esercizio della linea e del numero di conduttori utilizzati. Nel caso in esame, utilizzando il conduttore trinato, sarà necessario utilizzare la formula riportata nella prima riga in caso di angoli di deviazione superiori a 5°.

Tabella 25. Tabella indicante le formule per il calcolo dell'estensione dell'APA in corrispondenza dei pali d'angolo riportata nel Decreto del 29 maggio 2008.

Per linee a terna singola e a doppia terna ottimizzata

Tensione	Estensione della fascia lungo la bisettrice θ angolo di deviazione tra 5° e 90°	
	$P_{INT\ bis}$	$P_{EXT\ bis}$
380 kV tre conduttori per fase	$54 + 0.43*\theta$	$61 + 0.24*\theta$
380 kV due conduttori per fase	$44 + 0.35*\theta$	$49 + 0.19*\theta$
380 kV un conduttore per fase	$32 + 0.25*\theta$	$35 + 0.14*\theta$
220 kV due conduttori per fase	$42 + 0.29*\theta$	$47 + 0.16*\theta$
220 kV un conduttore per fase	$28 + 0.20*\theta$	$32 + 0.11*\theta$
132/150 kV	$22 + 0.14*\theta$	$24 + 0.07*\theta$

4.9.3.1.4 Linee aeree AT con incroci

Il Decreto del 29 maggio 2008, prevede che nel caso di incrocio tra linee AT ci sia un incremento dell'estensione della fascia di rispetto nei termini descritti di seguito.

La procedura prevista dal Decreto consiste nell'individuare in primis il livello di tensione delle due linee interferenti, nel nostro caso linea 380 kV con linea 220 kV, per poi determinare secondo la procedura di seguito descritta la minima distanza tra le stesse in corrispondenza della quale le singole fasce di ciascuna linea sono da considerarsi imperturbate.

Si riporta di seguito la procedura indicata nel DM:



L'area di prima approssimazione nella regione di spazio in prossimità dell'incrocio sarà individuata e delimitata come segue:

- I. Sull'angolo acuto dell'incrocio si prende la distanza minima tra le due linee (retta perpendicolare alla bisettrice dell'angolo, *linea punto-punto nelle figure*), il cui valore in metri dipende dal caso in esame come da tabelle. In questo modo si identificano coppie di punti sull'asse di ogni linea (P1 e P2);
- II. In corrispondenza di ciascuna coppia di punti individuati e per tutto il tratto delle linee più lontano dall'incrocio si considerano le rispettive fasce di rispetto imperturbate (Dpa). Si troncano pertanto (*linea tratto-punto nelle figure*) le fasce in corrispondenza dei punti P1 e P2;
- III. Si congiungono con linea retta tutti i punti esterni in corrispondenza delle fasce troncate (*linee tratteggiate nelle figure*).

Pertanto l'area delimitata dalle linee tratteggiate centrata così sul punto di incrocio degli assi delle linee va a costituire l'area di prima approssimazione. Ovviamente a questa si uniscono le singole Dpa imperturbate delle linee come al punto II. L'area di prima approssimazione con le relative Dpa così aggiunte sono visualizzate dalla linea tratteggiata nelle figure.

Nelle Figg. 5 e 6 sono mostrati esempi di queste aree per due angoli diversi di incrocio (90° e 30°).

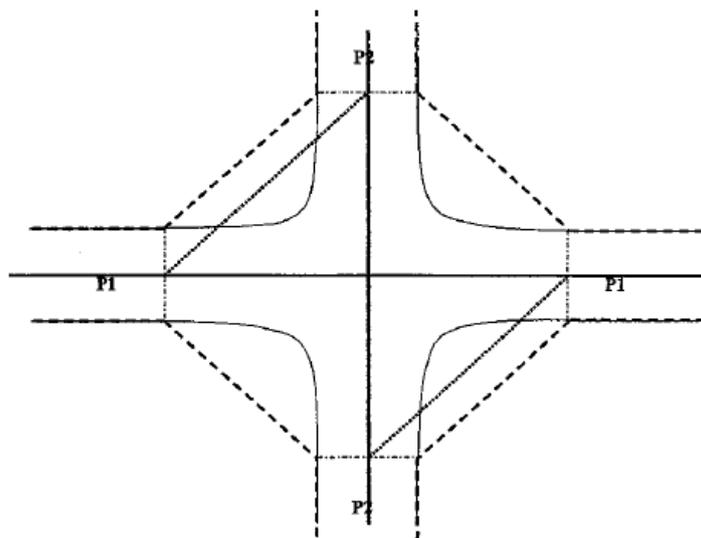




Tabella 26. Tabella indicante le misure del segmento P1P2 per il calcolo dell'estensione dell'APA in corrispondenza dei pali d'angolo riportata nel Decreto del 29 maggio 2008.

INCROCIO CASO D: 380 o 220 kV con 380 o 220 kV	
Prima linea 380 o 220 kV	Seconda linea 380 o 220 kV
Un conduttore per fase	Un conduttore per fase
$\overline{P1P2} = 140 \text{ m}$	
Due conduttori per fase	Un conduttore per fase
$\overline{P1P2} = 180 \text{ m}$	
Due conduttori per fase	Due conduttori per fase
$\overline{P1P2} = 220 \text{ m}$	
Tre conduttori per fase	Un conduttore per fase
$\overline{P1P2} = 220 \text{ m}$	
Tre conduttori per fase	Due conduttori per fase
$\overline{P1P2} = 270 \text{ m}$	
Tre conduttori per fase	Tre conduttori per fase
$\overline{P1P2} = 300 \text{ m}$	

4.9.3.2 Metodologia di verifica

Ai fini dell'individuazione dei limiti entro i quali deve essere verificato il rispetto dell'obiettivo di qualità, così come definito nel D.P.C.M. dell'8 luglio 2003, si è provveduto ad effettuare il calcolo delle fasce di rispetto. Per "fasce di rispetto" si intendono quelle definite dalla Legge 22 febbraio 2001 n. 36, ovvero il volume racchiuso dalle curve isolivello a 3 microtesla, all'interno delle quali non è consentita alcuna destinazione di edifici ad uso residenziale, scolastico, sanitario, ovvero un uso che comporti una permanenza superiore a 4 ore, da determinare in conformità alla metodologia di cui al D.P.C.M. 08/07/2003. Con Decreto 29 maggio 2008 il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (ora MiTE) ha approvato la metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti, che oltre a definire i criteri e la metodologia per la determinazione delle fasce di rispetto, ha introdotto il criterio di "Distanza di Prima Approssimazione (DPA)" e le connesse "aree o corridoi di prima approssimazione".

Con il suddetto D.M. sono state date le seguenti definizioni:

- Portata in corrente in servizio normale: è la corrente che può essere sopportata da un conduttore per il 100% del tempo con limiti accettabili del rischio di scarica sugli oggetti mobili e sulle opere attraversate e dell'invecchiamento;
- Portata di corrente in regime permanente: è il massimo valore della corrente che, in regime permanente e in condizioni specificate, il conduttore può trasmettere senza che la sua temperatura superi un valore specificato (secondo CEI 11-17 par. 1.2.05);
- Fascia di rispetto: è lo spazio circostante un elettodotto, che comprende tutti i punti, al di sopra e al di sotto del livello del suolo, caratterizzati da un'induzione magnetica di intensità maggiore o uguale all'obiettivo di qualità ($3 \mu\text{T}$);
- Distanza di Prima Approssimazione (DPA): per le linee è la distanza, in pianta sul livello del suolo, della proiezione del centro linea che garantisce che ogni punto la cui proiezione al suolo disti dalla proiezione del centro linea più della DPA si trovi all'esterno delle fasce di rispetto.

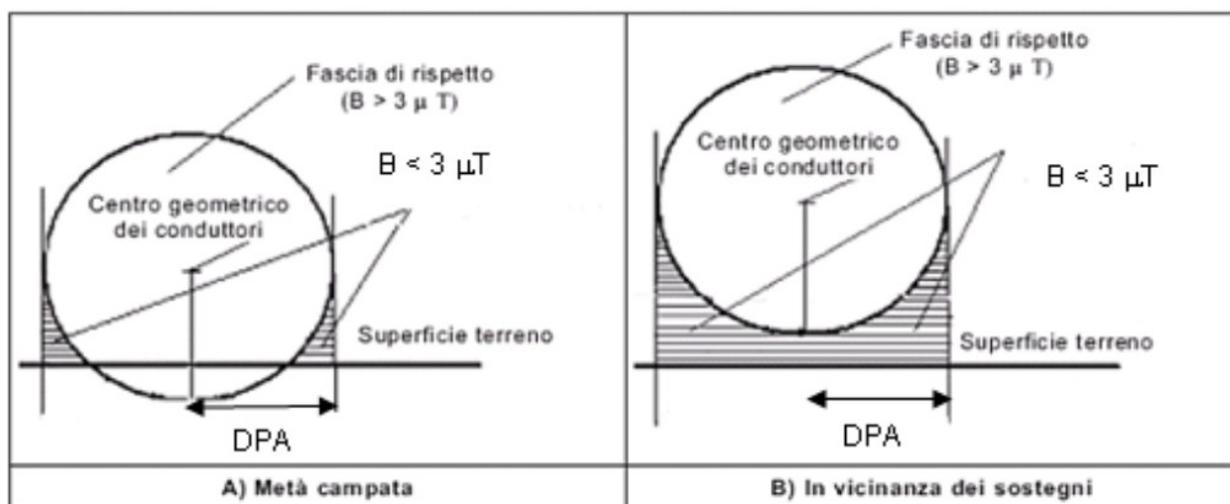


Figura 50: schema fasce di rispetto e DPA in corrispondenza di metà campata e in vicinanza dei sostegni

Inoltre, è stato definito il valore di corrente da utilizzare nel calcolo come la portata in corrente in servizio normale relativa al periodo stagionale in cui essa è più elevata, ed in dettaglio:

- Per le linee aeree con tensione superiore a 100kV la portata di corrente in servizio normale viene calcolata ai sensi della norma CEI 11-60;
- Per le linee in cavo la corrente da utilizzare nel calcolo è la portata in regime permanente così come definita nella norma CEI 11-17.

In particolare la procedura da seguire, per la verifica della conformità dell'opera in materia di campi magnetici, è quella che si riporta di seguito:

- Valutazione delle correnti di calcolo da applicare alla linea aerea;
- Calcolo delle DPA, così come meglio definite nel seguito, successivamente riportarle in planimetria su base CTR, in scala 1:2000;
- Verificare sulle planimetrie di cui sopra l'eventuale presenza di ricettori e manufatti ricadenti all'interno della DPA;
- Per ognuno degli eventuali recettori individuati, provvedere ad un calcolo tridimensionale attraverso il quale verificare il non superamento dell'obiettivo di qualità, nel punto del recettore più prossimo all'elettrodotto.
- Per tutti gli altri manufatti accertare la destinazione d'uso e stato di conservazione attraverso visure catastali e sopralluoghi sul posto, potendo così escluderli dalla definizione di "ricettore".

4.9.3.3 Distanza di prima approssimazione (DPA)

Al fine di semplificare la gestione territoriale e il calcolo delle fasce di rispetto, il Decreto 29 maggio 2008 prevede che il gestore debba calcolare la Distanza di Prima Approssimazione, definita come "la distanza in pianta sul livello del suolo, dalla proiezione del centro linea, che garantisce che ogni punto la cui proiezione al suolo disti dalla proiezione del centro linea più di DPA si trovi all'esterno delle fasce di rispetto".

Ai fini del calcolo della DPA per il progetto degli elettrodotti aerei 380 kV in progetto, non sono state utilizzate delle metodologie semplificate ma è stata effettuata la proiezione al suolo della fascia calcolata. La proiezione a terra della fascia di rispetto è rappresentata negli elaborati dei rispettivi PTO. Il procedimento seguito per la rappresentazione dell'Ampiezza della fascia DPA è riportato di seguito.



4.9.4 Calcolo della DPA elettrodotti aerei 380 kV “SE Sanluri – SE Nurri 2” Nord e Sud

4.9.4.1 Correnti di calcolo

Come indicato all’Art. 5.1.1 del Decreto 29 maggio 2008 nelle simulazioni, a misura di maggior cautela, si fa riferimento per la mediana nelle 24 ore in condizioni di normale esercizio, alla corrente in servizio normale definita dalla norma CEI 11-60 per il periodo freddo riferito alla zona climatica di interesse. La norma CEI 11-60 fissa dei valori di corrente determinati per un conduttore detto di riferimento. Ciascuna fase elettrica sarà costituita da n.3 conduttori di energia formato da una corda di alluminio acciaio della sezione complessiva di 585.3 mm^2 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 31.5 mm (Documento da Unificazione Terna L_C2). Il carico di rottura teorico del conduttore sarà di 16852 daN. Riassumendo i dati elettrici inseriti nel calcolatore sono i seguenti:

- TENSIONE NOMINALE: 380 kV
- ZONA CLIMATICA: A
- PORTATA DI CORRENTE SECONDO CEI 11-60 PER PERIODO FREDDO: **2955 A**.

Calcolo della distanza minima tra due linee a 380 kV parallele con la portata di corrente in progetto e la geometria dei conduttori secondo la configurazione del sostegno CA ST per tensione di 380 kV, affinché le isolinee del campo magnetico corrispondente a $3 \mu\text{T}$ non risultino sovrapposte. Per la corrente di 2995 A l’interasse massimo fra due linee parallele è pari a 155 m. Cautelativamente si è considerato un dislivello altimetrico nullo tra le linee, quindi con conduttori disposti alla stessa quota.

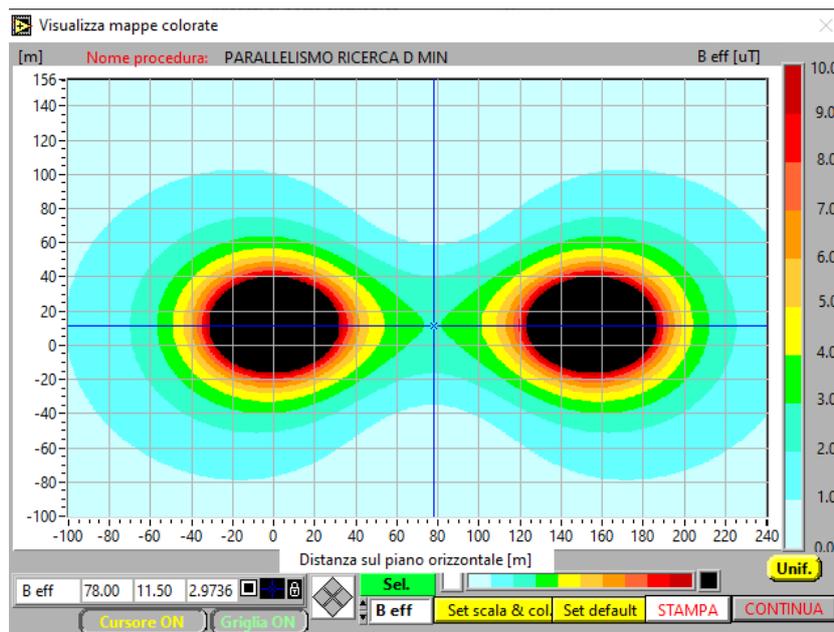


Figura 51. Curve isolivello del campo magnetico per linee parallele con interasse di 155 m. Il livello di tensione considerato è pari a 2995 A e la configurazione geometrica delle fasi è pari a quella del sostegno di tipo CA ST 380 kV.

Calcolo dell’ampiezza della fascia DPA, nel caso di linee parallele con interasse inferiore a 155 m. Nel caso in cui l’interasse tra i due elettrodotti sia inferiore a 155 m, tutta l’area compresa tra di essi è soggetta ad un campo magnetico superiore a $3 \mu\text{T}$ e l’estensione della fascia DPA esternamente all’asse degli elettrodotti si allarga tanto minore è la distanza tra i due elettrodotti, pertanto verranno realizzate numerose sezioni (ad interasse tra gli elettrodotti variabile), in modo da rappresentare nella maniera più accurata possibile l’ampiezza della fascia DPA. Nella figura sottostante si riporta l’estensione della fascia DPA, nel



caso in cui l'interasse fra gli elettrodotti sia pari a 70 m (nel calcolo gli assi dei due elettrodotti sono posti in corrispondenza dell'ascissa 0 e 70 m)

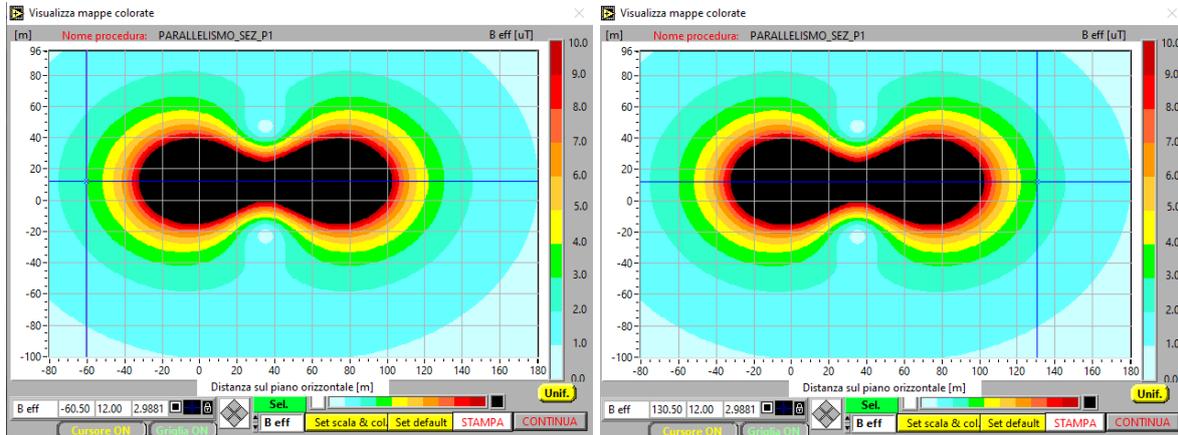


Figura 52. Ampiezza della fascia DPA, pari a 60,5 m, considerando il lato esterno ai due elettrodotti. Internamente il valore del campo elettromagnetico è sempre superiore a 3 μT .

Calcolo dell'ampiezza della fascia DPA, nel caso di linee parallele con interasse superiore a 155 m. Nei tratti in cui gli elettrodotti presentano un interasse superiore a 155 m, non si può ritenere che il valore del campo elettromagnetico generato dai due elettrodotti sia disaccoppiato, ma c'è ancora un'influenza, fino ad un interasse di circa 200 m. Nella figura sottostante si riporta il grafico delle curve equilivello del campo elettromagnetico per interasse tra i due elettrodotti pari a 170 m:

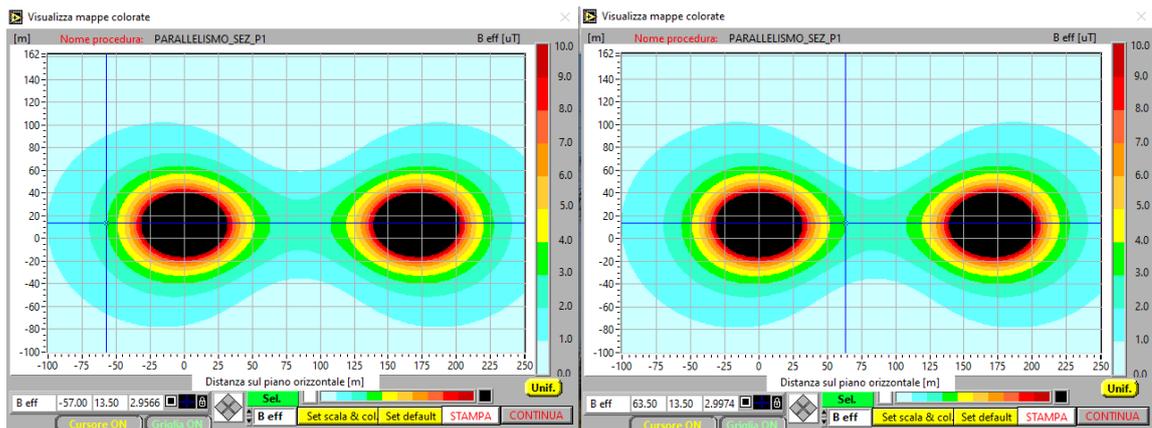


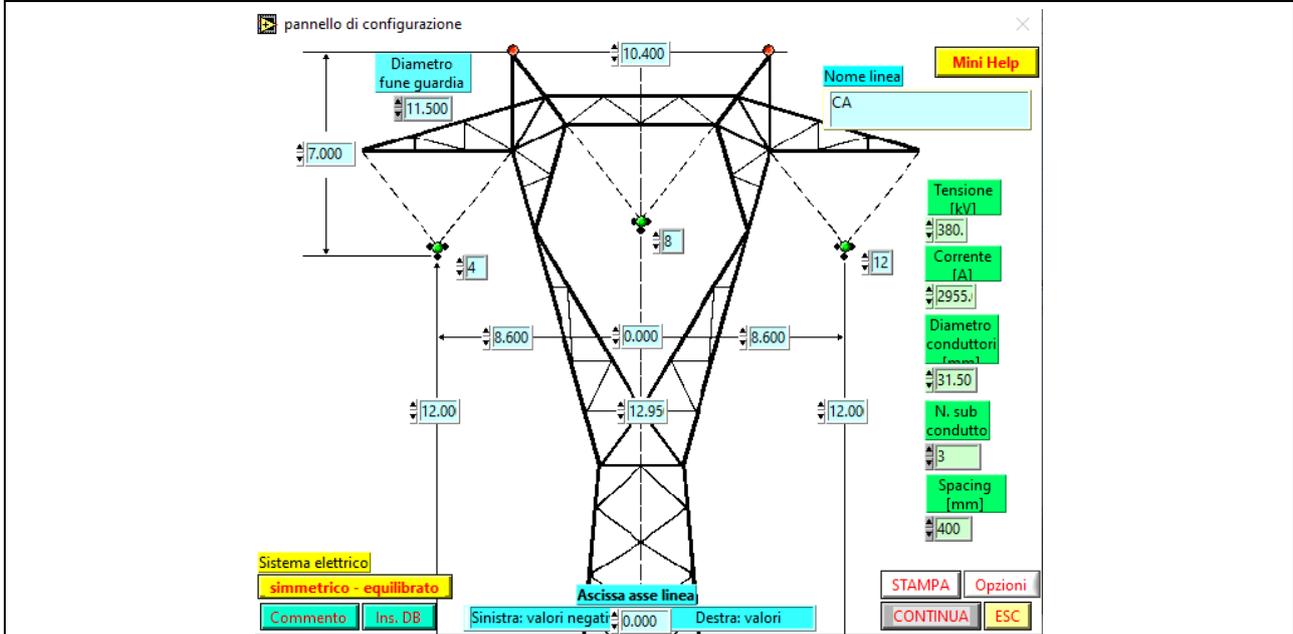
Figura 53. Ampiezza della fascia DPA, pari a 57 m nel lato esterno e 63.5 m nel lato interno rispetto all'asse di ciascuno dei due elettrodotti.

Calcolo dell'Ampiezza della fascia APA in caso di "Linea Isolata". Si è scelto di considerare la configurazione geometrica dei conduttori più sfavorevole, cioè quella con larghezza massima dei conduttori (Sostegno di tipo CA), considerando un franco rispetto al terreno di 12 m.

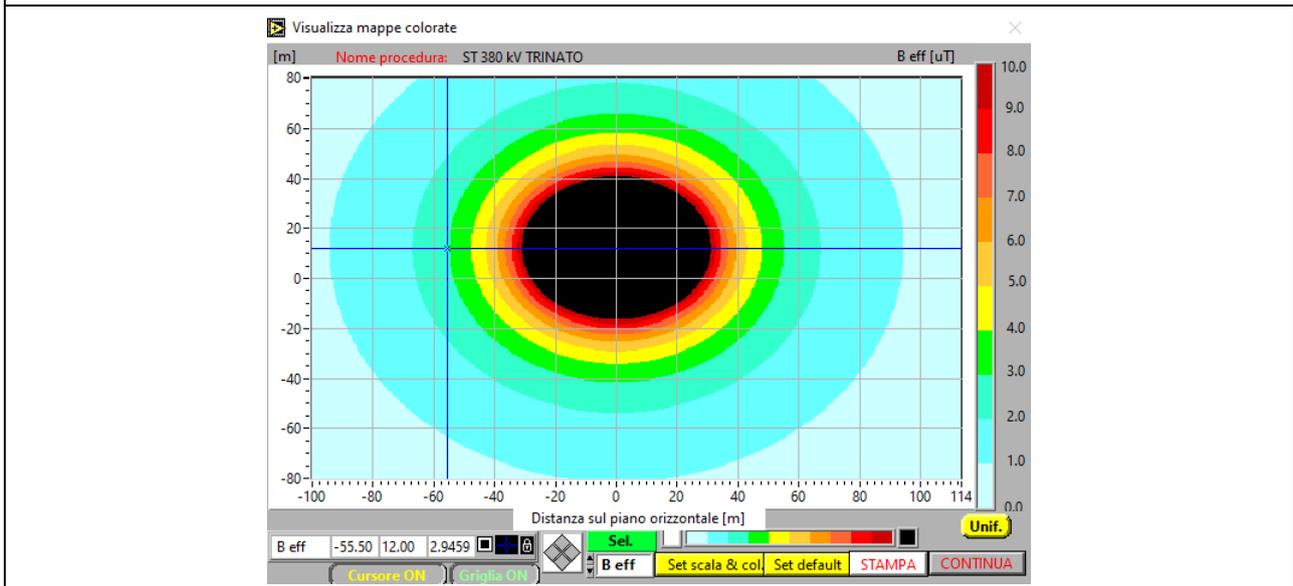
Nelle immagini seguenti si riporta prima la configurazione geometrica inserita e successivamente il grafico delle curve isolivello del campo elettromagnetico:



Sezione fascia di rispetto in corrispondenza di un sostegno di tipo CA



Configurazione 380kV s.t. - Tipo CA



Risultati di calcolo bidimensionale della fascia di rispetto dei 3 μT (DPA=56 m+56m).

Calcolo dell'Ampiezza della fascia APA in caso di parallelismo di 3 linee aeree. Nei pressi della stazione elettrica di Nurri, si diparte un'altra linea aerea a ST a 380 kV con conduttore binati, che collegherà la stazione utente di Ittiri, pertanto il campo elettromagnetico sarà generato dai 3 elettrodotti in parallelo. La configurazione geometrica è quella dei sostegni di tipo CA ST, con la portata massima in servizio nominale per un conduttore binato di diametro pari a 31.5 mm, pari a 1970 A. Per calcolare l'ampiezza della fascia DPA in questo caso si è inserita la seguente configurazione geometrica:



- ascissa 0 m: Sostegno CA ST, Tensione=380 kV, Conduttore trinato 31.5 mm, Intensità=2955 A;
- ascissa 81 m: Sostegno CA ST, Tensione=380 kV, Conduttore trinato 31.5 mm, Intensità=2955 A;
- ascissa 162 m: Sostegno CA ST, Tensione=380 kV, Conduttore binato 31.5 mm, Intensità=1970 A;

Con tale configurazione la mappa delle curve isolivello del campo elettromagnetico ottenuta è riportata nelle figure sottostanti:

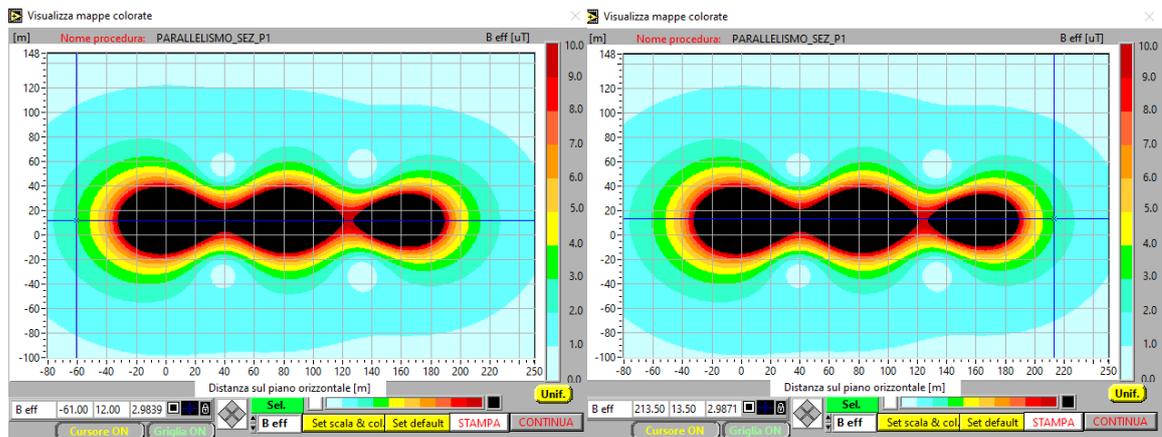


Figura 54. Mappa delle curve equilivello del campo elettromagnetico in caso di parallelismo di 3 linee aeree a 380 kV poste ad interasse di 81 m.

L'ampiezza della fascia DPA sarà pari a 61 m esternamente all'elettrodotto posto ad ascissa 0 m, e a 51.5 m dall'elettrodotto posto in corrispondenza dell'ascissa 162 m.

Siccome l'interasse tra i due elettrodotti che collegano le due stazioni in progetto è variabile, si è reso necessario calcolare l'ampiezza della fascia DPA in corrispondenza di numerose sezioni, le cui tracce vengono riportate nelle tavole allegate al progetto. In questo modo si è potuta rappresentare la DPA lungo tutto l'elettrodotto in esame.

L'ampiezza della fascia APA, viene riportata nella cartografia allegata al progetto, sovrapposte alla carta tecnica regionale, nell'elaborato con denominazione: Corografia di progetto con Distanza di Prima Approssimazione. Inoltre per verificare la presenza di recettori potenzialmente sensibili, la fascia calcolata viene rappresentata sovrapposta alla planimetria catastale, suddivisa per i Comuni di appartenenza.

All'interno della fascia APA, non si segnala la presenza di alcun ricettore potenzialmente sensibile.

4.9.5 Conformità opera in materia di campo elettrico - elettrodotti aerei 380 kV "SE Sanluri – SE Nurri 2" Nord e Sud

Come già affermato, ogni linea elettrica durante il suo normale funzionamento genera un campo elettrico proporzionale alla tensione della linea stessa. Il valore del campo elettrico decresce molto rapidamente con la distanza.

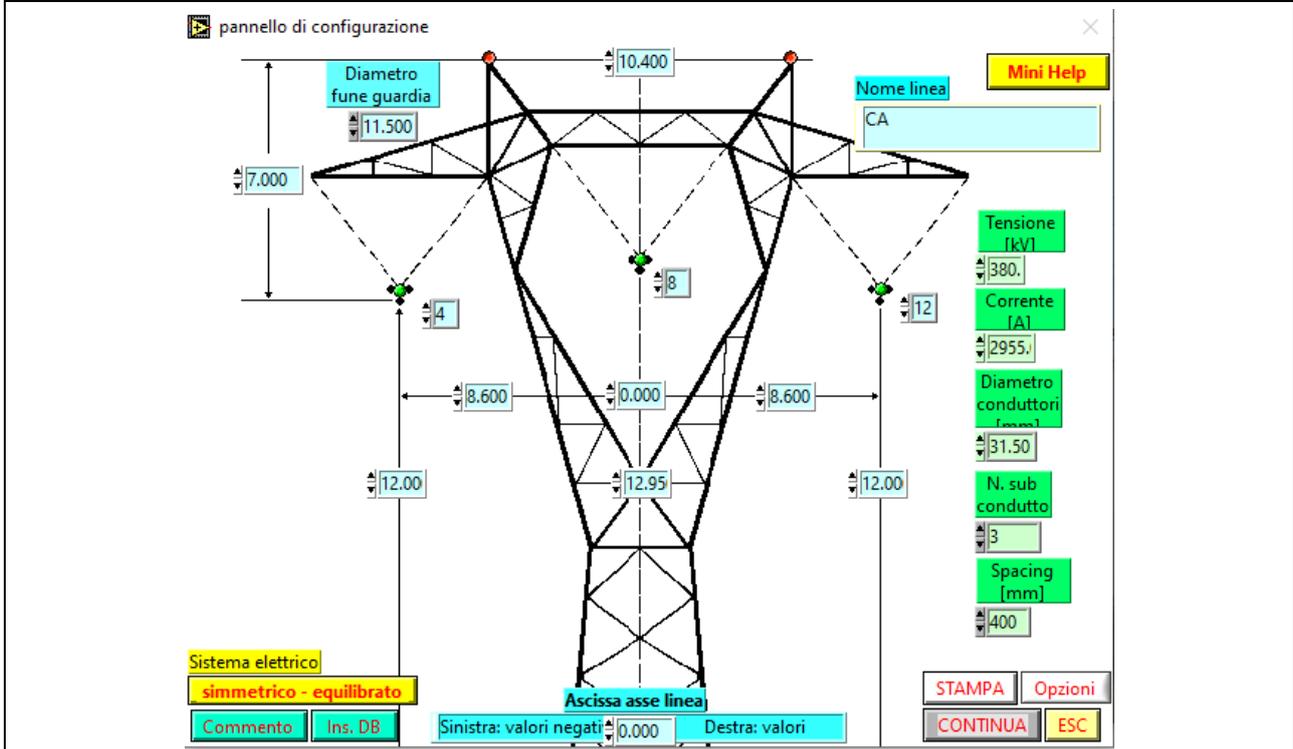
Utilizzando la stessa configurazione geometrica utilizzata per il calcolo dell'induzione magnetica, viene calcolato il valore di campo elettrico generato dagli elettrodotti a 1 m di altezza dal suolo. Per il calcolo è stato utilizzato il programma "EMF Vers 4.08" sviluppato per Terna da CESI in applicazione della norma CEI 211-4; inoltre, i calcoli sono stati eseguiti in conformità a quanto disposto dal D.P.C.M. 08/07/2003.

Per quanto riguarda l'altezza da terra dei conduttori degli elettrodotti in progetto, è stata considerata la distanza minima progettuale da terra, alla quale possono trovarsi i conduttori stessi. Tale distanza si verifica in condizioni di Massima Freccia che in base alle scelte progettuali risulta essere pari a 12 m.

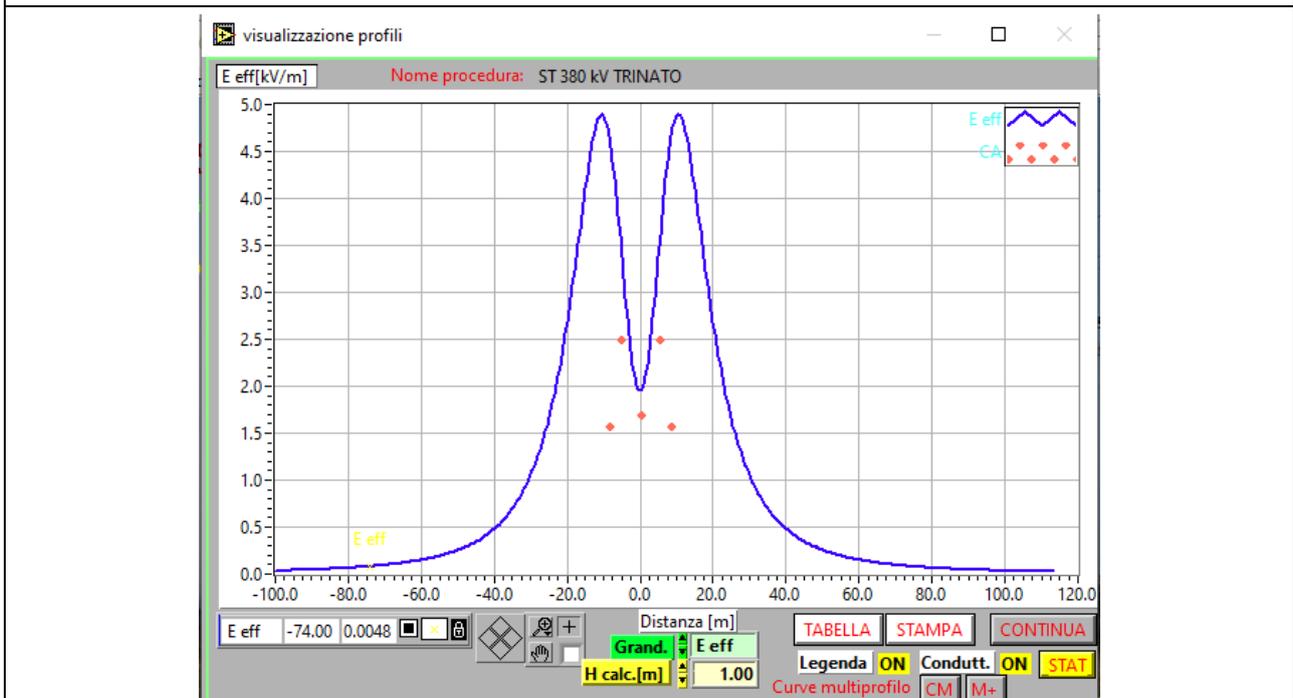
Con tali ipotesi è stato verificato, per ogni configurazione geometrica, il pieno rispetto del limite di esposizione dettato dal DPCM dell'8 luglio 2003 (5 kV/m).



Sezione fascia di rispetto in corrispondenza di un sostegno di tipo CA ST 380 kV



Configurazione 380kV s.t. - Tipo CA

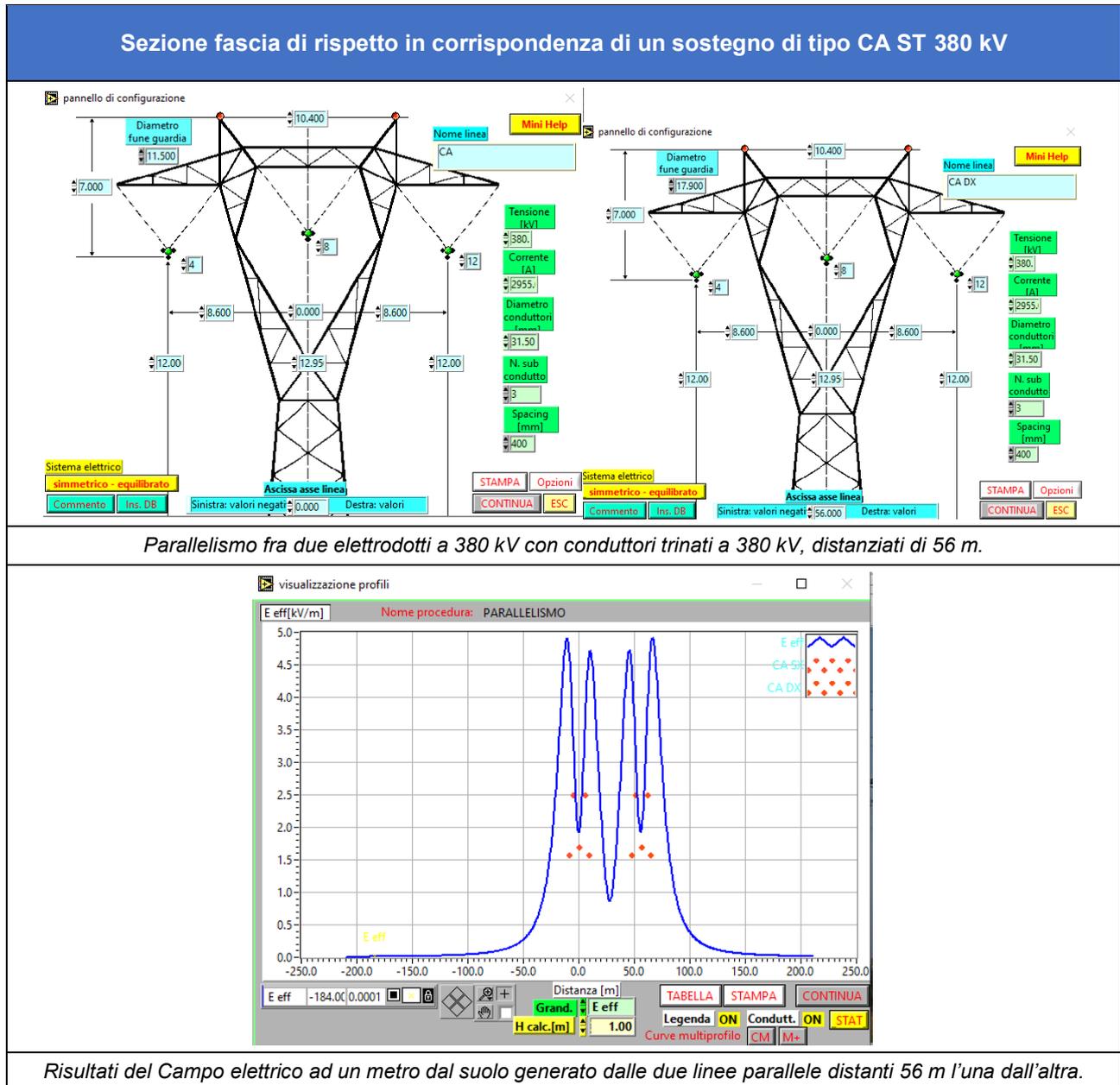


Risultati del Campo elettrico ad un metro dal suolo generato dall'elettrodotto in progetto considerando il franco minimo dei conduttori.

Il valore del Campo Elettrico massimo al suolo è pari a 4.9 kV/m, inferiore ai 5 kV/m imposti da normativa.

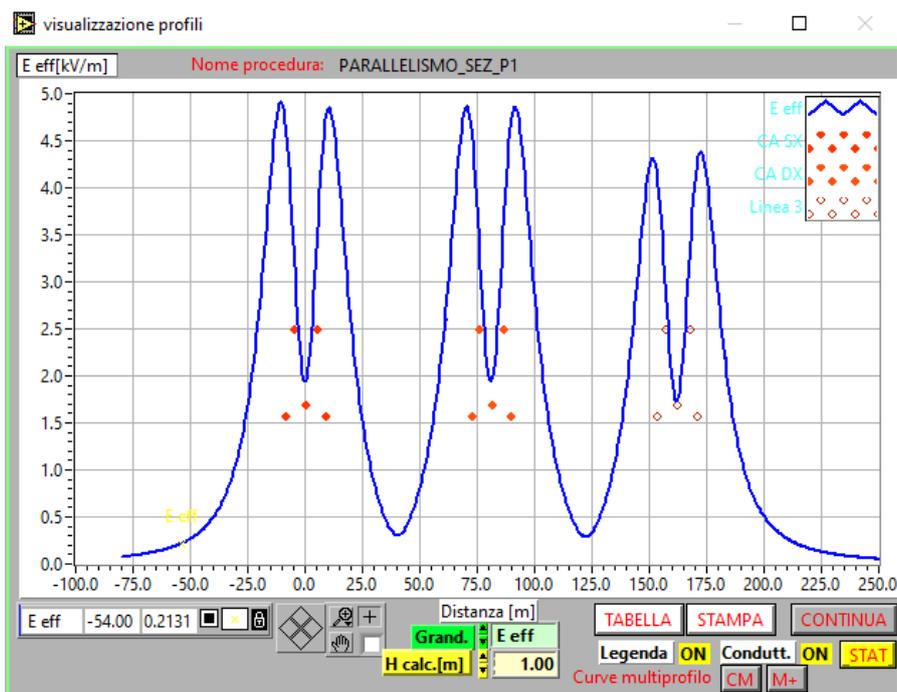


Nella figura sottostante si riporta anche il grafico del campo elettrico ad 1 metro dal suolo, generato da due linee parallele fra loro ad interasse di 56 m, analoghi andamenti si otterranno per distanze via via crescenti.



Risultati del Campo elettrico ad un metro dal suolo generato dalle due linee parallele distanti 56 m l'una dall'altra.

Per completezza si riporta, inoltre, il campo elettrico generato dal parallelismo di 3 linee aree a 380 kV, esercite con la massima portata di corrente in servizio nominale in periodo freddo; con interasse pari a 81 m, configurazione presente nei pressi della stazione di Nurri:



Anche in questo caso il limite di 5 kV/m è rispettato.

In conclusione, l'analisi effettuata ha permesso di evidenziare il pieno rispetto dell'obiettivo di qualità dettato dal DPCM del 8 luglio 2003. È stato inoltre dimostrato il rispetto del limite di esposizione per il campo elettrico, così come fissato nel medesimo DPCM.



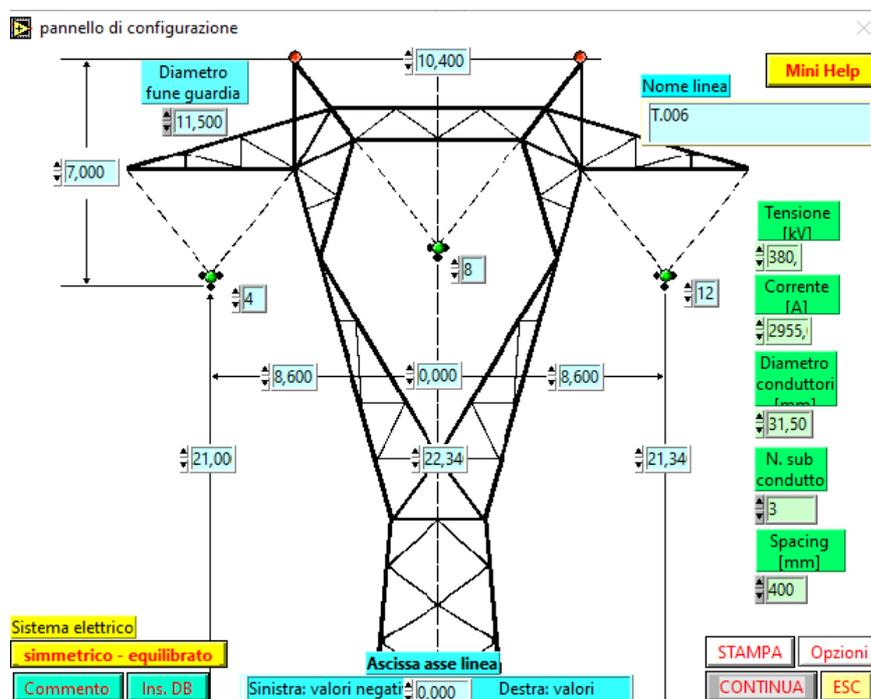
4.9.6 Calcolo della DPA raccordi in entra-esce 380 kV alla nuova “SE Sanluri” dell’elettrodotto 380 Kv “Ittiri-Selargius”

4.9.6.1 Correnti di calcolo

- TENSIONE NOMINALE: 380 kV
- ZONA CLIMATICA: A
- PORTATA DI CORRENTE SECONDO CEI 11-60 PER PERIODO FREDDO: **2955 A**.

Ai fini del calcolo della Apa per il progetto degli elettrodotti aerei 380 kV di raccordo tra la futura Stazione Elettrica “SE Sanluri” sita in comune di Sanluri e la linea esistente a 380 kV “Ittiri – Selargius” non sono state utilizzate delle metodologie semplificate ma è stata effettuata la proiezione al suolo della fascia calcolata impiegando poi le direttive riportate nel decreto 29 Maggio 2008 per considerare il parallelismo/incrocio con la vicina linea 220kV T.103 “Villasor-Mogorella”.

Calcolo dell’Ampiezza della fascia APA linea 380kV in caso di “Linea Isolata”. Si è scelto di considerare la configurazione geometrica dei conduttori più sfavorevole, cioè quella con larghezza massima dei conduttori (Sostegno di tipo CA). Nei grafici di seguito si riporta prima la configurazione geometrica inserita e successivamente il grafico delle curve isolivello del campo elettromagnetico:



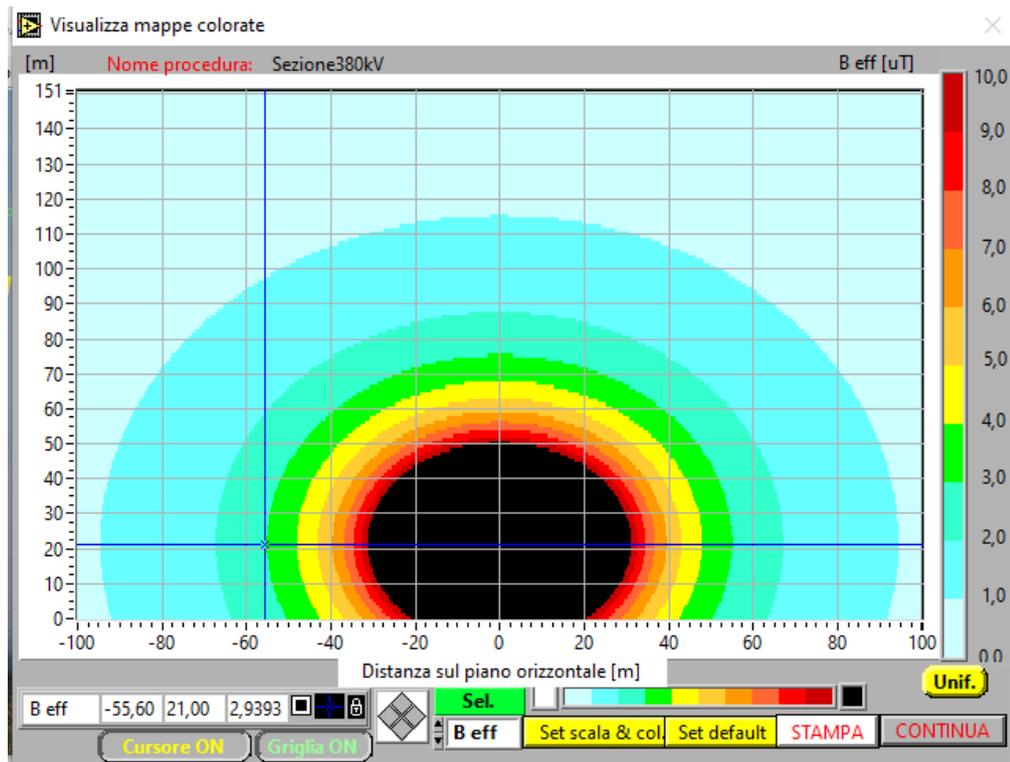
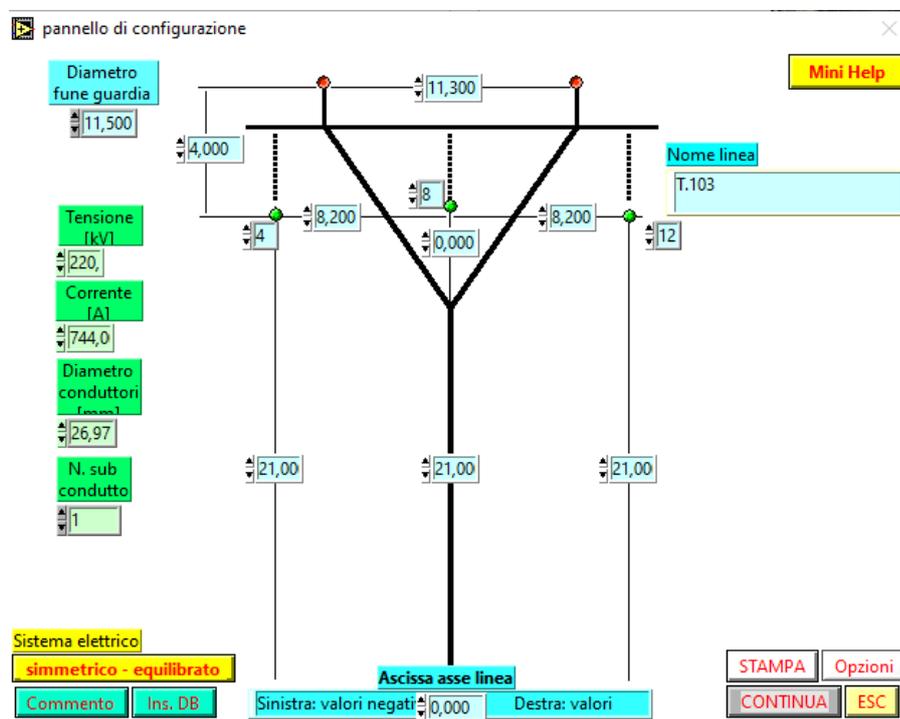


Figura 55. Curve isolivello generate da singola linea 380kV imperturbata. L'ampiezza della fascia APA, esternamente all'asse delle due linee è pari a 57 m

Calcolo dell'Amiezza della fascia APA linea 220kV in caso di "Linea Isolata". Si è scelto di considerare la configurazione geometrica dei conduttori con riferimento alla geometria dei sostegni rilevata in sito. Nei grafici di seguito si riporta prima la configurazione geometrica inserita e successivamente il grafico delle curve isolivello del campo elettromagnetico:



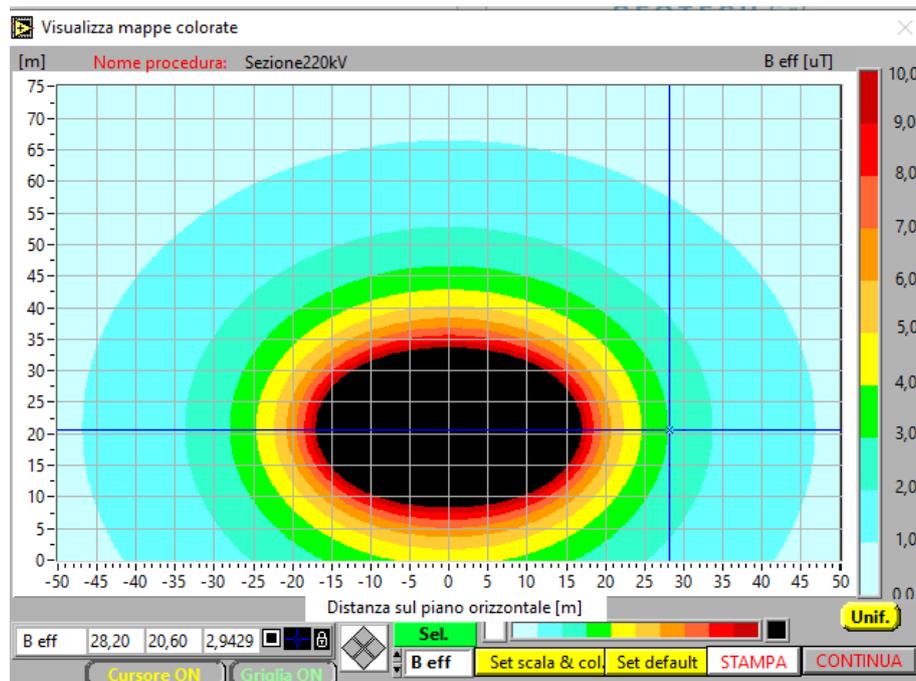


Figura 56. Curve isolivello generate da singola linea 220kV imperturbata. L'ampiezza della fascia APA, esternamente all'asse delle due linee è pari a 29 m.

Calcolo dell'Ampiezza della fascia APA parallelo linee in ingresso. Si è scelto di considerare la configurazione geometrica dei sostegni adiacenti la nuova stazione da cui verranno effettuate le calate ai portali. Nei grafici di seguito si riporta prima la configurazione geometrica inserita e successivamente il grafico delle curve isolivello del campo elettromagnetico:

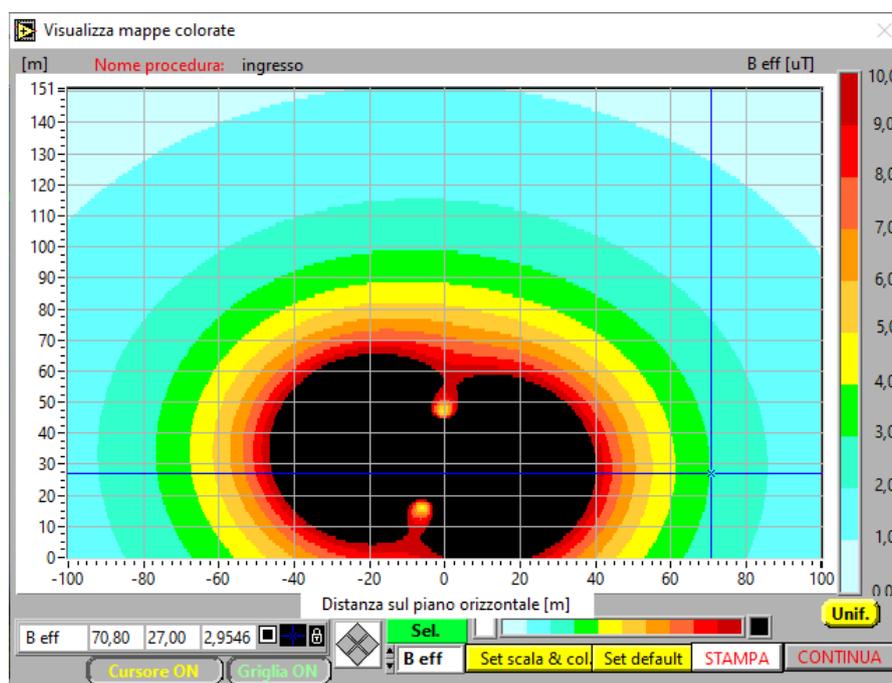


Figura 57. Curve isolivello generate da linee 380kV affiancate con disposizione a bandiera delle fasi. L'ampiezza della fascia APA, esternamente all'asse delle due linee è pari a 71 m da un lato e 78m dall'altro.

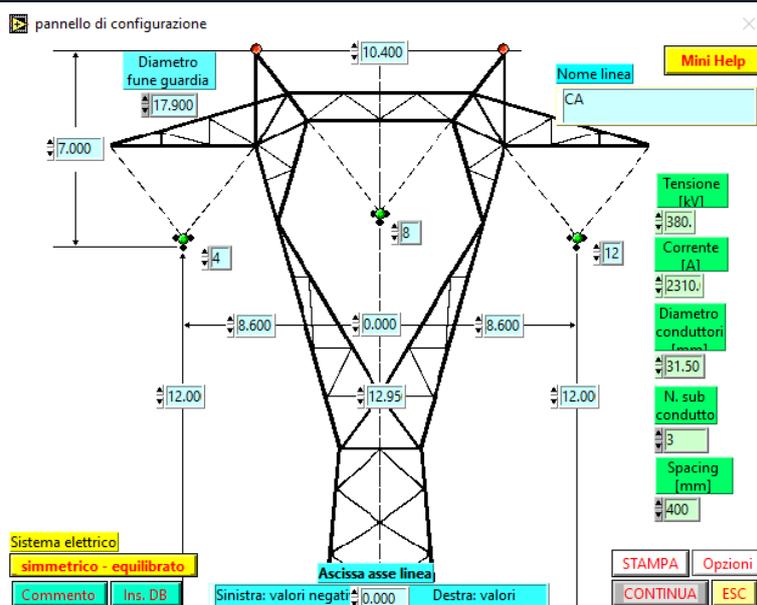


Alla luce delle verifiche in campo in merito alla presenza di potenziali ricettori sensibili, si può pertanto concludere che **all'interno della fascia APA, non si segnala la presenza di alcun ricettore potenzialmente sensibile.**

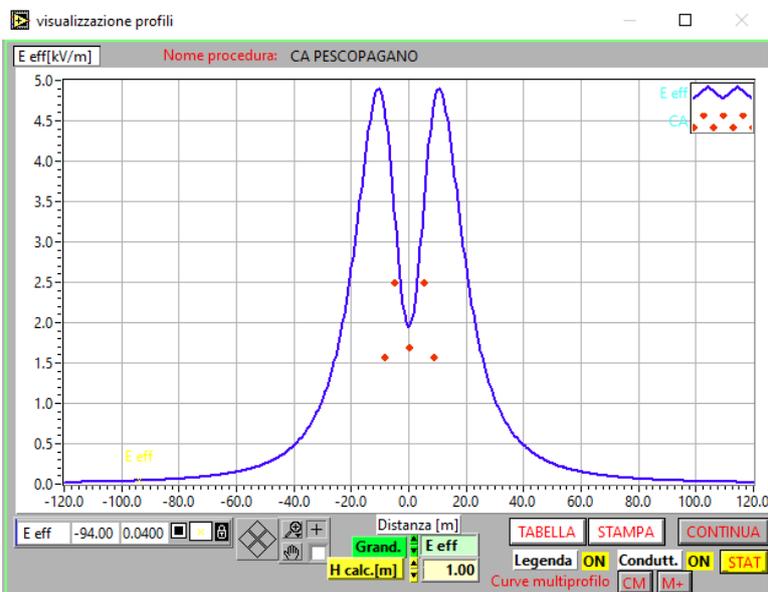
4.9.7 Conformità opera in materia di campo elettrico - raccordi in entra-esce 380 kV alla nuova "SE Sanluri" dell'elettrodotto 380 Kv "Ittiri-Selargius"

Con le ipotesi già considerate sopra, è stato verificato, per ogni configurazione geometrica, il pieno rispetto del limite di esposizione dettato dal DPCM dell'8 luglio 2003 (5 kV/m).

Sezione fascia di rispetto in corrispondenza di un sostegno di tipo CA



Configurazione 380kV s.t. - Tipo CA



Risultati del Campo elettrico al suolo generato dall'elettrodotto in progetto considerando il franco minimo al suolo.



Il valore del Campo Elettrico massimo al suolo è pari a 4.9 kV/m, inferiore ai 5 kV/m imposti da normativa.

4.9.8 *Calcolo della DPA elettrodotto aereo di utenza a 380 kV*

4.9.8.1 *Correnti di calcolo*

- TENSIONE NOMINALE: 380 kV
- ZONA CLIMATICA: A
- PORTATA DI CORRENTE SECONDO CEI 11-60 PER PERIODO FREDDO: **1970 A**.

Calcolo dell'ampiezza della fascia DPA, nel caso di 3 linee parallele con interasse di 81m.

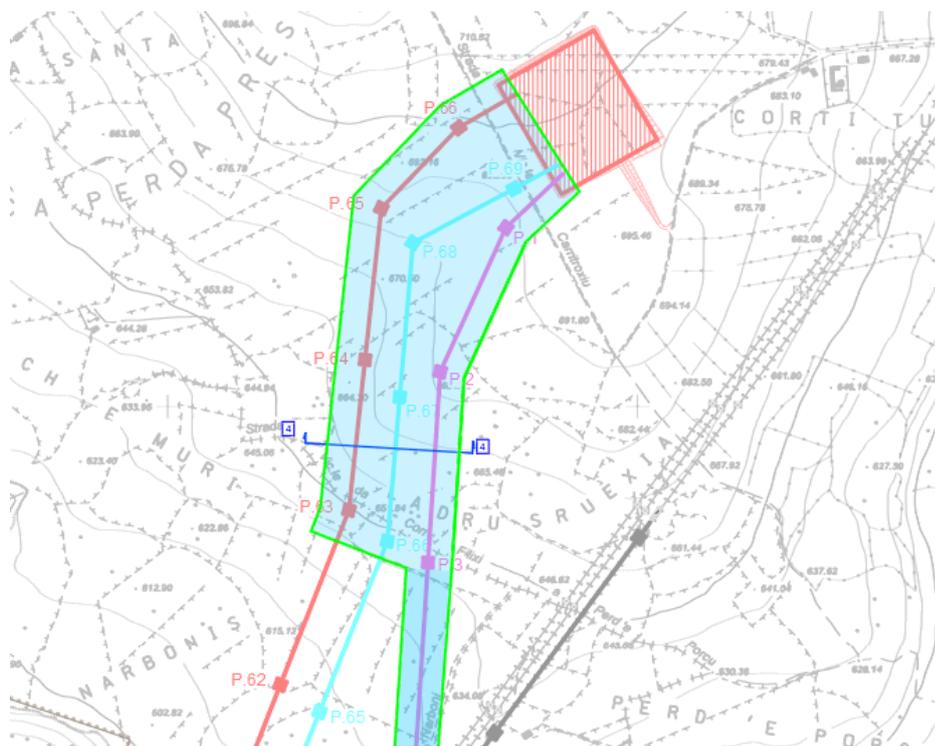


Figura 58. Posizione della Sezione 4 di calcolo della DPA in caso di 3 elettrodotti in parallelo.

Nella prima parte dell'elettrodotto in uscita dalla SE Nurri 2, si presenta il parallelismo fra l'elettrodotto a 380 kV a ST di utenza e altre due linee a ST a 380 kV che costituiscono il raccordo in entra-esce tra la SE Nurri 2 e la SE di Sanluri. Pertanto, l'estensione della fascia DPA non può prescindere dal considerare tutti e 3 gli elettrodotti. Per la valutazione della DPA in questo caso, mediante il software EMF Tools del CESI, si sono inserite consecutivamente 3 linee: la prima ad ascissa 0 m, la seconda ad ascissa 81 m e la terza ad ascissa 162 m. Tuttavia, i dati elettrici delle 3 linee parallele sono differenti poiché le due linee a ST che realizzano l'entra-esce della RTN presentano conduttori trinati, mentre il raccordo Utente di Edison presenta conduttori binati. Riassumendo, per calcolare l'ampiezza della fascia DPA in questo caso si è inserita la seguente configurazione geometrica:

- ascissa 0 m: Sostegno CA ST, Tensione=380 kV, Conduttore trinato 31.5 mm, Intensità=2955 A;
- ascissa 81 m: Sostegno CA ST, Tensione=380 kV, Conduttore trinato 31.5 mm, Intensità=2955 A;
- ascissa 162 m: Sostegno CA ST, Tensione=380 kV, Conduttore binato 31.5 mm, Intensità=1970 A;



Con tale configurazione la mappa delle curve equilivello del campo elettromagnetico ottenuta è riportata nelle figure sottostanti:

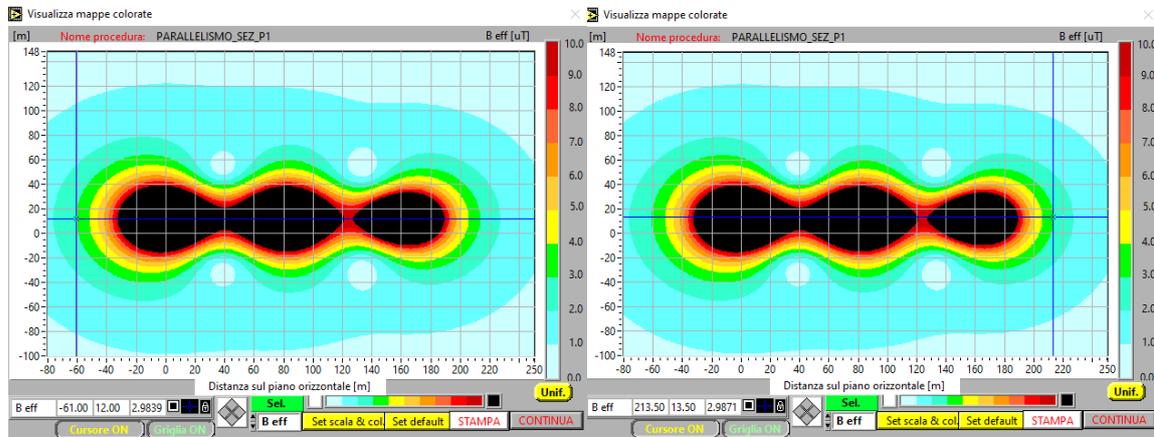


Figura 59. Mappa delle curve equilivello del campo elettromagnetico in caso di parallelismo di 3 linee aeree a 380 kV poste ad interasse di 81 m.

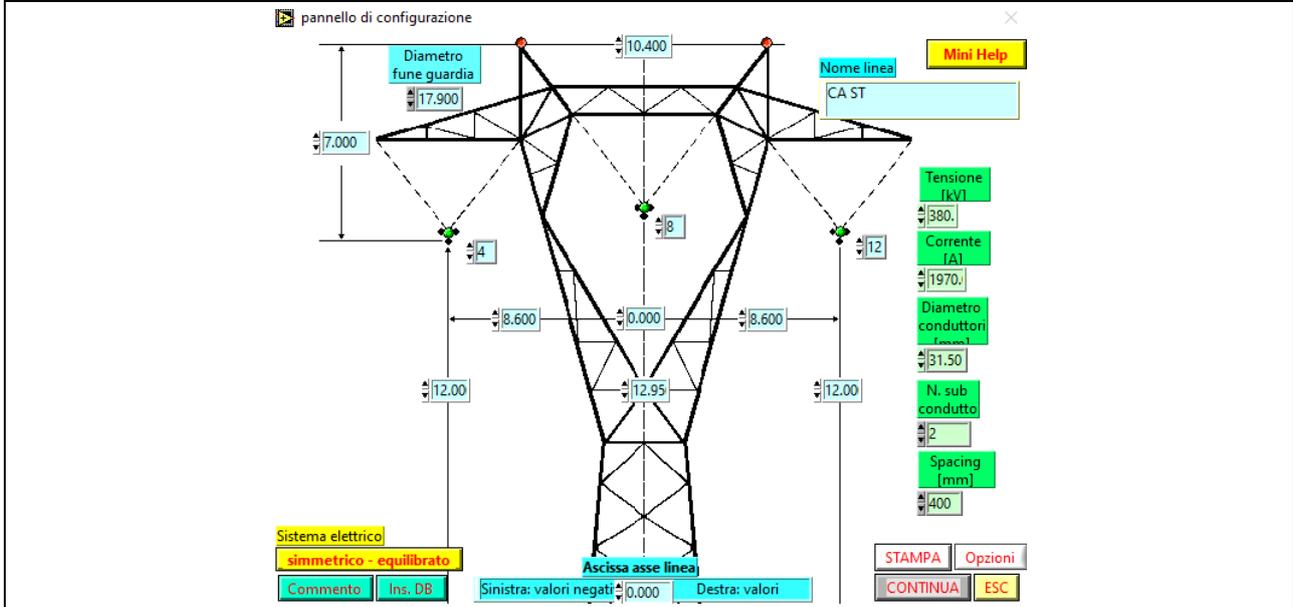
L'ampiezza della fascia DPA sarà pari a 61 m esternamente all'elettrodotto posto ad ascissa 0 m, e a 51.5 m dall'elettrodotto posto in corrispondenza dell'ascissa 162 m.

Calcolo dell'Ampiezza della fascia APA in caso di "Linea Aerea Isolata". Dal sostegno n°4 al sostegno n° 24, la linea aerea può considerarsi isolata, pertanto la fascia DPA verrà calcolata prendendo a riferimento la configurazione geometrica dei conduttori più sfavorevole, cioè quella con larghezza massima dei conduttori (Sostegno di tipo CA), considerando un franco rispetto al terreno di 12 m.

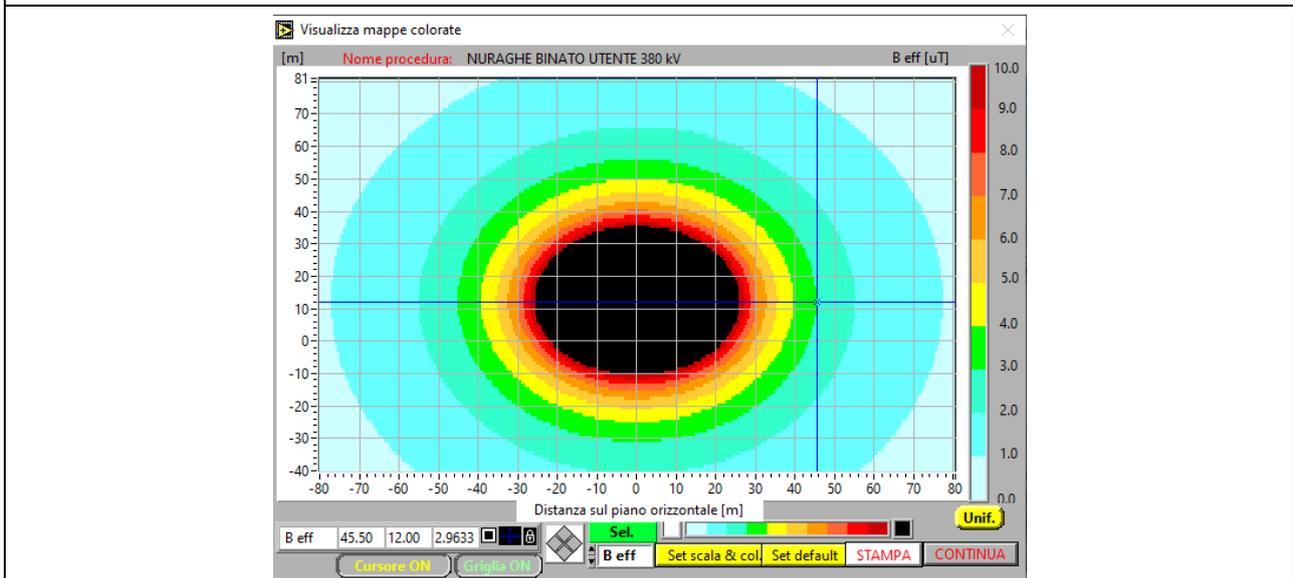
Nella tabella sottostante si riporta prima la configurazione geometrica inserita e successivamente il grafico delle curve isolivello del campo elettromagnetico.



Sezione fascia di rispetto in corrispondenza di un sostegno di tipo CA



Configurazione 380kV s.t. - Tipo CA



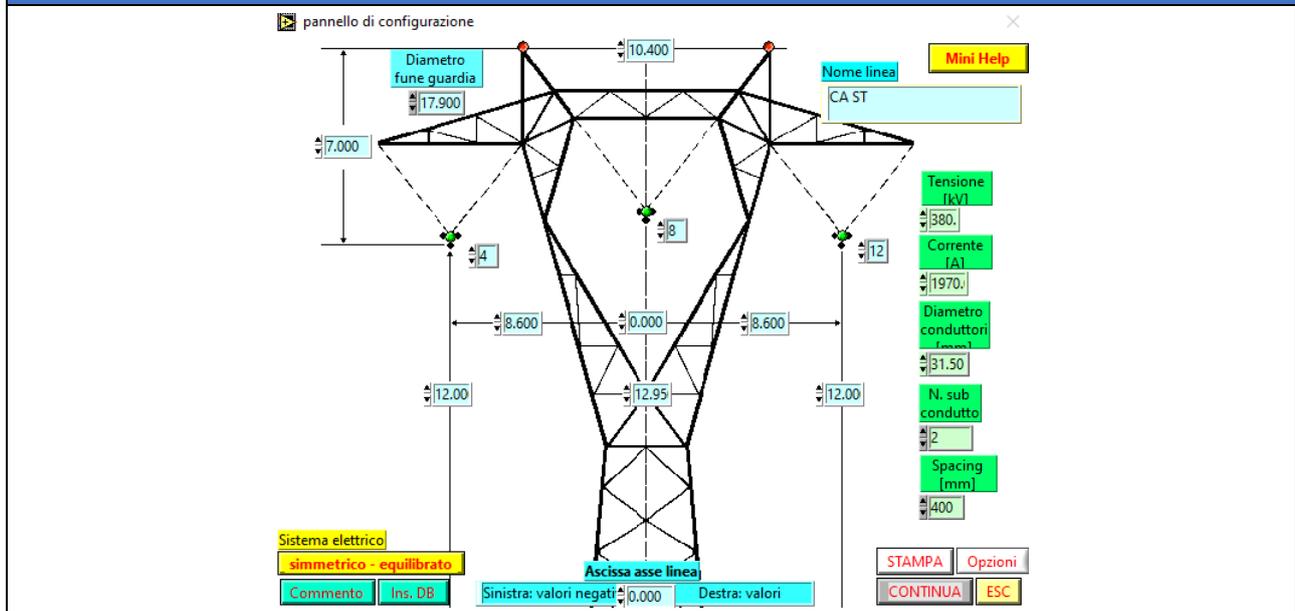
Risultati di calcolo bidimensionale della fascia di rispetto dei 3 μ T (DPA=45.5 m+45.5m).

4.9.9 Conformità opera in materia di campo elettrico - elettrodotto aereo di utenza a 380 kV

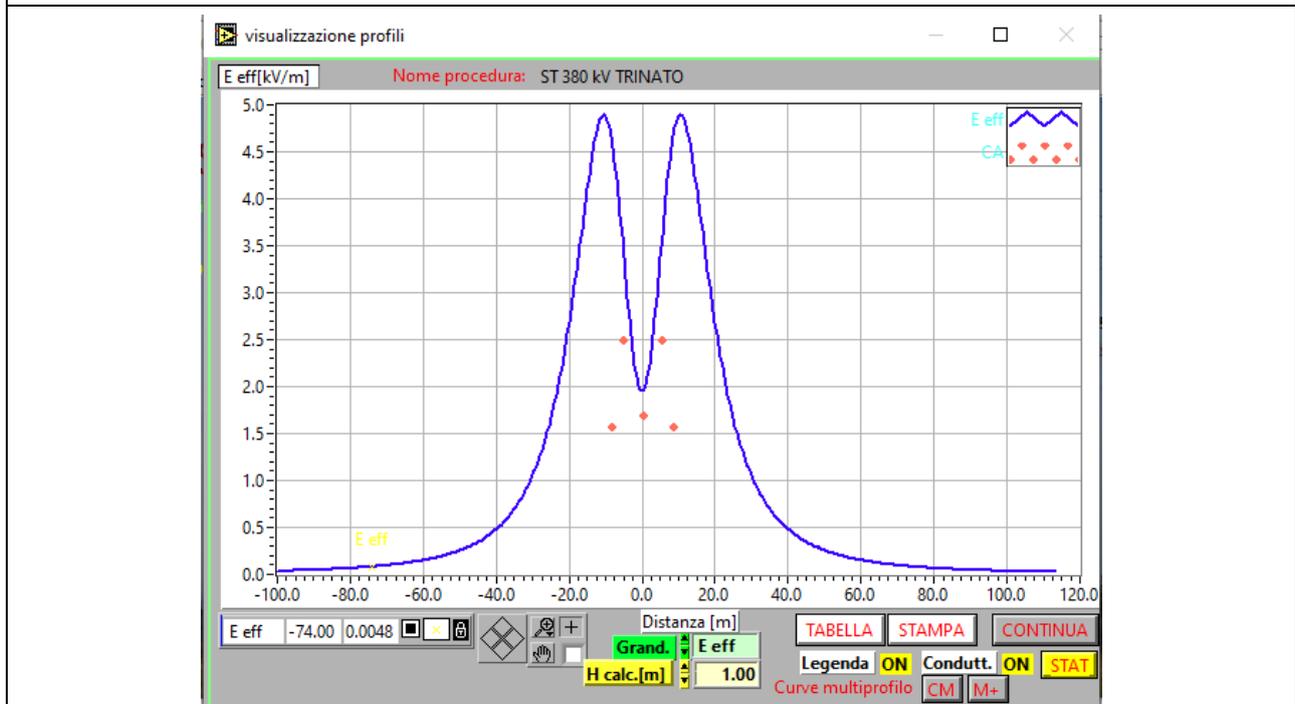
Con le ipotesi già considerate sopra, è stato verificato, per ogni configurazione geometrica, il pieno rispetto del limite di esposizione dettato dal DPCM dell'8 luglio 2003 (5 kV/m).



Sezione fascia di rispetto in corrispondenza di un sostegno di tipo CA ST 380 kV

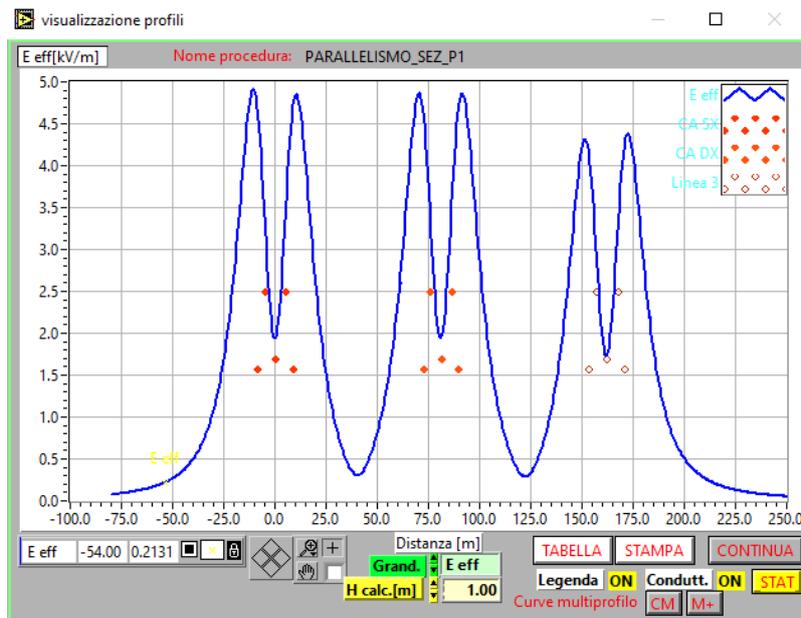


Configurazione 380kV s.t. - Tipo CA



Risultati del Campo elettrico ad un metro dal suolo generato dall'elettrodotto in progetto considerando il franco minimo dei conduttori.

Il valore del Campo Elettrico massimo al suolo è pari a 4.9 kV/m, inferiore ai 5 kV/m imposti da normativa. Per completezza si riporta, inoltre, il campo elettrico generato dal parallelismo di 3 linee aree a 380 kV, esercite con la massima portata di corrente in servizio nominale in periodo freddo; con interasse pari a 81 m, configurazione presente nei pressi della nuova stazione di Nurri.



Anche in questo caso il limite di 5 kV/m risulta rispettato.



4.9.10 **valutazione campo magnetico – Elettrodotto 380 kV di utenza misto sublacuale/cavo interrato**

Nella presente sezione vengono riportati i risultati dei calcoli di induzione magnetica, considerando la corrente massima di progetto standard pari a 1000 A, applicata al cavo a 380 kV di sezione 1200 mm² in rame in relazione a condizioni standard del tracciato in progetto, così come definite dalla norma CEI 11-17 e determinate in base alla normativa internazionale IEC 60287.

In fase esecutiva il valore di portata dovrà essere determinato con precisione, e potrebbe subire variazioni. Il cavo avrà un diametro esterno pari a 145 mm circa.

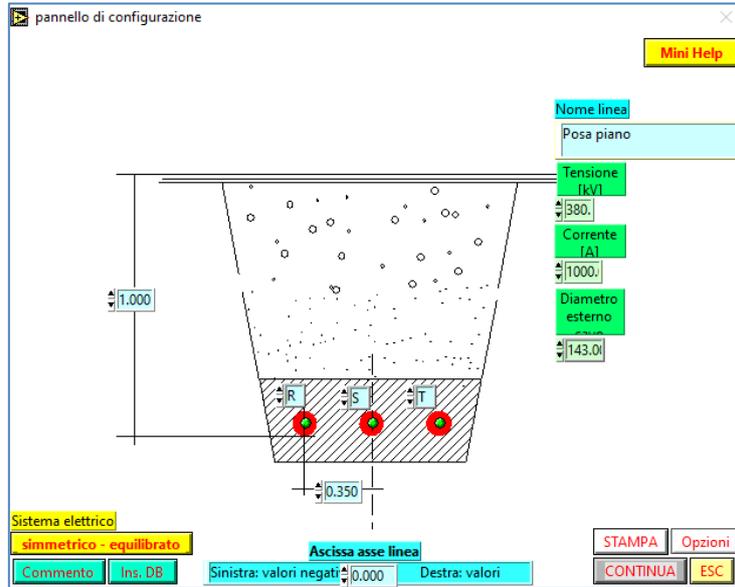
Per le linee in cavo interrato si può affermare che le due metodologie di calcolo previste dal più volte citato DM 29/05/2008, ovvero il calcolo esatto e la valutazione della DPA, coincidono a meno delle modeste differenze che si possono verificare quando il tracciato della linea cambia direzione. In questo caso si ha un aumento della larghezza della semi-fascia interna alla curva ed una diminuzione di quella della semi-fascia esterna.

Per il calcolo, è stato utilizzato il software EMF Tools sviluppato per TERNA da CESI in applicazione delle Norme CEI 106-11 e 211-4.

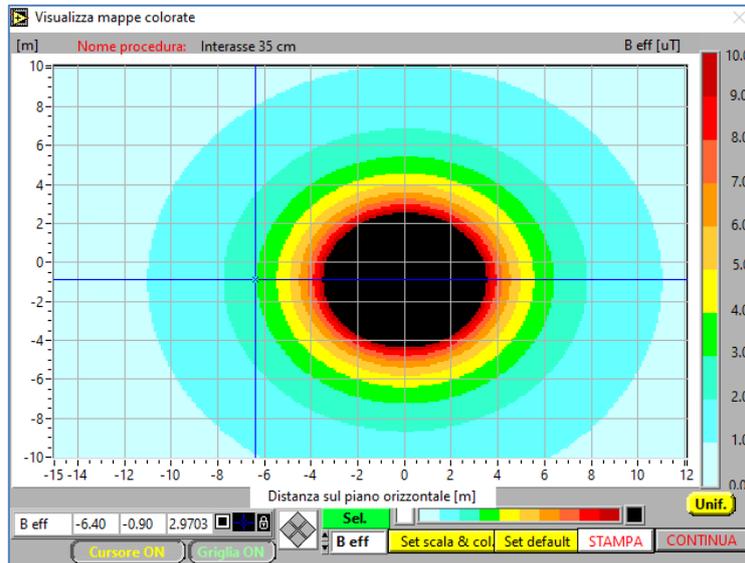
Nelle figure che seguono, si riportano le DPA per ogni tipologia di posa prevista in progetto. Si rappresenta, comunque, che al termine della realizzazione dell'opera si procederà alla ridefinizione delle aree di prima approssimazione in accordo all'"as built", in conformità a quanto previsto dal par. 5.1.3 dell'allegato al DM 29 maggio 2008.



Calcolo ampiezza fascia CEM – posa in piano

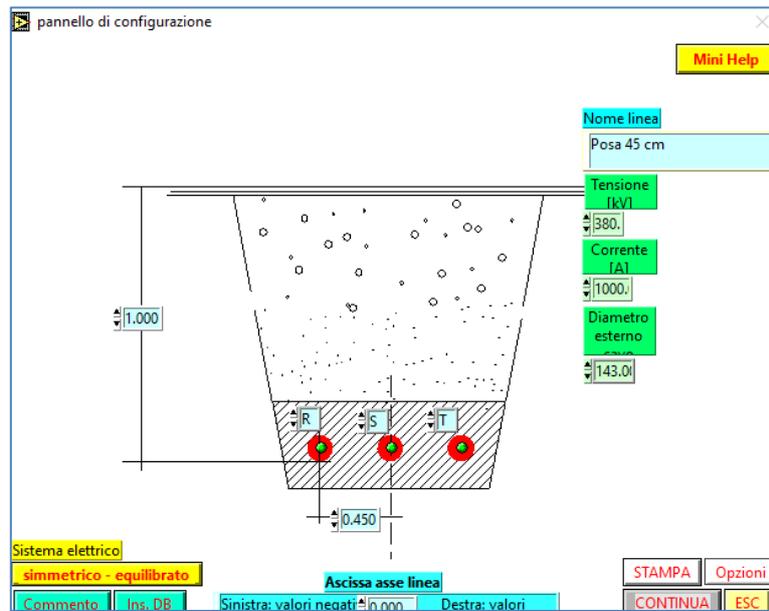


ampiezza fascia per rispetto $3 \mu T = 6.40 + 6.40 = 12.80$ metri

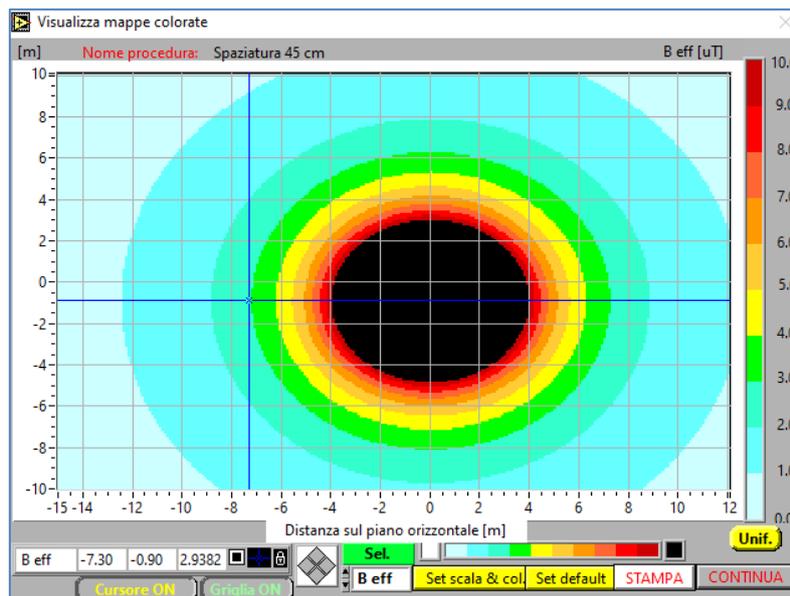




Calcolo ampiezza fascia CEM – buche giunti



ampiezza fascia per rispetto $3 \mu T = 7.30 + 7.30 = 14.60$ metri





4.9.11 *Conformità opera in materia di campo elettrico – Elettrodotto 380 kV di utenza misto sublacuale/cavo interrato*

I cavi AT sono isolati e sono dotati di schermo collegato a terra, di conseguenza non generano campi elettrici nell'ambiente circostante e pertanto risulta automaticamente rispettato il limite di esposizione per il campo elettrico così come previsto dalle norme di settore.

In conclusione, alla luce dei risultati delle analisi effettuate, **l'applicazione della metodologia indicata nel decreto ha permesso la definizione della distanza di prima approssimazione (DPA) all'interno della quale non sono stati individuati ricettori potenzialmente sensibili (aree in cui si prevede una permanenza di persone per più di 4 ore nella giornata) e quindi il pieno rispetto dell'obiettivo di qualità.** Infatti, il tracciato del cavo AT si sviluppa prevalentemente lungo la viabilità comunale, provinciale o statale o in aree destinate a coltivo e comunque lontane da qualsiasi centro abitato o area densamente popolata.



4.9.12 *valutazione campo magnetico – Stazioni Elettriche*

4.9.12.1 *Metodo di calcolo utilizzato*

La metodologia di calcolo utilizzata è basata sull'algoritmo bidimensionale normalizzato nella CEI 211-4. In particolare il campo di induzione magnetica viene simulato utilizzando un algoritmo numerico basato sulla legge di Biot-Savart, mentre il campo elettrico viene simulato a mezzo di calcoli basati sul metodo delle cariche immagini. Alla frequenza di rete (50 Hz), il regime elettrico è di tipo quasi stazionario, e ciò permette la trattazione separata degli effetti delle componenti del campo elettrico e del campo magnetico. Questi ultimi in un punto qualsiasi dello spazio in prossimità di un elettrodotto trifase sono le somme vettoriali dei campi originati da ciascuna delle tre fasi e sfasati fra loro di 120° . In questo caso il calcolo è bidimensionale, e viene modellizzato considerando conduttori di lunghezza infinita e con direzione perfettamente ortogonale al piano.

Per i calcoli è stato utilizzato il programma di simulazione “EMF Tools 4.2.2” sviluppato per TERNA dal CESI procedendo sia al calcolo della fascia di rispetto, e di conseguenza determinando la DPA, sia al calcolo del campo elettrico a 1 m dal suolo. Per le fasce di rispetto, sono utilizzati i seguenti dati:

- Portata di corrente massima per ciascun elemento;
- Diametro, materiali e disposizioni geometriche come da progetto;
- Profondità/altezza dei conduttori rispetto al suolo;

L'ipotesi fondamentale alla base del calcolo delle fasce di rispetto consiste nel calcolare il campo elettromagnetico generato dai due gruppi sbarre a 380 kV e a 150 kV, considerando la portata massima di corrente che scorre con verso concorde tra le sbarre stesse. Tale ipotesi è fortemente cautelativa poiché la probabilità che nei 4 gruppi sbarra circolino la corrente massima ammissibile in senso concorde è del tutto irrealistica. Inoltre si sottolinea come, in generale, Terna (ente gestore della RTN) ha dimostrato che generalmente la fascia DPA rimane all'interno della stazione con qualsiasi condizione di corrente circolante). Entrando nel merito del calcolo, mediante il software EMF Tools 4.2.2, si sono calcolate le curve equilivello del campo magnetico.

In particolare, nella sezione vengono modellate le 4 sbarre, come da configurazione geometrica seguente:



Figura 60. Sezione di calcolo A-A riportata in planimetria

Ogni gruppo sbarre della sezione 380kV ha distanze reciproche di 5.50 m, mentre i due gruppi distano fra loro 22 m. Esse sono posizionate a 13.8 m dal suolo. A più di 125 m dal primo gruppo sbarre sono ubicate quelle a 150 kV, con un'altezza dal suolo di 7.5 m, distanze reciproche tra le sbarre 2.20 m e un interasse di 10.4 m. La portata di corrente è quella massima prevista su ciascuna sbarra e la disposizione delle fasi su ciascun gruppo sbarra, partendo da sinistra verso destra è la seguente: 4-12-8.



4.9.13 Calcolo della DPA Stazioni Elettriche 380/150 kV “SE Nurri 2” e “SE Sanluri”

Il campo elettromagnetico generato è dato dalla somma delle seguenti 4 configurazioni:

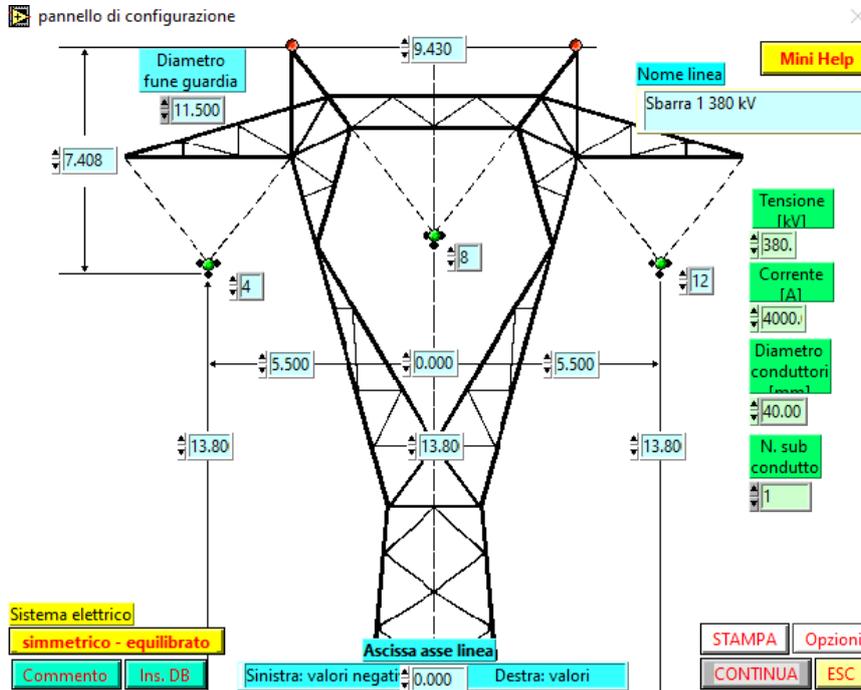


Figura 61. Configurazione geometrica sbarra 1

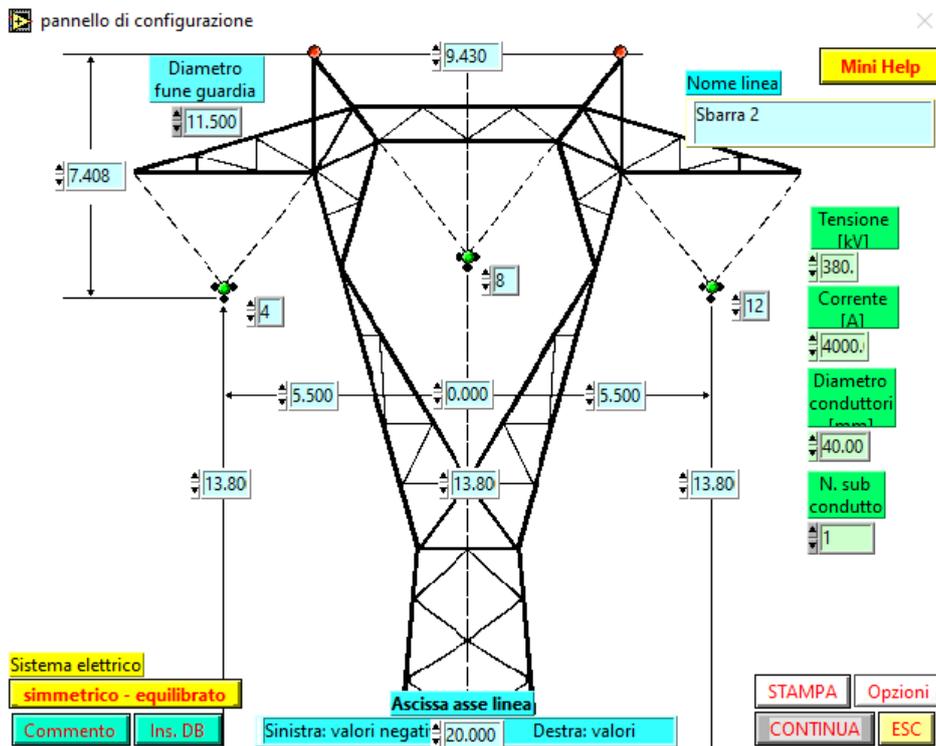


Figura 62. Configurazione geometrica sbarra 2

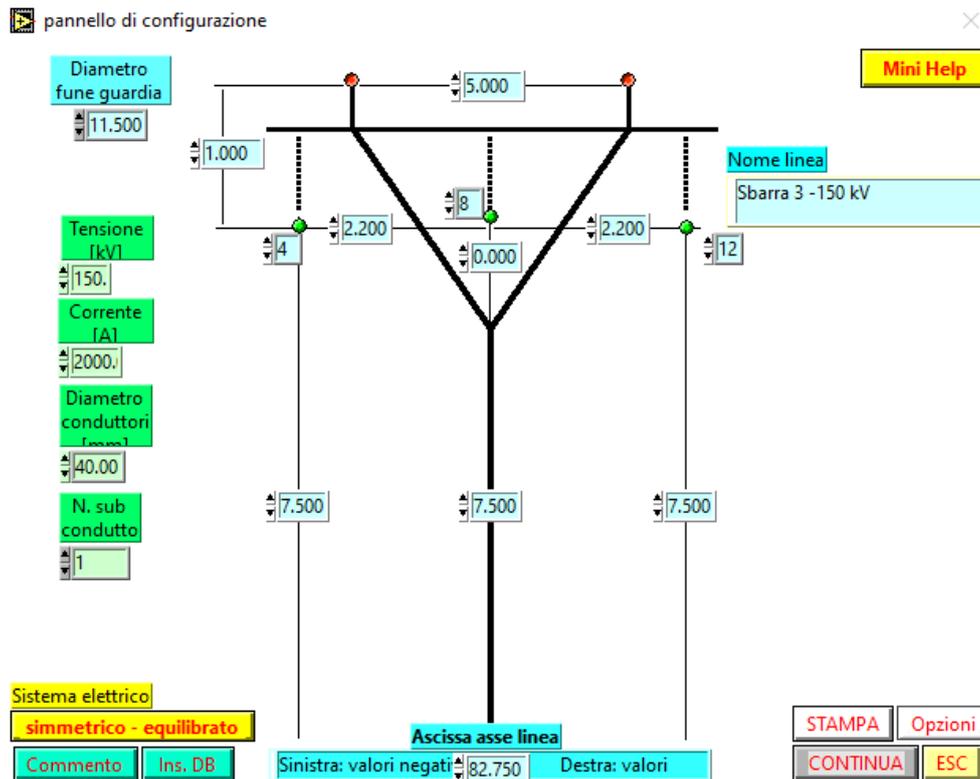


Figura 63. Configurazione geometrica sbarra 3

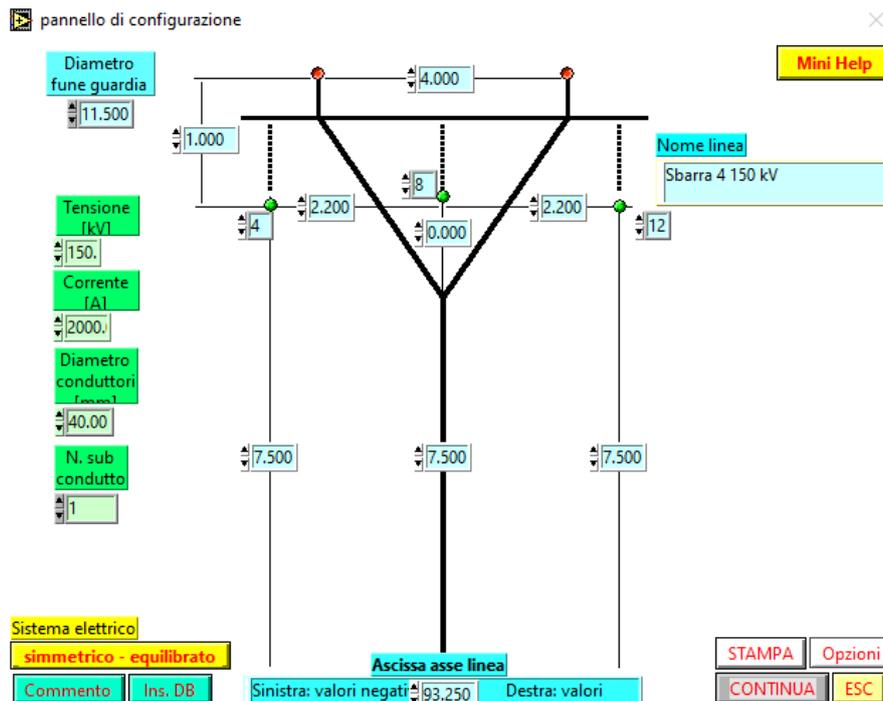


Figura 64. Configurazione geometrica sbarra 4

Ovviamente nelle figure precedenti è riportata la sagoma di un traliccio, unica rappresentazione schematica presente nel software di calcolo, quindi con la presenza anche di funi di guardia, totalmente ininfluenti ai fini



del calcolo. Nella figura seguente si riportano le curve isolivello del campo elettromagnetico generato, ponendo la progressiva 0 in corrispondenza della sbarra centrale 1.

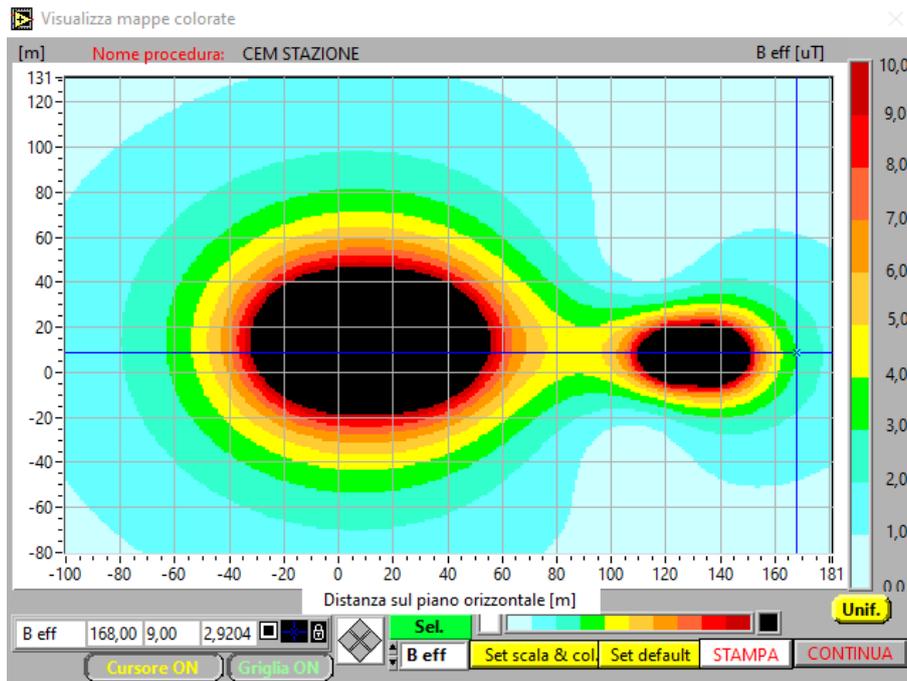


Figura 65. Campo elettromagnetico generato dalle 4 sbarre con verso della corrente concorde

Quindi, l'ampiezza della fascia APA ha estensione di 168 m verso destra dal centro della sbarra 1, mentre verso sinistra è pari a 65 m. Internamente alle sbarre il campo è sempre maggiore di $3 \mu\text{T}$.

Mediante queste simulazioni si è potuto rappresentare l'area caratterizzata da valori del campo elettromagnetico superiore a $3 \mu\text{T}$ in caso di circolazione della corrente massima nelle sbarre con verso concorde nei gruppi sbarra a 150 e 380 kV.

Per le stesse configurazioni geometriche si è valutato anche l'andamento del campo elettrico ad 1 m dal suolo, riportato nell'immagine seguente.

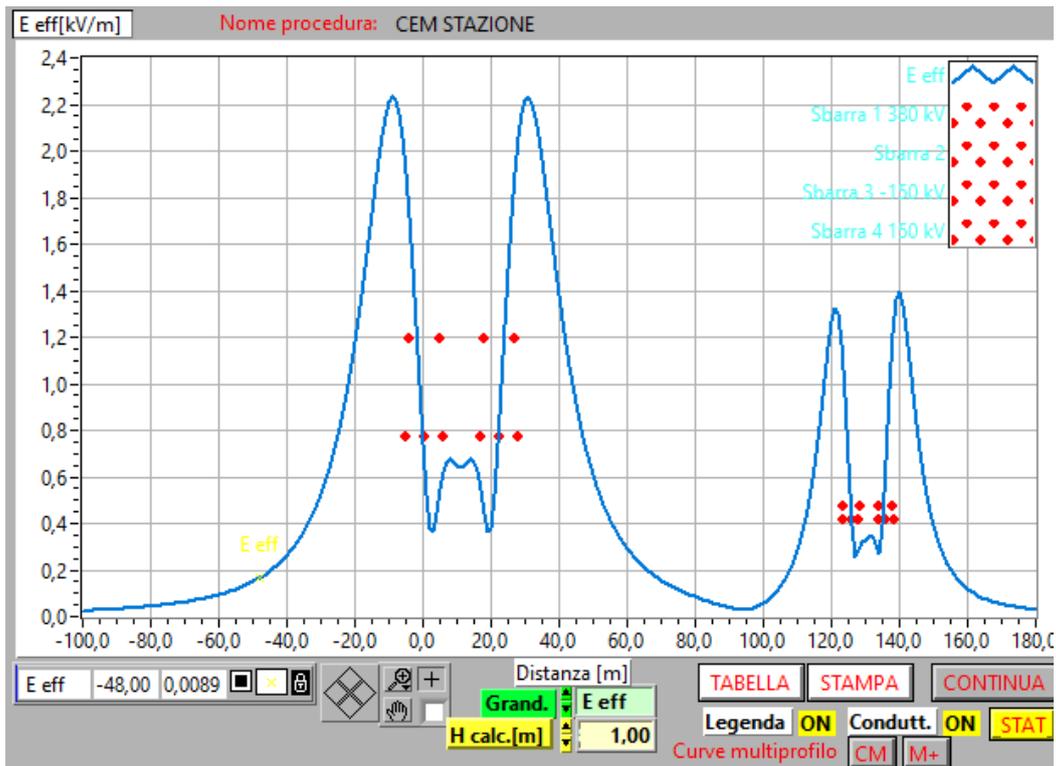


Figura 66. Campo elettrico lungo la sezione A-A, generato dalle 4 sbarre, sempre inferiore a 2.5 kV/m.

In conclusione, i livelli d'induzione magnetica, corrispondenti ai valori di corrente presunta circolanti negli stalli e nelle sbarre, confermano che i valori rientrano entro le soglie legislative di riferimento.

Si evidenzia come, anche con le correnti nominali, gli effetti dovuti alla stazione, al di fuori della sua recinzione determinano in generale valori del campo magnetico B inferiori a 10 μ T ed in generale rispettano gli obiettivi di qualità dei 3 μ T nei confronti degli edifici limitrofi.

Si rappresenta che i calcoli sono stati effettuati con riferimento a condizioni cautelative, prendendo per la sezione AT a 380 kV la corrente nominale delle sbarre (4000 A) e per la sezione a 150 kV una corrente massima di 2000 A.

In riferimento ai campi elettrici, considerati i livelli di tensione, la disposizione dei conduttori e gli schermi delle varie parti presenti nelle aree di impianto, vengono confermati i modelli disponibili in letteratura tecnica, per cui i calcoli effettuati evidenziano il non superamento del valore limite di 5 kV/m, ancor meno al di fuori della recinzione di stazione.

Pertanto, alla luce delle analisi effettuate, si può concludere che **l'impatto complessivo relativo alla componente analizzata può ritenersi nel complesso NON RILEVANTE.**



5 AZIONI DI MITIGAZIONE

L'analisi di compatibilità delle opere ha evidenziato la necessità di adottare ulteriori azioni per ridurre o eliminare potenziali perturbazioni sul sistema ambientale. Tali azioni sono recepite integralmente dal progetto e gli interventi di ottimizzazione e riequilibrio saranno armonizzati con esse.

Di seguito si riporta un elenco sintetico degli interventi di ottimizzazione, riequilibrio e mitigazione proposti.

MISURE DI MITIGAZIONE	
1*	Fondazioni profonde
	Gli eventuali sostegni ricadenti in aree di vulnerabilità idrologica e ad elevata pericolosità geologica verranno realizzati su fondazioni profonde il cui piano di fondazione verrà approfondito al di sotto della quota massima di erosione, nel primo caso, e al raggiungimento del substrato roccioso, nel secondo caso.
2*	Opere di protezione da eventuali alluvioni
	I sostegni ricadenti in aree di vulnerabilità idrologica - idraulica saranno realizzati con piedini sporgenti dal piano campagna rialzati fino alla quota di riferimento della piena di progetto.
3*	Opere di protezione passiva dei sostegni da eventi alluvionali
	Realizzazione di cunei dissuasori a protezione dei sostegni nel caso di eventi alluvionali.
4*	Opere di difesa passiva dei sostegni da fenomeni di crollo
	Realizzazione di barriere paramassi di tipo elastoplastica a difesa dei sostegni da eventuali fenomeni di crollo
5	Riduzione del rumore e delle emissioni
	In caso d'attivazione di cantieri, le macchine e gli impianti in uso dovranno essere conformi alle direttive CE recepite dalla normativa nazionale. Per tutte le attrezzature, comprese quelle non considerate nella normativa nazionale vigente, dovranno comunque essere utilizzati tutti gli accorgimenti tecnicamente disponibili per rendere meno rumoroso il loro uso (ad esempio: carenature, oculati posizionamenti nel cantiere, ecc.). Impiegare apparecchi di lavoro e mezzi di cantiere a basse emissioni, di recente omologazione o dotati di filtri anti-particolato. Divieto di lavorazione nelle ore notturne – divieto di lavorazione nei periodi riproduzione delle specie protette (aprile-giugno).
6	Ottimizzazione trasporti
	Sarà ottimizzato il numero di trasporti previsti sia per l'elicottero che per i mezzi pesanti.
7	Abbattimento polveri da depositi temporanei di materiali di scavo e di costruzione
	Riduzione dei tempi in cui il materiale stoccato rimane esposto al vento. Localizzazione delle aree di deposito in zone non esposte a fenomeni di turbolenza. Copertura dei depositi con stuoie o teli. Se necessario si prevede eventuale bagnatura del materiale sciolto stoccato.
8	Abbattimento polveri dovuto alla movimentazione di terra dal cantiere
	Movimentazione da scarse altezze di getto e con basse velocità di uscita. Copertura dei carichi di inerti fini che possono essere dispersi in fase di trasporto. Riduzione dei lavori di paleggio del materiale sciolto. Se necessario si prevede eventuale bagnatura del materiale sciolto stoccato.
9	Abbattimento polveri dovuto alla circolazione di mezzi all'interno del cantiere
	Bagnatura del terreno, intensificata nelle stagioni più calde e durante i periodi più ventosi. Bassa velocità di circolazione dei mezzi. Copertura dei mezzi di trasporto. Realizzazione dell'eventuale pavimentazione all'interno dei cantieri base, già tra le prime fasi operative.
10	Abbattimento polveri dovuto alla circolazione di mezzi su strade non pavimentate



	Se necessario si prevede eventuale bagnatura del materiale sciolto stoccato. Bassa velocità di intervento dei mezzi. Copertura dei mezzi di trasporto. Predisposizione di barriere mobili in corrispondenza dei recettori residenziali localizzati lungo la viabilità di accesso al cantiere.
11	<i>Abbattimento polveri dovuti alla circolazione di mezzi su strade pavimentate</i>
	Realizzazione di vasche o cunette per la pulizia delle ruote. Bassa velocità di circolazione dei mezzi. Copertura dei mezzi di trasporto
12	<i>Recupero aree non pavimentate</i>
	Intervento di inerbimento e recupero a verde nelle aree non pavimentate al fine di ridurre il sollevamento di polveri dovuto al vento in tali aree, anche dopo lo smantellamento del cantiere stesso.
13	<i>Corretta scelta del tracciato</i>
	<p>I criteri che hanno guidato la fase di scelta dei tracciati hanno permesso di individuare i percorsi che interferissero meno con la struttura del paesaggio.</p> <p>Oltre alla valutazione di limitare il numero dei sostegni a quelli tecnicamente indispensabili, sono stati applicati altri criteri relativi alla scelta e al posizionamento dei sostegni, predisponendo un tracciato lungo un corridoio di fattibilità tecnico, ambientale e infrastrutturale.</p> <p>La progettazione ha consentito di dislocare e allontanare le linee dai centri abitati, centri storici e da strade panoramiche.</p> <p>È stata privilegiata la localizzazione delle linee trasversalmente ai versanti e non lungo la linea di massima pendenza, al fine di diminuire la percezione delle linee; parallelamente sono state sfavorite le zone di cresta per avere come quinta i versanti collinari, diminuendo in tal modo la visibilità dell'opera.</p> <p>L'attento studio dei vincoli presenti sul territorio (di carattere paesaggistico, idrogeologico e ambientale) e i sopralluoghi effettuati hanno permesso di perfezionare la scelta del tracciato e l'ubicazione dei singoli tralicci in modo da interferire il meno possibile con aree di pregio e con zone vulnerabili.</p>
14	<i>Dimensione e tipologia dei sostegni</i>
	<p>La progettazione è stata volta a contenere, per quanto possibile, l'altezza dei sostegni.</p> <p>Sono stati utilizzati tralicci tradizionali, la cui caratteristica principale è avere una struttura reticolare che, con le apposite colorazioni, è facilmente mitigabile.</p>
15	<i>Inserimento cromatico dell'infrastruttura</i>
	<p>Particolare attenzione è stata posta al progetto cromatico dell'infrastruttura, che tiene in considerazione il contesto storico, culturale e materiale in cui l'opera va ad inserirsi. Il metodo del cromatismo di paesaggio predominante si basa sullo studio della percezione visuale del luogo, cercando di valutarne i mutamenti cromatici e comparando mediante criteri funzionali gli elementi naturali ed artificiali.</p> <p>In base all'uso del suolo delle aree attraversate si possono determinare le relative cromie predominanti, ovvero la cromia che risulta sovrastare per l'arco temporale più lungo, calcolato dallo studio delle variazioni cromatiche durante l'arco temporale stagionale.</p> <p>Importante è anche valutare il "Fondale Relativo" delle opere, determinato, per ogni singolo intervento, dai punti visuali preferenziali.</p> <p>Tale analisi ha determinato che i sostegni, al fine di mitigarne l'impatto visivo, siano verniciati con un colore neutro "grigio cielo" (RAL 7035) nella parte alta; tale colorazione potrà essere modificata secondo il colore della scala RAL richiesto dagli Enti competenti.</p>
16	<i>Scelta e posizionamento aree di cantiere</i>
	Per quanto riguarda l'attenuazione dell'interferenza con la componente vegetale si cerca, ove tecnicamente possibile, di collocare i sostegni in aree prive di vegetazione o dove essa è più rada,



	soprattutto quando il tracciato attraversa zone caratterizzate da habitat forestali.
17	<i>Cronoprogramma dei lavori all'interno dei Siti Natura 2000</i>
	NA
18	<i>Accessi alle aree dei sostegni e sopralluoghi</i>
	L'accesso alle piazzole dei sostegni in fase di cantiere avviene attraverso la viabilità esistente (comprese le strade forestali ed interpoderali) o, nel caso dei micro cantieri difficilmente raggiungibili dagli automezzi di trasporto, tramite elicottero. Si limiterà l'apertura di nuove piste di accesso.
19	<i>Misure atte a ridurre gli impatti connessi all'apertura dei micro cantieri</i>
	Nei micro cantieri (siti di cantiere adibiti al montaggio dei singoli sostegni) l'area di ripulitura dalla vegetazione o dalle colture in atto sarà limitata a quella effettivamente necessaria alle esigenze costruttive. La durata delle attività sarà ridotta al minimo necessario, i movimenti delle macchine pesanti limitati a quelli effettivamente necessari per evitare eccessive costipazioni del terreno, mentre l'utilizzo di calcestruzzi preconfezionati eliminerà il pericolo di contaminazione del suolo. Le attività di scavo delle fondazioni dei sostegni saranno tali da contenere al minimo i movimenti di terra.
20	<i>Trasporto dei sostegni effettuato per parti</i>
	Con tale accorgimento si eviterà così l'impiego di mezzi pesanti che avrebbero richiesto piste di accesso più ampie; per quanto riguarda l'apertura di nuove piste di cantiere, tale attività sarà limitata a pochissimi sostegni e riguarderà al massimo brevi raccordi non pavimentati, in modo da consentire, al termine dei lavori, il rapido ripristino della copertura vegetale. I pezzi di sostegno avranno dimensione compatibile con piccoli mezzi di trasporto, in modo da ridurre la larghezza delle stesse piste necessarie.
21	<i>Limitazione del danneggiamento della vegetazione durante la posa e tesatura dei conduttori</i>
	La posa e la tesatura dei conduttori saranno effettuate evitando per quanto possibile il taglio e il danneggiamento della vegetazione sottostante. La posa dei conduttori ed il montaggio dei sostegni eventualmente non accessibili saranno eseguiti, laddove necessario, anche con l'ausilio di elicottero, per non interferire con il territorio sottostante.
22	<i>Installazione dei dissuasori visivi per attenuare il rischio di collisione dell'avifauna</i>
	Si tratta di misure previste in fase di progettazione, previa consultazione di tecnici specialisti che hanno valutato, sulla base della conoscenza dell'avifauna presente e della morfologia del paesaggio, i tratti di linea maggiormente sensibili al rischio elettrico (nella fattispecie i tratti di linea più sensibili al rischio di collisione contro i cavi aerei). Per l'intervento oggetto del presente studio, è stata prevista la messa in opera di segnalatori ottici e acustici per l'avifauna lungo specifici tratti individuati con spiccate caratteristiche di naturalità. Tali dispositivi (ad es. Spirali mosse dal vento) consentono di ridurre la possibilità di impatto degli uccelli contro elementi dell'elettrodotta, perché producono un rumore percepibile dagli animali e li avvertono della presenza dei sostegni e dei conduttori durante il volo notturno.
23	<i>Ripristino vegetazione nelle aree dei micro cantieri e lungo le nuove piste di accesso</i>
	A fine attività, lungo le piste di cantiere provvisorie, nelle piazzole dei sostegni e nelle aree utilizzate per le operazioni di stendimento e tesatura dei conduttori, si procederà alla pulitura ed al completo ripristino delle superfici e restituzione agli usi originari. Sono quindi previsti interventi di ripristino dello stato ante-operam, da un punto di vista pedologico e di copertura del suolo. Le superfici interessate dalle aree di cantiere e piste di accesso saranno ripristinate prevedendo le seguenti tipologie di intervento: <ul style="list-style-type: none">▪ Ripristino all'uso agricolo;▪ Ripristino a prato.



24	Controllo ed eradicazione di essenze alloctone
	Durante i ripristini ambientali delle aree di cantiere, al fine di contrastare l'alterazione di habitat semi-naturali nei dintorni dell'area di intervento, si procederà al controllo ed eradicazione di eventuali essenze alloctone che potrebbero entrare in competizione con le specie sinantropiche locali ai margini delle aree di intervento o nell'area alla base dei sostegni.
25	Limitazione agli impianti di illuminazione elettrodotti
	In caso si renda necessario il posizionamento di impianti di illuminazione nelle aree di cantiere principali per necessità tecniche, questi saranno limitati alla potenza strettamente necessaria e posizionati secondo la normativa vigente al fine di minimizzare l'inquinamento luminoso.
26	Limitazione agli impianti di illuminazione stazione elettrica
	Il posizionamento di impianti di illuminazione nella stazione elettrica in progetto, questi saranno limitati alla potenza strettamente necessaria e posizionati secondo la normativa vigente al fine di minimizzare l'inquinamento luminoso.
27	Riutilizzo del materiale scavato
	Il materiale in eccesso scavato in corrispondenza dei sostegni e delle aree delle future stazioni elettriche, derivante dalle attività di scavo per la costruzione delle fondazioni, sarà prevalentemente riutilizzato in sito. Nel primo caso (aree sostegno) il materiale sarà riutilizzato in loco al fine di rimodellare e riprofilare il terreno limitrofo allo scavo, nel secondo caso (area Stazione Elettrica di Montescaglioso) il materiale in esubero sarà smaltito come rifiuto ai sensi della Parte IV del D.lgs.152/06 (con riferimento alle Relazioni dei Piani preliminari gestione Terre e Rocce da Scavo del Piano Tecnico delle Opere)
28	Mascheramenti a verde
	Lungo la fascia perimetrale delle nuove Stazioni Elettriche, saranno realizzate delle fasce con funzioni di mascheramento, caratterizzate da vegetazione arborea ed arbustiva, disposte a siepe o filare, secondo schemi quanto più possibili naturaliformi. Le specie di possibile impiego faranno riferimento a stadi della serie dinamica della vegetazione potenziale dei siti di intervento, quindi specie ecologicamente coerenti e tipiche dei contesti locali. La provenienza del materiale vegetale impiegato dovrà essere autoctona e certificata.
Note	
*	La necessità di tali interventi mitigativi dovrà essere verificata in fase di progettazione esecutiva sulla base di approfondite campagne di indagini geognostiche - geomeccaniche - verifiche idrauliche.

Negli elaborati G929_SIA_T_015_Matrice degli impatti e G929_SIA_T_016_Valutazione degli impatti sono individuate, per ciascuna tipologia di opere, le misure di mitigazione da adottare per ogni comparto ambientale nelle varie fasi (realizzazione, esercizio, dismissione).