

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



CUP J19G01000000001

S.O. INGEGNERIA AMBIENTALE E DEL TERRITORIO

PROGETTO DEFINITIVO

Elettificazione Linea Cagliari – Oristano

PROGETTO AMBIENTALE DELLA CANTIERIZZAZIONE

RELAZIONE GENERALE

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA Progr. REV.

RR0S 00 D 69 RG CA0000 002 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione esecutiva		Gennaio 2023		Gennaio 2023		Gennaio 2023	S. Pascioli Gennaio 2023

File RR0S00D69RGCA0000002A.docx

	PROGETTO DEFINITIVO					
	Elettrificazione Linea Cagliari - Oristano					
Progetto Ambientale della Cantierizzazione Relazione Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RR0S	00	D 69 RG	CA0000002	A	2 di 145

INDICE

1	PREMESSA	5
1.1	STRUTTURA DEL PROGETTO AMBIENTALE DELLA CANTIERIZZAZIONE	6
1.2	SISTEMA DI GESTIONE AMBIENTALE	6
1.2.1	<i>Approccio analitico</i>	7
1.2.2	<i>Identificazione degli aspetti ambientali di progetto (AAPG)</i>	8
1.2.3	<i>Criteri di valutazione degli aspetti ambientali di progetto</i>	10
1.3	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	11
1.3.1	<i>Normativa Nazionale</i>	11
1.3.2	<i>Normativa Regionale</i>	11
2	INQUADRAMENTO GENERALE DEL PROGETTO	12
2.1	DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO	12
2.1.1	<i>Il quadro riepilogativo</i>	12
2.1.2	<i>Linea di contatto e sostegni</i>	12
2.1.3	<i>Sottostazioni elettriche (SSE)</i>	12
2.2	DESCRIZIONE DEL SISTEMA DELLA CANTIERIZZAZIONE	17
2.2.1	<i>Le aree di cantiere</i>	17
	Le aree di cantiere fisso	17
	Le piste di cantiere	20
2.2.2	<i>Quantitativi e flussi di materiali</i>	21
	Il bilancio materiali	21
	Modalità di gestione dei materiali di risulta	22
2.2.3	<i>Modalità e fasi realizzative</i>	23
3	ASPETTI AMBIENTALI DELLA CANTIERIZZAZIONE	31
3.1	ASPETTI AMBIENTALI SIGNIFICATIVI	31
3.1.1	<i>Inquadramento del tema</i>	31
3.1.2	<i>Individuazione delle situazioni significative</i>	32
3.2	EMISSIONI IN ATMOSFERA	34
3.2.1	<i>Descrizione del contesto ambientale e territoriale</i>	34
	Normativa di riferimento	34
	Climatologia e meteorologia	34
	Caratterizzazione meteorologica	37

Zonizzazione e classificazione del territorio per qualità dell'aria	43
Rete di monitoraggio della qualità dell'aria e scelta della centralina per le simulazioni modellistiche	49
Stato della Qualità dell'Aria	53
3.2.2 Valutazione degli aspetti ambientali legati al cantiere	55
Descrizione degli impatti potenziali	55
Le analisi sviluppate	56
Scenario B - Analisi dello studio emissivo	70
Gli output dello studio modellistico per lo scenario A	74
Conclusioni	78
3.2.3 Misure di prevenzione e mitigazione	89
Impianti di lavaggio delle ruote degli automezzi	89
Bagnature delle aree di cantiere	89
Spazzolatura del primo tratto di strada impegnato dal passaggio dei mezzi in uscita dal cantiere	90
Procedure operative	91
3.3 CLIMA ACUSTICO	95
3.3.1 Descrizione del contesto ambientale e territoriale	95
Inquadramento normativo	95
Limiti acustici e zonizzazioni dei comuni interessati	99
3.3.2 Valutazione degli aspetti ambientali legati al cantiere	106
Metodologia di lavoro utilizzata	106
Il modello di simulazione SoundPLAN	107
Descrizione degli impatti potenziali	109
Caratterizzazione acustica degli scenari di riferimento	112
Risultati delle simulazioni acustiche	119
Considerazioni conclusive	127
3.3.3 Misure di prevenzione e mitigazione	131
Barriere antirumore in corrispondenza dei ricettori prossimi alle aree di cantiere	131
Procedure operative	132
Deroga	133
3.4 RIFIUTI E MATERIALI DI RISULTA	134
3.4.1 Stima dei materiali prodotti	134
3.4.2 Classificazione dei materiali di risulta prodotti	135
3.4.3 Modalità di gestione dei materiali di risulta prodotti	137
3.5 MATERIE PRIME	138
3.5.1 Stima dei fabbisogni	138
3.5.2 Gestione dei materiali di fornitura	138

	PROGETTO DEFINITIVO					
	Elettrificazione Linea Cagliari - Oristano					
Progetto Ambientale della Cantierizzazione Relazione Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RR0S	00	D 69 RG	CA0000002	A	4 di 145

3.5.3	<i>Aree estrattive</i>	138
3.5.4	<i>Valutazione degli aspetti ambientali legati al cantiere</i>	139
3.6	ASPETTI AMBIENTALI SIGNIFICATIVI	139

ALLEGATI

Allegato A – Quadro normativo

Allegato B – Mappe diffusionali

Allegato C – Grid di calcolo

Allegato D – Interventi di mitigazione acustica

	PROGETTO DEFINITIVO					
	Elettrificazione Linea Cagliari - Oristano					
Progetto Ambientale della Cantierizzazione Relazione Generale	COMMESSA RR0S	LOTTO 00	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO CA0000002	REV. A	FOGLIO 5 di 145

1 PREMESSA

Il presente documento si inserisce nell'ambito del **progetto definitivo di Elettificazione della Linea Cagliari - Oristano**, afferente alla linea ferroviaria Cagliari – Golfo Aranci.

Rimandando al seguente Cap. ed agli elaborati specialisti per una dettagliata descrizione del quadro degli interventi previsti, in termini generali, la configurazione progettuale idonea a soddisfare il succitato obiettivo prevede la realizzazione della Linea di contatto, consistente nella posa in opera di sostegni e di portali tralicciati lungo i 93 chilometri che compongono la tratta Cagliari – Oristano, unitamente alla realizzazione di 6 sottostazioni elettriche (SSE Cagliari, Decimomannu, Villasor, San Gavino, Marrubiu ed Oristano), funzionali alla elettrificazione della intera tratta.

Tabella 1-1 Ambito amministrativo interessato dall'opera in progetto

<i>Provincia</i>	<i>Comune</i>
Cagliari	Assemini
	Cagliari
	Decimomannu
	Decimoputzu
	Elmas
	Villasor
Medio Campidano	Pabillonis
	Samassi
	San Gavino Monreale
	Sanluri
	Sardara
	Serramanna
Oristano	Arborea
	Marrubiu
	Mogoro
	Oristano
	Santa Giusta
	Terralba
	Uras

	PROGETTO DEFINITIVO					
	Elettrificazione Linea Cagliari - Oristano					
Progetto Ambientale della Cantierizzazione Relazione Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RR0S	00	D 69 RG	CA0000002	A	6 di 145

1.1 STRUTTURA DEL PROGETTO AMBIENTALE DELLA CANTIERIZZAZIONE

Il presente elaborato denominato “Relazione Generale” si compone delle seguenti parti:

- Parte A, la presente, con un inquadramento generale dell’opera e del sistema di cantierizzazione;
- Parte B, contenente l’identificazione, la descrizione e la valutazione di significatività delle problematiche ambientali dirette ed indirette che si possono generare in fase di costruzione delle opere, nonché l’illustrazione degli interventi di mitigazione e delle procedure operative per il contenimento degli impatti.

1.2 SISTEMA DI GESTIONE AMBIENTALE

Per le opere in progetto rientra tra gli oneri dell’Appaltatore l’implementazione di un Sistema di Gestione Ambientale delle attività di cantiere esteso a tutti i siti in cui si svolgono attività produttive, dirette ed indirette, di realizzazione, di approvvigionamento e di smaltimento, strutturato secondo i requisiti della norma UNI EN ISO 14001 (o Regolamento CE 761/2001).

Il Sistema di Gestione Ambientale prevede in particolare la redazione di un documento di Analisi Ambientale Iniziale, contenente l’analisi dei dati qualitativi e quantitativi dell’impianto di cantiere, dei siti e delle attività di cantiere, allo scopo di stabilire le correlazioni tra attività, aspetti ambientali ed impatti. Tale analisi dovrà esplicitare il processo:

Opera/Parte d’Opera → Lavorazioni → Strumenti ed Attrezzature utilizzati – Materiali impiegati → Aspetti Ambientali → Impatti → Mitigazioni/Prescrizioni/Adempimenti legislativi.

Il predetto documento costituisce quindi un approfondimento del presente, redatto direttamente dall’Appaltatore.

Relativamente al controllo operativo dei cantieri il Sistema di Gestione Ambientale prevede la messa a punto di apposite procedure per:

- caratterizzazione e gestione dei rifiuti e dei materiali di risulta;
- contenimento delle emissioni di polveri e sostanze chimiche nell’atmosfera;
- contenimento delle emissioni acustiche;
- gestione delle sostanze pericolose;
- gestione scarichi idrici;
- protezione del suolo da contaminazioni e bonifica dei siti contaminati;

	PROGETTO DEFINITIVO					
	Elettrificazione Linea Cagliari - Oristano					
Progetto Ambientale della Cantierizzazione Relazione Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RR0S	00	D 69 RG	CA0000002	A	7 di 145

- gestione dei flussi dei mezzi di cantiere sulla rete stradale pubblica;
- individuazione e risposta a potenziali incidenti e situazioni di emergenza per prevenire ed attenuare l'impatto ambientale che ne può conseguire.

Tali procedure dovranno essere redatte recependo tutte le indicazioni contenute nel presente elaborato, eventuali prescrizioni degli enti competenti in materia di tutela ambientale nonché le eventuali sopraggiunte normative.

Un ulteriore elemento che è qui utile richiamare del Sistema di Gestione Ambientale è il Piano di Controllo e di Misurazione Ambientale: si tratta del documento che pianifica i controlli ambientali da effettuarsi nel corso delle attività di cantiere, dirette ed indirette, di realizzazione, di approvvigionamento e di smaltimento.

Tale piano implementerà le attività di controllo previste nel presente Progetto Ambientale della Cantierizzazione e da eventuali altre prescrizioni contrattuali.

1.2.1 Approccio analitico

La metodologia generale applicata all'interno del presente documento per l'analisi degli aspetti ambientali di progetto (AAPG) e per lo svolgimento del processo di valutazione fa riferimento agli indirizzi dettati dal sistema di gestione ambientale adottato da Italferr S.p.A. in applicazione alla norma UNI-EN ISO 14001:2004.

Gli Aspetti Ambientali di Progetto, identificati secondo le modalità riportate nei paragrafi seguenti, vengono descritti al fine di fornire informazioni relative alle caratteristiche e specificità che essi assumono nel progetto analizzato.

Nella descrizione, che avviene in termini qualitativi e, ove possibile, quantitativi, sono inserite tutte le informazioni necessarie ai fini della successiva identificazione degli Aspetti Ambientali di Processo ed in particolare:

1. Adempimenti legislativi;
2. Descrizione dello stato iniziale - ante operam – dell'aspetto ambientale in termini di consistenza, stato di conservazione, tendenza evolutiva, ecc.
3. Analisi delle possibili interferenze allo stato iniziale dell'aspetto ambientale ipotizzabili per effetto della costruzione e dell'esercizio dell'opera (corso d'opera – post operam).

	PROGETTO DEFINITIVO					
	Elettrificazione Linea Cagliari - Oristano					
Progetto Ambientale della Cantierizzazione Relazione Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RR0S	00	D 69 RG	CA0000002	A	8 di 145

1.2.2 Identificazione degli aspetti ambientali di progetto (AAPG)

Il Sistema di Gestione Ambientale adottato da Italferr S.p.A. ai sensi della norma UNI-EN ISO 14001:2004 ha identificato, relativamente al processo di progettazione, 14 aspetti ambientali (Aspetti Ambientali Iniziali) comuni a tutti i livelli di progettazione.

Gli Aspetti Ambientali in questione sono:

1. Pianificazione e tutela territoriale
2. Popolazione e salute umana
3. Suolo
4. Acque superficiali e sotterranee
5. Biodiversità
6. Materie prime
7. Clima acustico
8. Vibrazioni
9. Aria e clima
10. Rifiuti e materiali di risulta
11. Scarichi idrici e sostanze nocive
12. Patrimonio culturale e beni materiali
13. Territorio e patrimonio agroalimentare
14. Paesaggio

Tenendo conto degli aspetti ambientali sopra riportati, nella parte B del presente elaborato sarà effettuata una disamina di quelle tematiche ambientali che, in base a considerazioni sulle caratteristiche del territorio, sulla tipologia dell'opera e delle attività da svolgere ed in funzione del sistema di cantierizzazione previsto, sono considerate di rilievo per la fase di cantiere degli interventi previsti dal presente progetto.

Il metodo utilizzato per l'identificazione degli Aspetti Ambientali Significativi di progetto si basa, quindi, sulla correlazione fra gli elementi tipologici di un'opera (tipologie di opera prevalenti) e gli aspetti ambientali tipologici, individuati in base alla scomposizione della "matrice ambiente", riportata nella Tabella 1-2 "Matrice Correlazione Tipologia Opera – Aspetto Ambientale Processo Progettazione Opera".

Sempre nella stessa tabella, sono state evidenziate le tipologie di opera relative al Progetto a cui si riferisce il presente studio in modo da individuare gli AA interessati.

Tabella 1-2 Matrice Correlazione Tipologia Opera – Aspetto Ambientale Processo Progettazione Opera

TIPOLOGIA OPERA	Pianificazione e tutela ambientale	Popolazione e salute umana	Risorse naturali				Emissione e produzione					Risorse antropiche e paesaggio		
			Suolo	Acque superficiali e sotterranee	Biodiversità	Materie prime	Clima acustico	Vibrazioni	Aria e clima	Rifiuti e materiali di risulta	Scarichi idrici e sostanze nocive	Patrimonio culturale e beni materiali	Territorio e Patrimonio agroalimentare	Paesaggio
RI - Rilevati		●	●	●	●	●	●	●	●	●		●		●
TR - Trincee		●	●	●	●		●	●	●	●		●		●
VI Viadotti		●		●	●	●	●	●			●	●		●
Viabilità /sottovia in interferenza		●		●		●	●	●	●	●				●
FV/FA -Stazioni / Fermate / Fabbricati tecnologici		●	●	●	●	●	●		●	●		●		●
SSE		●	●		●	●		●	●	●		●		●
Armamento						●								
Trazione Elettrica						●	●		●					
Siti deposito / approvvigionamento	●	●		●		●	●		●			●	●	●
Sistema di cantierizzazione (aree di cantiere, aree di stoccaggio, flussi)	●	●	●	●	●		●		●	●	●	●	●	●
Legenda														
●	Non pertinente													
●	Pertinente – Oggetto di trattazione all'interno dello Studio preliminare ambientale (RR0S00D69RGIM0001001A)													
●	Pertinente – Oggetto di approfondimento specifico													

	PROGETTO DEFINITIVO					
	Elettrificazione Linea Cagliari - Oristano					
Progetto Ambientale della Cantierizzazione Relazione Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RR0S	00	D 69 RG	CA0000002	A	10 di 145

Con specifico riferimento al caso in specie ed a quanto riportato nella precedente tabella si precisa che:

- Il termine Trazione elettrica è stato appositamente riferito alla sua posa in opera
- In ragione del contesto localizzativo, dei fattori di specificità dell'opera in progetto e delle modalità di sua realizzazione, gli AA interessati e, in tal senso, affrontati nell'ambito della presente relazione sono stati i seguenti:
 - Materie prime
 - Clima acustico
 - Aria e clima
 - Rifiuti e materiali di risulta
 - Scarichi idrici e sostanze nocive

1.2.3 Criteri di valutazione degli aspetti ambientali di progetto

L'attività condotta nell'ambito delle singole analisi specialistiche documentate nei paragrafi successivi viene effettuata secondo:

- Contestualizzazione della matrice generale di causalità rispetto alle specificità del contesto di localizzazione dell'area di cantiere/lavorazione in esame, al fine di verificare se ed in quali termini gli effetti potenziali ipotizzati possano effettivamente configurarsi
Tale operazione ha consentito di selezionare quegli aspetti che rappresentano i "temi del rapporto Opera – Ambiente", intesi nel presente studio come quei nessi di causalità intercorrenti tra Azioni di progetto, Fattori causali ed effetti potenziali, che, trovando una concreta ed effettiva rispondenza negli aspetti di specificità del contesto localizzativo, informano detto rapporto.
- Analisi e stima degli effetti attesi, sulla base dell'esame di dettaglio delle Azioni di progetto alla base di detti effetti e dello stato attuale dei fattori da queste potenzialmente interessati. Tale analisi ha consentito, in primo luogo, di verificare se già all'interno delle scelte progettuali fossero contenute soluzioni atte ad evitare e/o prevenire il prodursi di potenziali effetti significativi sull'ambiente, nonché, in caso contrario, di stimarne l'entità e, conseguentemente di prevedere le misure ed interventi di mitigazione/compensazione e di monitoraggio ambientale.

Relativamente alla stima degli effetti, la scala a tal fine predisposta è articolata nei seguenti livelli crescenti di significatività:

	PROGETTO DEFINITIVO					
	Elettrificazione Linea Cagliari - Oristano					
Progetto Ambientale della Cantierizzazione Relazione Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RR0S	00	D 69 RG	CA0000002	A	11 di 145

- S1 – Trascurabile
- S2 – Scarsamente significativo
- S3 – Mediamente significativo
- S4 – Significativo
- S5 – Altamente significativo

1.3 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

1.3.1 Normativa Nazionale

Il Progetto Ambientale della Cantierizzazione è stato redatto in conformità alle principali normative nazionali applicabili alle finalità del presente studio, sulla base di quanto riportato nel documento redatto da Italferr in data 20/10/2010 e revisionato in data 19/03/2015 “Quadro Normativo per la progettazione ambientale e archeologica delle opere infrastrutturali”, che raccoglie le principali norme ambientali applicabili alle attività di progettazione, monitoraggio ambientale, realizzazione e collaudo delle opere infrastrutturali (cfr. Allegato 1 alla presente relazione).

Per far fronte alla continua evoluzione della normativa relativa a ciascuna delle matrici ambientali significative sottodescritte, il Gruppo Ferrovie dello Stato, nel rispetto dei requisiti generali previsti dalla norma UNI EN ISO 14001, si è dotato di un presidio normativo, contenente i principali riferimenti a carattere nazionale e regionale, disponibile online all’indirizzo <http://presidionormativo.italferr.it/>.

1.3.2 Normativa Regionale

Regione Sardegna

- Deliberazione N. 37/14 del 25.9.2007 (Supplemento ordinario n. 32 del 20 luglio 2016 al B.U.R. n.29 del 20 luglio 2016), approva il Piano Regionale Attività Estrattive (PRAE), previsto nella L.R. 7.6.1989 n. 30 “Disciplina delle attività di cava”.
- DGR n. 69/15 del 23.12.2016 – Piano regionale di gestione dei rifiuti urbani;
- DGR del 08.01.2021 n. 1/21 - Piano regionale di gestione dei rifiuti speciali.

	PROGETTO DEFINITIVO					
	Elettrificazione Linea Cagliari - Oristano					
Progetto Ambientale della Cantierizzazione Relazione Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RR0S	00	D 69 RG	CA0000002	A	12 di 145

2 INQUADRAMENTO GENERALE DEL PROGETTO

2.1 DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO

2.1.1 Il quadro riepilogativo

Il progetto definitivo oggetto del presente studio riguarda l'elettrificazione della tratta Cagliari-Oristano della linea ferroviaria Cagliari - Golfo Aranci.

La linea Cagliari-Golfo Aranci, nota anche come Dorsale Sarda, è la più importante ed estesa dell'intera rete ferroviaria della Sardegna e collega Cagliari col porto gallurese di Golfo Aranci e con vari centri del Campidano, della Sardegna centrale e della Gallura, tra cui i principali sono Oristano, Macomer e Olbia.

La linea ferroviaria Cagliari - Oristano si sviluppa per un'estensione complessiva di 93 km di cui 50 km in doppio binario da Cagliari a San Gavino Monreale e di 43 km in singolo binario da San Gavino Monreale a Oristano ed è interamente non elettrificata.

La configurazione del sistema di trazione elettrica (Sottostazioni elettriche SSE e Linea di Contatto) idonea a soddisfare l'intero quadro esigenziale richiesto per la tratta Cagliari - Oristano prevede:

- Elettrificazione con la Linea di Contatto con catenaria di sezione pari a 440 mm²
- Realizzazione di n. 6 nuove SSE

2.1.2 Linea di contatto e sostegni

La configurazione del sistema di trazione elettrica (Sottostazioni elettriche SSE e Linea di Contatto) idonea a soddisfare l'intero quadro esigenziale richiesto per la tratta Cagliari - Oristano prevede l'elettrificazione con la Linea di Contatto con catenaria di sezione pari a 440 mm², sostenuta con sospensioni di tipo "a mensola orizzontale in alluminio"; nel tratto compreso tra la stazione di Cagliari e quella di Decimomannu i pali TE previsti dal progetto sostituiranno quelli attualmente esistenti e di cui si prevede la rimozione.

Per ulteriori approfondimenti si rimanda alla relazione specialistica RR0S00D18ROLC0000001A.

2.1.3 Sottostazioni elettriche (SSE)

Il sistema di trazione elettrica prevede la realizzazione di n. 6 nuove sottostazioni, ognuna equipaggiata con due gruppi di conversione da 5400 kW, situate presso le stazioni di Cagliari, Decimomannu, Villasor, San Gavino, Marrubiu ed Oristano (cfr. Tabella 2-1).

	PROGETTO DEFINITIVO					
	Elettrificazione Linea Cagliari - Oristano					
Progetto Ambientale della Cantierizzazione Relazione Generale	COMMESSA RR0S	LOTTO 00	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO CA0000002	REV. A	FOGLIO 13 di 145

Tabella 2-1 Sottostazioni elettriche in progetto: Localizzazione

<i>Sottostazione elettrica</i>		<i>Localizzazione [pk]</i>
SSE01	Cagliari	2+188
SSE02	Decimomannu	16+024
SSE03	Villasor	26+255
SSE04	San Gavino	50+921
SSE05	Marrubiu	77+244
SSE06	Oristano	93+619

Per quanto attiene agli aspetti tecnologici, l'analisi dei carichi elettrici ha dimostrato la compatibilità degli stessi con un'alimentazione elettrica primaria in Media Tensione (MT), soluzione adottata per tutte le SSE di progetto con la sola eccezione di quella di Villasor, alimentata in Alta Tensione (AT) (cfr. Tabella 2-2).

Tabella 2-2 SSE di progetto: Alimentazione

<i>Sottostazione elettrica</i>		<i>Alimentazione</i>	
		Media Tensione (MT)	Alta Tensione (AT)
SSE01	Cagliari	•	
SSE02	Decimomannu	•	
SSE03	Villasor		•
SSE04	San Gavino	•	
SSE05	Marrubiu	•	
SSE06	Oristano	•	

Nello specifico, la SSE di Cagliari, alimentata in Media Tensione, occuperà un'area di 2.340 mq e sarà ubicata all'incirca al km 2+188. L'impianto sarà dotato di 4 alimentatori con i rispettivi interruttori extrarapidi e sezionatori di prima fila e due sezionatori di seconda fila.

La SSE di Decimomannu, alimentata in Media Tensione, occuperà invece un'area di 1.580 mq e sarà ubicata all'incirca al km 16+024. L'impianto sarà dotato di 6 alimentatori con i rispettivi interruttori extrarapidi e sezionatori di prima fila e quattro sezionatori di seconda fila. Nel presente impianto si è

	PROGETTO DEFINITIVO					
	Elettrificazione Linea Cagliari - Oristano					
Progetto Ambientale della Cantierizzazione Relazione Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RR0S	00	D 69 RG	CA0000002	A	14 di 145

tenuto conto sia della futura elettrificazione della direttrice che si dirama da Decimomannu verso Iglesias sia del futuro raddoppio del binario.

La SSE di Villasor, alimentata in Alta Tensione, occuperà invece un'area di 8.100 mq e sarà ubicata all'incirca al km 26+255. L'impianto sarà dotato di 4 alimentatori con i rispettivi interruttori extrarapidi e sezionatori di prima fila e due sezionatori di seconda fila.

La SSE di San Gavino, alimentata in Media Tensione, occuperà invece un'area di 2.400 mq e sarà ubicata all'incirca al km 50+921. L'impianto sarà dotato di 3 alimentatori con i rispettivi interruttori extrarapidi e sezionatori di prima fila e due sezionatori di seconda fila.

La SSE di Marrubiu, alimentata in Media Tensione ma con area predisposta per futuro allaccio in AT, occuperà invece un'area di 4500 mq e sarà ubicata all'incirca al km 77+724. L'impianto sarà dotato di 2 alimentatori con i rispettivi interruttori extrarapidi e sezionatori di prima fila e un solo sezionatore di seconda fila. Per la SSE in questione è prevista inoltre l'occupazione di uno spazio idoneo per un futuro upgrade della SSE con allaccio in alta tensione.

Infine, la SSE di Oristano, alimentata in Media Tensione, occuperà invece un'area di 1.970 mq e sarà ubicata all'incirca al km 93+619. L'impianto sarà dotato di 3 alimentatori con i rispettivi interruttori extrarapidi e sezionatori di prima fila e due sezionatori di seconda fila. Nel presente impianto si è tenuto di una possibile futura elettrificazione della direttrice che si dirama verso la zona industriale Oristano.

La scelta della localizzazione è stata operata in ragione sia del necessario rispetto dei parametri tecnologiche quanto anche della volontà di privilegiare pertinenze ferroviarie, circostanza che, a titolo esemplificativo, risulta del tutto evidente nel caso della SSE03 Villasor e della SSE04 San Gavino (cfr. Figura 2-1).



Figura 2-1 Sottostazioni elettriche: Area di localizzazione

Nello specifico, la localizzazione della SSE03 Villasor è prevista in corrispondenza della precedente sottostazione elettrica (come premesso, il tratto compreso tra la stazione di Cagliari e quella di Villasor era stato oggetto di un pregresso intervento di elettrificazione, ad oggi tuttavia dismesso). Per quanto concerne la SSE04 San Gavino, il suo posizionamento è stato operato collocandola all'interno dello scalo della omonima stazione.

Le SSE sono costituite da un piazzale nel quale sono collocate le apparecchiature elettromeccaniche ed il fabbricato di consegna.

Nello specifico, le apparecchiature elettromeccaniche di piazzale saranno limitate al parco sezionatori 3 kVcc, mentre tutte le altre apparecchiature saranno contenute all'interno di fabbricati ad un solo livello e con tetto a doppia falda (cfr. Figura 2-2).

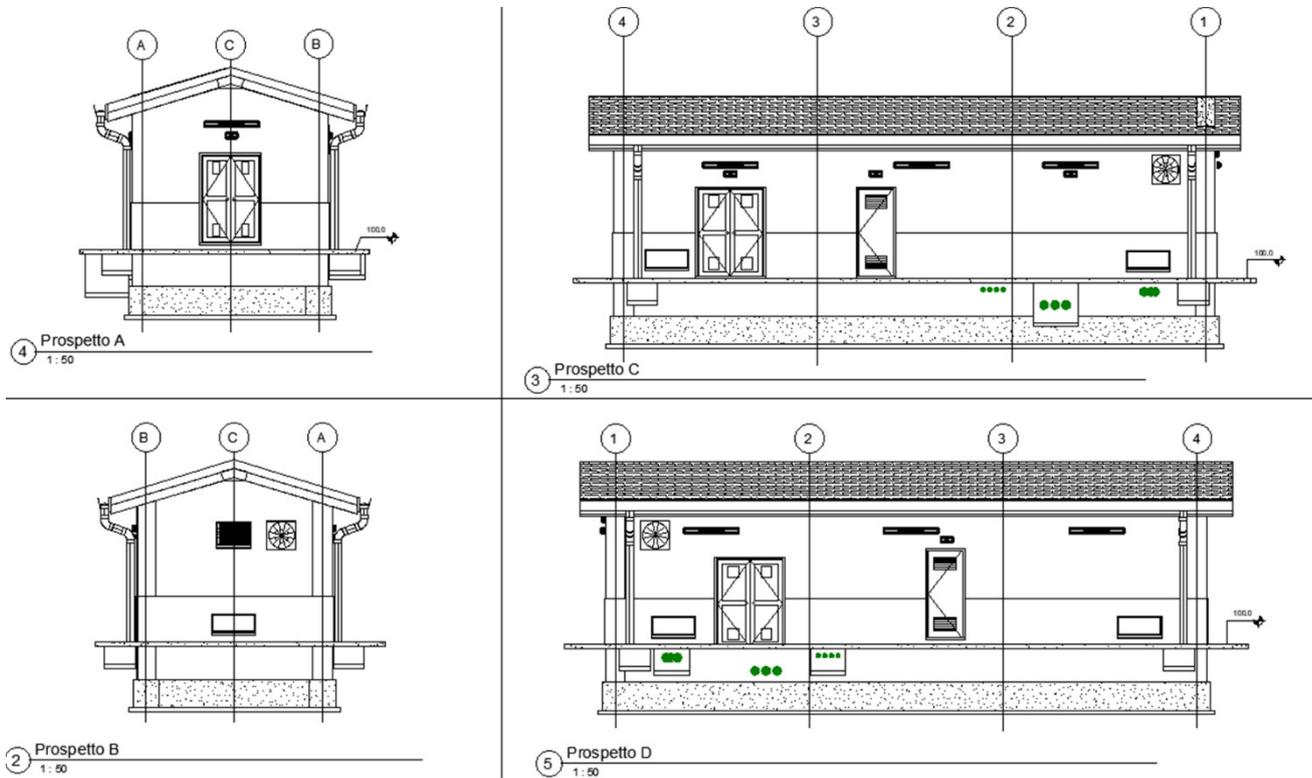


Figura 2-2 Fabbricato di consegna MT: Prospetti

Dal punto di vista costruttivo, i fabbricati presentano fondazione a trave rovescia.

Tutti gli impianti di nuova realizzazione saranno telecomandati dal nuovo DOTE di Cagliari, che sarà realizzato a cura di altro appalto contestualmente ai lavori di elettificazione della linea Cagliari – Oristano.

Per approfondimenti si rimanda alla Relazione tecnica di SSE (RR0S00D18RGSE0000001A) e rispettivi elaborati specialistici.

	PROGETTO DEFINITIVO					
	Elettrificazione Linea Cagliari - Oristano					
Progetto Ambientale della Cantierizzazione Relazione Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RR0S	00	D 69 RG	CA0000002	A	17 di 145

2.2 Descrizione del sistema della cantierizzazione

2.2.1 Le aree di cantiere

Le aree di cantiere fisso

Al fine di realizzare le opere in progetto, è prevista l'installazione di una serie di aree di cantiere lungo il tracciato della linea ferroviaria, che sono state selezionate sulla base delle seguenti esigenze principali:

- Disponibilità di aree libere in prossimità delle opere da realizzare
- Esclusione delle aree della Rete Natura 2000 e del loro intorno
- Lontananza da ricettori sensibili e da aree densamente abitate
- Facilità di collegamento con la viabilità esistente, in particolare con quella principale
- Minimizzazione del consumo di territorio
- Minimizzazione degli effetti sull'ambiente naturale ed antropico
- Minimizzazione delle interferenze con il patrimonio culturale esistente

Le tipologie di aree di cantiere previste sono:

- Cantieri Operativi (CO)

I Cantieri Operativi, in ragione della tipologia di opere ed interventi in progetto, saranno finalizzati ad ospitare impianti, attrezzature e depositi di materiali necessari per assicurare lo svolgimento delle attività di costruzione delle opere, che, in buona sostanza, possono essere elencate nei seguenti termini: uffici, spogliatoi, magazzino e laboratorio, officina, cabina elettrica, vasche trattamento acque, impianti antincendio, area deposito olii e carburanti.

La pavimentazione delle aree sarà predisposta in coerenza con le tipologie di funzioni in ciascuna di esse previste.

- Aree Tecniche (AT)

Le aree tecniche sono aree di cantiere "secondarie", funzionali alla realizzazione di singole opere, e che contengono indicativamente: parcheggi per mezzi d'opera; aree di stoccaggio dei materiali da costruzione; eventuali aree di stoccaggio delle terre da scavo; eventuali impianti di betonaggio (il progetto non prevede impianti di frantumazione e di betonaggio); aree per lavorazione ferri e assemblaggio carpenterie; eventuale box servizi igienici di tipo chimico.

- Cantieri Armamento (CA)

	PROGETTO DEFINITIVO					
	Elettrificazione Linea Cagliari - Oristano					
Progetto Ambientale della Cantierizzazione Relazione Generale	COMMESSA RR0S	LOTTO 00	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO CA0000002	REV. A	FOGLIO 18 di 145

I cantieri di armamento contengono gli impianti ed i depositi di materiali necessari per assicurare lo svolgimento delle relative attività lavorative. Sono caratterizzati dalla presenza di almeno un tronchino, collegato alla linea esistente, che permette il ricovero dei carrelli ferroviari ad uso cantiere e il loro ingresso in linea. Proprio per questa loro peculiarità vengono generalmente collocati all'interno di scali ferroviari.

- **Aree di Stoccaggio (AS)**

Le aree di stoccaggio non contengono in linea generale impianti fissi o baraccamenti, e sono ripartite in aree destinate allo stoccaggio delle terre da scavo, in funzione della loro provenienza e del loro utilizzo. In tal senso, all'interno della stessa area di stoccaggio sarà prevista la formazione di cumuli tra loro separati.

La pavimentazione delle aree verrà predisposta in funzione della tipologia di materiali che esse dovranno essere contenuti.

Il quadro delle aree di cantiere fisso previste è riportato nella Tabella 2-3, mentre nelle Figura 2-3 e Figura 2-4 è rappresentata la loro localizzazione.

Tabella 2-3 Le aree di cantiere fisso previste

<i>Aree di cantiere fisso</i>		<i>Superficie</i>	<i>Comune</i>
AT.01	Area Tecnica	975 mq	Cagliari
AT.02	Area Tecnica	975 mq	Decimomannu
CA.01	Cantiere Tecnologie	1.250 mq	Decimomannu
AS.01	Area di Stoccaggio	2.440 mq	Decimomannu
CO.01	Cantiere Operativo	2.520 mq	Decimomannu
AT.03	Area Tecnica	1.500 mq	Villasor
AT.04	Area Tecnica	1.290 mq	S. Gavino Monreale
AS.02	Area di Stoccaggio	3.025 mq	S. Gavino Monreale
CA.02	Cantiere Armamento	1.800 mq	S. Gavino Monreale
CO.02	Cantiere Operativo	2.270 mq	S. Gavino Monreale
AT.05	Area Tecnica	1.000 mq	Marrubiu
AT.06	Area Tecnica	1.000 mq	Oristano
CA.03	Cantiere Armamento	1.750 mq	Oristano
AS.03	Area di Stoccaggio	1.650 mq	Oristano
CO.03	Cantiere Operativo	1.950 mq	Oristano

Legenda

-  Area tecnica (AT)
-  Area di stoccaggio (AS)
-  Cantiere operativo (CO)
-  Cantiere armamento (CA)

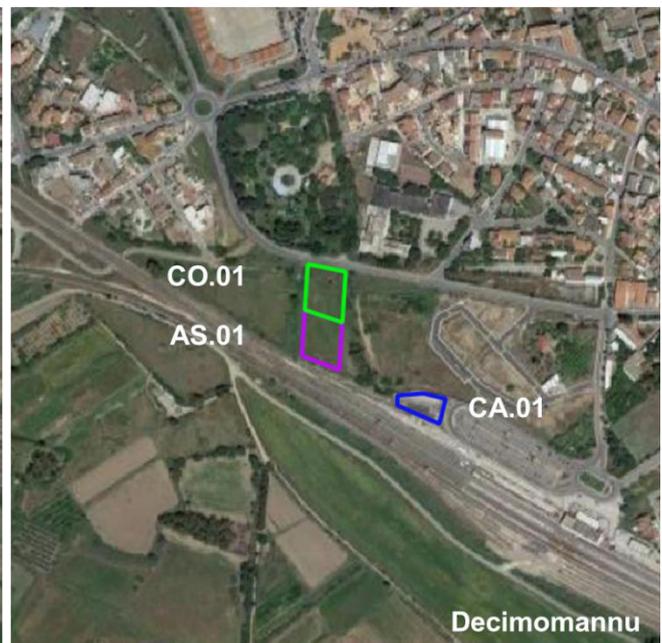


Figura 2-3 Aree di cantiere fisso: Contesto localizzativo



Figura 2-4 Aree di cantiere fisso: Contesto localizzativo

Le piste di cantiere

Il tema delle piste di cantiere presenta un duplice profilo di specificità, dettato dalla tipologia di intervento in progetto e – cioè - dall'elettrificazione di una linea ferroviaria, e dai fattori di peculiarità del contesto localizzativo in esame, per come assunti alla base delle scelte progettuali assunte nella definizione del sistema della cantierizzazione.

	PROGETTO DEFINITIVO					
	Elettrificazione Linea Cagliari - Oristano					
Progetto Ambientale della Cantierizzazione Relazione Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RR0S	00	D 69 RG	CA0000002	A	21 di 145

Per quanto attiene al primo profilo di specificità, questo risiede nella duplice funzione che, in un intervento di elettrificazione, assolvono le piste di cantiere le quali, oltre a fungere da viabilità di accesso alle aree di cantiere fisso, così come accade nel sistema di cantierizzazione di qualunque altra opera, rivestono anche il ruolo di area di lavoro, ossia di area dalla quale svolgere tutte le lavorazioni necessarie al posizionamento dei sostegni e dei portali costitutivi la linea di contatto.

In altri termini, gli interventi di elettrificazione sono connotati dall'assenza di aree di lavoro intese secondo la canonica accezione di aree destinate alla realizzazione di opere di linea (opere d'arte e corpo stradale ferroviario), essendo dette aree di lavoro rappresentate dalle sole piste di cantiere, poste in fregio alla linea ferroviaria oggetto di elettrificazione.

In ordine al secondo profilo di specificità, la condizione di tangenza ed attraversamento presentata dalla linea ferroviaria oggetto di elettrificazione rispetto alle aree della Rete Natura 2000 (ZSC "Stagno di Cagliari, Saline di Macchiareddu, Laguna di Santa Gilla" - ITB040023; ZPS "Stagno di Cagliari" - ITB044003; ZSC "Stagno di Pauli Maiori di Oristano" - ITB030033; ZPS "Stagno di Maiori" - ITB034005) ha condotto all'assunzione della scelta progettuale di prevedere che, in corrispondenza di dette aree, le lavorazioni necessarie al posizionamento di sostegni e portali siano condotte dalla linea ferroviaria esistente, modalità quest'ultima che comporta il venir meno della necessità di aprire piste di cantiere lungo la linea ferroviaria e, con ciò, di interessare seppur marginalmente tali aree.

2.2.2 Quantitativi e flussi di materiali

Il bilancio materiali

In merito alle produzioni, la realizzazione delle opere previste determina la produzione di circa 60.405 m³ di materiali di risulta prodotti dagli scavi e dalle attività di demolizioni (cfr. Tabella 2-4).

Tabella 2-4 Riepilogo quantità di materiali di risulta prodotti dalle lavorazioni previste a progetto [m³]

<i>Scavo</i>	<i>Demolizioni</i>	<i>Totale</i>
58.867	1.538	60.405

Per quanto attiene ai fabbisogni, il quantitativo di materiali inerti necessario alla realizzazione delle opere, è stimata in circa 22.085 m³, da reperire da cave selezionate.

	PROGETTO DEFINITIVO					
	Elettrificazione Linea Cagliari - Oristano					
Progetto Ambientale della Cantierizzazione Relazione Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RR0S	00	D 69 RG	CA0000002	A	22 di 145

A tal riguardo si ricorda che al fine di verificare la disponibilità di siti di approvvigionamento e di conferimento dei materiali da approvvigionare / prodotti, contestualmente all'attività di progettazione è stato condotto un preventivo censimento i cui esiti sono riportati nell'elaborato "Siti di approvvigionamento e smaltimento – Relazione generale" (RR0S00D69RGCA0000001A).

Modalità di gestione dei materiali di risulta

I materiali di risulta prodotti saranno gestiti in regime di rifiuti, ai sensi della Parte IV D.Lgs. 152/06 e smi, privilegiando ove possibile il conferimento presso siti esterni autorizzati al recupero e, solo secondariamente, prevedendo lo smaltimento finale in discarica autorizzata.

In coerenza con tale approccio e sulla base delle risultanze dell'attività di caratterizzazione condotta nel corso della fase di progettazione, per ciascuna tipologia di materiali prodotti sono state assunte le seguenti percentuali di gestione per tipologie di impianti di destinazione finale:

- Terre da scavo
 - Impianto di recupero: 70%
 - Discarica per inerti: 20%
 - Discarica per rifiuti non pericolosi: 10%
- Materiale da demolizione
 - Impianto di recupero: 70%
 - Discarica per inerti: 30%

Stanti le suddette modalità di gestione, l'articolazione del quadro complessivo dei materiali di risulta prodotti, distinto per tipologie di impianti di destinazione finale è riportato nella seguente Tabella 2-5.

Tabella 2-5 Modalità di gestione materiali di risulta: quantitativi per tipologia di impianto [m3]

Tipologia	Produzione totale	Quantitativo per tipologia impianto di destinazione finale		
		Recupero	Discariche inerti	Discariche non pericolosi
Terre da scavo	58.867	41.207	11.773	5.887
Materiali da demolizione	1.538	1.077	461	-

	PROGETTO DEFINITIVO					
	Elettrificazione Linea Cagliari - Oristano					
Progetto Ambientale della Cantierizzazione Relazione Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RR0S	00	D 69 RG	CA0000002	A	23 di 145

2.2.3 Modalità e fasi realizzative

I parametri descrittivi secondo i quali può essere sintetizzata la fase realizzativa dell'opera in progetto sono i seguenti:

- Macro-tipologie di attività (MA)
- Tipologie di attività per ciascuna macro-tipologia (MA) e conseguente tipologia e numero dei mezzi d'opera previsti
- Fasi realizzative
- Produttività e tempi relativi a ciascuna tipologia di attività

Macro-tipologia di attività (MA)

Le macro-tipologie di attività nelle quali può essere articolata la fase di realizzazione dell'opera in progetto sono le seguenti:

- A. Realizzazione della Linea di contatto, in buona sostanza consistente nella posa in opera di sostegni e di portali tralicciati lungo i 93 chilometri, di cui 50 a doppio binario (tratta Cagliari – San Gavino Monreale), che compongono la tratta Cagliari - Oristano
- B. Realizzazione delle sottostazioni elettriche, come detto, rappresentate da quelle di Cagliari, Decimomannu, Villasor, San Gavino, Marrubiu ed Oristano

Tipologie di attività, tipologie e numero dei mezzi d'opera

Per quanto attiene alla macro-tipologia di attività "Realizzazione della Linea di contatto" (MA.A), le principali lavorazioni a ciò necessarie possono essere così sintetizzate:

- A1. Realizzazione dello scavo per le opere di fondazione dei pali TE
- A2. Realizzazione dei plinti di fondazione dei pali TE¹
- A3. Posizionamento dei pali TE ed installazione della Linea di contatto (LdC)

Per quanto attiene ai mezzi d'opera previsti, l'aspetto sostanziale che connota il progetto di cantierizzazione in esame discende dalla scelta, già illustrata nel precedente paragrafo, di prevedere che dette lavorazioni avvengano dall'interno o dall'esterno della linea ferroviaria esistente in relazione al determinarsi, o meno, di condizioni di attraversamento / prossimità tra detta linea ed aree della rete Natura 2000.

¹ Come premesso, le fondazioni dei pali TE sono rappresentate da plinto monoblocco

	PROGETTO DEFINITIVO					
	Elettrificazione Linea Cagliari - Oristano					
Progetto Ambientale della Cantierizzazione Relazione Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RR0S	00	D 69 RG	CA0000002	A	24 di 145

In tal senso, assunto che la tipologia ed il numero dei mezzi d'opera necessari allo svolgimento delle suddette lavorazioni risulta – di fatto – il medesimo per entrambe le condizioni di rapporto, il fattore di discriminazione è rappresentato dalla scelta di fare ricorso al treno cantiere nel caso in cui la linea ferroviaria oggetto di elettrificazione si sviluppi in prossimità o in attraversamento alle aree della Rete Natura 2000 (cfr. Figura 2-5; Figura 2-6; Figura 2-7).

Stante quanto premesso, il quadro dei mezzi d'opera, per le due condizioni di rapporto linea ferroviaria – Aree Rete Natura 2000, risulta quello riportato nella seguente Tabella 2-6.

Tabella 2-6 Macro-attività A: Tipologia e numero dei mezzi d'opera

		<i>Condizioni di rapporto Linea – Aree Rete Natura 2000</i>			
		Esterno		Attraversamento / Prossimità	
<i>Tipologie di lavorazioni</i>		Tipo mezzi d'opera	n.	Tipo mezzi d'opera	n.
A1	Realizzazione scavo fondazioni	Escavatore	1	Escavatore con nastro di carico	1
		Autocarro	1		
A2	Getto fondazioni	Autobetoniera	1	Betoniera	1
A3	Posizionamento pali ²	Autogru	1	Gru	1

² Mezzi relativi al solo posizionamento dei sostegni



Figura 2-5 Esempio di escavatore con nastro di carico



Figura 2-6 Esempio di betoniera per il trasporto ed il getto di calcestruzzo in opera

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO					
	Elettificazione Linea Cagliari - Oristano					
Progetto Ambientale della Cantierizzazione Relazione Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RR0S	00	D 69 RG	CA0000002	A	26 di 145



Figura 2-7 Esempio di gru per il trasporto e la movimentazione di materiali

Si precisa che la posa e la tesatura dei cavi avverrà anch'essa mediante treno cantiere (cfr. Figura 2-8; Figura 2-9).



Figura 2-8 Esempio di carro porta bobine

	PROGETTO DEFINITIVO					
	Elettrificazione Linea Cagliari - Oristano					
Progetto Ambientale della Cantierizzazione Relazione Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RR0S	00	D 69 RG	CA0000002	A	27 di 145



Figura 2-9 Esempio di carro di tesatura

Relativamente alla macro-tipologia di attività “Realizzazione delle sottostazioni elettriche” (MA.B), il quadro delle principali lavorazioni è costituito da quelle seguenti:

- B1. Realizzazione di scavo di sbancamento per i piazzali e per le opere di fondazione delle SSE
- B2. Getto delle fondazioni delle SSE³
- B3. Realizzazione delle strutture in elevazione delle SSE

Il quadro dei mezzi d’opera finalizzati all’esecuzione delle predette lavorazioni è riportato nella seguente

Tabella 2-7 Macro-attività B: Tipologia e numero dei mezzi d’opera

<i>Tipologie di lavorazione</i>		<i>Tipo mezzi d’opera</i>	<i>n.</i>
B1	Realizzazione scavo di sbancamento	Escavatore	1
		Pala gommata	1
		Autocarro	1
B2	Getto delle fondazioni	Autobetoniera	1
		Pompa cls	1
B3	Realizzazione delle strutture in elevazione	Autobetoniera	1

³ Come detto, le fondazione dei fabbricati delle SSE sono a trave rovescia

	PROGETTO DEFINITIVO					
	Elettrificazione Linea Cagliari - Oristano					
Progetto Ambientale della Cantierizzazione Relazione Generale	COMMESSA RR0S	LOTTO 00	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO CA0000002	REV. A	FOGLIO 28 di 145

		Pompa cls	1
--	--	-----------	---

A completamento della descrizione delle tipologie di attività e del quadro dei mezzi d'opera previsti, nella seguente Tabella 2-8 è riportato quello relativo alle aree di cantiere fisso, la definizione del quale discende dai fattori di specificità propri dalla tipologia di opere in progetto e, nello specifico, dei seguenti aspetti:

- Le aree di Cantiere Operativo (CO) hanno essenzialmente una funzione logistica, essendo destinate alla localizzazione delle strutture di supporto alla realizzazione delle opere, quali spogliatoi, magazzini, officine, o delle aree di deposito di olii e carburanti.
In tal senso, la presenza / operatività di mezzi può essere considerata nulla o, al massimo, totalmente trascurabile
- Le aree di Cantiere di armamento (CA) sono destinate al ricovero dei carrelli ferroviari ad uso del cantiere; conseguentemente, la presenza ed operatività di mezzi d'opera è nulla

Tabella 2-8 Aree di cantiere fisso: Tipologia e numero dei mezzi d'opera

Aree di cantiere		Tipo mezzi d'opera	n.
AT	Area tecnica	Escavatore	1
		Autocarro	1
AS	Area di stoccaggio	Escavatore	1
		Pala gommata	1
		Autocarro	1

Fasi realizzative

Come si evince dallo stralcio del Programma lavori riportato nella Figura 2-10, se da un lato l'attività di realizzazione delle SSE (Macro-attività B) si svilupperà lungo l'intera durata delle attività costruzione, dall'altro, quella di realizzazione della linea di contatto (Macro-attività A) si articolerà in sottofasi, ciascuna delle quali dedicata alle attività precedentemente individuate, ossia allo scavo delle fondazioni (Attività A1), al getto delle fondazioni dei pali (Attività A2) ed al posizionamento dei pali (Attività A3).

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO					
	Elettrificazione Linea Cagliari - Oristano					
Progetto Ambientale della Cantierizzazione Relazione Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RR0S	00	D 69 RG	CA0000002	A	29 di 145



- A** Realizzazione Linea di contatto
- B** Realizzazione Sottostazioni elettriche
- A1 Scavo fondazioni
- A2 Getto fondazioni
- A3 Posizionamento pali ed installazione linea di contatto

Figura 2-10 Stralcio programma lavori (Fonte: RR0S00D53PHCA0000001B)

Produttività e tempi

La produttività e la tempistica, nel seguito riportata con riferimento alle macro-attività A e B, ed alle principali lavorazioni, costituisce un valore stimato sulla base del numero di squadre previste e mediato in ragione delle peculiarità proprie dei singoli tratti e/o are di intervento.

Nello specifico, per quanto riguarda la macro-attività “Realizzazione della Linea di contatto” (MA.A), la produttività e la tempistica di realizzazione relativa alle tre principali lavorazioni sopra riportate sono riportate nella seguente Figura 2-7.

Tabella 2-9 Macro-attività A: Produttività

Tipologia lavorazioni		Udm	Quantità
A1	Realizzazione scavo fondazioni	n. scavi / giorno	12
A2	Getto fondazioni	n. plinti / giorno	10
A3	Posizionamento pali ⁴	m. attrezzati / giorno	470

Per quanto riguarda la macro-attività “realizzazione delle sottostazioni elettriche” (MA.B), la durata dello scavo di sbancamento, attività che tra quelle previste può essere considerata quella

⁴ Produttività relativa al solo posizionamento dei sostegni

	PROGETTO DEFINITIVO					
	Elettrificazione Linea Cagliari - Oristano					
Progetto Ambientale della Cantierizzazione Relazione Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RR0S	00	D 69 RG	CA0000002	A	30 di 145

ambientalmente più significativa, sarà variabile in ragione delle specificità di ciascuna di dette sottostazioni; nello specifico, la tempistica relativa a detta lavorazione risulta articolata per le singole sottostazioni elettriche nei termini riportati in Tabella 2-10.

Tabella 2-10 Macro-attività B: Durata lavorazione Scavo di sbancamento

<i>Sottostazioni elettriche</i>		<i>Durata [giorni]</i>
SSE01	Cagliari	10
SSE02	Decimomannu	20
SSE03	Villasor	45
SSE04	San Gavino	10
SSE05	Marrubbiu	30
SSE06	Oristano	20

	PROGETTO DEFINITIVO					
	Elettrificazione Linea Cagliari - Oristano					
Progetto Ambientale della Cantierizzazione Relazione Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RR0S	00	D 69 RG	CA0000002	A	31 di 145

3 ASPETTI AMBIENTALI DELLA CANTIERIZZAZIONE

3.1 ASPETTI AMBIENTALI SIGNIFICATIVI

3.1.1 Inquadramento del tema

Con riferimento alle informazioni riportate al precedente capitolo 2 del presente documento ed agli esiti dell'analisi ambientale dell'opera in progetto contenuto nello Studio preliminare ambientale (RR0S00D69RGIM0001001A), risulta possibile individuare quelle che, in ragione della correlazione intercorrente tra attività di cantierizzazione e condizione di contesto, possono essere considerate come le situazioni maggiormente significative sotto il profilo ambientale.

Procedendo a tal fine secondo le due macro-attività nelle quali può essere articolata la fase realizzativa (Macro-attività A – Realizzazione della Linea di contatto; Macro-attività B – Realizzazione delle sottostazioni elettriche), per quanto attiene alla prima, come illustrato in precedenza la quasi totalità del tracciato oggetto di elettrificazione, ossia il 93% della sua estesa complessiva, interessa aree ad uso agricolo ed aree antropizzate, fatti salvi circa 6.200 metri (come più volte evidenziato tale quantificazione è comprensiva anche di una fascia buffer di ampiezza pari a 100m) nel cui caso la linea ferroviaria si trova in condizione di attraversamento / prossimità alle aree della Rete Natura 2000.

Ricordato che l'estensione del tratto in attraversamento è quantitativamente minore rispetto a quello posto in prossimità, per un verso, il carattere di eccezionalità di detta condizione e, per l'altro, la volontà di documentare se ed in quali termini la realizzazione della Linea di contatto possa determinare effetti significativi hanno indotto ad assumerla come prima situazione significativa sotto il profilo ambientale.

Per quanto concerne la seconda macro-attività, ossia la realizzazione delle sottostazioni elettriche, il quadro conoscitivo ricostruito nei precedenti paragrafi ha evidenziato come, nella maggior parte dei casi, le aree di lavoro delle sottostazioni e le aree di cantiere fisso siano localizzate in corrispondenza di contesti periurbani, connotati – dal punto di vista della caratterizzazione funzionale - dal prevalente uso agricolo e/o artigianale/commerciale, e solo secondariamente dalla presenza di tessuti abitativi, posti a distanza in media superiore a 120 metri (valore relativo alla distanza minima) e costituiti da edifici la cui altezza media è pressoché sempre pari a 2 piani.

	PROGETTO DEFINITIVO					
	Elettrificazione Linea Cagliari - Oristano					
Progetto Ambientale della Cantierizzazione Relazione Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RR0S	00	D 69 RG	CA0000002	A	32 di 145

Rispetto a tale generalizzata condizione, le uniche eccezioni sono rappresentate, per motivazioni differenti, dalle aree di cantiere di Decimomannu (AS.02 e CO.01⁵), poste in prossimità dell'unico ricettore sensibile identificato rispetto alla totalità delle situazioni, e da quelle poste all'intorno della SSE06 Oristano, in ragione del loro essere localizzate in prossimità ad un tessuto abitativo consolidato e compatto.

Stante quanto sopra riportato, in analogia all'approccio seguito con riferimento alla macro-attività A, i due casi sopra citati sono stati identificati come seconda situazione significativa.

3.1.2 Individuazione delle situazioni significative

Come sintetizzato nel precedente paragrafo, a fronte della tipologia di interventi in progetto e delle relative modalità realizzative, delle condizioni di contesto riscontrate e del rapporto tra queste intercorrente, il quadro delle situazioni che è possibile ritenere maggiormente significative in termini di rapporto tra Attività di cantierizzazione – Ambiente e che, a fronte di ciò, sono state assunte quali “scenari di riferimento” da approfondire mediante specifici studi modellistici, può essere sintetizzato nei termini descritti nella Tabella 3-1.

Tabella 3-1 Situazioni ambientalmente significative oggetto di approfondimento: Quadro riepilogative

	<i>Situazioni significative</i>	
	Scenario di riferimento A	Scenario di riferimento B
<i>Attività di cantierizzazione</i>	Realizzazione della Linea di contatto	Realizzazione delle sottostazioni elettriche ed operatività delle aree di cantiere fisso
<i>Condizioni di contesto significative</i>	Attraversamento / prossimità alle aree della Rete Natura 2000	Prossimità a tessuti urbani / ricettori sensibili
<i>Sorgenti</i>	<ul style="list-style-type: none"> Esecuzione degli scavi di fondazione, getto delle fondazioni e posizionamento pali TE da treno cantiere 	<ul style="list-style-type: none"> Scavo di sbancamento ed attività di costruzione delle SSE

⁵ Per maggior chiarezza si ricorda che, nel caso in specie, le aree di Cantiere Operativo (CO) hanno una funzione sostanzialmente logistica e non prevedono la presenza e l'operatività di mezzi d'opera.

Situazioni significative

Scenario di riferimento A

Scenario di riferimento B

- Operatività delle Aree di stoccaggio (AS)

	PROGETTO DEFINITIVO					
	Elettrificazione Linea Cagliari - Oristano					
Progetto Ambientale della Cantierizzazione Relazione Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RR0S	00	D 69 RG	CA0000002	A	34 di 145

3.2 EMISSIONI IN ATMOSFERA

3.2.1 Descrizione del contesto ambientale e territoriale

Normativa di riferimento

Per quanto riguarda strettamente la trattazione si riporta di seguito i principali strumenti legislativi che compongono la cornice giuridica in materia atmosfera:

- | | |
|-----------------------------|--|
| D.Lgs. n.250 del 24.12.2012 | <i>Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 13 agosto 2010, n. 155;</i> |
| D.Lgs. n.155 del 13.08.2010 | <i>Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa;</i> |
| D.Lgs n.152 del 03.04.2006 | <i>Norme in materia ambientale. Parte quinta - Norme in materia di tutela dell'aria e di riduzione delle emissioni in atmosfera;</i> |
| D.Lgs n.133 del 11.05.2005 | <i>Attuazione della direttiva 2000/76/CE in materia di incenerimento dei rifiuti.</i> |

Normativa regionale

- | | |
|-------------------------------|---|
| D.G.R. n. 2130 del 13.12.2021 | <i>Ulteriori misure straordinarie in materia di tutela della qualità dell'aria e proroga del Piano Aria Integrato regionale</i> |
| D.G.R. n. 189 del 15.02.2021 | <i>Ulteriori disposizioni straordinarie in materia di tutela della qualità dell'aria</i> |
| D.G.R. n. 1523 del 02.11.2020 | <i>Disposizioni in materia di pianificazione sulla tutela della qualità dell'aria</i> |
| D.G.R. n. 33 del 13.01.2021 | <i>Disposizioni straordinarie in materia di tutela della qualità dell'aria</i> |

Climatologia e meteorologia

Meteorologia

In primo luogo, al fine di caratterizzare la componente aria e clima da un punto di vista meteoroclimatico, è stata condotta un'analisi di area vasta. Per tale analisi si è fatto riferimento al documento fornito dall'ISPRA "Gli indicatori del clima in Italia nel 2021 – Anno XVII – Stato dell'Ambiente - 98/2022", dal quale è stato possibile valutare le temperature e le precipitazioni medie annue registrate nell'anno 2021 relative all'intero territorio nazionale.

	PROGETTO DEFINITIVO					
	Elettrificazione Linea Cagliari - Oristano					
Progetto Ambientale della Cantierizzazione Relazione Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RR0S	00	D 69 RG	CA0000002	A	35 di 145

Regime Termico

Il primo indicatore climatico analizzato è rappresentato dalla Temperatura. In merito al territorio regionale della Regione Sardegna, le temperature medie annue registrate nell'anno 2021 si attestano tra i 13 ed i 17 °C ed in particolare, per quanto concerne la zona coinvolta dal progetto in esame, le temperature medie registrate si aggirano nell'intorno dei 14-17°C, come si osserva in Figura 3-1.

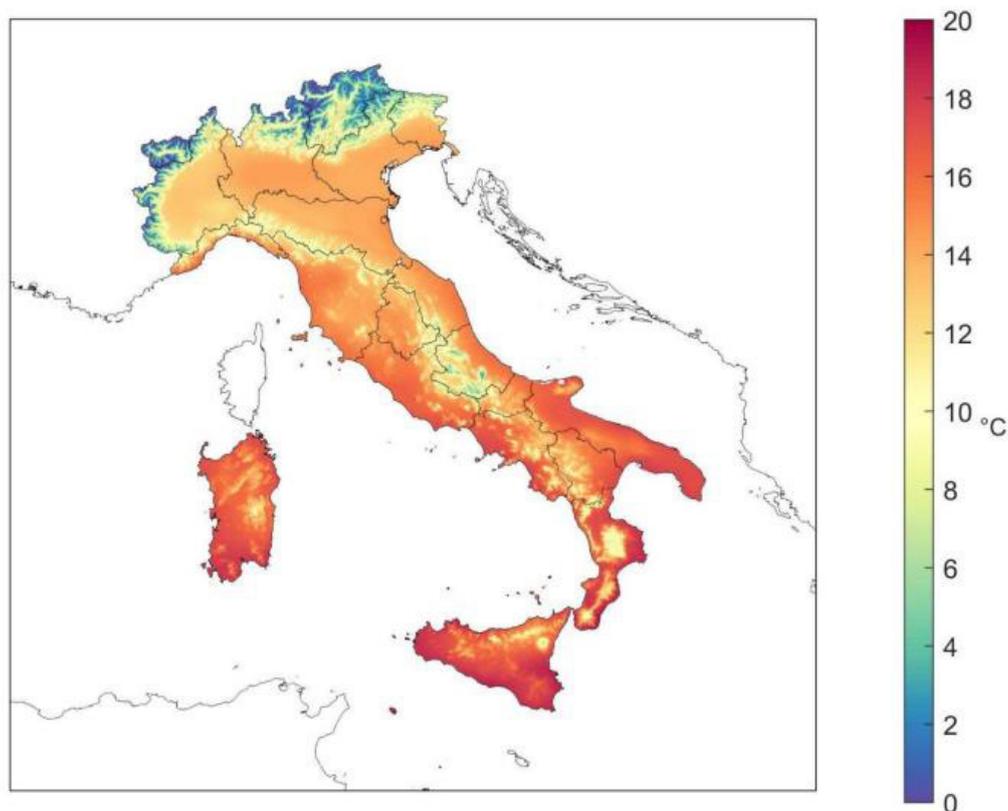


Figura 3-1: Temperatura Media annua (Fonte: documento ISPRA “Gli indicatori del clima in Italia nel 2020 – Anno XVI”)

Regime Pluviometrico

In relazione alle precipitazioni registrate nell'anno 2021, rilevate dalle stazioni ricadenti sul territorio nazionale è possibile far riferimento alla seguente figura. Nello specifico, per quanto attiene la Regione Sardegna le precipitazioni non molto abbondanti hanno registrato un valore cumulato compreso tra i 600 mm e i 1.000 mm.

	PROGETTO DEFINITIVO					
	Elettrificazione Linea Cagliari - Oristano					
Progetto Ambientale della Cantierizzazione Relazione Generale	COMMESSA RR0S	LOTTO 00	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO CA0000002	REV. A	FOGLIO 36 di 145

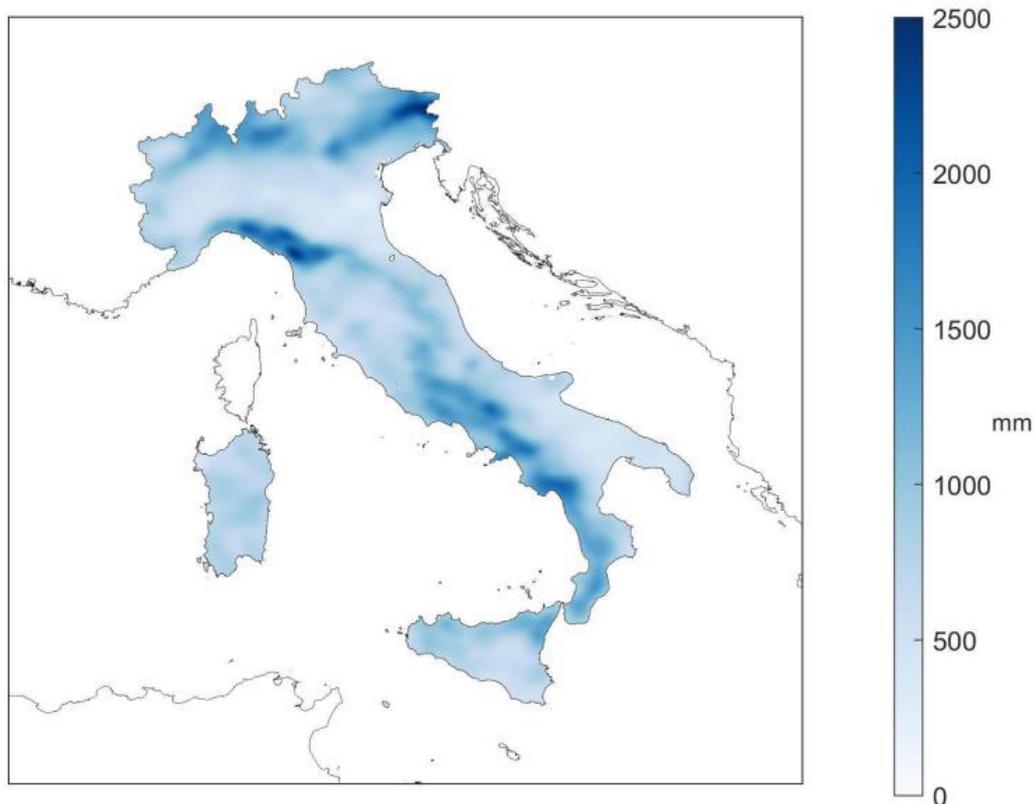


Figura 3-2: Precipitazione cumulata annua (Fonte: documento ISPRA “Gli indicatori del clima in Italia nel 2021 – Anno XVII – Stato dell’Ambiente 98/2022”)

Dati meteorologici

In secondo luogo, è stata condotta un’analisi a scala locale dei parametri micrometeorologici nell’area di interesse.

Per la valutazione della qualità dell’aria è necessario considerare ed analizzare le variabili meteorologiche che più influenzano l’accumulo, il trasporto, la diffusione, la dispersione e la rimozione degli inquinanti nell’atmosfera.

I parametri rilevanti sono:

- l’altezza dello strato di rimescolamento (m), che dà la misura della turbolenza (di origine termica, dovuta al riscaldamento della superficie, e di origine meccanica, dovuta al vento) nello strato di atmosfera più vicino al suolo, esprimendo l’intensità dei meccanismi di dispersione verticale;

	PROGETTO DEFINITIVO					
	Elettrificazione Linea Cagliari - Oristano					
Progetto Ambientale della Cantierizzazione Relazione Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RR0S	00	D 69 RG	CA0000002	A	37 di 145

- la percentuale di condizioni atmosferiche stabili (%), che esprime con quale frequenza lo strato superficiale risulta stabile e quindi meno favorevole alla dispersione degli inquinanti;
- la velocità del vento (m/s), determinante per la dispersione, e la direzione del vento (gradi), utile per valutare il trasporto degli inquinanti.

Caratterizzazione meteorologica

La caratterizzazione meteorologica viene effettuata sulla base dei dati messi a disposizione dalla stazione meteorologica dell'Aeroporto di Cagliari. Si tratta della stazione più idonea per la descrizione meteorologica dell'area sottoposta agli interventi in oggetto. Essa dista dall'area di studio circa un chilometro e può essere ritenuta significativa e rappresentativa delle condizioni meteorologiche dell'area in esame, in quanto, come riporta il documento dell'ARPAT *"Dati e informazioni per la caratterizzazione della componente Atmosfera e prassi corrente di utilizzo dei modelli di qualità dell'aria nell'ambito della procedura di V.I.A."*, le osservazioni rilevate dalle stazioni meteo dell'Aeronautica Militare sono rappresentative di un'area di circa 70 chilometri di raggio.

La localizzazione della stazione di Cagliari è inquadrata in Figura 3-3, con le seguenti coordinate:

- Lat: 39.2434°
- Lng: 9.0603°.



Figura 3-3 Localizzazione della stazione meteo di Cagliari rispetto al tracciato di progetto

Al fine di poter analizzare compiutamente lo stato attuale, si riportano di seguito le descrizioni dei principali parametri meteoroclimatici per l'anno di riferimento 2019 per la stazione di Cagliari

Regime termico

Stazione di Cagliari

Per quanto riguarda le temperature nell'anno di riferimento, nella Tabella 3-2 vengono riportati i valori minimi, medi e massimi registrati dalla Stazione di Cagliari, mentre nella Figura 3-4 sono riportati gli andamenti della temperatura minima, media, massima ed oraria. Come si può notare, la temperatura scende sotto gli 0°C nel mese di gennaio, dove si registra il minimo assoluto di -2°C, mentre nei mesi di dicembre e febbraio si raggiungono rispettivamente le temperature di 2 e 0 °C. Le temperature maggiori, invece, si registrano nei mesi estivi di luglio e agosto, raggiungendo rispettivamente i 39 ed i 36°C.

	PROGETTO DEFINITIVO					
	Elettrificazione Linea Cagliari - Oristano					
Progetto Ambientale della Cantierizzazione Relazione Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RR0S	00	D 69 RG	CA0000002	A	39 di 145

Tabella 3-2 Valori di Temperatura minima, media e massima registrate nel 2019 (fonte: elaborazione dati Stazione Aeroporto di Cagliari)

Mese	Temp. min. (°C)	Temp. media (°C)	Temp. max (°C)
Gennaio	-2,00	8,08	16,00
Febbraio	0,00	9,72	20,00
Marzo	4,00	13,04	21,00
Aprile	4,00	14,38	24,00
Maggio	5,00	16,39	26,00
Giugno	12,00	23,69	36,00
Luglio	18,00	26,55	39,00
Agosto	18,00	26,14	36,00
Settembre	15,00	23,67	32,00
Ottobre	10,00	19,91	29,00
Novembre	5,00	14,29	24,00
Dicembre	2,00	13,01	20,00

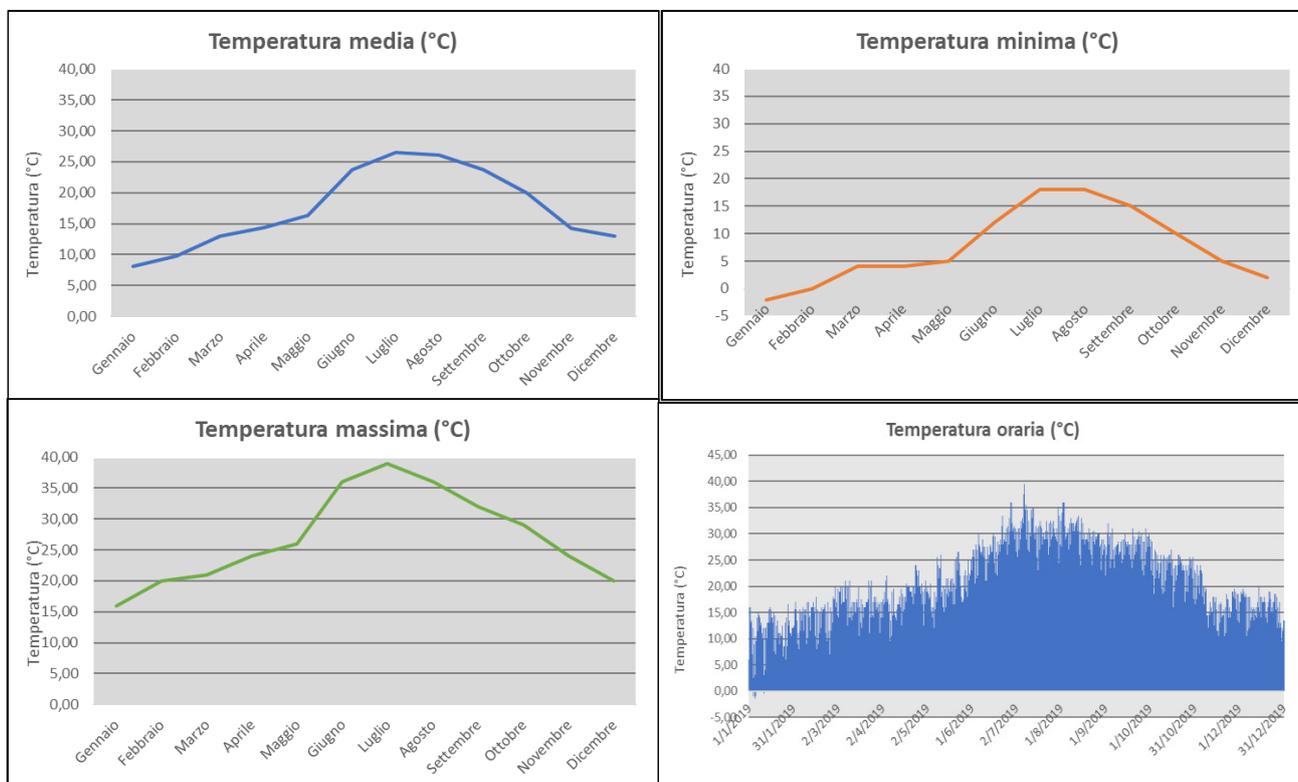


Figura 3-4 Andamento della temperatura minima, media, massima ed oraria registrate nel 2019 (fonte: elaborazione dati Stazione Aeroporto di Cagliari)

Regime anemometrico

Per quanto riguarda il regime dei venti dell'area di studio relativo all'anno di riferimento, nella Tabella 3-3 vengono riportati i valori di intensità minimi, medi e massimi registrati dalla Stazione di Cagliari. Come espresso in tabella, il valore medio assoluto è di 4,09 m/s mentre il valore massimo si raggiunge nel mese di marzo ed è pari a 13,63 m/s.

Tabella 3-3 Valori di Velocità del vento minima, media e massima registrati nel 2019 (fonte: elaborazione dati Stazione Aeroporto di Cagliari)

Periodo	Vel. Min (m/s)	Vel. Media (m/s)	Vel. Max (m/s)
Gen	0,51	3,96	15,69
Feb	0,51	3,82	12,35
Mar	0,51	4,84	13,63
Apr	0,00	4,56	13,63
Mag	0,51	4,52	12,09

Periodo	Vel. Min (m/s)	Vel. Media (m/s)	Vel. Max (m/s)
Giu	0,51	3,71	7,97
Lug	0,00	4,00	9,77
Ago	0,51	3,77	12,09
Set	0,77	3,84	10,03
Ott	0,51	4,11	12,09
Nov	0,51	3,42	10,55
Dic	0,51	4,54	13,12

Nella Figura 3-5 viene riportato l'andamento orario dell'intensità del vento nell'anno di riferimento.

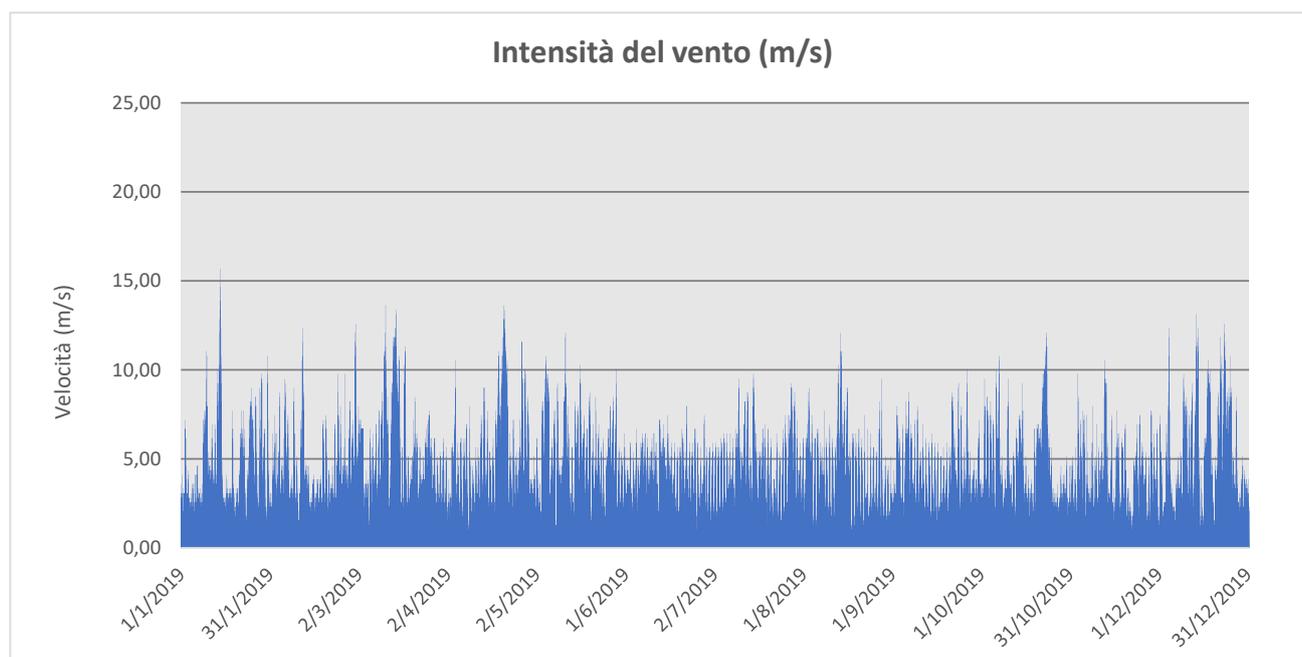


Figura 3-5 Intensità del vento (fonte: elaborazione dati Stazione Aeroporto di Cagliari)

Si riportano di seguito le rose dei venti relative alle quattro stagioni (rispettivamente inverno, primavera, estate e autunno).

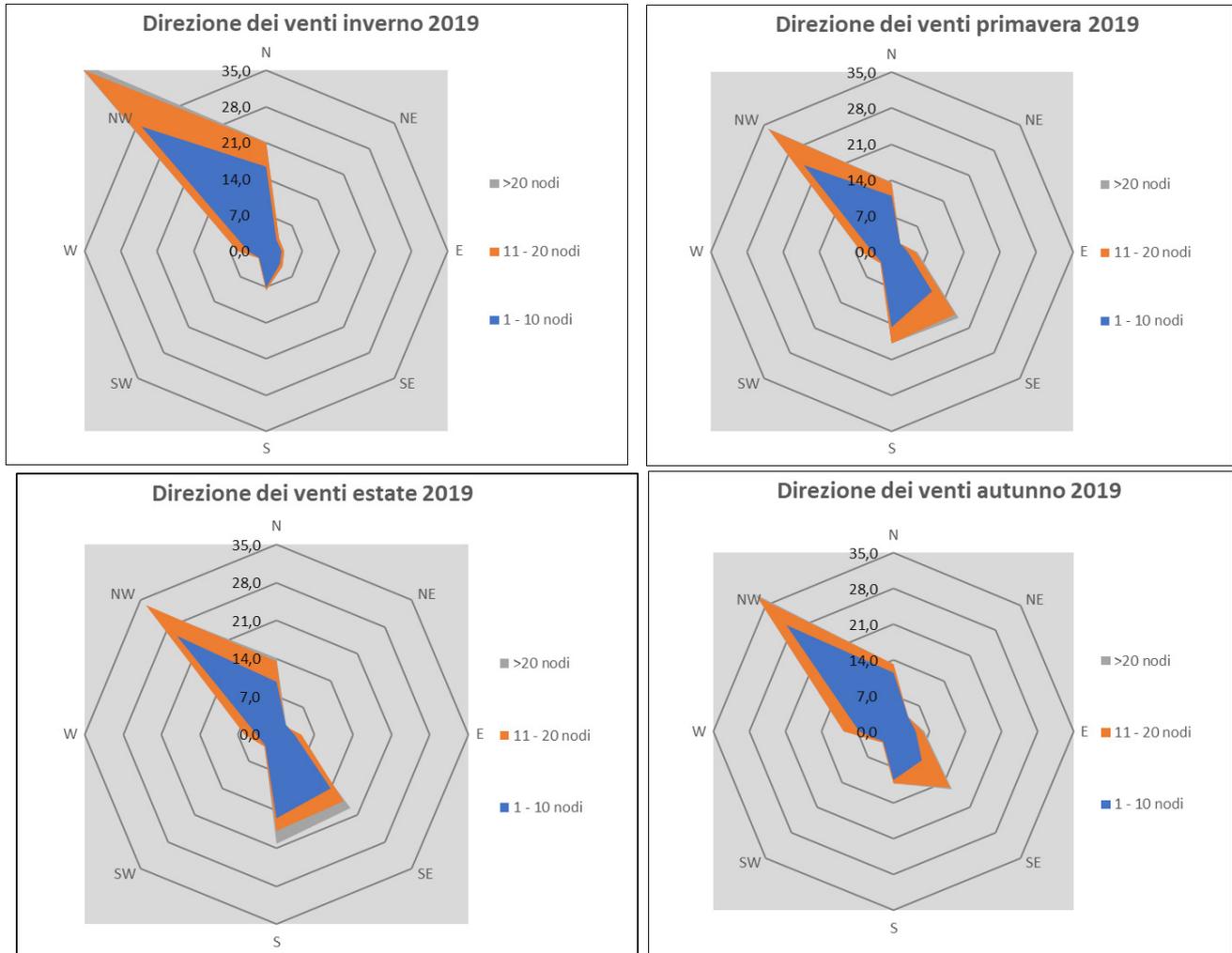


Figura 3-6 Rose dei venti riferite alla stazione anemometrica di Cagliari (fonte: elaborazione dati Stazione Aeroporto di Cagliari)

Dall'esame delle quattro rose dei venti, si evidenzia che durante l'intero anno si ha prevalenza di venti che spirano dal versante Nord Ovest.

Durante l'intero anno quindi, in relazione alla frequenza percentuale per direzione del vento, Figura 3-7, si nota come la direzione di provenienza prevalente registrata sia quella NW che si verifica all'incirca per il 25% delle ore dell'anno.



Figura 3-7 Frequenza per direzione di vento (fonte: elaborazione dati Stazione Aeroporto di Cagliari)

Zonizzazione e classificazione del territorio per qualità dell'aria

Zonizzazione del territorio – Zone e agglomerati

Il decreto legislativo n. 155 del 13 agosto 2010, “Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa” ha ridefinito i criteri che le Regioni sono tenute a seguire per la suddivisione dei territori di competenza in zone di qualità dell'aria, allo scopo di assicurare omogeneità alle procedure applicate su tutto il territorio nazionale.

Al fine di conformarsi alle disposizioni del decreto e collaborare al processo di armonizzazione messo in atto dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare tramite il coordinamento istituito all'articolo 20 del D.Lgs. 155/2010, la Regione Sardegna ha provveduto ad elaborare la zonizzazione e classificazione del territorio regionale, approvata con la deliberazione della Giunta Regionale del 10/12/2013, n. 52/19, recante “D.Lgs. 13/08/2010 n. 155, articoli 3 e 4. Zonizzazione e classificazione del territorio regionale”.

Successivamente, con la deliberazione della Giunta Regionale n.52/42 del 23/12/2019, la Regione Sardegna ha provveduto ad aggiornare la classificazione col documento “Riesame della classificazione delle zone e dell'agglomerato ai fini della valutazione della qualità dell'aria ambiente ai sensi del D.Lgs. 155/2010 e ss.mm.ii.”

	PROGETTO DEFINITIVO					
	Elettrificazione Linea Cagliari - Oristano					
Progetto Ambientale della Cantierizzazione Relazione Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RR0S	00	D 69 RG	CA0000002	A	44 di 145

La zonizzazione vigente, relativa alla protezione della salute umana, individua le zone e gli agglomerati ai sensi dell'art. 3, commi 2 e 4, e secondo i criteri specificati nell'appendice 1 del D.Lgs. 155/2010.

Le zone e gli agglomerati sono classificati ai sensi dell'articolo 4 del D.Lgs. 155/2010, il quale prescrive che *“ai fini della valutazione della qualità dell'aria, la classificazione delle zone e degli agglomerati è effettuata, per ciascun inquinante di cui all'articolo 1, comma 2, sulla base delle soglie di valutazione superiori e inferiori previste dall'allegato II, sezione I, e secondo la procedura prevista dall'allegato II, sezione II”*.

Si è pervenuti ad una suddivisione del territorio regionale in zone di qualità dell'aria, atte alla gestione delle criticità ambientali grazie all'accorpamento di aree il più possibile omogenee in termini di tipologia di pressioni antropiche sull'aria ambiente.

La zonizzazione è stata realizzata per la protezione della salute umana per gli inquinanti di seguito indicati: materiale particolato (PM₁₀ e PM_{2,5}), biossido di azoto (NO₂), biossido di zolfo (SO₂), monossido di carbonio (CO), piombo (Pb), benzene, arsenico (As), cadmio (Cd), nichel (Ni), benzo(a)pirene (BaP) e ozono (O₃).

Stante quanto fin qui premesso, il territorio sardo risulta dunque suddiviso nelle seguenti zone:

- IT2007: Agglomerato di Cagliari;
- IT2008: Zona urbana;
- IT2009: Zona industriale;
- IT2010: Zona rurale;
- IT2011: Zona ozono.

Nella Figura 3-8 è sintetizzata la composizione dell'agglomerato di Cagliari, mentre in Figura 3-9 sono descritte le rimanenti zone.

	PROGETTO DEFINITIVO					
	Elettrificazione Linea Cagliari - Oristano					
Progetto Ambientale della Cantierizzazione Relazione Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RR0S	00	D 69 RG	CA0000002	A	45 di 145

Codice ISTAT Comune	Nome Comune	Popolazione <small>(dati ISTAT al 01/01/2018)</small>
092009	Cagliari	154.106
092051	Quartu S. Elena	70.879
092068	Selargius	28.986
092109	Monserrato	19.771
092105	Quartucciu	13.234
092108	Elmas	9.546
Totale		296.522

Figura 3-8 Composizione dell'agglomerato di Cagliari (IT2007) (fonte: Relazione annuale sulla qualità dell'aria in Sardegna per l'anno 2019 – Arpa Sardegna)

Codice zona	Nome zona	Codice ISTAT Comune	Nome Comune
IT2008	Zona urbana	104017	Olbia
		090064	Sassari (esclusa l'area industriale di Fiume Santo)
IT2009	Zona industriale	092003	Assemini
		092011	Capoterra
		092066	Sarroch
		107016	Portoscuso
		090058	Porto Torres (più l'area industriale di Fiume Santo)
IT2010	Zona rurale		Rimanente parte del territorio regionale
IT2011	Zona Ozono		Comprende tutte le zone escluso l'agglomerato

Figura 3-9 Composizione delle zone di qualità dell'aria individuate ai sensi del D.Lgs. 155/2010 (fonte: Relazione annuale sulla qualità dell'aria in Sardegna per l'anno 2019 – Arpa Sardegna)

L'agglomerato di Cagliari (IT2007) è stato individuato in base a quanto stabilito dall'Appendice I del D.Lgs. 155/2010, secondo cui una zona è definita agglomerato se ha una popolazione superiore a 250.000 abitanti o una densità abitativa superiore a 3.000 abitanti per chilometro quadro.

	PROGETTO DEFINITIVO					
	Elettrificazione Linea Cagliari - Oristano					
Progetto Ambientale della Cantierizzazione Relazione Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RR0S	00	D 69 RG	CA0000002	A	46 di 145

Sono state quindi identificate le aree urbane minori, correlate al comune di Cagliari sul piano demografico e dei servizi, individuate in continuità territoriale con esso e caratterizzate dalle stesse sorgenti dominanti di emissione, nonché di eventuali ulteriori conurbazioni significative, che potessero raggiungere, nel loro complesso, le caratteristiche dell'agglomerato, in base ai criteri legislativi.

Dall'analisi si evince che nella regione Sardegna è presente un unico agglomerato costituito dai comuni di: Cagliari (154.106 abitanti), Quartu S. E. (70.879 abitanti), Selargius (28.986 abitanti), Monserrato (19.771 abitanti), Quartucciu (13.234 abitanti) ed Elmas (9.546 abitanti), per un totale di 296.522 abitanti, e con una densità abitativa pari a 1.184 abitanti per km².

La zona urbana (IT2008) è invece costituita dalle aree urbane rilevanti di Sassari e Olbia, la cui individuazione è stata effettuata a partire dall'analisi dei carichi emissivi; è stato possibile accorpate le aree che presentano maggiori analogie anche in termini di livelli degli inquinanti. Si tratta di centri urbani sul cui territorio si registrano livelli emissivi significativi, principalmente prodotti dal trasporto stradale e dal riscaldamento domestico. Nel Comune di Olbia, in particolare, a tali sorgenti emissive si aggiungono anche le attività portuali e aeroportuali.

La zona industriale (IT2009) è costituita dai comuni in cui ricadono aree industriali, il cui carico emissivo è determinato prevalentemente da più attività energetiche e/o industriali localizzate nel territorio, caratterizzate prevalentemente da emissioni puntuali. Non sono stati inclusi in questa zona i Comuni sul cui territorio ricadono solo impianti isolati (quali Samatzai, Ottana, Serramanna, Siniscola e Nuraminis).

La rimanente parte del territorio è stata accorpata nella zona rurale (IT2010) dal momento che, nel complesso, risulta caratterizzata da livelli emissivi dei vari inquinanti piuttosto contenuti, dalla presenza di poche attività produttive isolate e generalmente con un basso grado di urbanizzazione.

La mappa di zonizzazione per la Regione Sardegna è riportata in Figura 3-10, nella quale sono evidenziati l'agglomerato di Cagliari e le zone individuate ai sensi del decreto legislativo 155 del 2010.

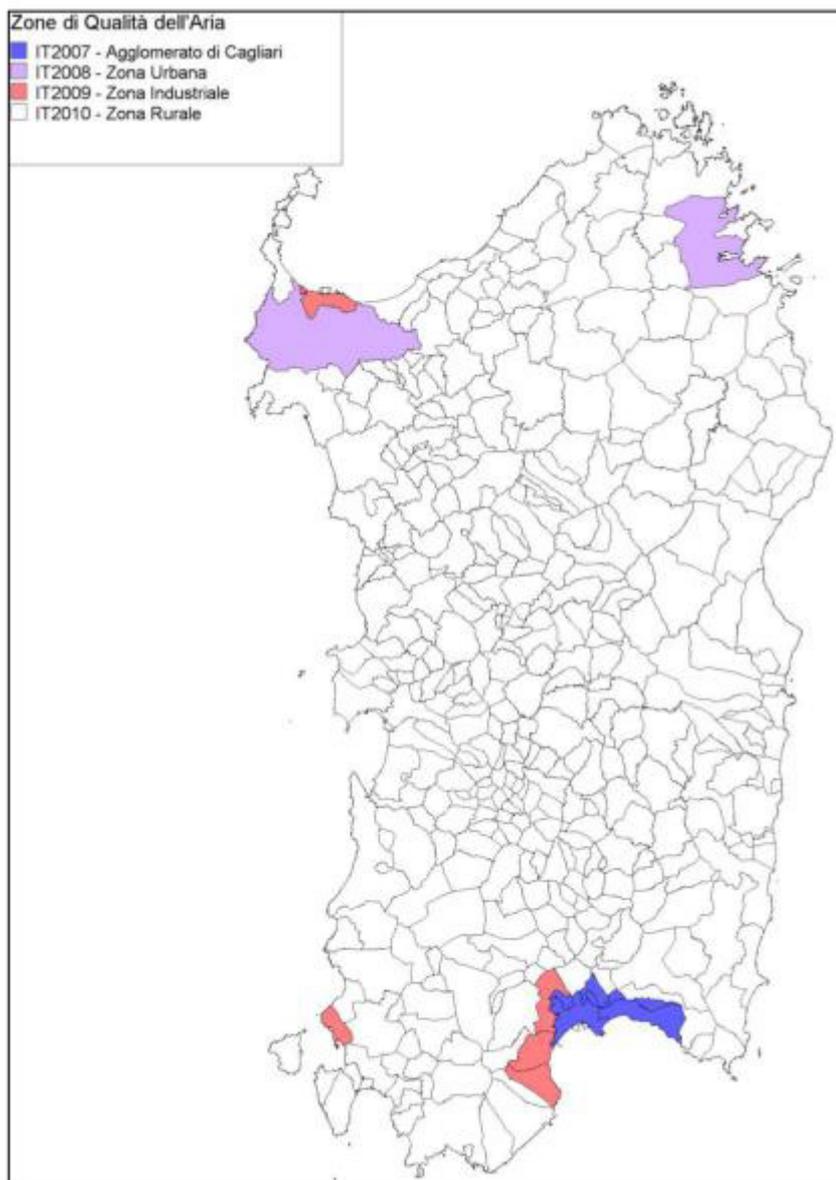


Figura 3-10 Mappa di zonizzazione per la Regione Sardegna (fonte: Relazione annuale sulla qualità dell'aria in Sardegna per l'anno 2019 – Arpa Sardegna)

	PROGETTO DEFINITIVO					
	Elettrificazione Linea Cagliari - Oristano					
Progetto Ambientale della Cantierizzazione Relazione Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RR0S	00	D 69 RG	CA0000002	A	48 di 145

Per l'ozono, è prevista una zona unica denominata IT2011 (cfr. Figura 3-11) comprendente le zone già individuate IT2008, IT2009, IT2010. È escluso l'agglomerato IT2007 in quanto già monitorato per questo inquinante.

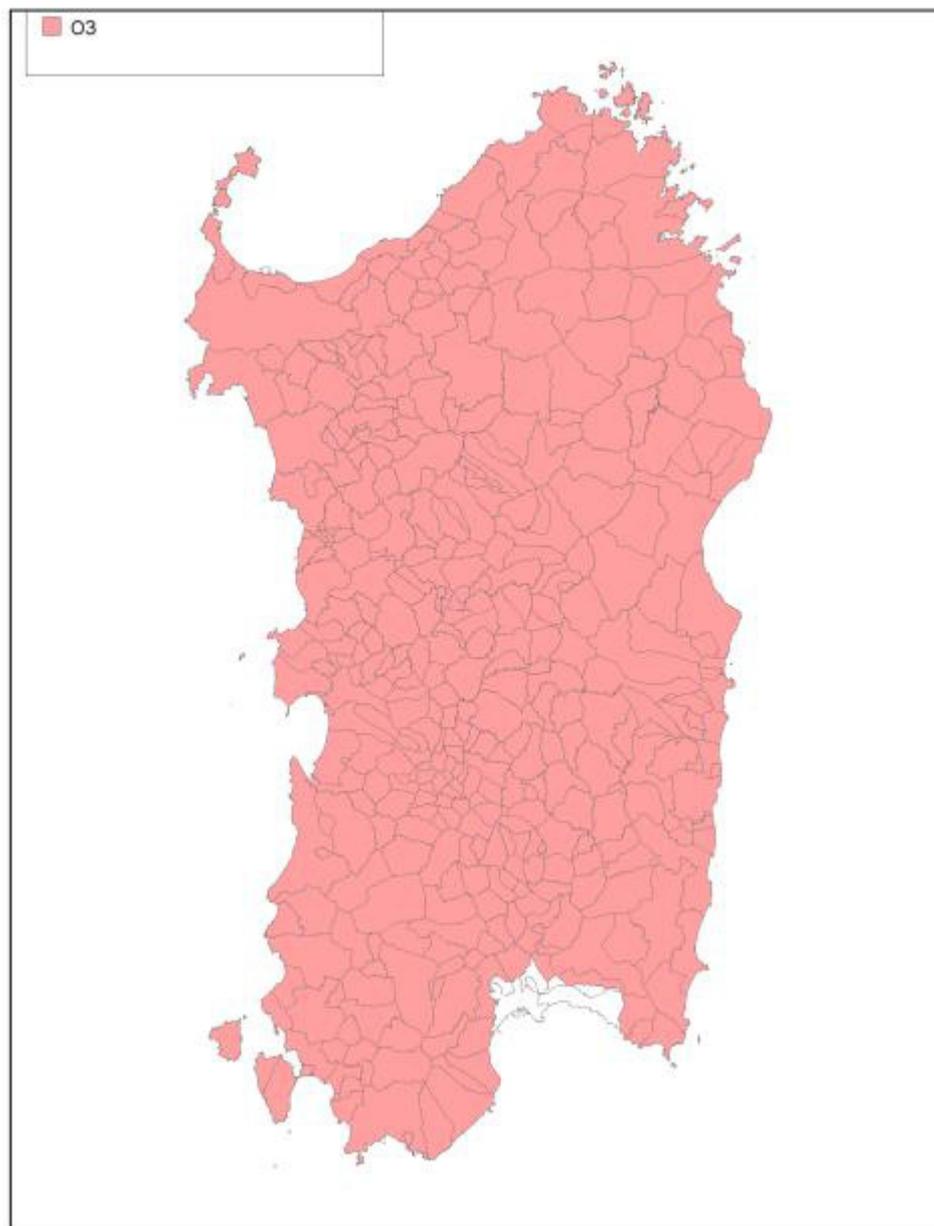


Figura 3-11 Zona Ozono (fonte: Relazione annuale sulla qualità dell'aria in Sardegna per l'anno 2019 – Arpa Sardegna)

	PROGETTO DEFINITIVO					
	Elettrificazione Linea Cagliari - Oristano					
Progetto Ambientale della Cantierizzazione Relazione Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RR0S	00	D 69 RG	CA0000002	A	49 di 145

In virtù di quanto fin qui esposto l'intervento in oggetto, estendendosi su un'ampia porzione del territorio sardo, ricade sia nell'agglomerato di Cagliari (IT2007) che nella Zona rurale (IT2010).

Rete di monitoraggio della qualità dell'aria e scelta della centralina per le simulazioni modellistiche

La rete di monitoraggio

Il D.Lgs. 155/2010, art. 5 comma 6, prevede che le Regioni trasmettano al MATTM a ISPRA ed ENEA un progetto volto ad adeguare la propria rete di misura della qualità dell'aria alle prescrizioni del decreto, in conformità alla zonizzazione del territorio.

In ossequio a tale obbligo di legge la Regione Sardegna ha predisposto, il "*Progetto di adeguamento della rete regionale di misura della qualità dell'aria ai sensi del D.Lgs. 155/2010 e s.m.i.*", trasmesso al Ministero dell'Ambiente nel novembre 2014 e che è stato da quest'ultimo licenziato positivamente nel dicembre del 2015.

La Giunta Regionale, con la Delibera del 7 novembre 2017, n. 50/18, ha approvato il progetto, che ha l'obiettivo di razionalizzare la rete attuale e procedere, nel contempo, a dismettere le stazioni che non risultano più conformi ai criteri localizzativi di cui al d.lgs. 155/2010 e, se necessario, all'implementazione della strumentazione di misura al fine di adeguare le stazioni ai criteri previsti dalla norma, per la valutazione della qualità dell'aria ambiente nella regione Sardegna ai sensi del D.Lgs.155 del 13/08/2010 e secondo le linee guida del D.M. Ambiente 22 febbraio 2013 "*Formato per la trasmissione del progetto di adeguamento della rete di misura ai fini della valutazione della qualità dell'aria*".

La procedura per la progettazione della rete ha comportato:

- l'individuazione dei punti di monitoraggio per le emissioni diffuse, costituita dai punti minimi e quelli aggiuntivi, così come individuati nel sopraccitato D.Lgs.155 del 13/08/2010;
- l'individuazione dei punti di misura a supporto, onde garantire l'acquisizione delle misure, qualora venissero a mancare le misure della rete minima.

Il progetto di adeguamento ha previsto inoltre le stazioni di misurazione per le fonti puntuali, individuate in base ai livelli delle emissioni delle fonti industriali, alle modalità di distribuzione degli inquinanti nell'aria ambiente e alla possibile esposizione della popolazione in prossimità dei centri urbani maggiormente esposti.

Nelle zone in cui si sono registrati valori inferiori alla soglia di valutazione, le misurazioni con stazioni fisse saranno integrate e combinate con tecniche di modellizzazione o misure indicative.

	PROGETTO DEFINITIVO					
	Elettrificazione Linea Cagliari - Oristano					
Progetto Ambientale della Cantierizzazione Relazione Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RR0S	00	D 69 RG	CA0000002	A	50 di 145

Sulla base della metodologia utilizzata, nel rispetto di rigidi criteri di economicità, efficienza ed efficacia, è stato individuato il set di stazioni rappresentative del territorio regionale, che costituisce la rete di misura per la valutazione della qualità dell'aria.

L'adeguamento della Rete ha previsto pertanto un programma graduale di dismissione delle stazioni che non rientrano nella Rete regionale di valutazione sopra citata, e nel contempo l'installazione di idonea strumentazione di misura, anche per la determinazione dei metalli e del benzo(a) pirene nel PM10, presso alcune stazioni che ne erano sprovviste.

L'assetto della Rete di monitoraggio regionale relativo all'anno 2019 è riepilogato nella Figura 3-12, mentre la configurazione strumentale, con gli inquinanti rilevati da ciascuna centralina, è mostrata nella successiva Figura 3-13.

Area	Stazioni
Agglomerato di Cagliari	CENCA1- CENMO1 - CENQU1
Sassari (esclusa l'area industriale di Fiume Santo)	CENS12 - CENS16
Olbia	CENS10 - CEOLB1
Assemini	CENAS6 - CENAS8 - CENAS9
Sarroch	CENSA2 - CENSA3
Portoscuso	CENPS4 - CENPS6 - CENPS7
Porto Torres (più l'area industriale di Fiume Santo)	CENPT1 - CENSS2 - CENSS3 - CENSS4
Sulcis-Iglesiente	CENCB2 - CENIG1 - CENNF1
Campidano Centrale	CENNM1 - CENSG3
Oristano	CENOR1 - CENOR2 - CESGI1
Nuoro	CENNU1 - CENNU2
Sardegna Centro-Settentrionale	CEALG1 - CENMA1 - CENOT3 - CENSN1
Seulo - Stazione di Fondo Regionale	CENSE0

Figura 3-12 Rete di monitoraggio della qualità dell'aria per l'anno 2019 nella regione Sardegna (fonte: Relazione annuale sulla qualità dell'aria in Sardegna per l'anno 2019 – Arpa Sardegna)

Area	Stazione	C6H6	CO	H2S	NMHC	NO2	O3	PM10	SO2	PM2,5
Agglomerato di Cagliari	CENCA1	✓	✓			✓	✓	✓	✓	✓
	CENMO1	✓	✓			✓	✓	✓	✓	✓
	CENQU1	✓				✓	✓	✓	✓	
Sassari	CENS12		✓			✓	✓	✓	✓	
	CENS16	✓	✓			✓	✓	✓	✓	✓
Olbia	CEOLB1	✓	✓			✓	✓	✓	✓	
	CENS10		✓			✓		✓	✓	
Assemini	CENAS6					✓		✓	✓	
	CENAS8		✓			✓	✓	✓	✓	
	CENAS9					✓	✓	✓	✓	
Sarroch	CENSA2	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓
	CENSA3	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓
Portoscuso	CENPS4		✓			✓		✓	✓	✓
	CENPS6					✓		✓	✓	✓
	CENPS7	✓	✓			✓	✓	✓	✓	✓
Porto Torres	CENPT1	✓	✓			✓	✓	✓	✓	✓
	CENSS2					✓	✓	✓	✓	
	CENSS3		✓			✓	✓	✓	✓	
	CENSS4	✓				✓		✓	✓	
Sulcis Iglesiente	CENCB2	✓				✓	✓	✓	✓	
	CENIG1					✓	✓	✓	✓	
	CENNF1					✓		✓	✓	
Campidano Centrale	CENNM1					✓	✓	✓	✓	
	CENSG3					✓		✓	✓	
Oristano	CENOR1					✓	✓	✓	✓	
	CENOR2	✓				✓	✓	✓	✓	
	CESGI1		✓			✓		✓	✓	
Nuoro	CENNU1	✓				✓		✓	✓	
	CENNU2		✓			✓	✓	✓	✓	
Sardegna Centro Settentrionale	CENMA1	✓	✓			✓	✓	✓	✓	✓
	CENOT3	✓				✓	✓	✓	✓	
	CENSN1					✓		✓	✓	
	CEALG1	✓	✓			✓	✓	✓	✓	
Seulo	CENSE0		✓		✓	✓	✓	✓	✓	

N.B.: le stazioni appartenenti alla Rete di misura per la valutazione della qualità dell'aria sono evidenziate in grassetto

Figura 3-13 Inquinanti monitorati dalle stazioni appartenenti alla rete di monitoraggio della qualità dell'aria della Regione Sardegna (Le stazioni appartenenti alla rete di misura per la valutazione della qualità dell'aria sono evidenziate in grassetto) (fonte: Relazione annuale sulla qualità dell'aria in Sardegna per l'anno 2019 – Arpa Sardegna)

La scelta della centralina per le simulazioni modellistiche

Posto che lo studio modellistico risulta inerente all'analisi della diffusione degli inquinanti relativi alla realizzazione della linea di contatto e che tali interventi di elettrificazione avvengono in condizione di prossimità e/o attraversamento delle aree protette in corrispondenza dei Comuni di Cagliari ed Oristano, la scelta delle centraline della qualità dell'aria è ricaduta su due stazioni, una localizzata a Cagliari ed una nell'intorno del Comune di Oristano.

	PROGETTO DEFINITIVO					
	Elettificazione Linea Cagliari - Oristano					
Progetto Ambientale della Cantierizzazione Relazione Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RR0S	00	D 69 RG	CA0000002	A	52 di 145

Per quanto concerne l'area di Cagliari ed il relativo agglomerato (IT2007), la Rete regionale è costituita dalla stazione di traffico di Cagliari, Via Cadello (CENCA1), e dalle stazioni di fondo di Monserrato, Via Sant'Angelo (CENMO1), e Quartu S. E., Via Perdalonga (CENQU1) (cfr. Figura 3-14). Tutte le stazioni sono rappresentative dell'area e appartengono alla Rete di misura per la valutazione della qualità dell'aria.



Figura 3-14 Posizione delle stazioni di misura dell'agglomerato di Cagliari (fonte: Relazione annuale sulla qualità dell'aria in Sardegna per l'anno 2019 – Arpa Sardegna)

Stante quanto fin qui riportato è stata scelta come centralina di riferimento per la porzione di tracciato prossima al Comune di Cagliari la stazione di traffico CENCA1.

Gli inquinanti monitorati dalla suddetta centralina sono Benzene, Monossido di Carbonio, NO₂, Ozono, PM₁₀, PM_{2,5} ed SO₂.

Relativamente alla Zona rurale, ed in particolare alla tratta ricadente nell'area del Comune di Oristano, si registra un carico inquinante proveniente principalmente dal traffico veicolare e dalle altre fonti di inquinamento urbano (impianti di riscaldamento, attività artigianali). Le stazioni dell'area di Oristano

	PROGETTO DEFINITIVO					
	Elettrificazione Linea Cagliari - Oristano					
Progetto Ambientale della Cantierizzazione Relazione Generale	COMMESSA RR0S	LOTTO 00	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO CA0000002	REV. A	FOGLIO 53 di 145

comprendono due stazioni di fondo, CENOR1 e CESGI1, ubicate rispettivamente nel comune di Oristano e Santa Giusta, ed una di traffico, CENOR2, a Oristano (Figura 3-15).

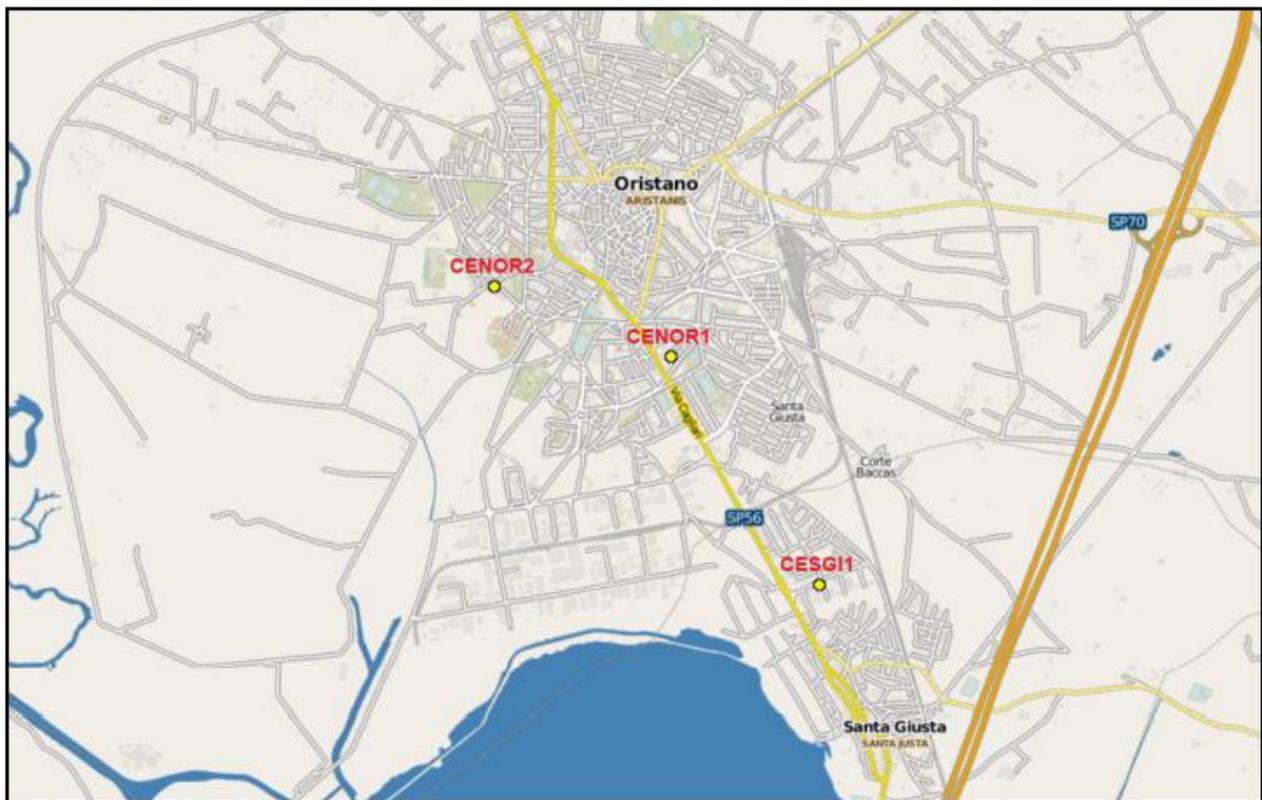


Figura 3-15 Posizione delle stazioni di misura nell'area di Oristano (fonte: Relazione annuale sulla qualità dell'aria in Sardegna per l'anno 2019 – Arpa Sardegna)

Tra le tre centraline mostrate in Figura 3-15 è stata selezionata, quale stazione di riferimento per lo studio della qualità dell'aria, la stazione di fondo CESGI1 situata nel Comune di Santa Giusta.

Gli inquinanti monitorati dalla suddetta centralina sono il Monossido di Carbonio, NO₂, PM10 ed SO₂.

Stato della Qualità dell'Aria

Nel seguito si riporta una tabella riepilogativa delle concentrazioni degli inquinanti di interesse ai fini della presente analisi, registrati nel 2019, rispettivamente dalla centralina di Cagliari (CENCA1) e di Santa Giusta (CESGI1).

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO					
	Elettrificazione Linea Cagliari - Oristano					
Progetto Ambientale della Cantierizzazione Relazione Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RR0S	00	D 69 RG	CA0000002	A	54 di 145

Tabella 3-4 Valori di concentrazione registrati dalla centralina di Cagliari – Via Cadello nel 2019 (fonte: Relazione annuale sulla qualità dell'aria in Sardegna per l'anno 2019 – Arpa Sardegna)

Comune	Stazione	Tipo	PM ₁₀		PM _{2,5} *	NO ₂	
			Media annua 2019 [µg/m ³]	N° medie giornaliere >50 µg/m ³ (V.L. 35 giorni)	Media annua 2019 [µg/m ³]	Media annua 2019 [µg/m ³]	N° medie orarie >200 µg/m ³ (V.L. 18)
Cagliari	Stazione di Via Cadello (CENCA1)	Stazione di traffico	30,00	19	19,20	26,40	--

Tabella 3-5 Valori di concentrazione registrati dalla centralina di Santa Giusta nel 2019 (fonte: Relazione annuale sulla qualità dell'aria in Sardegna per l'anno 2019 – Arpa Sardegna)

Comune	Stazione	Tipo	PM ₁₀		PM _{2,5} *	NO ₂	
			Media annua 2019 [µg/m ³]	N° medie giornaliere >50 µg/m ³ (V.L. 35 giorni)	Media annua 2019 [µg/m ³]	Media annua 2019 [µg/m ³]	N° medie orarie >200 µg/m ³ (V.L. 18)
Santa Giusta	CESGI1	Stazione di fondo	25,80	16	15,48	9,8	--

* La concentrazione media annua per il PM_{2,5}, non essendo disponibile il dato fornito dalla centralina, è stata assunta pari al 60% del valore medio annuo rilevato per il PM₁₀.

Analizzando la Tabella 3-4 e la Tabella 3-5, si evidenzia come, per entrambe le centraline, si registra una situazione entro la norma per tutti gli inquinanti monitorati nell'anno 2019. In particolare, in relazione al PM₁₀, la media annuale risulta inferiore ai limiti normativi, con 19 e 16 superamenti registrati rispettivamente a Cagliari e Santa Giusta rispetto ai 35 ammessi dalla normativa.

Relativamente al biossido di azoto (NO₂) la media annua registrata risulta rispettivamente pari a 26,40 e 9,8 µg/m³, non evidenziando superamenti della soglia limite per la protezione della salute umana pari a 40 µg/m³.

	PROGETTO DEFINITIVO					
	Elettrificazione Linea Cagliari - Oristano					
Progetto Ambientale della Cantierizzazione Relazione Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RR0S	00	D 69 RG	CA0000002	A	55 di 145

3.2.2 Valutazione degli aspetti ambientali legati al cantiere

Al fine di caratterizzare correttamente il dominio spaziale e temporale del modello per la stima dell'impatto delle lavorazioni sulla qualità dell'aria, si è proceduto allo studio delle seguenti variabili:

- Caratteristiche tecniche dei singoli cantieri in programma;
- Cronoprogramma delle fasi e lavorazioni;
- Elaborati tecnici di progetto.

Le valutazioni fatte sono di tipo cautelativo, a vantaggio di sicurezza e hanno permesso di individuare sull'intero arco temporale in cui avviene la realizzazione del progetto, "*l'anno tipo*", ossia il periodo a cui corrisponde il massimo impatto potenziale sulle matrici ambientali e, in particolare, sulla qualità dell'aria per le emissioni di polveri e gas.

Nei seguenti paragrafi viene dettagliata la stima delle emissioni di polveri e gas effettuata per la valutazione dell'impatto sulla qualità dell'aria.

Descrizione degli impatti potenziali

Si riporta di seguito la descrizione delle principali sorgenti connesse alle attività di cantiere previste in progetto. Lo scopo primario dell'individuazione delle sorgenti e la conseguente quantificazione dell'impatto è quello di valutare l'effettiva incidenza delle emissioni delle attività di cantiere sullo stato di qualità dell'aria complessivo.

In relazione alla natura delle sorgenti possono essere individuati, quali indicatori del potenziale impatto delle stesse sulla qualità dell'aria, i seguenti parametri:

- polveri: PM10 (polveri inalabili, le cui particelle sono caratterizzate da un diametro inferiore ai 10 µm) e PTS (polveri totali sospese). Le polveri sono generate sia dalla combustione incompleta all'interno dei motori, che da impurità dei combustibili, che dal sollevamento da parte delle ruote degli automezzi e da parte di attività di movimentazione di inerti;
- inquinanti gassosi, generati dalle emissioni dei motori a combustione interna dei mezzi di cantiere (in particolare NO_x).

Rimandando a quanto ampiamente descritto nella sezione 3.1.2, le attività più significative in termini di emissioni sono costituite:

- dalle attività di realizzazione della Linea di contatto ed in particolare dello scavo per le opere di fondazione dei pali TE;

	PROGETTO DEFINITIVO					
	Elettrificazione Linea Cagliari - Oristano					
Progetto Ambientale della Cantierizzazione Relazione Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RR0S	00	D 69 RG	CA0000002	A	56 di 145

- dalle attività di realizzazione dello scavo di sbancamento per i piazzali e per le opere di fondazione delle SSE;
- dalla movimentazione dei materiali all'interno dei cantieri fissi, in particolare delle aree di stoccaggio.

Inquinanti considerati nell'analisi modellistica

Le operazioni di lavorazione, scavo e movimentazione dei materiali possono comportare potenziali impatti sulla componente in esame in termini di emissione e dispersione di inquinanti.

In particolare, nel presente studio, in riferimento alla loro potenziale significatività, sono stati analizzati:

- polveri (il parametro assunto come rappresentativo delle polveri è il PM10, ossia la frazione fine delle polveri, di granulometria inferiore a 10 µm, il cui comportamento risulta di fatto assimilabile a quello di un inquinante gassoso);
- ossidi di azoto (NO_x).

Nella presente analisi modellistica è stata analizzata la dispersione e la diffusione in atmosfera dei parametri sopra elencati, con riferimento alle attività di cantiere previste dal progetto, al fine di verificarne i potenziali effetti ed il rispetto dei valori limite sulla qualità dell'aria previsti dalla normativa vigente.

Le analisi sviluppate

Descrizione degli scenari di riferimento

La presente analisi atmosferica ha lo scopo di stimare la quantità di inquinante prodotta durante le lavorazioni al fine di valutare la sua dispersione in atmosfera.

In particolare, lo studio si articola in due parti:

1. Scenario A: analisi delle concentrazioni di PM10 e NO_x dovute alle attività di realizzazione della linea di contatto, effettuata tramite studio modellistico;
2. Scenario B: analisi emissiva relativa al PM10 connessa alle lavorazioni per la realizzazione delle sottostazioni elettriche ed all'operatività delle attività dei cantieri fissi, indagata attraverso studio emissivo.

	PROGETTO DEFINITIVO					
	Elettrificazione Linea Cagliari - Oristano					
Progetto Ambientale della Cantierizzazione Relazione Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RR0S	00	D 69 RG	CA0000002	A	57 di 145

In merito alla prima analisi, per quanto riguarda le tipologie di attività/aree di cantiere prese in considerazione, si è fatto riferimento alle attività connesse al fronte di avanzamento lavori in termini di scavo per le opere di fondazione dei pali TE (si rimanda al paragrafo che segue per una descrizione dettagliata).

In merito, invece, alla seconda analisi, al fine di valutare una situazione tipologica, è stata condotta una valutazione a livello emissivo per caratterizzare la realizzazione delle sottostazioni elettriche e stimare quanto incide la movimentazione di materiale polverulento connessa alla realizzazione degli scavi di sbancamento, in termini di emissioni di PM10 (g/s), sui ricettori presenti nell'intorno delle aree di cantiere. Tale valutazione è stata condotta secondo le *"Linee Guida per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti"*, redatte da ARPA Toscana.

Nei successivi paragrafi verranno esposte le due analisi sopra citate.

Scenario A – Scenario fronte avanzamento lavori per la realizzazione della linea di contatto

Per quanto attiene alla realizzazione della linea di contatto, lo scenario in oggetto prevede uno studio modellistico finalizzato alla stima delle concentrazioni di PM10 ed NOx associate alle attività di scavo delle opere di fondazione dei pali della TE, lungo la linea ferroviaria posta in prossimità e/o attraversamento delle Aree Rete Natura 2000 ed al conseguente confronto con i limiti normativi (D. Lgs. 155/2010).

L'aspetto sostanziale che connota il progetto di cantierizzazione in oggetto discende dalla scelta, come già illustrato nei precedenti paragrafi, di prevedere che le lavorazioni avvengano dall'interno o dall'esterno della linea ferroviaria esistente in relazione al determinarsi, o meno, di condizioni di attraversamento / prossimità tra detta linea ed aree della rete Natura 2000.

In tal senso, posto che la tipologia ed il numero dei mezzi d'opera necessari allo svolgimento delle suddette lavorazioni risulta – di fatto – il medesimo per entrambe le condizioni di rapporto, il fattore di discriminazione è rappresentato dalla scelta di fare ricorso al treno cantiere nel caso in cui la linea ferroviaria oggetto di elettrificazione si sviluppi in prossimità o in attraversamento alle aree della Rete Natura 2000.

Stante quanto premesso, nella successiva Tabella 3-6 sono riassunte le tipologie di sorgenti emissive areali associate al fronte di avanzamento lavori, mentre i mezzi d'opera oggetto del presente scenario modellistico risulta quello riportato nella seguente Tabella 3-7.

	PROGETTO DEFINITIVO					
	Elettrificazione Linea Cagliari - Oristano					
Progetto Ambientale della Cantierizzazione Relazione Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RR0S	00	D 69 RG	CA0000002	A	58 di 145

Tabella 3-6 Sorgenti emissive areali associate al fronte avanzamento lavori per la realizzazione degli interventi inerenti alla linea di contatto (scenario A)

ID	Sorgenti emissive areali
Area fronte avanzamento lavori	Carico e scarico del materiale polverulento
	Erosione del vento sui cumuli di materiale depositato
	Emissione di sostanze inquinanti ad opera dei mezzi di cantiere

Tabella 3-7 Tipologia e numero di mezzi d'opera considerati per lo scenario A

Tipologia di lavorazione	N.	Tipologia mezzi d'opera
Realizzazione scavo fondazioni	1	Escavatore con nastro di carico

Una volta definito lo scenario rappresentativo attraverso il software di simulazione Aermod è stato possibile stimare le concentrazioni di NO_x e PM10 generate dalle attività di cantiere sopra menzionate.

Scenario B – Scenario emissivo relativo alla realizzazione delle sottostazioni elettriche

Per quanto concerne il suddetto scenario emissivo, inerente alle attività di scavo di sbancamento per i piazzali e per le opere di fondazione delle SSE, il quadro dei mezzi presi in esame per la stima delle emissioni risulta essere il seguente:

Tabella 3-8 Tipologia e numero di mezzi d'opera considerati per lo scenario B

Tipologia di lavorazione	N.	Tipologia mezzi d'opera
Realizzazione scavo di sbancamento	1	Escavatore
	1	Pala gommata
	1	Autocarro

	PROGETTO DEFINITIVO					
	Elettrificazione Linea Cagliari - Oristano					
Progetto Ambientale della Cantierizzazione Relazione Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RR0S	00	D 69 RG	CA0000002	A	59 di 145

In aggiunta ai suddetti mezzi sono stati considerati anche quelli associati alle aree di cantiere fisso, in particolare quelli presenti nelle aree di stoccaggio, i quali risultano coincidenti con quelli mostrati in Tabella 3-8.

Dopo aver effettuato la stima delle emissioni di PM10 associate ai gas di scarico dei mezzi ed alle attività di carico e scarico del materiale necessario per effettuare le sopraccitate lavorazioni, sono state confrontate le emissioni ottenute, espresse in g/h, con i valori soglia fissati da ARPA Toscana. Tali confronti consentono di evidenziare il livello di criticità connesso alle attività di cantiere, in relazione alla distanza dai ricettori e dai giorni di emissione annui.

Stima dei fattori di emissione

Per stimare i fattori di emissione relativi alle sorgenti caratterizzanti lo scenario A sono state considerate:

- Le lavorazioni previste in ogni area di cantiere lavoro considerata, associando ciascuna di esse alla classificazione contenuta nel documento dell'US-EPA "AP-42: *Compilation of Air Pollutant Emission Factors*";
- L'erosione del vento sui cumuli stoccati (documento dell'US-EPA "AP-42");
- Le attività dei mezzi d'opera all'interno delle aree di cantiere (escavatori, etc.) in termini di emissioni dei gas di scarico dei motori, assimilate a sorgenti emissive areali.

Nello specifico, per quanto riguarda la stima dei fattori di emissione relativi alle lavorazioni ed all'erosione del vento, come detto, si è fatto riferimento al Draft EPA dell'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente Statunitense (rif. <http://www.epa.gov/ttnchie1/ap42/>), il quale, nella sezione AP 42, Quinta Edizione, Volume I Capitolo 13 – "Miscellaneous Sources" Paragrafo 13.2 – "Introduction to Fugitive Dust Sources" presenta le seguenti potenziali fonti di emissione:

1. Aggregate Handling and Storage Piles: accumulo e movimentazione delle terre (EPA AP-42 13.2.4);
2. Wind Erosion: erosione del vento sui cumuli (EPA AP-42 13.2.5).

La stima delle emissioni è stata effettuata sulla base di un indicatore, che caratterizza l'attività della sorgente (A), e di un fattore di emissione specifico del tipo di sorgente (Ei). Il fattore di emissione Ei dipende non solo dal tipo di sorgente considerata, ma anche dalle tecnologie adottate per il contenimento/controllo delle emissioni.

La relazione tra l'emissione e l'attività della sorgente è di tipo lineare:

	PROGETTO DEFINITIVO					
	Elettrificazione Linea Cagliari - Oristano					
Progetto Ambientale della Cantierizzazione Relazione Generale	COMMESSA RR0S	LOTTO 00	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO CA0000002	REV. A	FOGLIO 60 di 145

$$Q(E)_i = A * E_i$$

dove:

- $Q(E)_i$: emissione dell'inquinante i (ton/anno);
- A : indicatore dell'attività (ad es. consumo di combustibile, volume terreno movimentato, veicolo-chilometri viaggiati);
- E_i : fattore di emissione dell'inquinante i (ad es. g/ton prodotta, kg/kg di solvente, g/abitante).

La stima è tanto più accurata quanto maggiore è il dettaglio dei singoli processi/attività.

Per seguire tale approccio di valutazione è necessario conoscere diversi parametri relativi a:

- sito in esame (umidità del terreno, regime dei venti);
- attività di cantiere (quantitativi di materiale da movimentare ed estensione delle aree di cantiere);
- mezzi di cantiere (n. di mezzi in circolazione).

Mentre alcune di queste informazioni sono desumibili dalle indicazioni progettuali, per altre è stato necessario fare delle assunzioni il più attinenti possibili alla realtà.

Le ipotesi cantieristiche assunte per la stima delle emissioni e l'analisi modellistica sono le seguenti:

- Simulazione delle aree di lavoro previste;
- Simulazione delle aree di movimentazione e stoccaggio dei materiali;
- N.ro 8 ore lavorative / giorno.

Per la stima dei fattori di emissione delle macchine e dei mezzi d'opera impiegati si è fatto riferimento alle elaborazioni della *South Coast Air Quality Management District*, "Off road mobile Source emission Factor" che forniscono i fattori di emissione dei mezzi fuori strada.

Aggregate Handling and Storage Piles – Cumuli di terra, carico e scarico (EPA AP-42 13.2.4)

La produzione totale di polvere legata all'attività di movimentazione dei materiali è relativa all'attività di carico e scarico dei mezzi.

La quantità di polveri generate da tale attività viene stimata utilizzando la seguente formula empirica:

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

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO					
	Elettrificazione Linea Cagliari - Oristano					
Progetto Ambientale della Cantierizzazione Relazione Generale	COMMESSA RR0S	LOTTO 00	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO CA0000002	REV. A	FOGLIO 61 di 145

dove:

- E = fattore di emissione di particolato (kg/Mg);
- k = parametro dimensionale (dipende dalla dimensione del particolato);
- U = velocità media del vento (m/s);
- M = umidità del terreno (%).

Il parametro k varia a seconda della dimensione del particolato come riportato nella tabella sottostante:

Tabella 3-9 Valori coefficiente aerodinamico fonte: EPA AP42

Aerodynamic Particle Size Multiplier (k)				
<30 µm	<15 µm	<10 µm	<5 µm	<2.5 µm
0,74	0,48	0,35	0,20	0,053

Mentre per il range di validità degli altri parametri è possibile fare riferimento alla Tabella 3-10.

Tabella 3-10 Range di validità dei coefficienti per il calcolo di EF fonte: EPA AP42

Ranges Of Source Conditions			
Silt Content (%)	Moisture Content (%)	Wind speed	
		m/s	mph
0,44 – 19	0,25 – 4,8	0,6 – 6,7	1,3 – 15

Con riferimento ai valori dei coefficienti assunti per l'analisi si è considerato:

- U = velocità media del vento considerando la configurazione più frequente pari a 4,09 m/s (valore desunto dall'analisi meteo climatica di Cagliari),
- M = percentuale di umidità considerata pari a 4,8%;
- k = pari a 0,35 per considerare l'apporto del PM₁₀.

La diffusione di particolato legata alle attività di movimentazione e stoccaggio di materiale è pari al prodotto del fattore di emissione E per le tonnellate di materiale movimentate giornalmente.

A tal proposito è da considerare come, posto che le aree per la realizzazione dello scavo per le fondazioni dei pali della TE risultano avere una superficie di circa 50 metri quadri, e dunque risultano

	PROGETTO DEFINITIVO					
	Elettrificazione Linea Cagliari - Oristano					
Progetto Ambientale della Cantierizzazione Relazione Generale	COMMESSA RR0S	LOTTO 00	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO CA0000002	REV. A	FOGLIO 62 di 145

associate ad una movimentazione di terra molto contenuta, il fattore di emissione dovuto alle attività di carico e scarico risulta trascurabile.

Wind Erosion: erosione del vento sui cumuli (EPA AP-42 13.2.5)

Le emissioni causate dall'erosione del vento sono dovute all'occorrenza di venti intensi su cumuli soggetti a movimentazione. Nell'AP-42 (paragrafo 13.2.5 "Industrial Wind Erosion") queste emissioni sono trattate tramite la potenzialità di emissione del singolo cumulo in corrispondenza di certe condizioni di vento.

In considerazione dell'attività di erosione del vento sui cumuli, il modello fa dipendere il fattore di emissione da due fattori che concorrono alla possibile emissione di particolato da parte del cumulo:

- il numero di "movimentazioni" ovvero di interferenze intese come deposito e scavo di materiale sul/dal cumulo;
- la velocità del vento a cui è sottoposto il cumulo stesso.

La formula per il calcolo del fattore di emissione è data pertanto:

$$EF = k \sum_{i=1}^N P_i$$

dove k è la costante che tiene conto della grandezza della particella considerata, N è il numero di "movimentazioni" a cui è sottoposto il cumulo e P_i è pari all'erosione potenziale corrispondente alla velocità massima. Il valore di k è anche in questo caso tabellato.

Tabella 3-11 Valori coefficiente aerodinamico fonte: EPA AP42

Aerodynamic Particle Size Multiplier (k)			
30 µm	<15 µm	<10 µm	<2.5 µm
1,0	0,6	0,5	0,075

Il fattore N dipende dal numero di movimentazioni a cui è sottoposto un cumulo ogni anno. Nel caso in esame si è supposto, in via cautelativa, che tutti i cumuli fossero sottoposti ad almeno una movimentazione giornaliera, in considerazione delle diverse tempistiche con cui possono essere approvvigionati i diversi cumuli. In ultimo, l'erosione potenziale parte dal concetto di profilo di velocità del vento, per il quale è possibile utilizzare la seguente equazione:

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO					
	Elettrificazione Linea Cagliari - Oristano					
Progetto Ambientale della Cantierizzazione Relazione Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RR0S	00	D 69 RG	CA0000002	A	63 di 145

$$u(z) = \frac{u^*}{0,4} \ln \frac{z}{z_0}$$

in cui u è la velocità del vento e u^* rappresenta la velocità di attrito.

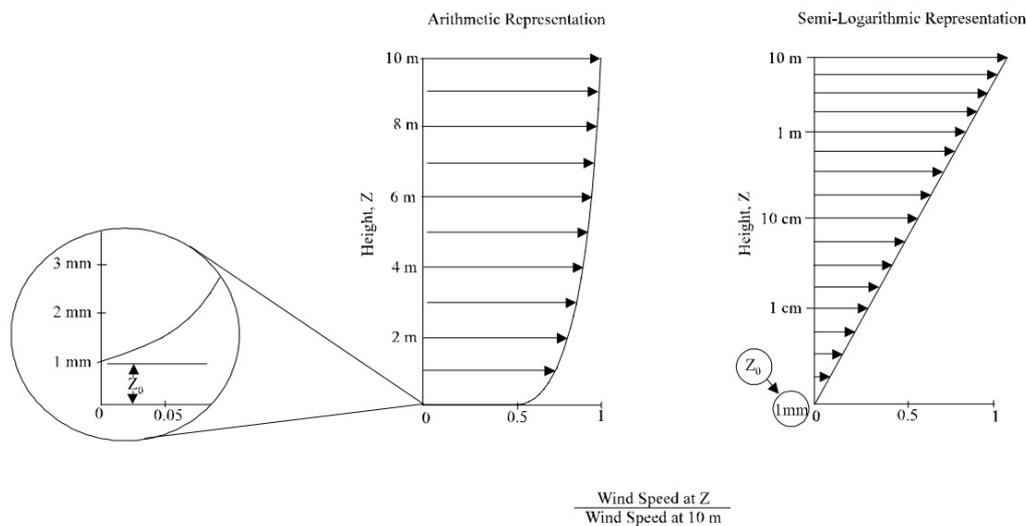


Figura 3-16 Illustrazione del profilo logaritmico della velocità fonte: EPA AP42

L'erosione potenziale, pertanto, dipende dalla velocità di attrito e dal valore soglia della velocità d'attrito secondo l'equazione:

$$P = 58(u^* - u_t^*)^2 + 25(u^* - u_t^*)$$

Da tale espressione si evince come ci sia erosione potenziale solo qualora la velocità d'attrito superi il valore soglia. Per la determinazione di tale valore il modello individua una procedura sperimentale (cfr. *1952 laboratory procedures published by W. S. Chepil*). Tuttavia, in mancanza di tali sperimentazioni è possibile fare riferimento ad alcuni risultati già effettuati e riportati in tabella.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO					
	Elettrificazione Linea Cagliari - Oristano					
Progetto Ambientale della Cantierizzazione Relazione Generale	COMMESSA RR0S	LOTTO 00	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO CA0000002	REV. A	FOGLIO 64 di 145

Tabella 3-12 Valore di velocità di attrito limite

Materiali	Threshold Friction Velocity (m/s)	Roughness Height (cm)	Threshold Wind Velocity At 10 m (m/s)	
			Z0=act	Z0=0,5cm
Overburden	1,02	0,3	21	19
Scoria (roadbed material)	1,33	0,3	27	25
Ground coal (surrounding coal pile)	0,55	0,01	16	10
Uncrusted coal pile	1,12	0,3	23	21
Scraper tracks on coal pile	0,62	0,06	15	12
Fine coal dust on concrete pad	0,54	0,2	11	10

La velocità del vento massima tra due movimentazioni può essere determinata dai dati meteorologici utilizzati per le simulazioni. Tali dati, essendo riferiti ad un'altezza dell'anemometro pari a 10 metri, non hanno bisogno di alcuna correzione e pertanto è possibile determinare la relazione.

$$u^* = 0,053u_{10}^+$$

in cui u_{10}^+ è la massima intensità misurata nell'arco della giornata attraverso i dati sopracitati. Una volta individuati i valori di u^* si determinano i casi in cui u^* supera u_t^* assunto pari a 1,33.

Il fattore di emissione per il PM10 è stimato applicando la formula sottostante in cui k è stato assunto pari a 0,5.

$$EF_v(PM10) = k \sum_{i=1}^N P_i$$

Nel caso in esame il valore di P è nullo poiché non si verifica alcun superamento del valore u_t^* e pertanto il fattore di emissione dovuto all'erosione sui cumuli risulta trascurabile.

Emissioni dai gas di scarico di macchine e mezzi d'opera nelle aree di cantiere

Con riferimento all'emissione di sostanze inquinanti ad opera dei mezzi meccanici operanti lungo il fronte avanzamento lavori, oltre al parametro PM_{10} si aggiungono anche gli NO_x , tipici inquinanti da traffico veicolare. In particolare, la stima del fattore di emissione riguarda esclusivamente i gas di scarico associati all'escavatore con nastro di carico.

	PROGETTO DEFINITIVO					
	Elettrificazione Linea Cagliari - Oristano					
Progetto Ambientale della Cantierizzazione Relazione Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RR0S	00	D 69 RG	CA0000002	A	65 di 145

Per la suddetta stima si è fatto riferimento alle elaborazioni della *South Coast Air Quality Management District*, "Off road mobile Source emission Factor" che forniscono i fattori di emissione dei mezzi fuori strada. Questi fattori di emissione sono funzione della categoria dell'equipaggiamento (trattore, dozer, raschiatore, ecc.), del numero di veicoli in ciascuna categoria, della potenza e del fattore di carico.

Il calcolo delle emissioni si basa sulla seguente formula:

$$E = n \times H \times EF$$

- E = massa di emissioni prodotta per unità di tempo [lb/g];
- n = numero di veicoli in ciascuna categoria;
- H = ore al giorno di funzionamento dell'apparecchiatura [h];
- EF= il fattore di emissione della fonte mobile "Off road mobile Source Emission Factor" [lb/h].

Di seguito vengono riassunti i fattori di emissione associati all'escavatore con nastro di carico previsto lungo il fronte avanzamento lavori in funzione dell'inquinante, NO_x e PM₁₀.

Tabella 3-13 Fattori di emissione (fonte: South Coast Air Quality Management District - "Off road mobile Source emission Factor")

Area	Macchine di cantiere	Potenza motore [KW]	EF del PM [lb/h]	EF del NO _x [lb/h]	EF del PM10 [g/s]	EF del NO _x [g/s]
Area di lavoro lungolinea	Escavatore	175	0,017	0,338	0,0021	0,043

Scenario A - Metodologia di modellazione della dispersione degli inquinanti in atmosfera

I principali dati di input del software AERMOD View, applicato per simulare il potenziale impatto inerente alle attività relative al fronte avanzamento lavori sulla componente atmosfera, sono i seguenti:

- Parametri meteo climatici;
- Parametri orografici;
- Parametri progettuali (modellazione delle sorgenti);
- Punti di calcolo (maglia e punti ricettori).

	PROGETTO DEFINITIVO					
	Elettrificazione Linea Cagliari - Oristano					
Progetto Ambientale della Cantierizzazione Relazione Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RR0S	00	D 69 RG	CA0000002	A	66 di 145

Parametri meteo climatici

Il primo input di calcolo per la stima delle concentrazioni, e di conseguenza per il funzionamento del modello matematico, sono i dati meteorologici. Per tali dati, si è fatto riferimento ai dati forniti dall'aeronautica militare relativi alla stazione di Cagliari riferiti all'anno 2019.

Dai dati grezzi sono stati costruiti i file compatibili col preprocessore AERMET: il file descrittivo dei parametri al suolo è stato realizzato in formato "SCRAM", che caratterizza le condizioni superficiali con intervalli di 60 minuti.

7777719010100999310070430000
7777719010101999320060420000
7777719010102999330060390000

Tabella 3-14 Esempio di alcune righe di un file scritto in formato "SCRAM"

Per leggere il file, il software associa ad ogni posizione di un carattere all'interno della stringa di testo un preciso significato; di seguito viene indicato il significato di ogni cifra a seconda della casella che occupa:

- 1-5: indicano il codice della postazione meteorologica che ha registrato i dati; nell'esempio mostrato è stata denominata "77777";
- 6-7: indicano l'anno che si sta considerando; l'esempio riguarda l'anno 2019 che viene indicato con le due cifre "19";
- 8-9: viene specificato il mese, nell'esempio siamo a gennaio: "01";
- 10-11: anche il giorno viene indicato con due cifre, nell'esempio siamo al primo giorno di gennaio: "01";
- 12-13: si specifica l'ora, lasciando vuota la prima casella nel caso di numeri ad una sola cifra;
- 14-16: viene indicata l'altezza a cui si trovano le nuvole, espressa in centinaia di piedi;
- 17-18: indicano la direzione del vento, espressa come decine di gradi (esempio $350^\circ=35$);
- 19-21: si indica la velocità del vento, espressa in nodi (001 Knot= 1853 m/h);
- 22-24: la temperatura espressa in questa casella è indicata in gradi Fahrenheit (si ricorda la relazione: $T^{\circ}f = 9/5 (T^{\circ}c + 32)$);
- 25-28: si indica la quantità di nuvole: le prime due cifre, in una scala che va da zero a dieci, indicano la percentuale di nuvole presenti su tutta la zona, mentre le seconde due cifre, con la medesima scala, indicano la foschia presente sopra il sedime.

	PROGETTO DEFINITIVO					
	Elettrificazione Linea Cagliari - Oristano					
Progetto Ambientale della Cantierizzazione Relazione Generale	COMMESSA RR0S	LOTTO 00	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO CA0000002	REV. A	FOGLIO 67 di 145

Per inserire il file che caratterizza la situazione in quota si è scelto di utilizzare l'upper air estimator fornito dalla Lakes Environmental. Tale strumento consente di estrapolare, attraverso leggi di regressione, il profilo meteorologico in quota. Il sistema è riconosciuto dalla FAA⁶ ed alcune analisi sperimentali hanno dimostrato una buona approssimazione tra le concentrazioni misurate dai dati in quota e quelle stimate attraverso l'uso dell'Upper Air Estimator⁷.

Parametri orografici

Il secondo input da definire è legato all'orografia del territorio in cui l'opera si inserisce. Il software AERMOD View, grazie al processore territoriale AERMAP permette di configurare essenzialmente tre tipologie di territorio come mostrato in Figura 3-17.

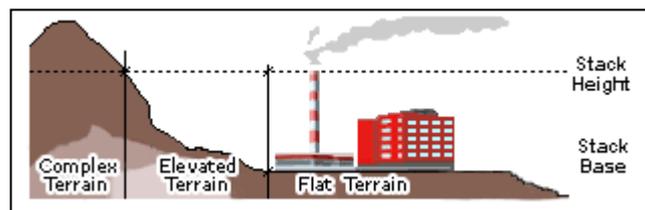


Figura 3-17 Tipologie di configurazioni territoriali

Con riferimento all'area di intervento, si è adottata una configurazione del territorio di tipo "flat" (piatta), in quanto non sono presenti condizioni orografiche complesse nell'immediato intorno delle aree di lavoro dell'intervento in esame.

Parametri progettuali: la modellazione delle sorgenti

Una volta definite le metodologie per la stima dei fattori di emissione, è stato possibile implementare all'interno del modello le sorgenti.

In particolare, l'area di interesse su cui svolge la propria attività il treno cantiere è stata schematizzata come sorgente areale e in linea generale i dati richiesti dal software sono quelli mostrati in Figura 3-18.

⁶ http://www.faa.gov/about/office_org/headquarters_offices/apl/research/models/edms_model/

⁷ Worldwide Data Quality Effects on PBL Short-Range Regulatory Air Dispersion Models – Jesse L. Thé, Russell Lee, Roger W. Brode

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO					
	Elettrificazione Linea Cagliari - Oristano					
Progetto Ambientale della Cantierizzazione Relazione Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RR0S	00	D 69 RG	CA0000002	A	68 di 145

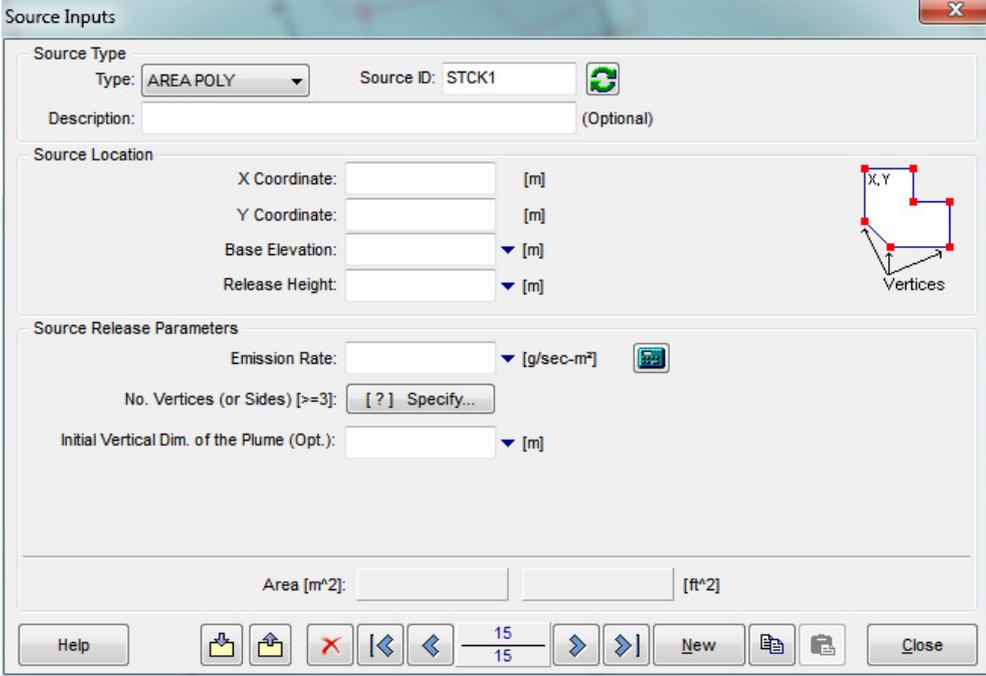


Figura 3-18 Tipologico input per sorgenti areali software AERMOD View

Nello specifico gli input inseriti sono:

- coordinate X, Y rispetto al baricentro della sorgente,
- altezza del terreno su cui è situata la sorgente,
- altezza della sorgente,
- fattore di emissione espresso in g/s m².

Punti di calcolo

I domini di calcolo da introdurre all'interno delle simulazioni devono avere caratteristiche omogenee e requisiti dimensionali tali da comprendere l'intero areale di impatto, definito come la porzione di territorio entro la quale è compresa la curva di isoconcentrazione relativa all'incremento di impatto minimamente significativo.

I dettagli della maglia di calcolo per lo scenario esaminato sono riportati nella seguente tabella.

	PROGETTO DEFINITIVO					
	Elettrificazione Linea Cagliari - Oristano					
Progetto Ambientale della Cantierizzazione Relazione Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RR0S	00	D 69 RG	CA0000002	A	69 di 145

Tabella 3-15 Caratteristiche maglia di calcolo

Coordinate del centro della maglia Asse X	501299,77 [m E]
Coordinate del centro della maglia Asse Y	4347998,17 [m N]
Passo lungo l'asse X	9,95 [m]
Passo lungo l'asse Y	7,21 [m]
N° di punti lungo l'asse X	21
N° di punti lungo l'asse Y	21
N° di punti di calcolo totali	441

Ribadendo che nella presente analisi atmosferica viene esaminata l'emissione di inquinanti associata alle attività di scavo finalizzate alla realizzazione della linea di contatto, al fine di evidenziare la distribuzione di tali inquinanti lungo il fronte avanzamento lavori, è stata presa in esame una rete di ricettori virtuali. Tali ricettori sono da considerarsi punti mobili posti lungo tutta la linea coinvolta dalle lavorazioni. In particolare, è stato considerato un totale di n. 30 ricettori in cui le distanze fissate sono quelle evidenziate nella Figura 3-19.

	PROGETTO DEFINITIVO					
	Elettrificazione Linea Cagliari - Oristano					
Progetto Ambientale della Cantierizzazione Relazione Generale	COMMESSA RR0S	LOTTO 00	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO CA0000002	REV. A	FOGLIO 70 di 145

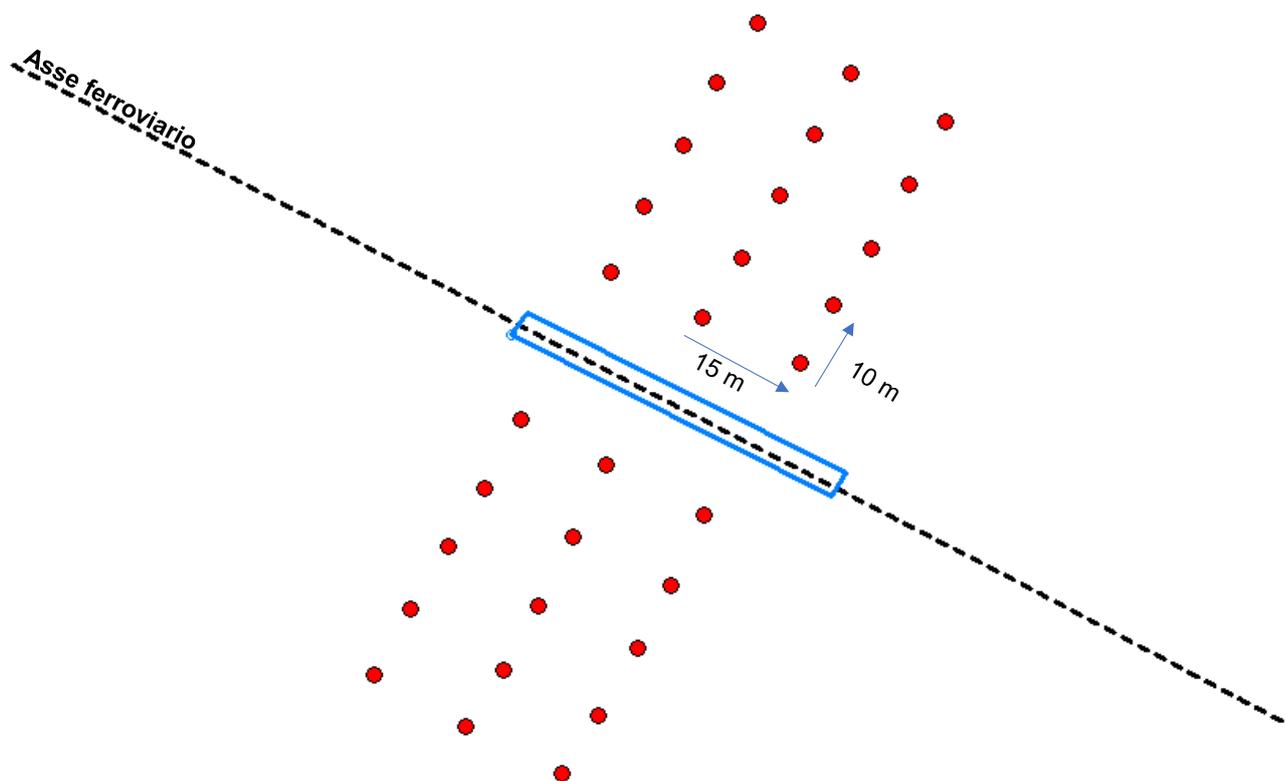


Figura 3-19 Localizzazione della rete di ricettori virtuali rispetto all'asse ferroviario ed all'area di lavorazione del treno cantiere (evidenziata in azzurro)

Nello specifico, presa a riferimento l'area di emissione posta sull'asse ferroviario, è stata considerata una sezione ortogonale al suddetto asse estesa tra -50 e +50 metri in modo da analizzare come, spostandosi ad intervalli di 10 metri dall'asse ferroviario, tendono a distribuirsi le concentrazioni di inquinante al variare della distanza.

I risultati emersi dalla simulazione modellistica sono mostrati nei paragrafi che seguono.

Scenario B - Analisi dello studio emissivo

Il presente scenario è stato sviluppato al fine di avere una valutazione preliminare dell'entità del livello di inquinamento prodotto dalla realizzazione delle sottostazioni elettriche e stimare quanto incide, sui ricettori presenti, in termini di emissioni di PM10 (g/s), la movimentazione di materiale polverulento connessa alla realizzazione degli scavi di sbancamento. Tale valutazione è stata condotta secondo

	PROGETTO DEFINITIVO					
	Elettrificazione Linea Cagliari - Oristano					
Progetto Ambientale della Cantierizzazione Relazione Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RR0S	00	D 69 RG	CA0000002	A	71 di 145

le “Linee Guida per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti”, redatte da ARPA Toscana. In aggiunta alle lavorazioni connesse alla realizzazione delle sottostazioni elettriche sono da considerare anche le attività associate alle aree di cantiere fisso, in particolare alle aree di stoccaggio. Si ricorda infatti che:

- le aree di Cantiere Operativo (CO) hanno essenzialmente una funzione logistica, essendo destinate alla localizzazione delle strutture di supporto alla realizzazione delle opere, quali spogliatoi, magazzini, officine, o delle aree di deposito di olii e carburanti. In tal senso, la presenza / operatività di mezzi può essere considerata nulla o, al massimo, totalmente trascurabile;
- le aree di Cantiere di armamento (CA) sono destinate al ricovero dei carrelli ferroviari ad uso del cantiere; conseguentemente, la presenza ed operatività di mezzi d’opera è nulla.

Stante quanto detto fin qui e posto che i mezzi d’opera finalizzati all’esecuzione degli scavi di sbancamento per le sottostazioni coincidono con quelli presenti nelle aree di stoccaggio, rappresentati da escavatori, pale gommate ed autocarri, è stata effettuata una stima delle polveri (PM10) secondo quanto indicato da ARPA Toscana⁸.

Come noto, le citate Linee Guida contengono una serie di tabelle che definiscono il livello di criticità connesso alle attività di cantiere, in termini di emissione di particolato, in relazione alla distanza dai ricettori e dai giorni di emissione annui.

Secondo detto approccio, sono state stimate le emissioni di PM₁₀, quantificate in grammi/ora (g/h), associate alle attività per la realizzazione dello scavo di sbancamento per i piazzali e per le opere di fondazione delle SSE. Tali emissioni sono ottenute sommando i fattori di emissione dovuti ai gas di scarico di mezzi e macchinari coinvolti nelle lavorazioni a quelli riconducibili alle operazioni relative al carico e scarico del materiale necessario per le attività di cantiere sopra citate.

⁸ Piano Regionale per la qualità dell’aria ambiente (PRQA) Regione Toscana - Documento tecnico con determinazione di valori limite di emissione e prescrizione per le attività produttive
<https://www.regione.toscana.it/documents/10180/14289806/PRQA+All2+Documento+tecnico+valori+limite.pdf/55305a99-ae41-4aa5-a6d0-053c9a9aadf6>

	PROGETTO DEFINITIVO					
	Elettrificazione Linea Cagliari - Oristano					
Progetto Ambientale della Cantierizzazione Relazione Generale	COMMESSA RR0S	LOTTO 00	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO CA0000002	REV. A	FOGLIO 72 di 145

Nella Tabella 3-16 sono riportate le emissioni associate ai gas di scarico dei macchinari coinvolti nelle attività di scavo di sbancamento e nelle aree di stoccaggio.

Tabella 3-16 Emissioni di PM10 associate ai mezzi coinvolti nelle attività di scavo di sbancamento e nelle aree di stoccaggio

N°	Mezzi	Emissione PM10 (g/s)
1	Escavatore	0,002
1	Pala Gommata	0,003
1	Autocarro	0,002
	Totale	0,007

Nella Tabella 3-17 sono invece mostrate le emissioni ascrivibili alle attività di carico e scarico del materiale necessario per effettuare le sopracitate lavorazioni. A tal proposito è da sottolineare come la stima in questo caso sia stata effettuata secondo la metodologia riportata in precedenza relativamente ai fattori di emissione (EPA AP-42 13.2.4), tramite la quale si ricorda che la quantità di polveri generate da tali attività viene stimata utilizzando la seguente formula empirica:

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

dove:

- E = fattore di emissione di particolato (kg/Mg);
- k = parametro dimensionale (dipende dalla dimensione del particolato);
- U = velocità media del vento (m/s);
- M = umidità del terreno (%).

Con riferimento ai valori dei coefficienti assunti per l'analisi si è considerato:

- U = velocità media del vento considerando la configurazione più frequente pari a 4,09 m/s (valore desunto dall'analisi meteorologica),
- M = percentuale di umidità considerata pari a 2,5%;
- k = pari a 0,35 per considerare l'apporto del PM10.

La diffusione di particolato legata alle attività di movimentazione e stoccaggio di materiale risulta dunque pari al prodotto del fattore di emissione E per le tonnellate di materiale movimentate

	PROGETTO DEFINITIVO					
	Elettrificazione Linea Cagliari - Oristano					
Progetto Ambientale della Cantierizzazione Relazione Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RR0S	00	D 69 RG	CA0000002	A	73 di 145

giornalmente, che nel caso delle operazioni di scavo di sbancamento e delle aree di stoccaggio, sono state assunte pari a 200 metri cubi giornalieri.

Tabella 3-17 Parametri utilizzati per la stima delle emissioni di PM10 dovute alle attività di movimentazione e stoccaggio materiale per le lavorazioni legate alla realizzazione dello scavo di sbancamento

U	4,09
K	0,35
M	4,8
E (Kg/t)	0,00037
Mc totali	200
Emissione (g/s)	0,00136

Sommando dunque i fattori di emissione fin qui mostrati si ottengono i fattori di emissione complessivi per il PM10 dovuti ai gas di scarico ed alle attività di movimentazione del materiale riportati nella Tabella 3-18, espresse sia in grammi/secondo che in grammi/ora.

Tabella 3-18 Fattori di emissione totali per il PM10 associati alle lavorazioni di scavo di sbancamento e alle aree di stoccaggio

Fattore di emissione totale PM10 (g/s)	Fattore di emissione totale PM10 (g/h)
0,00836	30,096

Note le suddette emissioni è stato possibile confrontare tali valori con le soglie suggerite dalle Linee Guida di ARPA Toscana. Prendendo infatti in considerazione il caso corrispondente ad un'attività di cantiere superiore ai 300 giorni annui e ad una distanza dai ricettori compresa tra i 0 e i 50 metri, (cfr. Tabella 3-19), nelle due condizioni maggiormente rilevanti nei pressi del Comune di Decimomannu ed Oristano, si può osservare come le emissioni prodotte (circa 30 g/h) risultino essere inferiori alla soglia di 73 g/h e pertanto irrilevanti per quanto riguarda gli effetti sulla salute umana.

	PROGETTO DEFINITIVO					
	Elettrificazione Linea Cagliari - Oristano					
Progetto Ambientale della Cantierizzazione Relazione Generale	COMMESSA RR0S	LOTTO 00	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO CA0000002	REV. A	FOGLIO 74 di 145

Tabella 3-19 Valutazione delle emissioni al variare della distanza tra recettore e sorgente per un numero di giorni di attività superiore a 300 giorno/anno (fonte: Linee guida ARPAT)

Intervallo di distanza (m) del recettore dalla sorgente	Soglia di emissione di PM10 (g/h)	risultato
0 ÷ 50	<73	Nessuna azione
	73 ÷ 145	Monitoraggio presso il recettore o valutazione modellistica con dati sito specifici
	> 145	Non compatibile (*)
50 ÷ 100	<156	Nessuna azione
	156 ÷ 312	Monitoraggio presso il recettore o valutazione modellistica con dati sito specifici
	> 312	Non compatibile (*)
100 ÷ 150	<304	Nessuna azione
	304 ÷ 608	Monitoraggio presso il recettore o valutazione modellistica con dati sito specifici
	> 608	Non compatibile (*)
>150	<415	Nessuna azione
	415 ÷ 830	Monitoraggio presso il recettore o valutazione modellistica con dati sito specifici
	> 830	Non compatibile (*)

Gli output dello studio modellistico per lo scenario A

Considerato lo scenario A, come ampiamente riportato nei precedenti paragrafi, nel seguito vengono mostrati i risultati ottenuti a seguito della simulazione modellistica. Si ricorda che i dati di output sono stati elaborati prendendo a riferimento una rete di ricettori virtuali posti lungo il fronte avanzamento lavori. Inoltre, le concentrazioni di inquinanti (PM10 ed NOx) sono state stimate in funzione della distanza dei suddetti ricettori dalla sorgente emissiva areale rappresentata dall'escavatore con nastro di carico utilizzato per le operazioni di scavo finalizzate alla realizzazione della linea di contatto.

Le mappe diffusionali emerse dalle simulazioni modellistiche sono riportate di seguito e nell'Allegato al presente Piano Ambientale della Cantierizzazione.

Tali mappe rappresentano la previsione delle concentrazioni degli inquinanti previsti dalla normativa vigente (D. Lgs. 155/2010), ovvero PM₁₀ ed NO_x.

Nello specifico le mappe di ricaduta sono espresse in termini di media annua, sia per il PM₁₀ che per l'NO_x.

I valori tabellati che seguono mostrano dunque le concentrazioni stimate dal modello puntualmente su ciascuno dei trenta ricettori presi a riferimento, in via esemplificativa, per la simulazione, senza il contributo dovuto al fondo. Tali ricettori sono da considerarsi mobili e sono stati introdotti con l'obiettivo di descrivere l'andamento delle concentrazioni in funzione delle distanze dall'area emissiva che progressivamente si sposta lungo l'asse ferroviario per procedere alle operazioni di scavo.

Tabella 3-20 Concentrazioni stimate in corrispondenza dei ricettori virtuali per lo scenario A

Ricettore	PM ₁₀	NO _x
	Media annua [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Media annua [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
R1	0,003	0,072
R2	0,005	0,100
R3	0,007	0,149
R4	0,012	0,252
R5	0,028	0,571
R6	0,018	0,363
R7	0,006	0,128
R8	0,003	0,066
R9	0,002	0,040
R10	0,001	0,027
R11	0,003	0,072
R12	0,005	0,102
R13	0,007	0,154
R14	0,013	0,276
R15	0,030	0,618
R16	0,021	0,435
R17	0,007	0,156
R18	0,004	0,080
R19	0,002	0,050
R20	0,001	0,035
R21	0,003	0,059
R22	0,004	0,085

Ricettore	PM ₁₀	NO _x
	Media annua [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Media annua [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
R23	0,006	0,135
R24	0,012	0,241
R25	0,026	0,533
R26	0,019	0,397
R27	0,008	0,161
R28	0,004	0,094
R29	0,003	0,059
R30	0,002	0,042

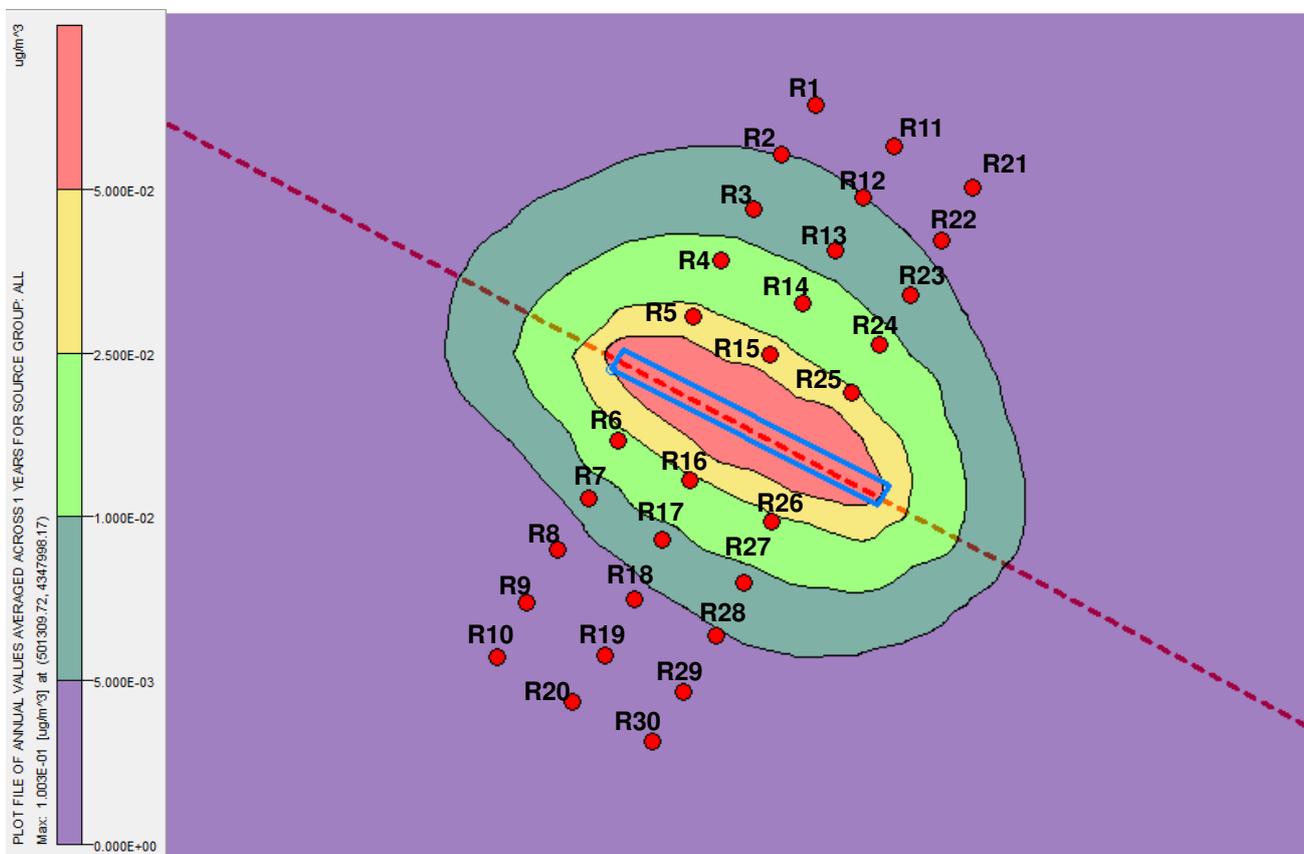


Figura 3-20 Mappa delle concentrazioni di PM10 - Media annua [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] per lo scenario A

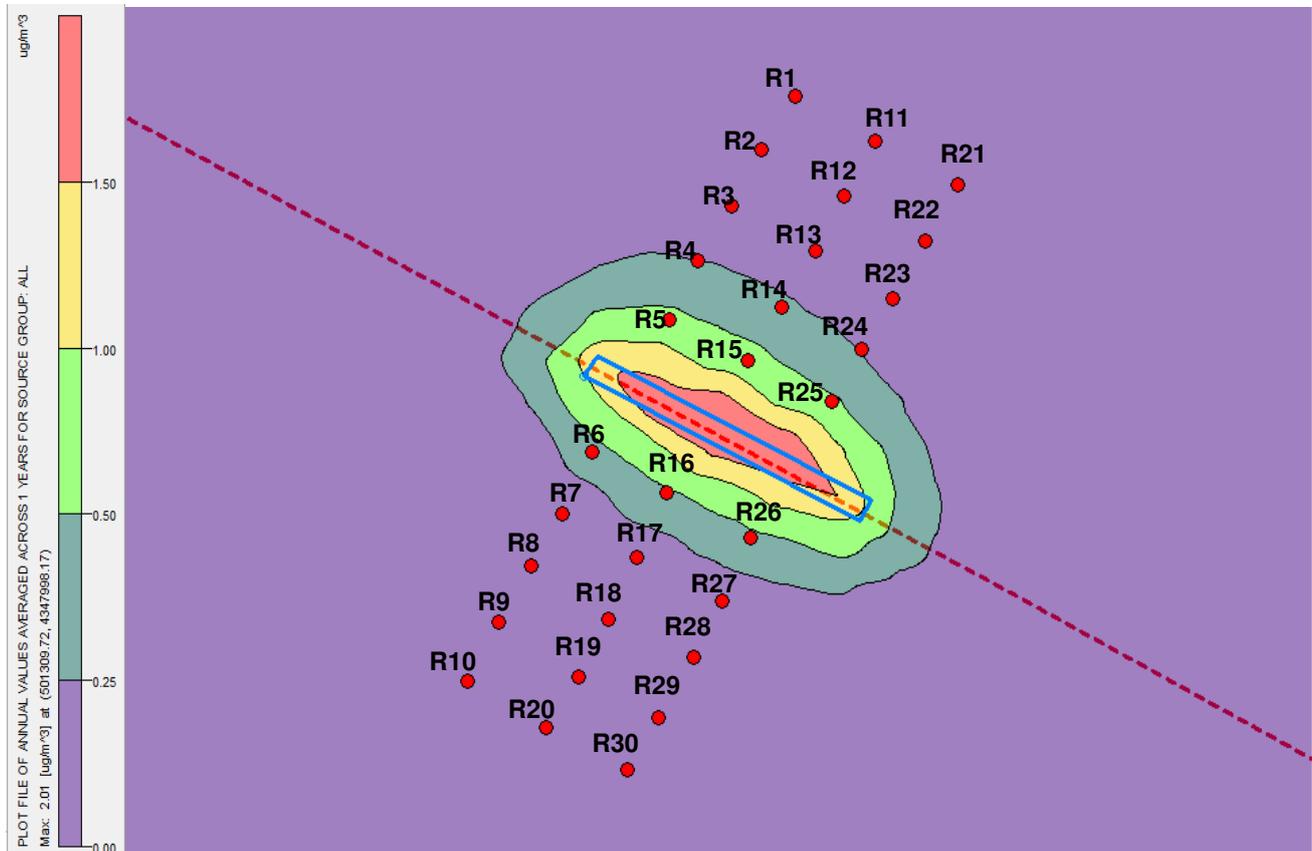


Figura 3-21 Mappa delle concentrazioni di NOx - Media annua [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] per lo scenario A

Conclusioni

I valori risultanti dalle simulazioni rappresentano esclusivamente il contributo sull'atmosfera legato alle operazioni di scavo per la realizzazione della linea di contatto. Tuttavia, per confrontare tali valori con le soglie normative è necessario considerare anche il valore di fondo del contesto territoriale dove il progetto si inserisce.

In particolare, considerando che i suddetti interventi di elettrificazione avvengono in condizione di prossimità e/o attraversamento delle aree protette in corrispondenza dei Comuni di Cagliari ed Oristano, mentre la gran parte (93%) del tratto di linea oggetto di intervento risulta esterno alle aree della Rete Natura 2000, si è fatto riferimento a due differenti centraline di monitoraggio della qualità dell'aria:

- centralina di traffico, situata in Via Cadello, nel Comune di Cagliari (CENCA1);
- stazione di fondo localizzata nel Comune di Santa Giusta (CESGI1).

	PROGETTO DEFINITIVO					
	Elettrificazione Linea Cagliari - Oristano					
Progetto Ambientale della Cantierizzazione Relazione Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RR0S	00	D 69 RG	CA0000002	A	79 di 145

Le suddette centraline hanno registrato i seguenti valori di concentrazione di PM10 riferiti all'anno 2019:

- PM10 Cagliari: 30,00 µg/m³ (media annua);
- PM10 Santa Giusta: 25,80 µg/m³ (media annua).

Per quanto concerne i valori di fondo associati agli NO_x, non essendo monitorati da nessuna delle due stazioni sopracitate e neppure da alcuna centralina appartenente alla rete di monitoraggio della qualità dell'aria, si è operato con un'assunzione esemplificativa, tale da considerare la media annua degli NO₂ pari a quella dell'NO_x.

Dunque, le concentrazioni medie annue di NO₂ stimate dalle due centraline suddette ed utilizzate ai fini del presente studio per le relative valutazioni sull'NO_x sono le seguenti:

- NO₂ Cagliari: 26,40 µg/m³ (media annua);
- NO₂ Santa Giusta: 9,80 µg/m³ (media annua).

A tal proposito è doveroso sottolineare come, per la centralina di Santa Giusta, in virtù del ridotto valore di concentrazione monitorato, è possibile assimilare pienamente la media annua dell'NO₂ a quella dell'NO_x.

Relativamente alla centralina di Cagliari, occorre considerare che i rilevanti valori di concentrazioni di NO₂ registrati sono con ragionevolezza indotti dalla sua localizzazione, essendo quest'ultima classificata come urbana di traffico, e che con il progressivo allontanamento della linea ferroviaria oggetto di intervento dall'area urbana, detti valori tenderanno a diminuire. A fronte di ciò è, quindi, possibile affermare che l'equiparazione tra NO₂ ed NO_x, assunta a fondamento delle stime condotte, risulta cautelativa rispetto alla situazione in essere lungo la linea ferroviaria.

Si sottolinea altresì, che, in ragione di tali assunti, i valori e le considerazioni nel seguito riportati possono essere ritenuti validi anche per quanto concerne il raffronto con i valori limite relativi al biossido di azoto (NO₂).

Nel seguito si riportano le tabelle di sintesi contenenti i valori di concentrazione totale in corrispondenza dei singoli ricettori virtuali, comprensivi del contributo del fondo, considerando dapprima i valori di fondo associati alla centralina di Cagliari e in seguito quelli propri della stazione di Santa Giusta.

	PROGETTO DEFINITIVO					
	Elettrificazione Linea Cagliari - Oristano					
Progetto Ambientale della Cantierizzazione Relazione Generale	COMMESSA RR0S	LOTTO 00	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO CA0000002	REV. A	FOGLIO 80 di 145

Tabella 3-21 Qualità dell'aria complessiva rilevata in corrispondenza ai ricettori virtuali considerando il valore di fondo associato all'area di Cagliari – Scenario A

Ricettore	PM ₁₀	NO _x
	Media annua [µg/m ³]	Media annua [µg/m ³]
R1	30,003	26,472
R2	30,005	26,500
R3	30,007	26,549
R4	30,012	26,652
R5	30,028	26,971
R6	30,018	26,763
R7	30,006	26,528
R8	30,003	26,465
R9	30,002	26,439
R10	30,001	26,426
R11	30,003	26,471
R12	30,005	26,501
R13	30,007	26,554
R14	30,013	26,676
R15	30,030	27,018
R16	30,021	26,834
R17	30,007	26,556
R18	30,004	26,480
R19	30,002	26,450
R20	30,001	26,434
R21	30,003	26,459
R22	30,004	26,484

Ricettore	PM ₁₀	NO _x
	Media annua [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Media annua [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
R23	30,006	26,535
R24	30,012	26,640
R25	30,026	26,932
R26	30,019	26,796
R27	30,008	26,561
R28	30,004	26,494
R29	30,003	26,459
R30	30,002	26,442
Limite normativo (D. Lgs. 155/2010)	40	30

Tabella 3-22 Qualità dell'aria complessiva rilevata in corrispondenza ai ricettori virtuali considerando il valore di fondo associato all'area di Santa Giusta – Scenario A

Ricettore	PM ₁₀	NO _x
	Media annua [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Media annua [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
R1	25,803	9,872
R2	25,805	9,900
R3	25,807	9,949
R4	25,812	10,052
R5	25,828	10,371
R6	25,818	10,163
R7	25,806	9,928
R8	25,803	9,865
R9	25,802	9,839

Ricettore	PM ₁₀	NO _x
	Media annua [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Media annua [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
R10	25,801	9,826
R11	25,803	9,871
R12	25,805	9,901
R13	25,807	9,954
R14	25,813	10,076
R15	25,830	10,418
R16	25,821	10,234
R17	25,807	9,956
R18	25,804	9,880
R19	25,802	9,850
R20	25,801	9,834
R21	25,803	9,859
R22	25,804	9,884
R23	25,806	9,935
R24	25,812	10,040
R25	25,826	10,332
R26	25,819	10,196
R27	25,808	9,961
R28	25,804	9,894
R29	25,803	9,859
R30	25,802	9,842
Limite normativo (D. Lgs. 155/2010)	40	30

	PROGETTO DEFINITIVO					
	Elettrificazione Linea Cagliari - Oristano					
Progetto Ambientale della Cantierizzazione Relazione Generale	COMMESSA RR0S	LOTTO 00	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO CA0000002	REV. A	FOGLIO 83 di 145

Considerazioni conclusive

Come si evince dalla tabella relativa ai livelli di concentrazione attesi, comprensivi dei valori di fondo, detti livelli risultano ampiamente al di sotto dei limiti normativi rispetto ai relativi periodi di mediazione, per ciascun ricettore considerato.

Nello specifico risulta:

PM10:

Cagliari

In linea generale le concentrazioni medie annue si mantengono al di sotto della soglia di legge (40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) anche con l'aggiunta del contributo di fondo per l'intero range di distanze (da -50 metri a +50 metri) dall'area delle lavorazioni. Inoltre, si evidenzia come, all'aumentare della distanza dall'area emissiva, le concentrazioni vadano diminuendo. A tal proposito, analizzando in via esemplificativa i valori ottenuti tra il ricettore R10 ed R1 posti rispettivamente a -50 ed a +50 metri rispetto all'area emissiva posta sull'asse ferroviario si evidenziano i risultati mostrati nella Tabella 3-23 e nella Figura 3-22.

Da quanto riportato è possibile ricavare che l'incremento percentuale della concentrazione stimata rispetto al valore di fondo:

- in corrispondenza dell'area emissiva (distanza 0 metri dall'asse ferroviario) risulta pari allo 0,16%;
- alla distanza di 10 metri dalla sorgente emissiva è pari allo 0,06%;
- alla distanza di 50 metri dalla sorgente emissiva si riduce ulteriormente attestandosi attorno al valore dello 0,009%.

Tabella 3-23 Valori di concentrazione di PM10 comprensivi del valore di fondo stimato dalla centralina di Cagliari, in corrispondenza dei ricettori virtuali posti a distanza tra -50 e +50 metri rispetto all'area emissiva associata al treno cantiere

Distanza dall'area emissiva [m]	Concentrazione [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Ricettore
-50	30,001	R10
-40	30,002	R9
-30	30,003	R8
-20	30,006	R7
-10	30,018	R6
0	30,050	--
10	30,028	R5

Distanza dall'area emissiva [m]	Concentrazione [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Ricettore
20	30,012	R4
30	30,007	R3
40	30,005	R2
50	30,003	R1

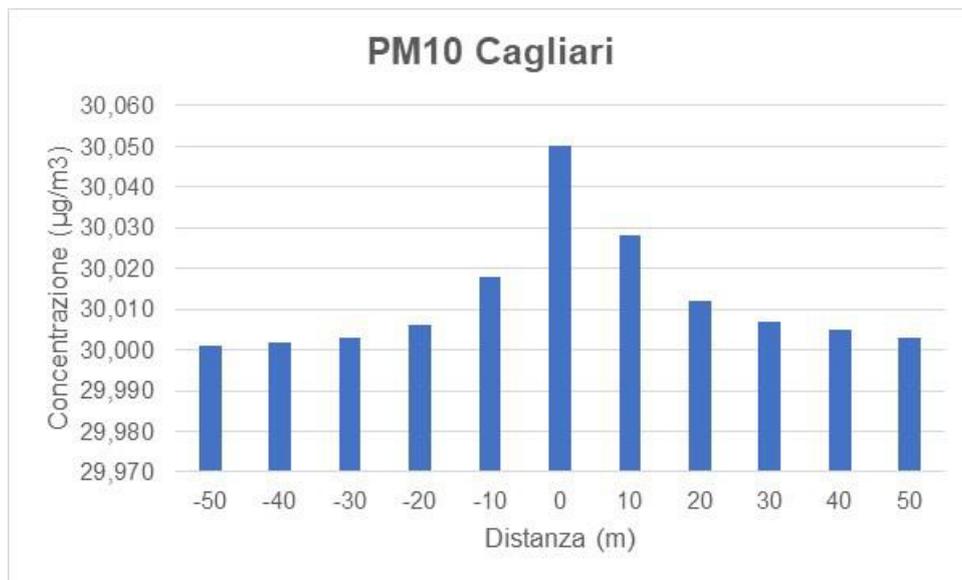


Figura 3-22 Andamento della concentrazione di PM10 comprensiva del valore di fondo (stimato dalla centralina di Cagliari) al variare della distanza dall'area emissiva

Santa Giusta

Le concentrazioni medie annue si confermano al di sotto della soglia di legge ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) anche con l'aggiunta del contributo di fondo per l'intero range di distanze (da -50 metri a +50 metri) dall'area delle lavorazioni. Inoltre, si evidenzia come, all'aumentare della distanza dall'area emissiva, le concentrazioni vadano diminuendo. A tal proposito, analizzando in via esemplificativa i valori ottenuti tra il ricettore R10 ed R1 posti rispettivamente a -50 ed a +50 metri rispetto all'area emissiva posta sull'asse ferroviario, si evidenziano i risultati mostrati nella Tabella 3-24 e nella Figura 3-23.

Da quanto riportato è possibile ricavare che l'incremento percentuale della concentrazione stimata rispetto al valore di fondo:

- in corrispondenza dell'area emissiva (distanza 0 metri dall'asse ferroviario) risulta pari allo 0,2%;
- alla distanza di 10 metri dalla sorgente emissiva è pari allo 0,07%;

- alla distanza di 50 metri dalla sorgente emissiva si riduce ulteriormente attestandosi attorno al valore dello 0,01%.

Tabella 3-24 Valori di concentrazione di PM10 comprensivi del valore di fondo stimato dalla centralina di Santa Giusta in corrispondenza dei ricettori virtuali posti a distanza tra -50 e +50 metri rispetto all'area emissiva associata al treno cantiere

Distanza dall'area emissiva (m)	Concentrazione [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Ricettore
-50	25,801	R10
-40	25,802	R9
-30	25,803	R8
-20	25,806	R7
-10	25,818	R6
0	25,850	--
10	25,828	R5
20	25,812	R4
30	25,807	R3
40	25,805	R2
50	25,803	R1

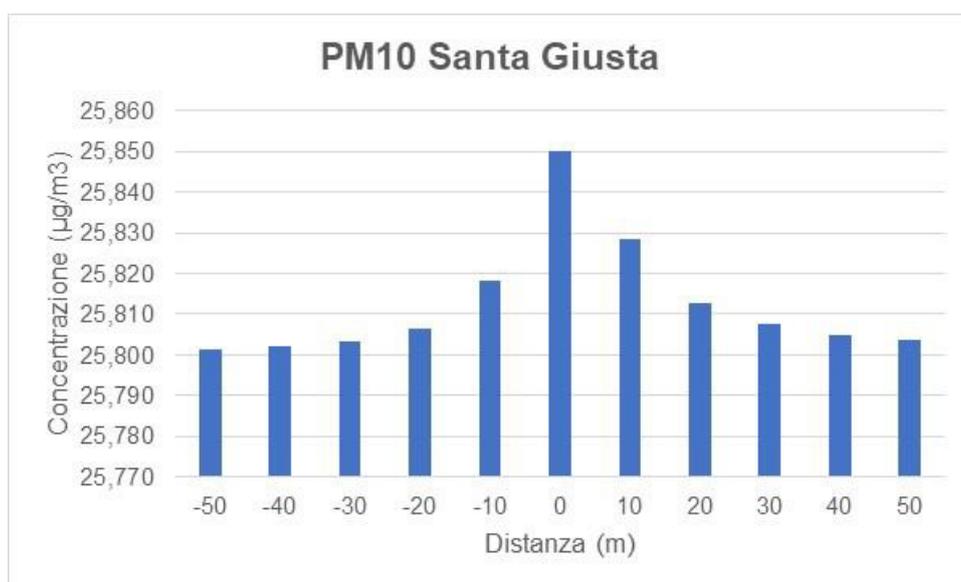


Figura 3-23 Andamento della concentrazione di PM10 comprensiva del valore di fondo (stimato dalla centralina di Santa Giusta) al variare della distanza dall'area emissiva

NOx:

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO					
	Elettrificazione Linea Cagliari - Oristano					
Progetto Ambientale della Cantierizzazione Relazione Generale	COMMESSA RR0S	LOTTO 00	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO CA0000002	REV. A	FOGLIO 86 di 145

Cagliari

Le concentrazioni medie annue si confermano al di sotto della soglia di legge ($30 \mu\text{g}/\text{m}^3$) anche con l'aggiunta del contributo di fondo per l'intero range di distanze (da -50 metri a +50 metri) dall'area delle lavorazioni. Analogamente a quanto mostrato per il PM10, all'aumentare della distanza dall'area emissiva le concentrazioni diminuiscono. A tal proposito, analizzando in via esemplificativa i valori ottenuti tra il ricettore R10 ed R1 posti rispettivamente a -50 ed a +50 metri rispetto all'area emissiva posta sull'asse ferroviario, si evidenziano i risultati mostrati nella Tabella 3-25 e nella Figura 3-24.

Da quanto riportato è possibile ricavare che l'incremento percentuale della concentrazione stimata rispetto al valore di fondo:

- in corrispondenza dell'area emissiva (distanza 0 metri dall'asse ferroviario) risulta pari al 5,4%;
- alla distanza di 10 metri dalla sorgente emissiva è pari al 2,1%;
- alla distanza di 50 metri dalla sorgente emissiva si riduce ulteriormente attestandosi attorno al valore dello 0,26%.

Tabella 3-25 Valori di concentrazione di NOx comprensivi del valore di fondo stimato dalla centralina di Cagliari in corrispondenza dei ricettori virtuali posti a distanza tra -50 e +50 metri rispetto all'area emissiva associata al treno cantiere

Distanza dall'area emissiva (m)	Concentrazione [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Ricettore
-50	26,427	R10
-40	26,440	R9
-30	26,466	R8
-20	26,528	R7
-10	26,763	R6
0	27,900	--
10	26,971	R5
20	26,652	R4
30	26,549	R3
40	26,500	R2
50	26,472	R1

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO					
	Elettrificazione Linea Cagliari - Oristano					
Progetto Ambientale della Cantierizzazione Relazione Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RR0S	00	D 69 RG	CA0000002	A	87 di 145

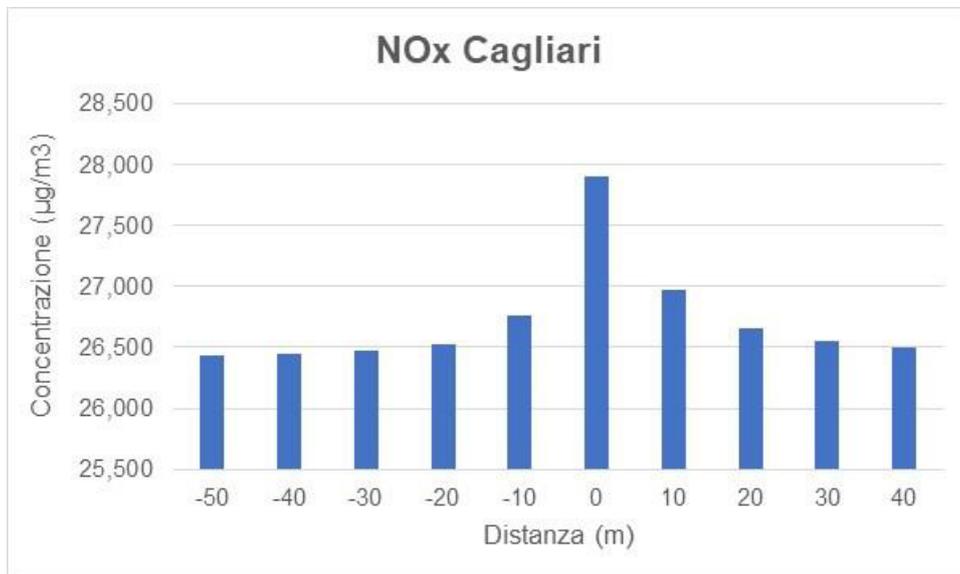


Figura 3-24 Andamento della concentrazione di NOx comprensiva del valore di fondo (stimato dalla centralina di Cagliari) al variare della distanza dall'area emissiva

Santa Giusta

Analogamente a quanto mostrato per le concentrazioni stimate nel Comune di Cagliari, i valori medi annui si confermano al di sotto della soglia di legge ($30 \mu\text{g}/\text{m}^3$) anche con l'aggiunta del contributo di fondo per l'intero range di distanze (da -50 metri a +50 metri) dall'area delle lavorazioni.

A tal proposito, analizzando in via esemplificativa i valori ottenuti tra il ricettore R10 ed R1 posti rispettivamente a -50 ed a +50 metri rispetto all'area emissiva posta sull'asse ferroviario, si evidenziano i risultati mostrati nella Tabella 3-26 e nella Figura 3-25.

Da quanto riportato è possibile ricavare che l'incremento percentuale della concentrazione stimata rispetto al valore di fondo:

- in corrispondenza dell'area emissiva (distanza 0 metri dall'asse ferroviario) risulta pari al 13,27%;
- alla distanza di 10 metri dalla sorgente emissiva è pari al 5,5%;
- alla distanza di 50 metri dalla sorgente emissiva si riduce ulteriormente attestandosi attorno al valore dello 0,7%.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO					
	Elettrificazione Linea Cagliari - Oristano					
Progetto Ambientale della Cantierizzazione Relazione Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RR0S	00	D 69 RG	CA0000002	A	88 di 145

Tabella 3-26 Valori di concentrazione di NOx comprensivi del valore di fondo stimato dalla centralina di Santa Giusta in corrispondenza dei ricettori virtuali posti a distanza tra -50 e +50 metri rispetto all'area emissiva associata al treno cantiere

Distanza dall'area emissiva (m)	Concentrazione [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Ricettore
-50	9,827	R10
-40	9,840	R9
-30	9,866	R8
-20	9,928	R7
-10	10,163	R6
0	11,300	--
10	10,371	R5
20	10,052	R4
30	9,949	R3
40	9,900	R2
50	9,872	R1

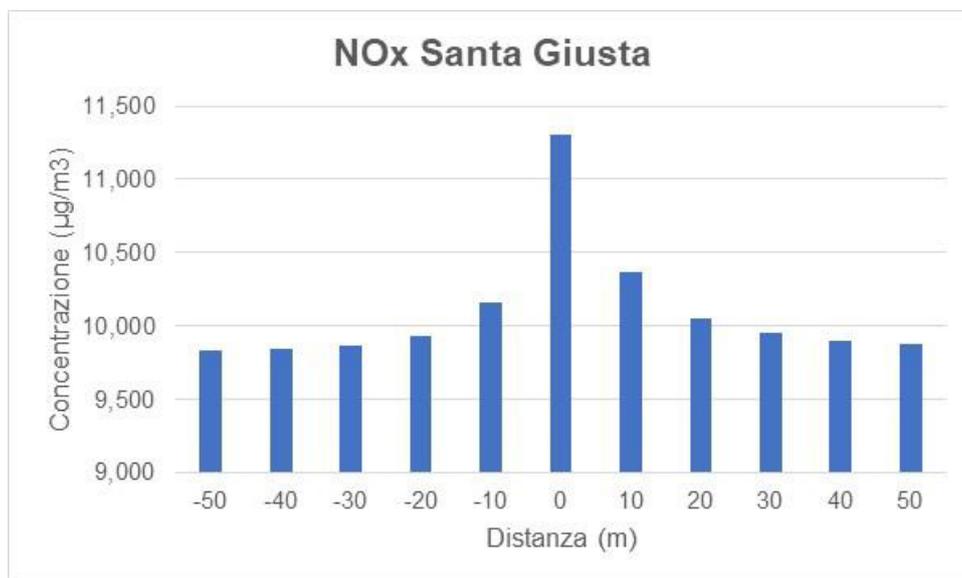


Figura 3-25 Andamento della concentrazione di NOx comprensiva del valore di fondo (stimato dalla centralina di Santa Giusta) al variare della distanza dall'area emissiva

Conclusivamente, a fronte del rapido decadimento delle concentrazioni di particolato e degli ossi di azoto che si determina a partire dal fronte avanzamento lavori, così come evidenziato attraverso lo studio modellistico condotto, ed in ragione della consistente distanza tra il valore delle emissioni prodotte dalle aree di cantiere fisso ed il valore soglia fissato dalle Linee guida di ARPA Toscana,

	PROGETTO DEFINITIVO					
	Elettrificazione Linea Cagliari - Oristano					
Progetto Ambientale della Cantierizzazione Relazione Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RR0S	00	D 69 RG	CA0000002	A	89 di 145

risulta possibile affermare che la significatività dell'effetto in esame possa essere considerata "trascurabile".

3.2.3 Misure di prevenzione e mitigazione

Le principali problematiche indotte dalla fase di realizzazione delle opere in progetto sulla componente ambientale in questione riguardano essenzialmente la produzione di polveri che si manifesta principalmente nelle aree di cantiere.

In virtù della presenza di diversi ricettori nei pressi delle aree di intervento, si prevede la necessità di introdurre adeguate misure di mitigazione.

La definizione delle misure da adottare per la mitigazione degli impatti generati dalle polveri sui ricettori circostanti le aree di cantiere è stata basata sul criterio di impedire il più possibile la fuoriuscita delle polveri dalle stesse aree ovvero, ove ciò non riesca, di trattenerle al suolo impedendone il sollevamento tramite impiego di processi di lavorazione ad umido (sistematica bagnatura dei cumuli di materiale sciolto e delle aree di cantiere non impermeabilizzate) e pulizia delle strade esterne impiegate dai mezzi di cantiere.

Impianti di lavaggio delle ruote degli automezzi

Si tratta di impianti costituiti da una griglia sormontata da ugelli disposti a diverse altezze che spruzzano acqua in pressione con la funzione di lavare le ruote degli automezzi in uscita dai cantieri e dalle aree di lavorazione, per prevenire la diffusione di polveri, come pure l'imbrattamento della sede stradale all'esterno del cantiere.

L'appaltatore provvederà all'installazione di tali tipologie di impianti immediatamente all'uscita dalle aree di cantiere nelle quali le lavorazioni eseguite potrebbero comportare la diffusione di polveri, tramite le ruote degli automezzi, all'esterno delle aree stesse.

L'installazione di tali impianti è compresa e compensata negli oneri della cantierizzazione.

Bagnature delle aree di cantiere

Saranno predisposti gli opportuni interventi di bagnatura delle superfici di cantiere e delle aree di stoccaggio terreni che consentiranno di contenere la produzione di polveri.

Tali interventi saranno effettuati tenendo conto del periodo stagionale con incremento della frequenza delle bagnature durante la stagione estiva. Si osserva che l'efficacia del controllo delle polveri con acqua dipende essenzialmente dalla frequenza delle applicazioni e dalla quantità d'acqua per unità di superficie impiegata in ogni trattamento, in relazione al traffico medio orario ed al potenziale medio

	PROGETTO DEFINITIVO					
	Elettrificazione Linea Cagliari - Oristano					
Progetto Ambientale della Cantierizzazione Relazione Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RR0S	00	D 69 RG	CA0000002	A	90 di 145

di evaporazione giornaliera del sito. Si prevede di impiegare circa 1 l/m² per ogni trattamento di bagnatura.

In maniera indicativa, è possibile prevedere un programma di bagnature articolato su base annuale che tenga conto del periodo stagionale e della tipologia di pavimentazione dell'area di cantiere, ovvero:

- Gennaio 2 giorni / settimana
- Febbraio 2 giorni / settimana
- Marzo 3 giorni / settimana
- Aprile 4 giorni / settimana
- Maggio 5 giorni / settimana
- Giugno 5 giorni / settimana
- Luglio 5 giorni / settimana
- Agosto 5 giorni / settimana
- Settembre 4 giorni / settimana
- Ottobre 3 giorni / settimana
- Novembre 2 giorni / settimana
- Dicembre 2 giorni / settimana

Per contenere le interferenze dei mezzi di cantieri sulla viabilità sarà necessario prevedere la copertura dei cassoni dei mezzi destinati alla movimentazione dei materiali con teli in modo da ridurre eventuali dispersioni di polveri durante il trasporto dei materiali. Al fine di evitare il sollevamento delle polveri i mezzi di cantiere dovranno viaggiare a velocità ridotta.

Le aree destinate allo stoccaggio dei materiali dovranno essere bagnate o in alternativa coperte al fine di evitare il sollevamento delle polveri.

Spazzolatura del primo tratto di strada impegnato dal passaggio dei mezzi in uscita dal cantiere

Si prevede la periodica spazzolatura ad umido di un tratto della viabilità esterna in uscita dal cantiere per una estensione, calcolata dal punto di accesso del cantiere, di media 150 metri, per una sezione media di 7,5 m (per una superficie complessiva di intervento pari a 1125 mq) per tutto il periodo in cui tali viabilità saranno in uso da parte dei mezzi di cantiere.

	PROGETTO DEFINITIVO					
	Elettrificazione Linea Cagliari - Oristano					
Progetto Ambientale della Cantierizzazione Relazione Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RR0S	00	D 69 RG	CA0000002	A	91 di 145

I mezzi di cantiere dovranno essere provvisti di sistemi di abbattimento del particolato a valle del motore, di cui occorrerà prevedere idonea e frequente manutenzione e verifica dell'efficienza anche attraverso misure dell'opacità dei fumi.

Per i mezzi di cantiere dovranno, inoltre, essere adottate le idonee misure per la vigilanza sul rispetto delle regole di trasporto degli inerti, affinché sia sempre garantita la copertura dei cassoni quando caricati ed il rispetto delle velocità all'interno dell'area di cantiere.

Procedure operative

Oltre agli interventi di mitigazione sopra descritti, durante la fase di realizzazione delle opere verranno applicate misure a carattere generale e procedure operative che consentono una riduzione della polverosità in fase di cantiere, oltre ad una "buona prassi di cantiere". In particolare, verranno adottate misure che riguardano l'organizzazione del lavoro e del cantiere, verrà curata la scelta delle macchine e delle attrezzature e verranno previste opportune procedure di manutenzione dei mezzi e delle attrezzature.

Organizzazione del cantiere

L'Appaltatore dovrà applicare tutte le misure possibili al fine di limitare la generazione di polveri durante le lavorazioni di cantiere e la diffusione di polveri all'esterno del cantiere.

A questo fine, in particolare:

- le aree interessate da lavorazioni che generano polveri dovranno essere periodicamente innaffiate: ciò vale in particolare per le aree dove si eseguono attività di movimento terra e di demolizione;
- i cumuli di terre di scavo verranno realizzati in aree lontane da possibili ricettori;
- i piazzali di cantiere verranno realizzati con uno strato superiore in misto cementato o misto stabilizzato al fine di ridurre la generazione di polveri;
- gli stessi piazzali e le piste interne ai cantieri verranno sistematicamente irrorati con acqua; lo stesso verrà fatto anche per la viabilità immediatamente esterna ai cantieri, sulla quale si procederà anche a spazzolatura.

Prescrizioni per i mezzi di cantiere

I mezzi di cantiere dovranno essere provvisti di sistemi di abbattimento del particolato a valle del motore, di cui occorrerà prevedere idonea e frequente manutenzione e verifica dell'efficienza anche attraverso misure dell'opacità dei fumi.

	PROGETTO DEFINITIVO					
	Elettrificazione Linea Cagliari - Oristano					
Progetto Ambientale della Cantierizzazione Relazione Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RR0S	00	D 69 RG	CA0000002	A	92 di 145

I mezzi di cantiere destinati al trasporto di materiali di risulta dalle demolizioni, terre da scavo e inerti in genere dovranno essere coperti con teli aventi adeguate caratteristiche di impermeabilità e resistenza allo strappo.

I mezzi di cantiere dovranno tenere velocità ridotta sulle piste di servizio; a questo fine l'Appaltatore dovrà installare cartelli segnaletici indicanti l'obbligo di procedere a passo d'uomo all'interno dei cantieri.

Gli autocarri e gli altri macchinari impiegati nelle aree di cantiere dovranno risultare conformi ai limiti di emissione previsti dalle norme vigenti.

Misure di ottimizzazione per l'inquinamento atmosferico a carico dell'Appaltatore

Di seguito vengono prescritti provvedimenti, sotto forma di una lista di controllo, generali e specifici in funzione del metodo di costruzione per la riduzione delle emissioni di sostanze nocive nell'aria sui cantieri.

Altri provvedimenti ed altre soluzioni non sono esclusi purché sia comprovato che comportano una riduzione delle emissioni almeno equivalente.

La maggior parte dei provvedimenti comprende requisiti base e corrisponde ad una "buona prassi di cantiere", altri consistono in misure preventive specifiche.

Processi di lavoro meccanici

Le polveri e gli aerosol in cantieri prodotti da sorgenti puntuali o diffuse (impiego di macchine ed attrezzature, trasporti su piste di cantiere, lavori di sterro, estrazione, trattamento e trasbordo di materiale, dispersione tramite il vento ecc.) sono da ridurre alla fonte mediante l'adozione di adeguate misure. In particolare, per le attività che producono polvere, come smerigliatura – fresatura – foratura – sabbiatura – sgrossatura – lavorazione alla punta e allo scalpello, spaccatura – frantumazione – macinatura – getto – deposizione – separazione -crivellatura – carico/scarico – presa con la benna – pulizia a scopa – trasporto, vanno adottati i seguenti provvedimenti:

MOVIMENTAZIONE DEL MATERIALE	M1	Agglomerazione della polvere mediante umidificazione del materiale, per esempio mediante un'irrorazione controllata.
	M2	Impiego di sminuzzatrici che causano scarsa abrasione di materiale e che riducono il materiale di carico mediante pressione anziché urto.
	M3	Ridurre al minimo i lavori di raduno, ossia la riunione di materiale sciolto nei luoghi di trasbordo, risp. proteggere i punti di raduno dal vento.

DEPOSITI DEL MATERIALE	M4	I depositi di materiale sciolto e macerie come materiale non bituminoso di demolizione delle strade, calcestruzzo di demolizione, sabbia ghiaiosa riciclata con frequente movimentazione del materiale vanno adeguatamente protetti dal vento per es. mediante una sufficiente umidificazione, pareti/valli di protezione o sospensione dei lavori in caso di condizioni climatiche avverse.
	M5	Proteggere adeguatamente i depositi di materiale sciolto con scarsa movimentazione dall'esposizione al vento mediante misure come la copertura con stuoie, teli o copertura verde.
AREE DI CIRCOLAZIONE NEI CANTIERI	M6	Sulle piste non consolidate legare le polveri in modo adeguato mediante autocisterna a pressione o impianto d'irrigazione.
	M7	Limitazione della velocità massima sulle piste di cantiere a per es. 30 km/h.
	M8	Munire le piste di trasporto molto frequentate con un adeguato consolidamento, per es. una pavimentazione o una copertura verde. Le piste vanno periodicamente pulite e le polveri legate per evitare depositi di materiali sfusi sulla pista.
	M9	Munire le uscite dal cantiere alla rete stradale pubblica con efficaci vasche di pulizia, come per esempio impianti di lavaggio delle ruote.
DEMOLIZIONE E SMANTELLAMENTO	M10	Gli oggetti da demolire o da smantellare vanno scomposti possibilmente in grandi pezzi con adeguata agglomerazione delle polveri (per es. umidificazione).
OPERE DI PAVIMENTAZIONE E IMPERMEABILIZZAZIONE Mastice d' asfalto, materiale di tenuta a caldo, bitume a caldo (riscaldatore mobile)	T3	Impiego di mastice d'asfalto e bitume a caldo con bassa tendenza di esalazione di fumo. Le temperature di lavorazione non devono superare i seguenti valori: - mastice d'asfalto, posa a macchina: 220°C - mastice d'asfalto, posa a mano: 240°C - bitume a caldo: 190°C
	T4	Impiego di caldaie chiuse con regolatori della temperatura.

Processi di lavoro termici e chimici

Durante i processi di lavoro termici nei cantieri (riscaldamento - pavimentazione – taglio – rivestimento a caldo – saldatura) si sprigionano gas e fumi. Sono prioritarie misure in relazione alla lavorazione a caldo di bitume (pavimentazione stradale, impermeabilizzazioni, termoadesione) nonché ai lavori di saldatura.

	PROGETTO DEFINITIVO					
	Elettrificazione Linea Cagliari - Oristano					
Progetto Ambientale della Cantierizzazione Relazione Generale	COMMESSA RR0S	LOTTO 00	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO CA0000002	REV. A	FOGLIO 94 di 145

Nella lavorazione di prodotti contenenti solventi (attività: rivestire – incollare – decapare – schiumare – pitturare – spruzzare) o nei processi chimici (di indurimento) vengono sprigionate sostanze solventi. L'Appaltatore valuterà le azioni di seguito proposte evidenziando se esistano impedimenti tecnici alla loro attuazione. Qualora così non fosse, sarà sua cura darne attuazione.

Opere di pavimentazione ed impermeabilizzazione Trattamento di materiali per la pavimentazione stradale	T1	Impiego di bitume con basso tasso di emissione d'inquinanti atmosferici (tendenza all'esarazione di fumo).
	T2	Riduzione della temperatura di lavorazione mediante scelta di leganti adatti.

Opere di impermeabilizzazione	T5	Impiego di stuoie di bitume con scarsa tendenza all'esarazione di fumo.
	T6	Procedimento di saldatura: evitare il surriscaldamento delle stuoie di bitume.

Saldatura (ad arco ed autogena) di metalli	T7	I posti di lavoro di saldatura vanno attrezzati in modo che il fumo di saldatura possa essere captato, aspirato ed evacuato (per es. con un'aspirazione puntuale).
--	----	--

Processi di lavoro chimici	T8	Utilizzare prodotti ecologici per il trattamento delle superfici (mani di fondo, prime mani, strati isolanti, stucchi, vernici, intonaci, ponti di aderenza, primer ecc.) come pure per incollare e impermeabilizzare i giunti.
----------------------------	----	---

Requisiti di macchine ed attrezzature	G1	Impiegare attrezzature di lavoro a basse emissioni, per es. con motore elettrico.
	G2	Equipaggiamento e periodica manutenzione di macchine e attrezzature con motore a combustione secondo le indicazioni del fabbricante.
	G3	Per macchine e attrezzature con motori a combustione <18 kW la periodica manutenzione deve essere documentata, per es. con un adesivo di manutenzione.
	G4	Tutte le macchine e tutti le attrezzature con motori a combustione ≥18 kW devono: - essere identificabili; - venire controllati periodicamente ed essere muniti di un corrispondente documento di manutenzione del sistema antinquinamento;

	PROGETTO DEFINITIVO					
	Elettrificazione Linea Cagliari - Oristano					
Progetto Ambientale della Cantierizzazione Relazione Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RR0S	00	D 69 RG	CA0000002	A	95 di 145

		- essere muniti di un adeguato contrassegno dei gas di scarico.
	G5	Le attrezzature di lavoro con motori a benzina a 2 tempi e con motori a benzina a 4 tempi senza catalizzatore vanno alimentati con benzina giusta.
	G6	Per macchine e attrezzature con motore diesel vanno utilizzati carburanti a basso tenore di zolfo (tenore in zolfo < 50ppm).
	G7	Per i lavori con elevata produzione di polveri con macchine e attrezzature per la lavorazione meccanica dei materiali (come per es. mole per troncare, smerigliatrici), vanno adottate misure di riduzione delle polveri (come per es. bagnare, captare, aspirare, separare).

3.3 CLIMA ACUSTICO

3.3.1 Descrizione del contesto ambientale e territoriale

Inquadramento normativo

Si riporta di seguito la principale legislazione esistente in riferimento all'aspetto ambientale rumore:

DM 02.04.1968, art. 2	<i>Zone territoriali omogenee;</i>
DPCM 01.03.1991	<i>Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno;</i>
L n.447 del 26.10.1995	<i>Legge quadro sull'inquinamento acustico;</i>
DPCM 14.11.1997	<i>Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore;</i>
DM 16.03.1998	<i>Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico;</i>
DPR n.459 del 18.11.1998	<i>Regolamento recante norme di esecuzione dell'articolo 11 della Legge 26 ottobre 1995, n. 447, in materia di inquinamento acustico derivante da traffico ferroviario";</i>
DM 29.11.2000	<i>Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto e delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore;</i>

	PROGETTO DEFINITIVO					
	Elettrificazione Linea Cagliari - Oristano					
Progetto Ambientale della Cantierizzazione Relazione Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RR0S	00	D 69 RG	CA0000002	A	96 di 145

DPR n.142 del 30.03.2004	<i>Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447;</i>
D.Lgs. n. 194 19.08.2005	<i>Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale.</i>
A livello regionale	
DGR n. 62/9 del 14/11/2008	<i>Direttive regionali in materia di inquinamento acustico ambientale e disposizioni in materia di acustica ambientale;</i>
DGR n. 12/4 del 08/03/2016	<i>Aggiornamento della parte VIII delle direttive regionali in materia di inquinamento acustico ambientale approvate con la Delib.G.R. n. 62/9 del 14.11.2008. Criteri per il riconoscimento della qualifica di tecnico competente in acustica ambientale;</i>
DGR n. 18/19 del 05/04/2016	<i>Aggiornamento della parte VI delle direttive regionali in materia di inquinamento acustico ambientale approvate con la Delib.G.R. n. 62/9 del 14.11.2008. Requisiti acustici passivi degli edifici. Sostituzione del documento tecnico allegato alla Delib.G.R. n. 50/4 del 16.10.2015;</i>
DGR n. 40/24 del 22/07/2008	<i>Adempimenti in capo alla Regione Sardegna ai sensi del D.Lgs. n. 194 del 19.8.2005. Individuazione dell'Autorità e degli agglomerati.</i>

Ai sensi di quanto disposto dalla L. 447/95 i Comuni provvedono alla classificazione del proprio territorio nelle zone previste dal DPCM 14 Novembre 1997 "Determinazione dei valori limiti delle sorgenti sonore", secondo quanto disposto nell'articolo 3 della citata legge.

Alle diverse aree del territorio comunale, la classe acustica di appartenenza in riferimento alla classificazione introdotta dal DPCM 1 Marzo 1991 e confermate nella Tab. A del DPCM 14 Novembre 1997 "Determinazione dei valori limiti delle sorgenti sonore.

	PROGETTO DEFINITIVO					
	Elettrificazione Linea Cagliari - Oristano					
Progetto Ambientale della Cantierizzazione Relazione Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RR0S	00	D 69 RG	CA0000002	A	97 di 145

Tabella 3-27 Descrizione delle classi acustiche (DPCM 14/11/1997)

Classe	Aree
I	Aree particolarmente protette: rientrano in questa classe le aree nelle quali la quiete rappresenta un elemento di base per la loro utilizzazione: aree ospedaliere, scolastiche, aree destinate al riposo ed allo svago, aree residenziali rurali, aree di particolare interesse urbanistico, parchi pubblici, ecc
II	Aree destinate ad uso prevalentemente residenziale: rientrano in questa classe le aree urbane interessate prevalentemente da traffico veicolare locale, con bassa densità di popolazione, con limitata presenza di attività commerciali ed assenza di attività industriali ed artigianali.
III	Aree di tipo misto: rientrano in questa classe le aree urbane interessate da traffico veicolare locale o di attraversamento, con media densità di popolazione, con presenza di attività commerciali, uffici, con limitata presenza di attività artigianali e con assenza di attività industriali; aree rurali interessate da attività che impiegano macchine operatrici.
IV	Aree di intensa attività umana: rientrano in questa classe le aree urbane interessate da intenso traffico veicolare, con alta densità di popolazione, con elevata presenza di attività commerciali e uffici, con presenza di attività artigianali; le aree in prossimità di strade di grande comunicazione e di linee ferroviarie; le aree portuali; le aree con limitata presenza di piccole industrie.
V	Aree prevalentemente industriali: rientrano in questa classe le aree interessate da insediamenti industriali e con scarsità di abitazioni.
VI	Aree esclusivamente industriali: rientrano in questa classe le aree esclusivamente interessate da attività industriali e prive di insediamenti abitativi.

In relazione alla sopra descritte Classi di destinazione d'uso del territorio, il DPCM 14/11/1997 fissa, in particolare, i seguenti valori limite:

- i valori limiti di emissione - valore massimo di rumore che può essere emesso da una sorgente sonora, misurato in prossimità della sorgente stessa;
- i valori limiti assoluti di immissione - il valore massimo di rumore, determinato con riferimento al livello equivalente di rumore ambientale, che può essere immesso dall'insieme delle sorgenti sonore nell'ambiente abitativo o nell'ambiente esterno misurato in prossimità dei ricettori.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO					
	Elettrificazione Linea Cagliari - Oristano					
Progetto Ambientale della Cantierizzazione Relazione Generale	COMMESSA RR0S	LOTTO 00	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO CA0000002	REV. A	FOGLIO 98 di 145

Tabella 3-28 Valori limite di emissione - Leq in dB(A)

Classi di destinazione d'uso del territorio	tempi di riferimento	
	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 3-29 Valori limite assoluti di immissione- Leq in dB(A)

Classi di destinazione d'uso del territorio	tempi di riferimento	
	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

I limiti sopra indicati vengono presi in considerazione per la valutazione dell'impatto acustico nei confronti dell'ambiente circostante l'area di intervento, fermo restando che per quanto riguarda le

	PROGETTO DEFINITIVO					
	Elettrificazione Linea Cagliari - Oristano					
Progetto Ambientale della Cantierizzazione Relazione Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RR0S	00	D 69 RG	CA0000002	A	99 di 145

emissioni della linea ferroviaria in esercizio, valgono i limiti stabiliti dalle aree di pertinenza ferroviaria stabiliti dal D.P.R. 459/98 e riportati nella seguente tabella.

Tabella 3-30 Valori limite assoluti di immissione previsti dal DPR 459/98

		VALORI LIMITE ASSOLUTI DI IMMISSIONE (dB(A))	
		Periodo diurno (6÷22)	Periodo notturno (22÷6)
Velocità di progetto non superiore a 200 km/h	scuole, ospedali, case di cura e case di riposo	50	40 (non si applica alle scuole)
	Fascia A (come definita alla lettera a del punto 1.3.1.1 delle presenti N.d.A.)	70	60
	Fascia B (come definita alla lettera a del punto 1.3.1.1 delle presenti N.d.A.)	65	55
Velocità di progetto superiore a 200 km/h	scuole, ospedali, case di cura e case di riposo	50	40 (non si applica alle scuole)
	Fascia (come definita alla lettera b del punto 1.3.1.1 delle N.d.A.)	65	55

Con riferimento agli aspetti acustici che verranno trattati nei successivi paragrafi, il contesto ambientale e territoriale è descritto dal Piano Comunale di Classificazione Acustica dei comuni interessati dalle attività di lavorazione.

Limiti acustici e zonizzazioni dei comuni interessati

Le aree interessate dalle opere di cantierizzazione, sono state suddivise in funzione delle due attività in cui si articola l'opera in progetto, come riportato al paragrafo 2.2.

Per la realizzazione da un lato della Linea di Contatto, e dall'altro delle sottostazioni elettriche, le aree ricadono nei Comuni elencati in Tabella 3-31.

Relativamente ai Comuni di Elmas, Marrubiu, San Gavino Monreale e Villasor, i relativi PCCA sono attualmente vigenti. Per le analisi effettuate all'interno del presente documento è stata utilizzata la documentazione disponibile sui siti dei comuni, rappresentata dalle cartografie delle rispettive zonizzazioni acustiche. Tuttavia, i contatti intercorsi con i competenti uffici comunali non hanno condotto all'acquisizione della documentazione relativa alle delibere di approvazione costitutiva di detti piani di zonizzazione acustica.

	PROGETTO DEFINITIVO					
	Elettrificazione Linea Cagliari - Oristano					
Progetto Ambientale della Cantierizzazione Relazione Generale	COMMESSA RR0S	LOTTO 00	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO CA0000002	REV. A	FOGLIO 100 di 145

Tabella 3-31 Estremi di approvazione del Piano di Classificazione Acustica dei Comuni interessati dall'area di realizzazione delle opere in progetto

<i>Provincia</i>	<i>Comune</i>	<i>Estremi di approvazione zonizzazione acustica</i>
Città Metropolitana di Cagliari	Assemini	D.C.C. n. 19 del 20 luglio 2015
Città Metropolitana di Cagliari	Cagliari	D.C.C. n. 37 del 13 aprile 2016
Città Metropolitana di Cagliari	Decimomannu	Adozione bozza con D.C.C. n. 35 del 05 ottobre 2011
Città Metropolitana di Cagliari	Elmas	n.d.
Oristano	Marrubiu	n.d.
Oristano	Oristano	In redazione
Provincia del Medio Campidano	San Gavino Monreale	n.d.
Oristano	Santa Giusta	D.C.C. n. 04 del 02 febbraio 2009
Sud Sardegna	Villasor	n.d.

Le aree di cantiere fisso ricadono nelle zone dei Piani Comunali di Classificazione Acustica illustrati nelle seguenti immagini.

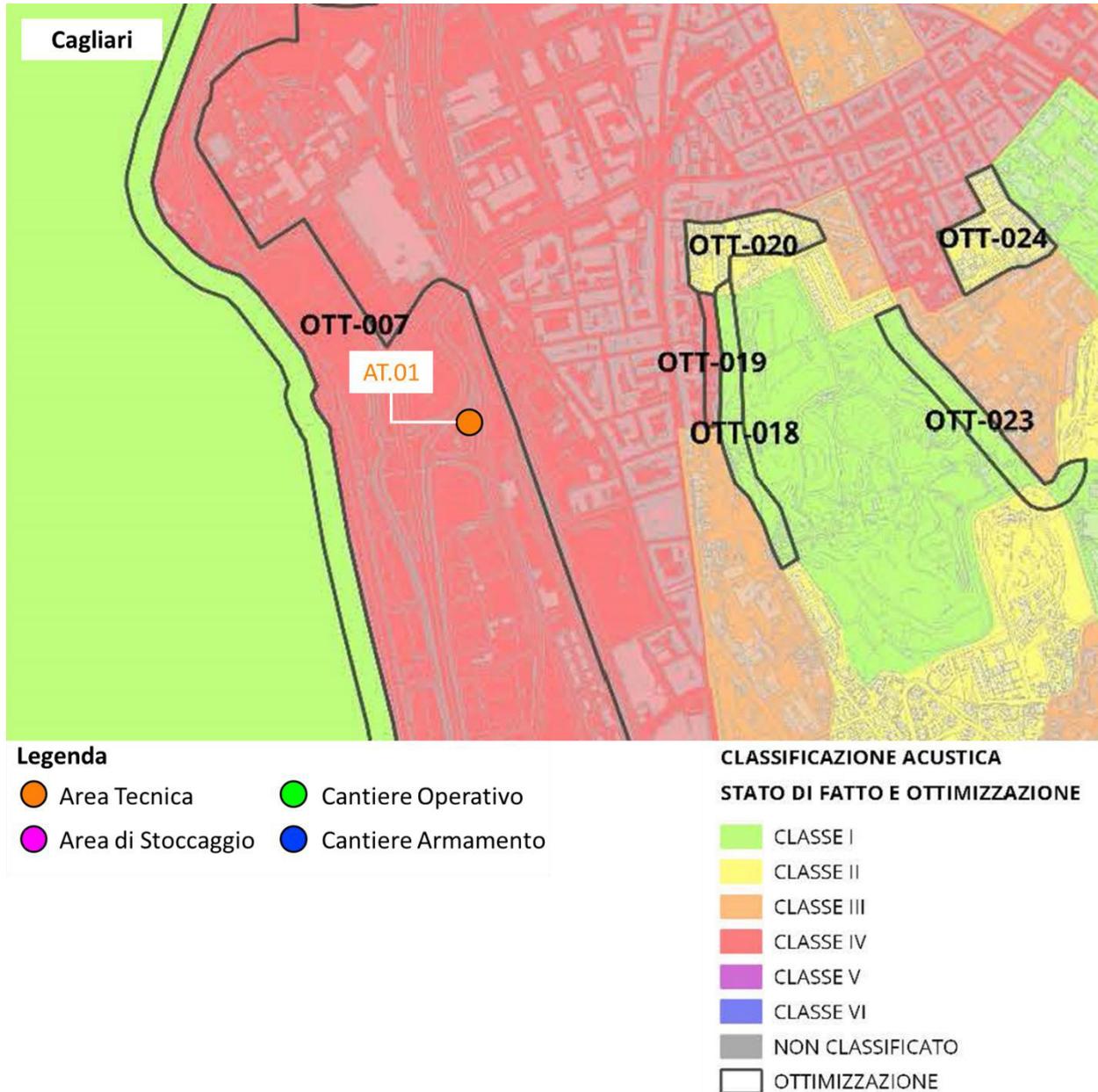
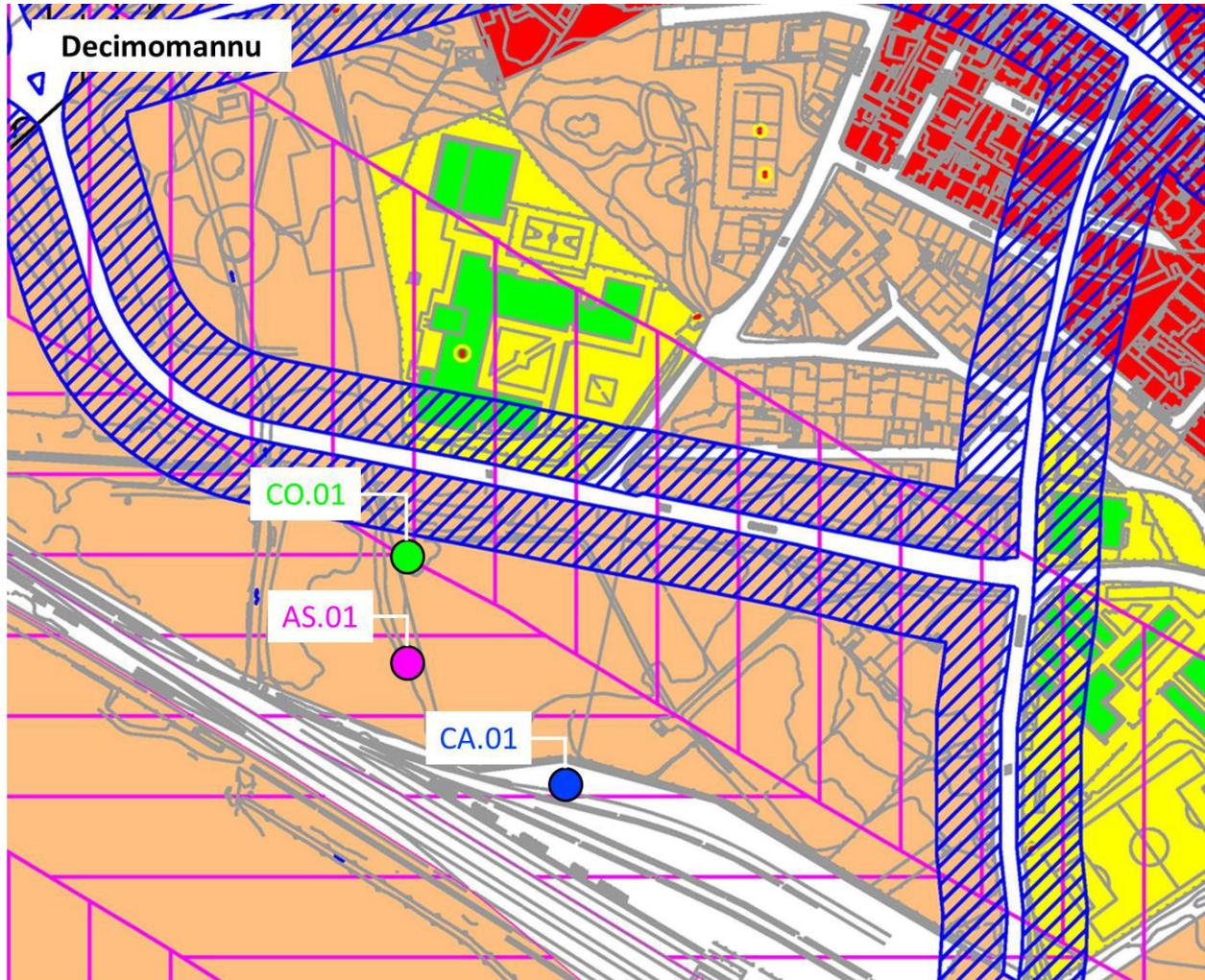


Figura 3-26 Localizzazione delle aree di cantiere all'interno del Piano Comunale di Classificazione Acustica del Comune di Cagliari

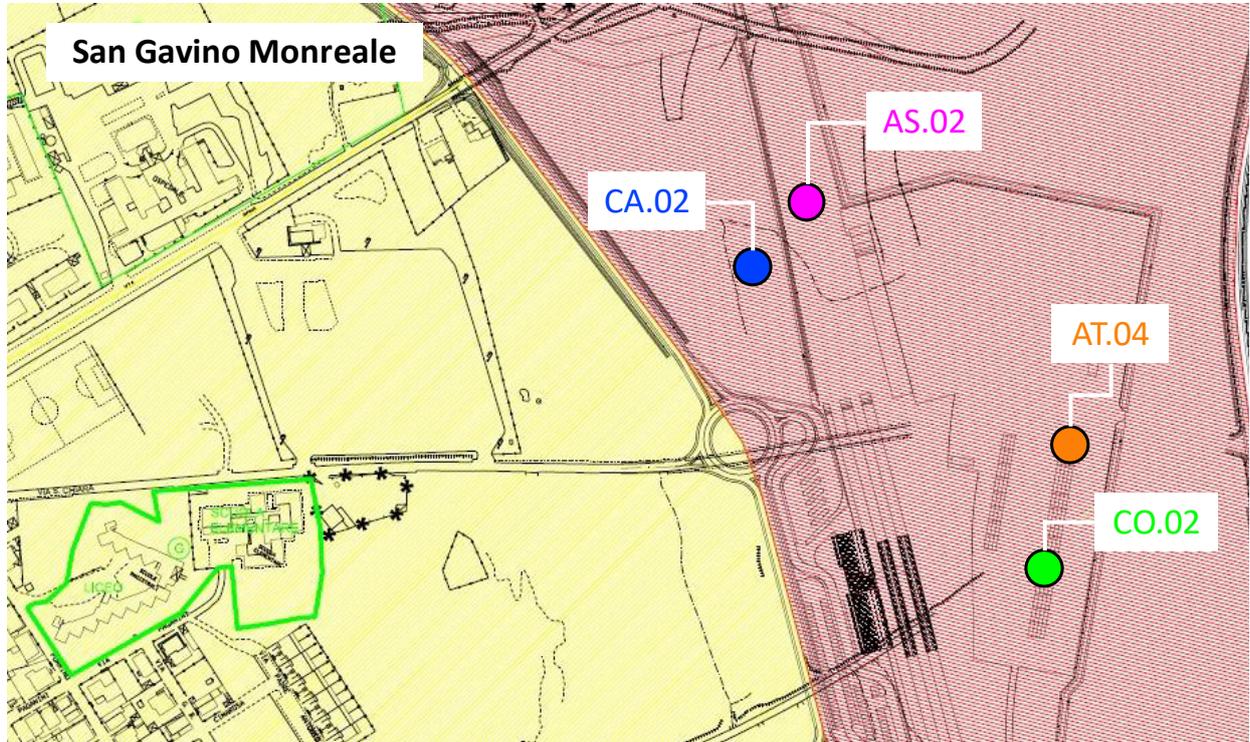


Legenda

- Area Tecnica
- Cantiere Operativo
- Area di Stoccaggio
- Cantiere Armamento

Classi di destinazione d'uso del territorio	
	Classe I: aree particolarmente protette
	Classe II: aree destinate ad uso prevalentemente residenziale
	Classe III: aree di tipo misto
	Classe IV: aree di intensa attività umana
	Classe V: aree prevalentemente industriali
	Classe VI: aree esclusivamente industriali

Figura 3-27 Localizzazione delle aree di cantiere all'interno del Piano Comunale di Classificazione Acustica del Comune di Decimomannu

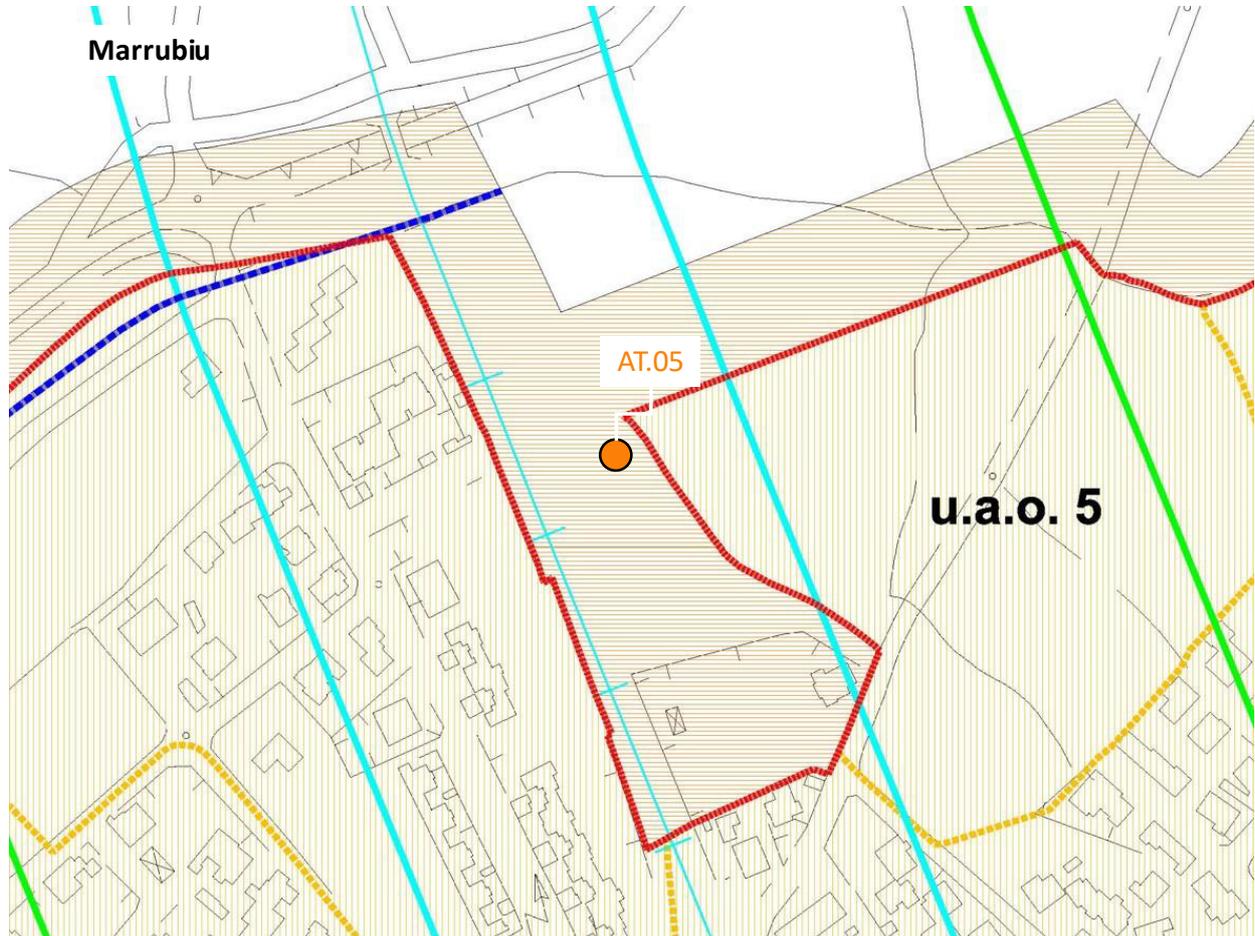


Legenda

- Area Tecnica
- Cantiere Operativo
- Area di Stoccaggio
- Cantiere Armamento

CLASSI	LEGENDA	
	Leq DIURNO (6 - 22)	Leq NOTTURNO (22 - 6)
■ CLASSE I	immiss. = 50 dB(A) emiss. = 45 dB(A)	immiss. = 40 dB(A) emiss. = 35 dB(A)
■ CLASSE II	immiss. = 55 dB(A) emiss. = 50 dB(A)	immiss. = 45 dB(A) emiss. = 40 dB(A)
■ CLASSE III	immiss. = 60 dB(A) emiss. = 55 dB(A)	immiss. = 50 dB(A) emiss. = 45 dB(A)
■ CLASSE IV	immiss. = 65 dB(A) emiss. = 60 dB(A)	immiss. = 55 dB(A) emiss. = 50 dB(A)
■ CLASSE V	immiss. = 70 dB(A) emiss. = 65 dB(A)	immiss. = 60 dB(A) emiss. = 55 dB(A)
■ CLASSE VI	immiss. = 70 dB(A) emiss. = 65 dB(A)	immiss. = 70 dB(A) emiss. = 65 dB(A)
—	RICETTORI SENSIBILI	

Figura 3-28 Localizzazione delle aree di cantiere all'interno del Piano Comunale di Classificazione Acustica del Comune di San Gavino Monreale


Legenda

- Area Tecnica
- Area di Stoccaggio
- Cantiere Armamento

VALORI LIMITE ASSOLUTI DI EMISSIONE, IMMISSIONE E QUALITA' (DPCM 14-11-97)

CL.	DEFINIZIONE	TEMPI DI RIFERIMENTO EMISSIONE		TEMPI DI RIFERIMENTO IMMISSIONE		TEMPI DI RIFERIMENTO QUALITA'		RETINO	COLORE
		06:00-22:00	22:00-06:00	06:00-22:00	22:00-06:00	06:00-22:00	22:00-06:00		
I	aree particolarmente protette	45 dB(A)	35 dB(A)	50 dB(A)	40 dB(A)	47 dB(A)	37 dB(A)		verde
II	aree ad uso prevalentemente residenziale	50 dB(A)	40 dB(A)	55 dB(A)	45 dB(A)	52 dB(A)	42 dB(A)		giallo
III	aree di tipo misto	55 dB(A)	45 dB(A)	60 dB(A)	50 dB(A)	57 dB(A)	47 dB(A)		arancione
IV	aree di intensa attività umana	60 dB(A)	50 dB(A)	65 dB(A)	55 dB(A)	62 dB(A)	52 dB(A)		rosso
V	aree prevalentemente industriali	65 dB(A)	55 dB(A)	70 dB(A)	60 dB(A)	67 dB(A)	57 dB(A)		viola
VI	aree esclusivamente industriali	65 dB(A)	65 dB(A)	70 dB(A)	70 dB(A)	70 dB(A)	70 dB(A)		blu

Figura 3-29 Localizzazione delle aree di cantiere all'interno del Piano Comunale di Classificazione Acustica del Comune di Marrubiu

Per quanto concerne il Comune di Oristano, considerato che il Piano in questione non ha ancora perfezionato il suo iter approvativo, al fine di individuare comunque i limiti di immissione acustica da

 ITOLFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO					
	Elettrificazione Linea Cagliari - Oristano					
Progetto Ambientale della Cantierizzazione Relazione Generale	COMMESSA RR0S	LOTTO 00	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO CA0000002	REV. A	FOGLIO 105 di 145

assumere ai fini del presente studio, si è fatto riferimento ai limiti di accettabilità di cui all'articolo 6 del DPCM 01/03/1991 "Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell' ambiente esterno" (cfr. Tabella 3-32), individuando le zone urbanistiche omogenee ex DM 1444/68 non solo sulla base dell'analisi del Piano Regolatore Generale del Comune di Oristano (variante adeguamento al decreto ass. 20.12.1983 n. 2266/U), quanto anche della verifica dell'attuazione delle previsioni di Piano, condotta attraverso la lettura delle ortofoto.

Tabella 3-32 Limiti di accettabilità in assenza di un Piano Comunale di Classificazione Acustica

Zonizzazione	Limite diurno Leq(A)	Limite notturno Leq(A)
Tutto il territorio nazionale	70	60
Zona A*	65	55
Zona B*	60	50
Zona esclusivamente industriale	70	70
*Decreto interministeriale 2 aprile 1968, n.1444, art. 2		

Ciò premesso, a valle dell'analisi dell'ortofoto, ed in via cautelativa, la totalità dei ricettori è stata considerata appartenente alla zona B prevista dal PRG, i cui limiti corrispondono alla zona III prevista dal PCCA. In altre parole, per tutti i ricettori sono stati considerati i limiti diurno e notturno rispettivamente di 60 dB(A) e 50 dB(A), eccezion fatta per i ricettori sensibili, ricadenti in classe I del PCCA, per i quali i limiti sono stati ridotti a 50 dB(A) per il periodo diurno e 40 dB(A) per quello notturno, come previsto dal già citato DPCM 14 novembre 1997.

La Tabella 3-33 riporta un quadro di insieme dei limiti acustici considerati all'interno delle simulazioni del presente documento.

Tabella 3-33 Limiti di accettabilità in assenza di un Piano Comunale di Classificazione Acustica

SSE	Cantieri	PCCA	Limiti acustici diurno - notturno [dB(A)]
SSE01 Cagliari	AT.01	Classe IV	65 - 55
SSE02 Decimomannu	AT.02	Classe III	60 - 50
	CO.01		
	AS.01		
	CA.01		
SSE03 Villasor	AT.03	n.d.	n.d.
SSE04 San Gavino	AT.04	Classe IV	65 - 55
	CO.02		

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO					
	Elettrificazione Linea Cagliari - Oristano					
Progetto Ambientale della Cantierizzazione Relazione Generale	COMMESSA RR0S	LOTTO 00	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO CA0000002	REV. A	FOGLIO 106 di 145

<i>SSE</i>	<i>Cantieri</i>	<i>PCCA</i>	<i>Limiti acustici diurno - notturno [dB(A)]</i>
	AS.02		
	CA.02		
SSE05 Marrubiu	AT.05	Classe III	60 - 50
SSE06 Oristano	AT.06	Zona B PRG (eq. Classe III)	60 - 50
	CO.03		
	AS.03		
	CA.03		

Come evidenziato dalla precedente tabella, le zone all'interno delle quali ricadono l'insieme delle aree di cantiere fisso ed i ricettori interessati dai potenziali effetti legati alle relative attività di realizzazione delle opere rientra in Classe III e IV, a cui corrispondono i valori dei limiti acustici diurno e notturno previsti dalla normativa vigente rispettivamente di 60/50 (classe III) e 65/55 dB(A) (classe IV).

3.3.2 Valutazione degli aspetti ambientali legati al cantiere

Metodologia di lavoro utilizzata

Lo studio acustico si pone come obiettivo quello di definire e valutare i livelli di immissione acustici indotti dal sistema di cantierizzazione previsto per la realizzazione delle opere relative all'intervento di elettrificazione della linea Cagliari-Oristano.

In ragione di detta finalità, le azioni di progetto che concorrono all'alterazione del clima acustico nel presente studio sono rappresentate dalla realizzazione della Linea di contatto e dalla realizzazione delle sottostazioni elettriche.

Lo studio acustico, finalizzato alla valutazione dei livelli di immissione indotti dalla fase di cantiere, è esteso a tutti i ricettori la cui facciata è direttamente esposta alle aree lavorative.

In virtù degli obiettivi che lo studio acustico si pone, sono stati definiti due scenari a valle delle ipotesi riportate al paragrafo 3.1.2: Realizzazione della Linea di contatto in rapporto con le aree rete Natura 2000 (A) e Realizzazione delle sottostazioni elettriche (B), in cui si sono valutate le immissioni acustiche nei ricettori causate rispettivamente dalle seguenti attività:

Per quanto attiene alla macro-tipologia di attività "Realizzazione della Linea di contatto" (A), le principali lavorazioni a ciò necessarie possono essere così sintetizzate:

- A1. Realizzazione dello scavo per le opere di fondazione dei pali TE
- A2. Realizzazione dei plinti di fondazione dei pali TE
- A3. Posizionamento dei pali TE ed installazione della Linea di contatto (LdC)

	PROGETTO DEFINITIVO					
	Elettrificazione Linea Cagliari - Oristano					
Progetto Ambientale della Cantierizzazione Relazione Generale	COMMESSA RR0S	LOTTO 00	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO CA0000002	REV. A	FOGLIO 107 di 145

Relativamente alla macro-tipologia di attività “Realizzazione delle sottostazioni elettriche” (B), il quadro delle principali lavorazioni è costituito da quelle seguenti:

- B1. Realizzazione di scavo di sbancamento per i piazzali e per le opere di fondazione delle SSE
- B2. Getto delle fondazioni delle SSE
- B3. Realizzazione delle strutture in elevazione delle SSE.

Il modello di simulazione SoundPLAN

Il modello di calcolo utilizzato è SoundPlan versione 8.2: un software previsionale per effettuare simulazioni acustiche in grado di rappresentare al meglio le reali condizioni ambientali che caratterizzano il territorio studiato. Questo modello di simulazione è uno tra gli strumenti più completi oggi presenti sul mercato per la valutazione della propagazione del rumore prodotto da sorgenti di ogni tipo: da quelle infrastrutturali, quali ad esempio strade, ferrovie o aeroporti, a quelle fisse, quali ad esempio strutture industriali, impianti energetici, etc.

SoundPlan è uno strumento previsionale ad “ampio spettro”, progettato per modellizzare la propagazione acustica in ambiente esterno prendendo in considerazione tutti i fattori interessati al fenomeno, come la disposizione e forma degli edifici, la topografia del sito, le barriere antirumore, il tipo di terreno e gli effetti meteorologici.

Tra i diversi standard di propagazione acustica per le strade, ferrovie o infrastrutture industriali, disponibili all’interno del software, è presente inoltre CNOSSOS – EU Road: 2015 riconosciuto dal Decreto Legislativo 17 febbraio 2017 n.42 «Attuazione della direttiva UE 2015/996 che stabilisce metodi comuni per la determinazione del rumore a norma della direttiva 2002/49/CE del Parlamento europeo e del Consiglio.

Una delle principali innovazioni di questo software si riscontra proprio nella precisione di dettaglio con cui viene rappresentata la reale orografia del territorio.

L’area di studio viene caratterizzata orograficamente mediante l’utilizzo di file georeferenziati con la creazione di un DGM (Digital Ground Model) ottenuto attraverso algoritmo TIN (Triangular Irregular Network), che è ritenuto il più attendibile per la realizzazione di modelli digitali del terreno partendo da mappe vector. Questo sistema sfrutta alcune potenzialità del DEM (Digital Elevation Model) come la possibilità di mediare le distanze tra le isoipse, ma introduce, in caso di soli punti quotati noti, la tecnica di triangolazione ad area minima, crea cioè una serie di triangoli tridimensionali, i quali hanno come vertici i punti quotati noti e con la minor area possibile e attribuisce a queste aree triangolari valori di quota calcolati sulla differenza dX, dY e dZ, ovvero le pendenze dei versanti.

	PROGETTO DEFINITIVO					
	Elettrificazione Linea Cagliari - Oristano					
Progetto Ambientale della Cantierizzazione Relazione Generale	COMMESSA RR0S	LOTTO 00	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO CA0000002	REV. A	FOGLIO 108 di 145

La realizzazione di un file di input può essere coadiuvata dall'innovativa capacità del software di generare delle visualizzazioni tridimensionali del sito, mediante un vero e proprio simulatore di volo in cui è possibile impostare il percorso e la quota del volo, variabili anche in itinere del sorvolo secondo necessità; tale strumento permette di osservare graficamente la totalità dei dati di input immessi, verificandone la correttezza direttamente muovendosi all'interno di scenari virtuali tridimensionali.

Durante lo svolgimento delle operazioni matematiche, questo software permette di effettuare calcoli complessi e di archiviare tutti i livelli parziali collegati con le diverse sorgenti, per qualsiasi numero di punti di ricezione al fine di individuare i singoli contributi acustici. Inoltre, i livelli acustici stimati sui punti della griglia (mappe acustiche) possono essere sommati, sottratti ed elaborati, con qualsiasi funzione definita dall'utente.

Il software permette, infine, di ottenere in formato tabellare qualunque valore acustico si voglia conoscere di un ricevitore, per ognuna delle sue facciate, per ogni piano, restituendo anche l'orientamento delle facciate rispetto alla sorgente sonora, la differenza di quota sorgente-ricevitore ed altre informazioni presenti nel modello: è, ad esempio, in grado di effettuare calcoli statistici relativi all'impatto sonoro a cui è soggetta la popolazione presente nell'area di studio, seguendo i dettati delle ultime normative europee.

In ogni caso, SoundPlan presenta un'ampia flessibilità di gestione, permettendo di risolvere i differenti casi che di volta in volta è possibile incontrare.

In particolare, si osserva la possibilità di definire il materiale della struttura acustica in modo che presenti completo assorbimento acustico senza riflessione, definendo un coefficiente di riflessione per ognuna delle facce della barriera, o introducendo un coefficiente di assorbimento acustico differente in funzione della frequenza dell'onda sonora prodotta dalla sorgente.

I dati di input del modello sono i seguenti:

- Cartografia 3D: un fattore di fondamentale importanza per poter sviluppare una corretta modellizzazione acustica è la realizzazione di una cartografia tridimensionale compatibile con le esigenze "acustiche" del modello previsionale adottato. Per una precisa descrizione del terreno da inserire all'interno del modello è necessario definire all'interno del software le isoipse, l'edificato e le infrastrutture di trasporto interessate;
- Sorgenti stradali: per ogni infrastruttura è necessario definire la conformazione geometrica, i dati relativi ai flussi e alle velocità di percorrenza in ciascun tratto, il tipo di asfalto e il senso di marcia;
- Edifici: per ciascun edificio è necessario definire posizione e altezza;
- Griglia di calcolo: occorre definire la griglia di calcolo in cui verranno effettuate le simulazioni;

	PROGETTO DEFINITIVO					
	Elettrificazione Linea Cagliari - Oristano					
Progetto Ambientale della Cantierizzazione Relazione Generale	COMMESSA RR0S	LOTTO 00	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO CA0000002	REV. A	FOGLIO 109 di 145

- Tempi di riferimento: secondo quanto predisposto dalla legge n°447 26/10/1995 e s.m.i. gli scenari temporali di riferimento sono due: diurno (6.00-22:00) e notturno (22:00-6:00).

Descrizione degli impatti potenziali

Caratteristiche fisiche del rumore

Il rumore è un fenomeno fisico, definibile come un'onda di pressione che si propaga attraverso un gas.

Nell'aria le onde sonore sono generate da variazioni della pressione sonora sopra e sotto il valore statico della pressione atmosferica, e proprio la pressione diventa quindi una grandezza fondamentale per la descrizione di un suono.

La gamma di pressioni è però così ampia da suggerire l'impiego di una grandezza proporzionale al logaritmo della pressione sonora, in quanto solamente una scala logaritmica è in grado di comprendere l'intera gamma delle pressioni.

In acustica, quando si parla di livello di una grandezza, si fa riferimento al logaritmo del rapporto tra questa grandezza ed una di riferimento dello stesso tipo.

Al termine livello è collegata non solo l'utilizzazione di una scala logaritmica, ma anche l'unità di misura, che viene espressa in decibel (dB). Tale unità di misura indica la relazione esistente tra due quantità proporzionali alla potenza.

Si definisce, quindi, come livello di pressione sonora, corrispondente ad una pressione p , la seguente espressione:

$$L_p = 10 \log (P/p_0)^2 \text{ dB} = 20 \log (P/p_0) \text{ dB(A)}$$

dove p_0 indica la pressione di riferimento, che nel caso di trasmissione attraverso l'aria è di 20 micro-pascal, mentre P rappresenta il valore RMS della pressione.

I valori fisici riferibili al livello di pressione sonora non sono, però, sufficienti a definire l'entità della sensazione acustica. Non esiste, infatti, una relazione lineare tra il parametro fisico e la risposta dell'orecchio umano (sensazione uditiva), che varia in funzione della frequenza.

A tale scopo, viene introdotta una grandezza che prende il nome di intensità soggettiva, che non risulta soggetta a misura fisica diretta e che dipende dalla correlazione tra livello di pressione e composizione spettrale.

I giudizi di eguale intensità a vari livelli e frequenze hanno dato luogo alle curve di iso-rumore, i cui punti rappresentano i livelli di pressione sonora giudicati egualmente rumorose da un campione di persone esaminate.

	PROGETTO DEFINITIVO					
	Elettrificazione Linea Cagliari - Oristano					
Progetto Ambientale della Cantierizzazione Relazione Generale	COMMESSA RR0S	LOTTO 00	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO CA0000002	REV. A	FOGLIO 110 di 145

Dall'interpretazione delle curve iso-rumore deriva l'introduzione di curve di ponderazione, che tengono conto della diversa sensibilità dell'orecchio umano alle diverse frequenze; tra queste, la curva di ponderazione A è quella che viene riconosciuta come la più efficace nella valutazione del disturbo, in quanto è quella che si avvicina maggiormente alla risposta della membrana auricolare.

In acustica, per ricordare la curva di peso utilizzata, è in uso indicarla tra parentesi nell'unità di misura adottata, che comunque rimane sempre il decibel, vale a dire dB(A).

Allo scopo di caratterizzare il fenomeno acustico, vengono utilizzati diversi criteri di misurazione, basati sia sull'analisi statistica dell'evento sonoro, che sulla quantificazione del suo contenuto energetico nell'intervallo di tempo considerato.

Il livello sonoro che caratterizza nel modo migliore la valutazione del disturbo indotto dal rumore è rappresentato dal livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato A, Leq , definito dalla relazione analitica:

$$Leq = 10 \cdot \text{Log} \left[\frac{1}{T} \int_0^T (p(t) / p_0)^2 dt \right]$$

essendo:

$p(t)$ = valore istantaneo della pressione sonora secondo la curva A;

p_0 = valore della pressione sonora di riferimento, assunta uguale a 20 micro-pascal in condizioni standard;

T = intervallo di tempo di integrazione.

Il Leq costituisce la base del criterio di valutazione proposto sia dalla normativa italiana che dalla raccomandazione internazionale I.S.O. n. 1996 sui disturbi arrecati alle popolazioni, ed inoltre viene adottato anche dalle normative degli altri paesi.

Il livello equivalente continuo costituisce un indice dell'effetto globale di disturbo dovuto ad una sequenza di rumore compresa entro un dato intervallo di tempo; esso corrisponde cioè al livello di rumore continuo e costante che nell'intervallo di tempo di riferimento possiede lo stesso "livello energetico medio" del rumore originario.

Il criterio del contenuto energetico medio è basato sull'individuazione di un indice globale, rappresentativo dell'effetto sull'organo uditivo di una sequenza di rumori entro un determinato intervallo di tempo; esso in sostanza commisura, anziché i valori istantanei del fenomeno acustico, l'energia totale in un certo intervallo di tempo.

Il Leq non consente di caratterizzare le sorgenti di rumore, in quanto rappresenta solamente un indicatore di riferimento; pertanto, per meglio valutare i fenomeni acustici è possibile considerare i livelli percentili, i livelli massimo e minimo, il SEL.

	PROGETTO DEFINITIVO					
	Elettrificazione Linea Cagliari - Oristano					
Progetto Ambientale della Cantierizzazione Relazione Generale	COMMESSA RR0S	LOTTO 00	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO CA0000002	REV. A	FOGLIO 111 di 145

I livelli percentili (L1, L5, L10, L33, L50, L90, L95, L99) rappresentano i livelli che sono stati superati per una certa percentuale di tempo durante il periodo di misura:

- l'indice percentile L1 connota gli eventi di rumore ad alto contenuto energetico (livelli di picco);
- l'indice percentile L10 è utilizzato nella definizione dell'indicatore "clima acustico", che rappresenta la variabilità degli eventi di rumore rilevati;
- l'indice L50 è utilizzabile come indice di valutazione del flusso autoveicolare;
- l'indice percentile L95 è rappresentativo del rumore di fondo dell'area;
- il livello massimo (Lmax), connota gli eventi di rumore a massimo contenuto energetico;
- il livello minimo (Lmin), consente di valutare l'entità del rumore di fondo ambientale;
- il SEL rappresenta il livello sonoro di esposizione ad un singolo evento sonoro.

Cenni sulla propagazione

Nella propagazione del suono avvengono più fenomeni che contemporaneamente provocano l'abbassamento del livello di pressione sonora e la modifica dello spettro in frequenza.

Principale responsabile dell'abbassamento del livello di pressione sonora è la divergenza del campo acustico, che porta in campo libero (propagazione sferica) ad una riduzione di un fattore quattro dell'intensità sonora (energia per secondo per unità di area) per ogni raddoppio della distanza. Di minore importanza, ma capace di grandi effetti su grandi distanze, è l'assorbimento dovuto all'aria, che dipende però fortemente dalla frequenza e dalle condizioni meteorologiche (principalmente dalla temperatura e dall'umidità).

Vi sono poi da considerare l'assorbimento da parte del terreno, differente a seconda della morfologia (suolo, copertura vegetativa e altimetria) dell'area in analisi, inoltre l'effetto dei gradienti di temperatura, della velocità del vento ed effetti schermanti vari causati da strutture naturali e create dall'uomo.

La differente attenuazione delle varie frequenze costituenti il rumore da parte dei fattori citati e la contemporanea tendenza all'equipartizione dell'energia sonora tra le stesse portano ad una modifica dello spettro sonoro "continua" all'aumentare della distanza da una sorgente, specialmente se questa è complessa ed estesa come una struttura stradale o ferroviaria.

Influenza dell'orografia sulla propagazione sonora

La presenza di ostacoli modifica la propagazione teorica delle onde sonore generando sia un effetto di schermo e riflessione, sia un effetto di diffrazione, ovvero di instaurazione di una sorgente secondaria. Quindi, come è nell'esperienza di tutti, colli o, in alcuni casi, semplici dossi o trincee sono

	PROGETTO DEFINITIVO					
	Elettrificazione Linea Cagliari - Oristano					
Progetto Ambientale della Cantierizzazione Relazione Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RR0S	00	D 69 RG	CA0000002	A	112 di 145

in grado di limitare sensibilmente la propagazione del rumore, o comunque di variarne le caratteristiche. Tale attenuazione aumenta al crescere della dimensione dell'ostacolo e del rapporto tra dimensione dell'ostacolo e la distanza di questo dal ricettore; in particolare le metodologie di analisi più diffuse utilizzano il cosiddetto "numero di Fresnel" che prende in considerazione parametri come la lunghezza d'onda del suono e la differenza del cammino percorso dall'onda sonora in presenza o meno dell'ostacolo.

Infine, si segnala tra gli altri, il fenomeno della concentrazione dell'energia sonora che può essere determinato da riflessioni multiple su ostacoli poco fonoassorbenti. Tipicamente tale fenomeno può creare un effetto di amplificazione con le sorgenti poste nelle gole.

Caratterizzazione acustica degli scenari di riferimento

Per le attività di lavorazione lungolinea e di cantiere, le sorgenti di emissione acustica sono rappresentate dai macchinari ed attrezzature utilizzate.

L'entità dell'impatto è funzione della tipologia di macchinari utilizzati e, dunque, delle relative potenze sonore, del numero di macchinari e della loro contemporaneità, delle fasi di lavoro e delle percentuali di utilizzo.

Muovendo da tali considerazioni e sulla scorta del quadro conoscitivo riportato precedentemente, si è proceduto all'individuazione delle situazioni ritenute più significative sotto il profilo del potenziale impatto acustico, anche in ragione dei seguenti criteri:

- Tipologia delle attività e delle lavorazioni previste;
- Durata e contemporaneità delle lavorazioni;
- Prossimità a tessuti o ricettori residenziali e/o sensibili;
- Classe acustica, se presente, nella quale ricadono le aree di cantiere e le zone ad esse contermini.

Sulla base della rappresentazione delle varie tipologie di cantiere, l'analisi delle interferenze di tipo acustico viene condotta su tutti quegli scenari ritenuti significativi in termini di emissioni rumorose. Con tale approccio si è voluto rappresentare una condizione sicuramente cautelativa per i ricettori. Nello specifico, l'analisi è stata articolata in due fasi successive: la prima dedicata alla selezione di quelle situazioni che, in ragione dei criteri sopracitati, possono essere considerate rilevanti ai fini dell'individuazione di effetti significativi; la seconda fase, invece, all'approfondimento delle situazioni potenzialmente più rilevanti individuate nella fase precedente.

	PROGETTO DEFINITIVO					
	Elettrificazione Linea Cagliari - Oristano					
Progetto Ambientale della Cantierizzazione Relazione Generale	COMMESSA RR0S	LOTTO 00	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO CA0000002	REV. A	FOGLIO 113 di 145

Allo scopo di rappresentare le condizioni più gravose relativamente alle aree di cantiere fisso e lavorazioni lungo linea (fronte di avanzamento dei lavori – FAL) determinate dalle diverse sorgenti, per entrambi gli scenari è stato configurato un cantiere tipologico. Il cantiere tipo considera tutte le attività presenti all'interno dei cantieri fissi e necessarie per la realizzazione delle opere in progetto. Gli scenari individuati per le simulazioni acustiche sono i seguenti:

- **Scenario di simulazione A**

Come dati di input del modello di simulazione sono state scelte le lavorazioni ed attività maggiormente gravose dal punto di vista acustico, ovvero:

- Realizzazione dello scavo per le opere di fondazione dei pali TE.



Figura 3-30 Esempio di localizzazione delle aree di lavorazione relativo allo scenario di simulazione A – Condizione di prossimità della linea ferroviaria con l'area ZPS "Stagno di Cagliari" (perimetro rosso) e l'area ZSC "Stagno di Cagliari, Saline di Macchiareddu, Laguna di Santa Gilla" (perimetro colore celeste) - (in nero l'opera)

	PROGETTO DEFINITIVO					
	Elettrificazione Linea Cagliari - Oristano					
Progetto Ambientale della Cantierizzazione Relazione Generale	COMMESSA RR0S	LOTTO 00	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO CA0000002	REV. A	FOGLIO 114 di 145



Figura 3-31 Esempio di localizzazione delle aree di lavorazione relativo allo scenario di simulazione A – Condizione di attraversamento della linea ferroviaria con l'area ZPS "Stagno Pauli Majori" (in rosso) e in e la ZSC "Stagno Pauli Majori di Oristano" (in azzurro) - (in nero l'opera)

- **Scenario di simulazione B**

Le attività e le lavorazioni svolte sono:

- Aree Tecniche AT.01, AT.02, AT.03, AT.04, AT.05 e AT.06 (aree funzionali alla realizzazione di singole opere, e che contengono indicativamente: parcheggi per mezzi d'opera; aree di stoccaggio dei materiali da costruzione; eventuali aree di stoccaggio delle terre da scavo; eventuali impianti di betonaggio/aree per lavorazione ferri e assemblaggio carpenterie; eventuale box servizi igienici di tipo chimico);
- Area di Stoccaggio AS.01, AS.02, AS.03 (aree ripartite in aree destinate allo stoccaggio delle terre da scavo, in funzione della loro provenienza e del loro utilizzo. In tal senso, all'interno della stessa area di stoccaggio sarà prevista la formazione di cumuli tra loro separati);
- Realizzazione scavo di sbancamento;
- Getto delle fondazioni;
- Realizzazione delle strutture in elevazione.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO					
	Elettrificazione Linea Cagliari - Oristano					
Progetto Ambientale della Cantierizzazione Relazione Generale	COMMESSA RR0S	LOTTO 00	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO CA0000002	REV. A	FOGLIO 115 di 145

Sotto il profilo del disturbo acustico le lavorazioni più gravose sono le seguenti:

- Per le aree di cantiere fisso sono state considerate le aree di stoccaggio, data la presenza di più mezzi d'opera rispetto alle aree tecniche;
- Per la realizzazione delle sottostazioni elettriche l'attività più gravosa riguarda la realizzazione dello scavo di sbancamento, in quanto la potenza sonora generata è più elevata. Di seguito si riporta lo schema delle attività legate alle potenze emesse:

<i>Lavorazione</i>	<i>Macchinari</i>	<i>Lw [dB(A)]</i>	<i>% impiego</i>	<i>% attività effettiva</i>	<i>Lw effettiva [dB(A)]</i>
Realizzazione scavo di sbancamento	Escavatore	107,0	100%	80%	106,0
	Pala Gommata	102,6	100%	40%	98,6
	Autocarro	101,9	100%	10%	91,9
TOTALE					106,9

<i>Lavorazione</i>	<i>Macchinari</i>	<i>Lw [dB(A)]</i>	<i>% impiego</i>	<i>% attività effettiva</i>	<i>Lw effettiva [dB(A)]</i>
Getto delle fondazioni	Autobetoniera	103,7	100%	70%	102,2
	Pompa cls	106,3	100%	50%	103,3
TOTALE					105,8

<i>Lavorazione</i>	<i>Macchinari</i>	<i>Lw [dB(A)]</i>	<i>% impiego</i>	<i>% attività effettiva</i>	<i>Lw effettiva [dB(A)]</i>
Realizzazione delle strutture in elevazione	Autobetoniera	103,7	100%	70%	102,2
	Pompa cls	106,3	100%	50%	103,3
TOTALE					105,8

Come si evince dalle precedenti tabelle, l'attività di scavo risulta quella più gravosa in termini di disturbo acustico.

	PROGETTO DEFINITIVO					
	Elettrificazione Linea Cagliari - Oristano					
Progetto Ambientale della Cantierizzazione Relazione Generale	COMMESSA RR0S	LOTTO 00	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO CA0000002	REV. A	FOGLIO 116 di 145

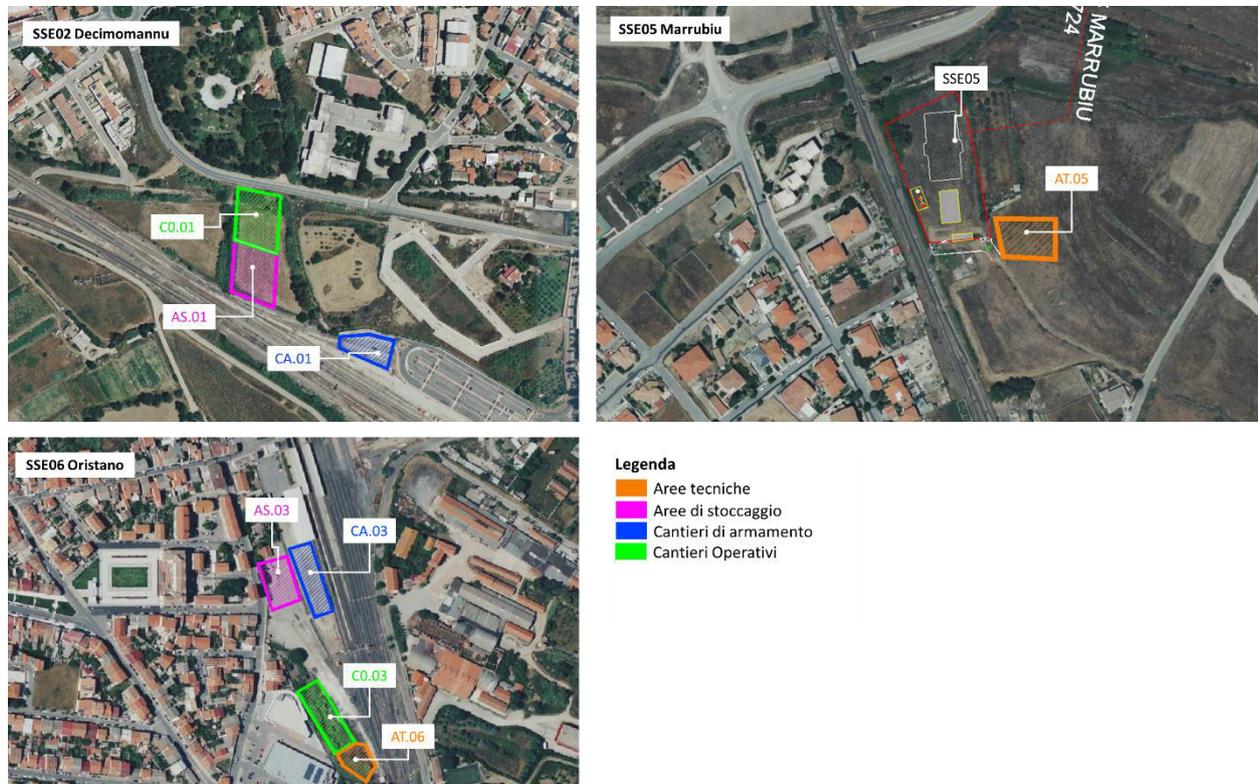


Figura 3-32 Scenario B - Localizzazione delle aree di cantiere e attività di lavorazione relativi allo scenario di simulazione

Caratterizzazione acustica dello scenario di simulazione

Nelle tabelle seguenti sono illustrati i dati identificativi, ai fini della caratterizzazione acustica, di ciascuna delle tipologie di attività considerate; in particolare:

- La natura della sorgente di rumore;
- La potenza sonora attribuita alla sorgente;
- Il numero di macchinari ipotizzati all'interno del cantiere;
- La percentuale di attività effettiva, ovvero la quantità di tempo di effettivo funzionamento delle macchine considerate e quindi il tempo in cui viene prodotta l'emissione sonora nell'ambito del loro periodo di impiego
- La percentuale di impiego, intesa come la potenza con cui la macchina è impegnata all'interno della attività considerata;

Poiché la definizione del numero di macchinari non è in questa fase un dato certo, né tantomeno lo è la potenza sonora dei macchinari (che dipende dal modello, dallo stato di manutenzione, dalle

	PROGETTO DEFINITIVO					
	Elettrificazione Linea Cagliari - Oristano					
Progetto Ambientale della Cantierizzazione Relazione Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RR0S	00	D 69 RG	CA0000002	A	117 di 145

condizioni d'uso, ecc.) si è operato in maniera quanto più realistica nel ricostruire i vari scenari, con ipotesi adeguatamente cautelative.

Per quanto riguarda i macchinari di cantiere, in riferimento alle attività soprariportate, sono state effettuate le seguenti ipotesi di lavoro, intendendo per percentuale di impiego la potenza a cui la macchina lavora nell'ambito dell'attività considerata, e per percentuale di attività effettiva il tempo effettivo di funzionamento delle macchine considerate e, quindi, il periodo di tempo in cui si ha effettivamente produzione di emissione sonora nell'intero periodo di operatività dei mezzi. I dati di potenza sonora delle macchine sono stati estratti dalla documentazione tecnica, tra i quali il manuale "Conoscere per Prevenire, n. 11" realizzato dal Comitato Paritetico Territoriale (CPT di Torino) per la prevenzione infortuni, l'igiene e l'ambiente di lavoro di Torino e Provincia o dalle specifiche tecniche delle macchine dove diversamente specificato. Nello specifico, nei casi di mancato riscontro all'interno di detta documentazione delle informazioni necessarie alla definizione delle potenze sonore relative ai macchinari costitutivi il treno cantiere, si è fatto riferimento a quelli equivalenti su strada.

Lo scenario A si limita al periodo notturno, in quanto non sono previste attività o lavorazioni nel periodo diurno; si è assunta una operatività di un turno lavorativo pari a 8 ore, nell'arco temporale tra le 22:00 – 06:00.

Per lo scenario B sono previste attività o lavorazioni nel periodo diurno. Si è assunta una operatività di un turno lavorativo pari a 8 ore, nel solo periodo diurno nell'arco temporale tra le 6:00 – 22:00.

È stata considerato il livello di potenza complessiva delle sorgenti areali dato dalla somma energetica del contributo di tutti i macchinari previsti per le aree di lavoro, con un valore quindi superiore rispetto a quello attribuibile alla reale lavorazione prevista per dette aree di cantiere.

La stima dei livelli di rumore indotti dalle attività di cantiere è stata effettuata con l'ausilio del modello previsionale di calcolo SoundPlan 8.2 della soc. Braunstein + BerntGmbH.

Scenario di simulazione A

Mezzi operativi all'interno dell'area di lavoro lungolinea per scavo di fondazione

Per le attività di lavoro lungolinea per la realizzazione dello scavo di fondazione, si assume che saranno utilizzati i macchinari indicati nella tabella seguente, nella quale sono riportate le relative potenze sonore, la percentuale di attività effettiva, la percentuale di impiego e il livello di potenza. Le macchine, all'interno del modello di simulazione, si assumono collocate ad un'altezza di 1,5 metri dal suolo, con una frequenza media di 500 Hz. I valori di potenza sonora all'interno dell'area di cantiere

	PROGETTO DEFINITIVO					
	Elettrificazione Linea Cagliari - Oristano					
Progetto Ambientale della Cantierizzazione Relazione Generale	COMMESSA RR0S	LOTTO 00	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO CA0000002	REV. A	FOGLIO 118 di 145

si configurano come una sorgente puntuale. Si ricorda che le lavorazioni sono previste unicamente nel periodo notturno. Relativamente al tipologico dello scenario di simulazione A, considerando che la durata dell'attività di scavo per le opere di fondazione dei pali TE è pari a un'ora per palo, all'interno del modello di calcolo è stata imputata all'interno del diagramma temporale un'operatività del macchinario pari ad un'ora.

Numero	Macchinari	Lw [dB(A)]	% impiego	% attività effettiva	Lw [dB(A)]
1	Escavatore con nastro di carico	107.0	100%	100%	107.0

Scenario di simulazione B

Mezzi operativi all'interno dell'area tecnica AS.01

Prevista come a servizio della realizzazione della sottostazione SSE02, si assume che saranno utilizzati i macchinari indicati nella tabella seguente, nella quale sono riportate le relative potenze sonore, la percentuale di attività effettiva, la percentuale di impiego e il livello di potenza. Le macchine, all'interno del modello di simulazione, si assumono collocate ad un'altezza di 1,5 metri dal suolo, con una frequenza media di 500 Hz. I valori di potenza sonora all'interno dell'area di cantiere si configurano come una sorgente areale. Si ricorda che le lavorazioni sono previste unicamente nel periodo diurno.

Numero	Macchinari	Lw [dB(A)]	% impiego	% attività effettiva	Lw [dB(A)]
1	Escavatore	107.0	100%	60%	104.8
1	Pala Gommata	102.6	100%	50%	99.6
1	Autocarro	101.9	100%	100%	101.9
TOTALE					107.4

Mezzi operativi all'interno dell'area tecnica AS.02

Prevista come a servizio della realizzazione della sottostazione SSE04, si assume che saranno utilizzati i macchinari indicati nella tabella seguente, nella quale sono riportate le relative potenze sonore, la percentuale di attività effettiva, la percentuale di impiego e il livello di potenza. Le macchine, all'interno del modello di simulazione, si assumono collocate ad un'altezza di 1,5 metri dal suolo, con una frequenza media di 500 Hz. I valori di potenza sonora all'interno dell'area di cantiere si configurano come una sorgente areale. Si ricorda che le lavorazioni sono previste unicamente nel periodo diurno.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO					
	Elettrificazione Linea Cagliari - Oristano					
Progetto Ambientale della Cantierizzazione Relazione Generale	COMMESSA RR0S	LOTTO 00	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO CA0000002	REV. A	FOGLIO 119 di 145

Numero	Macchinari	Lw [dB(A)]	% impiego	% attività effettiva	Lw [dB(A)]
1	Escavatore	107.0	100%	60%	104.8
1	Pala Gommata	102.6	100%	50%	99.6
1	Autocarro	101.9	100%	100%	101.9
TOTALE					107.4

Mezzi operativi all'interno dell'area tecnica AS.03

Prevista come a servizio della realizzazione della sottostazione SSE06, si assume che saranno utilizzati i macchinari indicati nella tabella seguente, nella quale sono riportate le relative potenze sonore, la percentuale di attività effettiva, la percentuale di impiego e il livello di potenza. Le macchine, all'interno del modello di simulazione, si assumono collocate ad un'altezza di 1,5 metri dal suolo, con una frequenza media di 500 Hz. I valori di potenza sonora all'interno dell'area di cantiere si configurano come una sorgente areale. Si ricorda che le lavorazioni sono previste unicamente nel periodo diurno.

Numero	Macchinari	Lw [dB(A)]	% impiego	% attività effettiva	Lw [dB(A)]
1	Escavatore	107.0	100%	60%	104.8
1	Pala Gommata	102.6	100%	50%	99.6
1	Autocarro	101.9	100%	100%	101.9
TOTALE					107.4

Risultati delle simulazioni acustiche

Nel seguito sono esposti i risultati delle simulazioni per gli scenari sopra descritti e le valutazioni sulla necessità di prevedere eventuali misure di mitigazioni per il contenimento dei livelli acustici con riferimento alle singole tipologie di scenari.

Il modello di simulazione restituisce i livelli acustici in Leq(A) in termini di mappature acustiche planimetriche, calcolate ad un'altezza di 4 metri dal suolo. Per le mappature acustiche la griglia di calcolo è stata impostata con passo pari a 10 metri con ordine di riflessione pari a 3.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO					
	Elettrificazione Linea Cagliari - Oristano					
Progetto Ambientale della Cantierizzazione Relazione Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RR0S	00	D 69 RG	CA0000002	A	120 di 145

Generale	Impostazioni	Standards	Valutazione	Mappa del rumore	Statistiche	Descrizione
Ordine di riflessione	3	Ponderazione dB	dB(A)			
Max raggio di ricerca [m]	5000	Imposta bonus ferrovia di 5 dB	<input type="checkbox"/>			
Max.distanza riflessioni da Ric. [m]	200	Crea aree di Ground Effect dalle superfici stradali	<input checked="" type="checkbox"/>			
Max.distanza riflessioni da Srg. [m]	50					
Tolleranza consentita (dB)	0.1					
Tolleranza consentita valida per..	risultato complessivo					

Generale	Impostazioni	Standards	Valutazione	Mappa del rumore	Statistiche	Descrizione
Geometria						
<input checked="" type="radio"/> Calcola nuova mappa						
Spaziatura griglia [m]	10	Altezza da terra [m]	4			
<input type="radio"/> Ricalcola mappa						
Area di ri-calcolo:						
						>>

Figura 3-33 Impostazioni di calcolo in SoundPlan 8.2

Scenario di simulazione A

I risultati delle simulazioni sono raffigurati sotto forma di mappe isofoniche riferite ad una quota di 4 metri dal piano campagna, di cui si riportano di seguito alcuni stralci.

L'immagine che segue riporta le curve di isolivello in Leq(A) per il periodo notturno.

	PROGETTO DEFINITIVO					
	Elettrificazione Linea Cagliari - Oristano					
Progetto Ambientale della Cantierizzazione Relazione Generale	COMMESSA RR0S	LOTTO 00	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO CA0000002	REV. A	FOGLIO 121 di 145

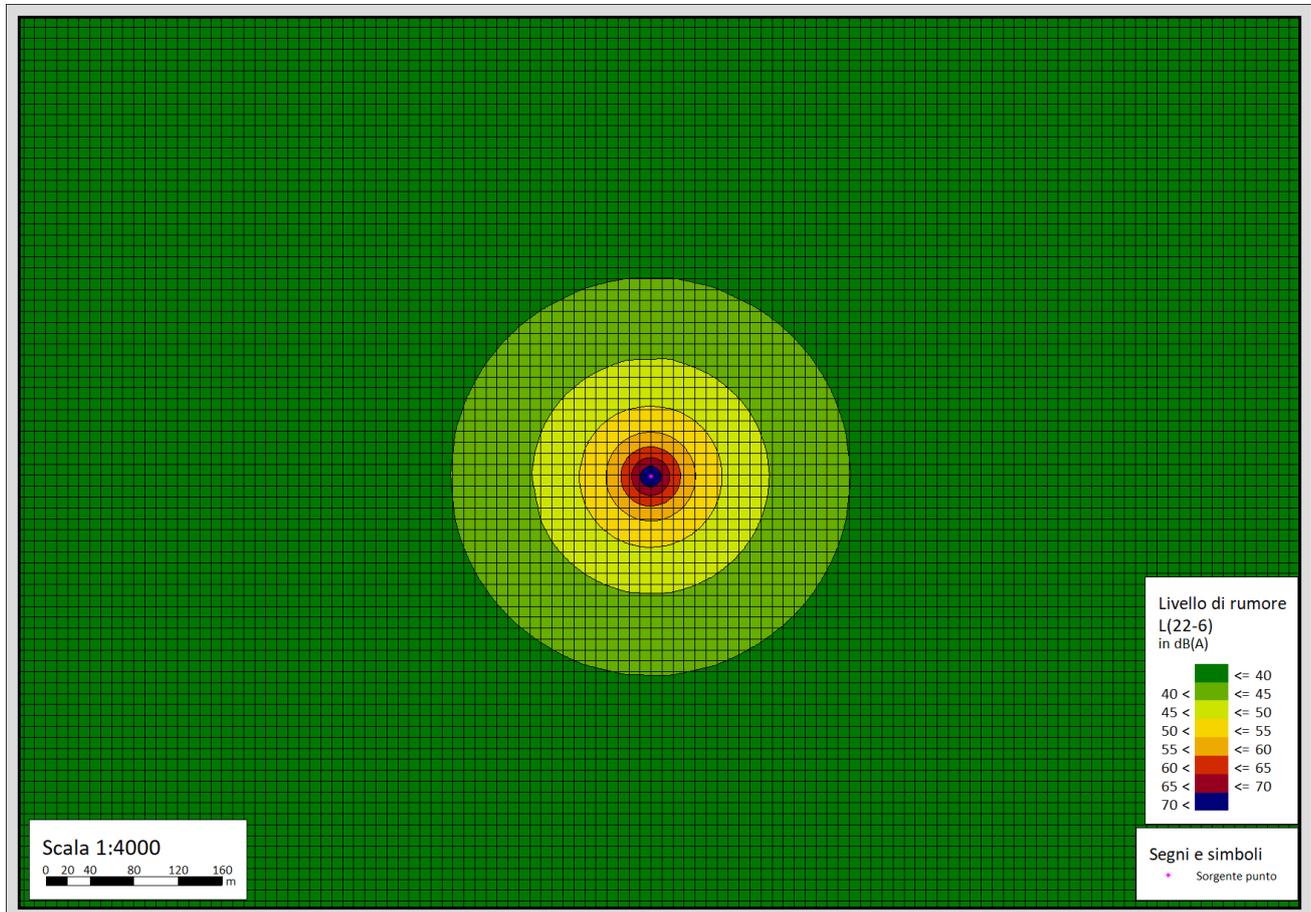


Figura 3-34 Scenario A - Output del modello di simulazione in planimetria: curve di isolivello acustico in $Leq(A)$ notturno

Dall'analisi delle simulazioni effettuate si è osservato che nel corso di dette lavorazioni, svolte in condizioni di prossimità / attraversamento delle aree della rete Natura 2000, si verificano superamenti dei limiti normativi.

Tuttavia, si sottolinea come l'attività relativa allo scavo per l'installazione dei pali TE prevede una durata di circa un'ora per ogni singolo scavo, periodo temporale oltre il quale le attività lavorative, ed i relativi effetti acustici, si spostano presso la postazione di scavo del successivo palo. Di conseguenza i potenziali superamenti dovuti al periodo di attività di scavo effettuata con escavatore con nastro di carico sono limitati da un punto di vista temporale ad una sola ora nel periodo notturno. Pertanto, non si è ritenuto opportuno prevedere l'adozione di barriere antirumore per l'attività di scavo dei pali TE.

	PROGETTO DEFINITIVO					
	Elettificazione Linea Cagliari - Oristano					
Progetto Ambientale della Cantierizzazione Relazione Generale	COMMESSA RR0S	LOTTO 00	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO CA0000002	REV. A	FOGLIO 122 di 145

Scenario di simulazione B

Nella figura seguente è riportato uno stralcio della mappa isofonica riferita ad una quota di 4 metri dal piano campagna che rappresenta l'output delle simulazioni eseguite con il modello SoundPlan nelle ipotesi precedentemente descritte.

L'immagine che segue riporta le curve di isolivello in $Leq(A)$ per il periodo diurno.

Dalle analisi effettuate si osservano potenziali criticità legate alle attività svolte presso:

- Sottostazione elettrica SSE02;
- Sottostazione elettrica SSE05;
- area stoccaggio AS.03;

L'immagine che segue riporta le curve di isolivello in $Leq(A)$ per il periodo diurno.

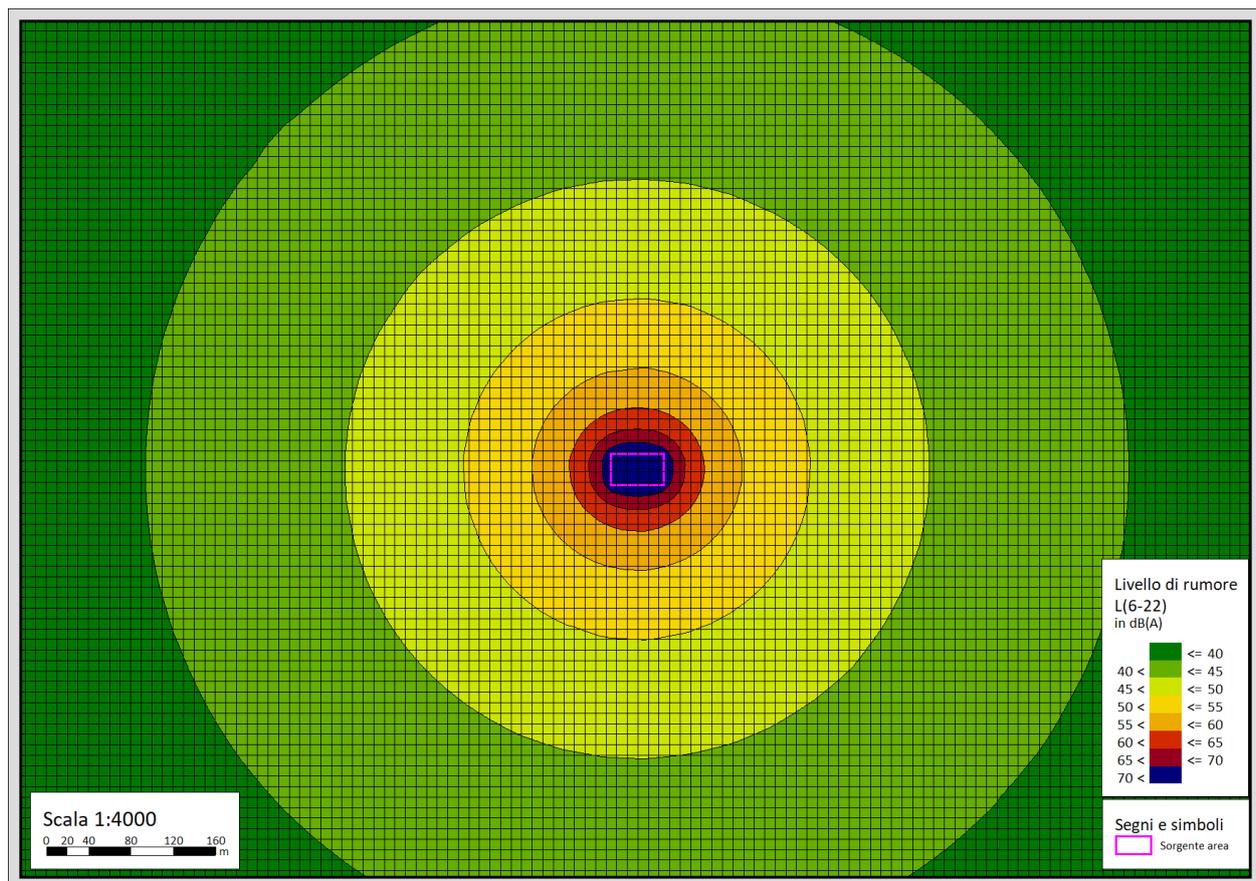


Figura 3-35 Scenario B - Output del modello di simulazione in planimetria: curve di isolivello acustico in $Leq(A)$ diurno ante mitigazione

 ITOLFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO					
	Elettrificazione Linea Cagliari - Oristano					
Progetto Ambientale della Cantierizzazione Relazione Generale	COMMESSA RR0S	LOTTO 00	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO CA0000002	REV. A	FOGLIO 123 di 145

Dall'analisi delle mappe di rumore emerge che gli edifici di carattere residenziale collocati sul fronte delle aree di cantiere siano i più interessati dalle immissioni acustiche dei cantieri sopramenzionati.

Pur a fronte delle ipotesi adeguatamente cautelative assunte nello scenario modellato (numero dei macchinari all'interno del cantiere e rispettiva percentuale di impiego; terreno pianeggiante e privo di alcun tipo di schermatura naturale e/o artificiale tra la sorgente e il ricettore) si è, tuttavia, ritenuto necessario il ricorso ad interventi di mitigazione specifici, quali barriere antirumore.

Si è quindi proceduto con l'inserimento di barriere antirumore di tipo mobile con un'altezza di 5 metri, disposte in corrispondenza dei margini delle aree di lavoro che presentano delle criticità, disposte lungo le aree di lavoro per la realizzazione delle sottostazioni elettriche SSE02 e SSE05, e dell'area di stoccaggio AS.03, per un totale di 460 metri.

In tabella si riportano le caratteristiche dimensionali delle barriere antirumore di tipo mobile adottate al fine di contenere i livelli acustici determinati dalla totalità delle attività di cantiere relative agli scenari B.

Tabella 3-34 Caratteristiche dimensionali delle barriere antirumore fisse

<i>Codice Barriera</i>	<i>SSE</i>	<i>Area di Cantiere/Lavoro</i>	<i>Lunghezza Barriera [m]</i>	<i>Altezza Barriera [m]</i>
BA.01	SSE02 Decimomannu	AS.01	130	5
BA.02	SSE05 Marrubiu	SSE05/AT.05	220	5
BA.03	SSE06 Oristano	AS.03	110	5

Per quanto riguarda le tipologie di barriere utilizzate per contenere i livelli acustici si precisa che le barriere sopra elencate sono di tipo fisso, con altezza pari a 5 metri.

Per il dettaglio della locazione delle barriere antirumore si rimanda all'elaborato "Planimetria localizzazione interventi di mitigazione – Barriere di rumore di cantiere" (Allegato D), di cui si riporta uno stralcio nelle figure seguenti.

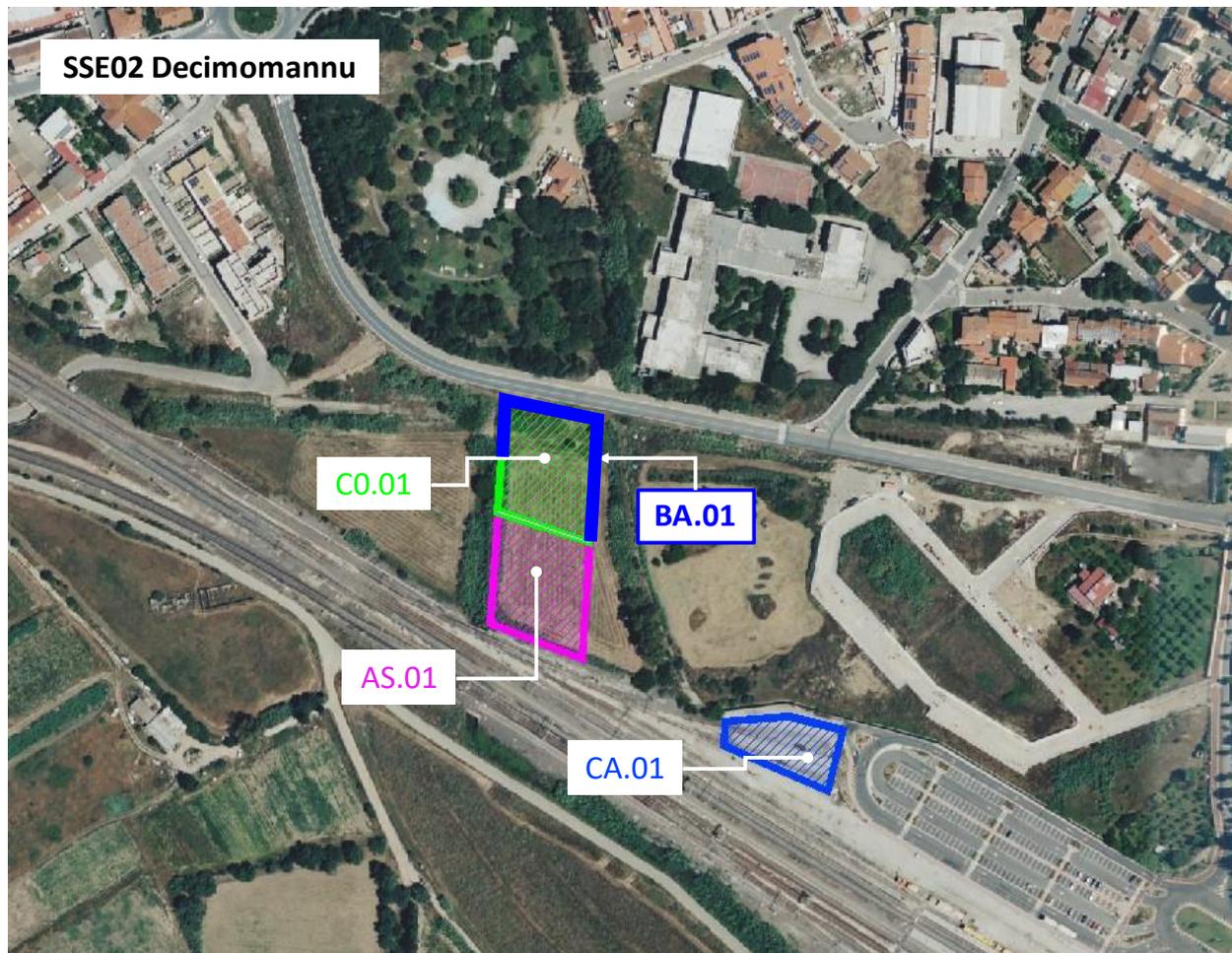


Figura 3-36 Scenario B – Localizzazione delle barriere antirumore nel Comune di Decimomannu



Figura 3-37 Scenario B – Localizzazione delle barriere antirumore nel Comune di Marrubiu

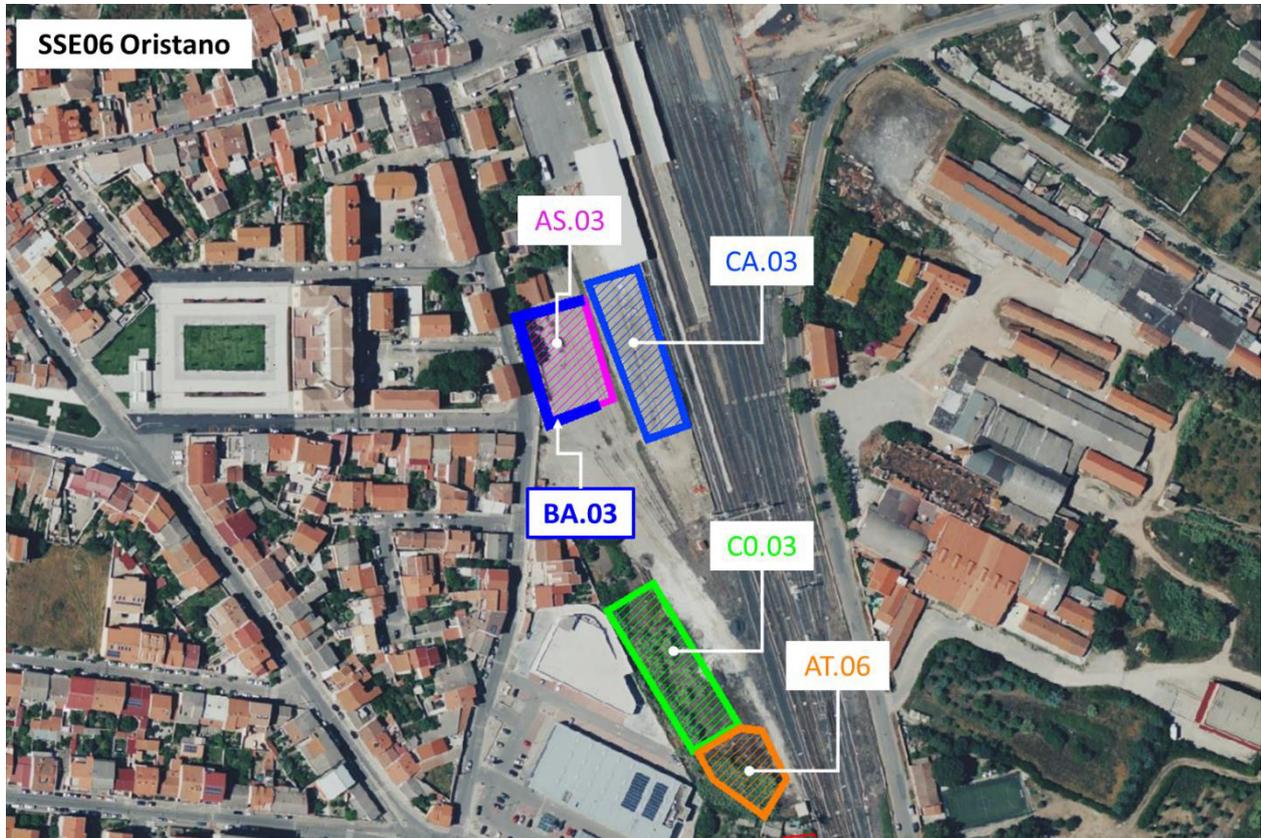


Figura 3-38 Scenario B – Localizzazione delle barriere antirumore nel Comune di Oristano

Come si evince dalla Figura 3-39 sotto riportata, l'effetto della barriera antirumore risulta essere significativo, in quanto consente di limitare notevolmente il livello di pressione sonora e di conseguenza a ridurre la distanza alla quale si raggiunge il limite acustico. Appare perciò evidente come detti interventi consentano il miglioramento del clima acustico generale e di ridurre il numero dei ricettori potenzialmente esposti a livelli acustici superiori ai valori limite considerati.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO					
	Elettrificazione Linea Cagliari - Oristano					
Progetto Ambientale della Cantierizzazione Relazione Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RR0S	00	D 69 RG	CA0000002	A	127 di 145

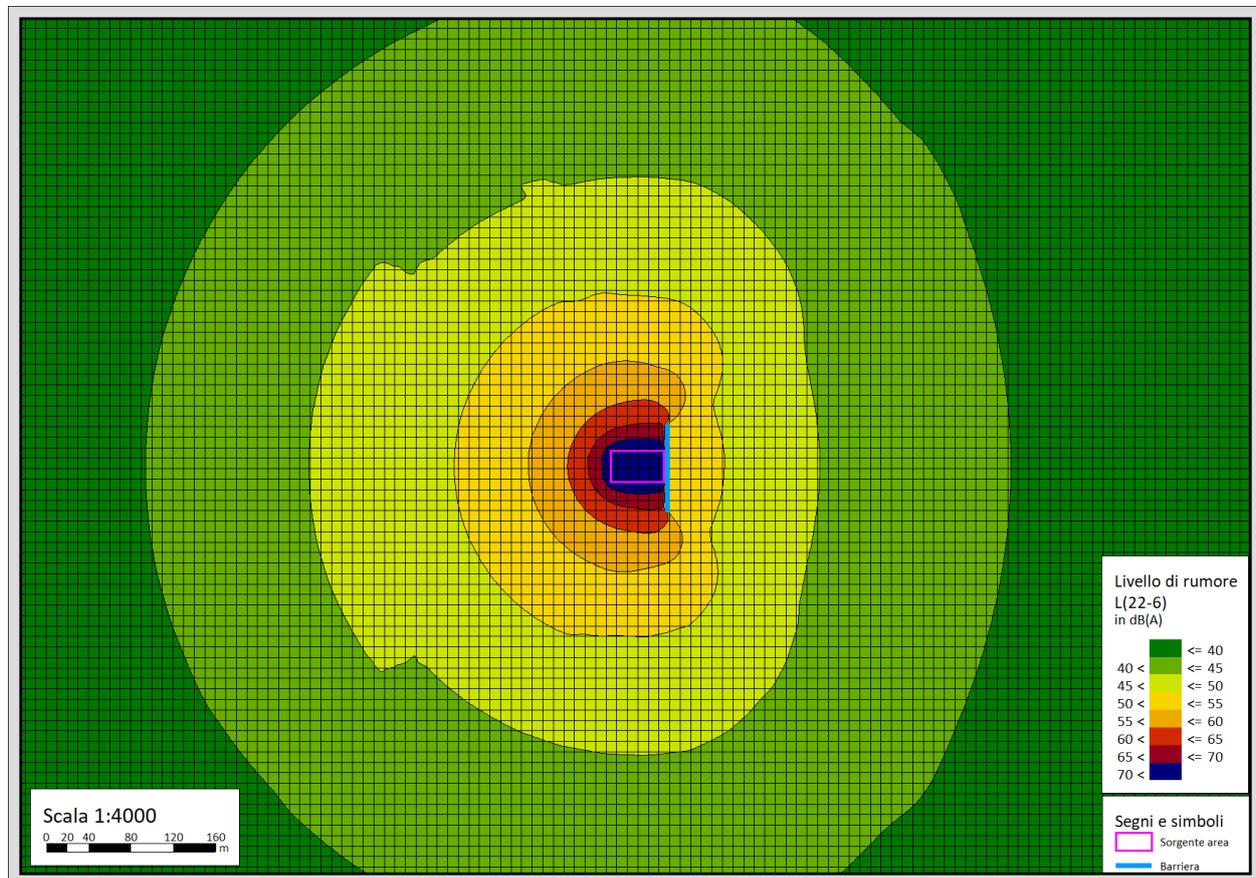


Figura 3-39 Scenario B - Output del modello di simulazione in planimetria con presenza di mitigazioni: curve di isolivello acustico in $L_{eq}(A)$ diurno – Configurazione post mitigazione

Considerazioni conclusive

L'analisi degli effetti acustici prodotti dalle attività di cantiere è in generale complessa. La molteplicità delle sorgenti, degli ambienti e delle posizioni di lavoro, unitamente alla variabilità delle macchine impiegate e delle lavorazioni effettuate dagli addetti, nonché a quella dei tempi delle diverse operazioni rendono infatti molto difficoltosa la determinazione dei livelli di pressione sonora.

In breve, le macchine utilizzate nel cantiere possono essere distinte in tre categorie: semoventi, a loro volta suddivise in mezzi di trasporto (camion, carrelli elevatori, betoniere, ecc.), macchine di movimentazione terra (escavatori, pale meccaniche, perforatrici, ecc.) e macchine per finiture (rulli, vibrofinitrici, ecc.); fisse o carrellabili (compressori, gruppi elettrogeni, betoniere, seghe circolari da banco, gru, ecc.); portatili o condotte a mano (martelli demolitori, smerigliatrici, cannelli ossiacetilenici, motoseghe, ecc.).

	PROGETTO DEFINITIVO					
	Elettrificazione Linea Cagliari - Oristano					
Progetto Ambientale della Cantierizzazione Relazione Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RR0S	00	D 69 RG	CA0000002	A	128 di 145

Nelle attività di cantiere il rumore è dovuto non solo alle macchine, ma anche a svariate lavorazioni manuali che vengono eseguite con diversi attrezzi (badili, mazze, mazzette, scalpelli, picconi, ecc.). Dall'analisi di numerosi cantieri si è osservato che nel corso di dette lavorazioni l'andamento dei livelli sonori nel tempo è privo di componenti impulsive e lo spettro in frequenza rilevato ortogonalmente alle macchine è generalmente privo di componenti tonali a partire da 5 m di distanza dalla sorgente e si presenta completamente piatto a partire da una distanza massima di 30 m dalle macchine. Con più macchine in lavorazione contemporaneamente le caratteristiche dell'emissione della singola macchina vengono a confondersi e, all'aumentare della distanza, il rumore appare come un rombo indistinto.

Le attività in corso nel cantiere cambiano con l'avanzamento dello stato dei lavori, e conseguentemente cambiano continuamente il tipo ed il numero dei macchinari impiegati contemporaneamente, generalmente in maniera non standardizzabile.

In considerazione delle ragioni sopra riportate, la metodologia di lavoro assunta ai fini della stima degli effetti acustici si è fondata sulla definizione di una serie di scenari di cantierizzazione, denominati "scenari di riferimento", la cui definizione è stata - in termini generali – operata sulla base dei seguenti criteri:

- Tipologia delle attività e delle lavorazioni previste;
- Durata e contemporaneità delle lavorazioni;
- Prossimità a tessuti o ricettori residenziali e/o sensibili;
- Classe acustica nella quale ricadono le aree di cantiere e le zone ad esse contermini.

Sulla base di tali criteri sono stati identificati i seguenti scenari di riferimento, ossia quelli ritenuti più significativi sotto il profilo acustico, e le relative attività di lavorazione:

- Scenario A:
 - Realizzazione dello scavo per le opere di fondazione dei pali TE.
- Scenario B:
 - Aree Tecniche AT.01, AT.02, AT.03, AT.04, AT.05 e AT.06 (aree funzionali alla realizzazione di singole opere, e che contengono indicativamente: parcheggi per mezzi d'opera; aree di stoccaggio dei materiali da costruzione; eventuali aree di stoccaggio delle terre da scavo; eventuali impianti di betonaggio/aree per lavorazione ferri e assemblaggio carpenterie; eventuale box servizi igienici di tipo chimico);

	PROGETTO DEFINITIVO					
	Elettrificazione Linea Cagliari - Oristano					
Progetto Ambientale della Cantierizzazione Relazione Generale	COMMESSA RR0S	LOTTO 00	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO CA0000002	REV. A	FOGLIO 129 di 145

- Area di Stoccaggio AS.01, AS.02, AS.03 (aree ripartite in aree destinate allo stoccaggio delle terre da scavo, in funzione della loro provenienza e del loro utilizzo. In tal senso, all'interno della stessa area di stoccaggio sarà prevista la formazione di cumuli tra loro separati);
- Realizzazione scavo di sbancamento;
- Getto delle fondazioni;
- Realizzazione delle strutture in elevazione.

Allo scopo di rappresentare le condizioni più gravose relativamente alle aree di cantiere fisso e lavorazioni lungo linea (fronte di avanzamento dei lavori – FAL) determinate dalle diverse sorgenti, per entrambi gli scenari è stato configurato un cantiere tipologico. Il cantiere tipo considera tutte le attività presenti all'interno dei cantieri fissi e necessarie per la realizzazione delle opere in progetto.

Con il supporto del modello previsionale di calcolo SoundPlan 8.2, sono stati determinati i livelli di rumore indotti dalle attività di cantiere sopracitate, operando in maniera quanto più realistica nel ricostruire i diversi scenari, con ipotesi adeguatamente cautelative.

Nello specifico, le ipotesi cautelative assunte nella costruzione degli scenari modellistici sono state le seguenti:

- **Considerazione dell'insieme delle lavorazioni previste**

Assunto che nella presente fase progettuale non è possibile avere una chiara definizione dell'effettiva sequenza con la quale avverranno le lavorazioni, la costruzione dei singoli scenari è stata operata considerando l'insieme di tutte quelle funzionali alla realizzazione dell'opera d'arte e/o del tratto di linea in esame.

Conseguentemente, il livello di potenza complessiva delle sorgenti risulterà essere la somma energetica del contributo di tutti i macchinari previsti per le aree di lavoro, con un valore quindi superiore rispetto a quello attribuibile alla reale lavorazione prevista per dette aree di cantiere

- **Distribuzione delle attività nel corso della giornata di lavoro**

Come evidenziato in precedenza, la cantierizzazione dell'opera in progetto è connotata dal prevedere, per alcune attività, il loro svolgimento su un turno di lavoro notturno (22 – 06) per lo scenario A, ed uno diurno (06 – 22) per lo scenario B.

Ciò premesso, in ragione dell'assenza di una precisa definizione della distribuzione delle lavorazioni nel corso della giornata di lavoro (aspetto non pertinente alla presente fase progettuale), anche in questo caso si è proceduto adottando ipotesi quanto più cautelative.

	PROGETTO DEFINITIVO					
	Elettrificazione Linea Cagliari - Oristano					
Progetto Ambientale della Cantierizzazione Relazione Generale	COMMESSA RR0S	LOTTO 00	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO CA0000002	REV. A	FOGLIO 130 di 145

- **Numero e caratteristiche dei mezzi d'opera impiegati**

Stante l'impossibilità di conoscere l'effettiva sequenza con la quale avverranno le lavorazioni e, conseguentemente del numero e delle caratteristiche tecniche dei mezzi d'opera che saranno impiegati, si è proceduto assumendo l'intero insieme dei mezzi d'opera funzionali alla realizzazione dell'opera d'arte e/o del tratto di linea considerato.

- **Tipologia di sorgenti considerate**

Lo studio modellistico condotto ha considerato per gli scenari, le attività delle aree di cantiere fisso e lungo il fronte avanzamento lavori.

- **Percentuali di impiego e di attività effettiva**

Anche la scelta delle percentuali di impiego e di attività effettiva è stata improntata a fini cautelativi.

In merito alle risultanze dello studio modellistico, relativamente allo scenario A, a valle dell'analisi delle simulazioni effettuate si è osservato che nel corso di dette lavorazioni, svolte in condizioni di prossimità / attraversamento delle aree della rete Natura 2000, si verificano superamenti dei limiti normativi.

Tuttavia, si sottolinea come l'attività relativa allo scavo per l'installazione dei pali TE prevede una durata di circa un'ora per ogni singolo scavo, periodo temporale oltre il quale le attività lavorative, ed i relativi effetti acustici, si spostano presso la postazione di scavo del successivo palo. Di conseguenza i potenziali superamenti dovuti al periodo di attività di scavo effettuata con escavatore con nastro di carico sono limitati da un punto di vista temporale ad una sola ora nel periodo notturno. Pertanto, non si è ritenuto opportuno prevedere l'adozione di barriere antirumore per l'attività di scavo dei pali TE.

Relativamente allo scenario di simulazione B, pur a fronte delle ipotesi adeguatamente cautelative assunte nello scenario modellato (numero dei macchinari all'interno del cantiere e rispettiva percentuale di impiego; terreno pianeggiante e privo di alcun tipo di schermatura naturale e/o artificiale tra la sorgente e il ricettore) dai risultati delle simulazioni si è evinto come fosse necessario ricorrere ad interventi di mitigazione specifici, quali barriere antirumore.

Si è quindi proceduto con l'inserimento di barriere antirumore di tipo mobile con un'altezza di 5 metri, disposte in corrispondenza dei margini delle aree di lavoro che presentano delle criticità, disposte lungo le aree di lavoro per la realizzazione delle sottostazioni elettriche SSE02 e SSE05, e dell'area di stoccaggio AS.03, per un totale di 460 metri.

	PROGETTO DEFINITIVO					
	Elettrificazione Linea Cagliari - Oristano					
Progetto Ambientale della Cantierizzazione Relazione Generale	COMMESSA RR0S	LOTTO 00	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO CA0000002	REV. A	FOGLIO 131 di 145

L'effetto della barriera antirumore risulta essere significativo, in quanto consente di limitare notevolmente il livello di pressione sonora e di conseguenza a ridurre la distanza alla quale si raggiunge il limite acustico. Appare perciò evidente come detti interventi consentano il miglioramento del clima acustico generale e di ridurre il numero dei ricettori potenzialmente esposti a livelli acustici superiori ai valori limite considerati.

Posto che le risultanze degli studi modellistici condotti sono ampiamente condizionati dalle ipotesi cautelative assunte sia con riferimento alla definizione dei dati di input che rispetto alla stima dei livelli acustici attesi, è possibile ad ogni buon conto affermare che la previsione di barriere antirumore, di tipo fisso, consente di ridurre considerevolmente i livelli acustici presso tutti i ricettori potenzialmente interferiti dai valori di immissione acustica generati dalle attività in progetto.

Rispetto a tale generalizzata situazione, le stime condotte hanno evidenziato alcune situazioni di possibile superamento dei limiti di immissione assunti. Di conseguenza dopo aver messo in atto tutti i provvedimenti possibili, costituiti dalle barriere e dagli altri accorgimenti riportati nel successivo paragrafo, qualora non risulti possibile ridurre il livello di rumore al di sotto della soglia prevista, l'Appaltatore potrà richiedere ai Comuni in esame, una deroga ai valori limite dettati dal D.P.C.M. 14 dicembre 1997 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore".

Il valore del livello di rumore da definire nella richiesta di deroga dovrà essere stabilito dall'Appaltatore a seguito di ulteriori approfondimenti in fase esecutiva, in funzione delle caratteristiche dei propri macchinari, delle modalità di lavoro, del programma lavori e dell'effettiva organizzazione interna dei cantieri.

3.3.3 Misure di prevenzione e mitigazione

Barriere antirumore in corrispondenza dei ricettori prossimi alle aree di cantiere

In relazione alle considerazioni cautelative effettuate vi è la necessità di installare barriere antirumore. Infatti, a seguito della modellazione e simulazione acustica dei due scenari di riferimento, i livelli di pressione non sono risultati entro i limiti previsti.

Di seguito si riportano le tabelle riepilogative degli interventi di mitigazione acustica adottati.

	PROGETTO DEFINITIVO					
	Elettrificazione Linea Cagliari - Oristano					
Progetto Ambientale della Cantierizzazione Relazione Generale	COMMESSA RR0S	LOTTO 00	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO CA0000002	REV. A	FOGLIO 132 di 145

Tabella 3-35 Caratteristiche dimensionali delle barriere antirumore fisse

<i>Codice Barriera</i>	<i>SSE</i>	<i>Area di Cantiere/Lavoro</i>	<i>Lunghezza Barriera [m]</i>	<i>Altezza Barriera [m]</i>
BA.01	SSE02 Decimomannu	AS.01	130	5
BA.02	SSE05 Marrubiu	SSE05/AT.05	220	5
BA.03	SSE06 Oristano	AS.03	110	5

Procedure operative

Durante le fasi di realizzazione delle opere verranno applicate generiche procedure operative per il contenimento dell'impatto acustico generato dalle attività di cantiere. In particolare, verranno adottate misure che riguardano l'organizzazione del lavoro e del cantiere, verrà curata la scelta delle macchine e delle attrezzature e verranno previste opportune procedure di manutenzione dei mezzi e delle attrezzature.

Dovranno essere previste misure di contenimento dell'impatto acustico da adottare nelle situazioni operative più comuni, misure che riguardano in particolar modo l'organizzazione del lavoro nel cantiere e l'analisi dei comportamenti delle maestranze per evitare rumori inutili. In particolare, è necessario garantire, in fase di programmazione delle attività di cantiere, che operino macchinari ed impianti di minima rumorosità intrinseca.

Successivamente, ad attività avviate, sarà importante effettuare una verifica puntuale sui ricettori più vicini mediante monitoraggio, al fine di identificare le eventuali criticità residue e di conseguenza individuare le tecniche di mitigazione più idonee.

La riduzione delle emissioni direttamente sulla fonte di rumore può essere ottenuta tramite una corretta scelta delle macchine e delle attrezzature, con opportune procedure di manutenzione dei mezzi e delle attrezzature e, infine, intervenendo quando possibile sulle modalità operazionali e di predisposizione del cantiere.

In tale ottica gli interventi attivi sui macchinari e le attrezzature possono essere sintetizzati come di seguito:

- scelta delle macchine, delle attrezzature e miglioramenti prestazionali;
- selezione di macchine ed attrezzature omologate in conformità alle direttive della Comunità Europea ed ai successivi recepimenti nazionali;
- impiego di macchine movimento terra ed operatrici gommate piuttosto che cingolate;
- installazione, se già non previsti ed in particolare sulle macchine di una certa potenza, di silenziatori sugli scarichi;

	PROGETTO DEFINITIVO					
	Elettrificazione Linea Cagliari - Oristano					
Progetto Ambientale della Cantierizzazione Relazione Generale	COMMESSA RR0S	LOTTO 00	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO CA0000002	REV. A	FOGLIO 133 di 145

- utilizzo di impianti fissi schermati;
- utilizzo di gruppi elettrogeni e compressori di recente fabbricazione insonorizzati.

In particolare, i macchinari e le attrezzature utilizzate in fase di cantiere saranno silenziate secondo le migliori tecnologie per minimizzare le emissioni sonore in conformità al DM 01/04/04 "Linee guida per l'utilizzo dei sistemi innovativi nelle valutazioni di impatto ambientale": il rispetto di quanto previsto dal D.M. 01/04/94 è prescrizione operativa a carico dell'Appaltatore.

Le principali azioni di manutenzione dei mezzi e delle attrezzature volte al contenimento del rumore sono:

- eliminazione degli attriti attraverso operazioni di lubrificazione;
- sostituzione dei pezzi usurati e che lasciano giochi;
- controllo e serraggio delle giunzioni;
- bilanciatura delle parti rotanti delle apparecchiature per evitare vibrazioni eccessive;
- verifica della tenuta dei pannelli di chiusura dei motori;
- svolgimento di manutenzione alle sedi stradali interne alle aree di cantiere e sulle piste esterne, mantenendo la superficie stradale livellata per evitare la formazione di buche.

Fondamentale risulta, anche, una corretta definizione del lay-out del cantiere; a tal proposito le principali modalità in termini operazionali e di predisposizione del cantiere risultano essere:

- orientamento degli impianti che hanno una emissione direzionale in posizione di minima interferenza;
- localizzazione degli impianti fissi più rumorosi alla massima distanza dai ricettori più vicini;
- imposizione di direttive agli operatori tali da evitare comportamenti inutilmente rumorosi (evitare di far cadere da altezze eccessive i materiali o di trascinarli quando possono essere sollevati...).

Deroga

In fase di costruzione, dopo avere messo in atto tutti i provvedimenti possibili, costituiti dalle barriere e dagli altri accorgimenti riportati nel precedente paragrafo, qualora non risulti possibile ridurre il livello di rumore al di sotto della soglia prevista, l'Appaltatore potrà richiedere al Comune una deroga ai valori limite dettati dal D.P.C.M. 14 dicembre 1997 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore".

	PROGETTO DEFINITIVO					
	Elettrificazione Linea Cagliari - Oristano					
Progetto Ambientale della Cantierizzazione Relazione Generale	COMMESSA RR0S	LOTTO 00	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO CA0000002	REV. A	FOGLIO 134 di 145

Il valore del livello di rumore da indicare nella richiesta di deroga dovrà essere stimato dall'Appaltatore a seguito di ulteriori approfondimenti da eseguire in fase esecutiva, in funzione delle caratteristiche dei propri macchinari, delle modalità di lavoro, del programma lavori e dell'effettiva organizzazione interna dei cantieri.

3.4 RIFIUTI E MATERIALI DI RISULTA

3.4.1 Stima dei materiali prodotti

La realizzazione delle opere previste determina la produzione complessiva di circa 60.405 m³ (in banco), così articolati (cfr. Tabella 3-36).

Tabella 3-36 Produzioni: Quadro riepilogativo [m³ in banco]

<i>Materiali</i>	<i>OCC</i>
Terre da scavo	58.867
Demolizioni	1.538
TOTALI	60.405

In riferimento alle modalità realizzative adottate ed alla natura dei materiali movimentati, nel rispetto dei principi generali di tutela ambientale, la gestione dei materiali di risulta dell'appalto avverrà nel regime rifiuti (ai sensi della Parte IV D.Lgs. 152/06 e s.m.i.), privilegiando ove possibile il conferimento presso siti esterni autorizzati al recupero e, secondariamente, prevedendo lo smaltimento finale in discarica autorizzata.

In sintesi, i materiali di risulta che verranno prodotti nell'ambito delle lavorazioni del progetto in esame si possono suddividere sostanzialmente nelle seguenti tipologie:

- materiali di scavo (previsti circa 58.867 mc) ai quali potrebbe essere attribuito il codice CER 17.05.04 "terra e rocce, diverse da quelle di cui alla voce 17.05.03" o il codice CER 17.05.03* "terra e rocce, da scavo contenenti sostanze pericolose"
- materiali da demolizione (previsti circa 1.538 mc) ai quali potrebbe essere attribuito il codice CER 17.09.04 "rifiuti dell'attività di costruzione e demolizione, diversi da quelli di cui alle voci 170901, 170902 e 170903";

	PROGETTO DEFINITIVO					
	Elettrificazione Linea Cagliari - Oristano					
Progetto Ambientale della Cantierizzazione Relazione Generale	COMMESSA RR0S	LOTTO 00	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO CA0000002	REV. A	FOGLIO 135 di 145

3.4.2 Classificazione dei materiali di risulta prodotti

Nel corso dell'attività progettuale sono state condotte attività di caratterizzazione dei terreni/materiali di riporto mediante campionamento e successive analisi di laboratorio, finalizzate a determinare lo stato qualitativo dei materiali che verranno movimentati in fase di esecuzione lavori e a definire la corretta modalità di gestione degli stessi.

Le indagini si sono svolte mediante il prelievo e le successive analisi di laboratorio di campioni di terreni/materiali prelevati all'interno delle aree oggetto di intervento, in corrispondenza dei tratti interessati dalla movimentazione dei materiali; in particolare sono state eseguite le seguenti analisi:

- Caratterizzazione e omologa, su terreni, materiali da rilevato ferroviario e ballast, al fine della determinazione della pericolosità, della classificazione ed attribuzione del corretto codice CER, secondo gli allegati D, e I del D. Lgs. 152/06 e s.m.i., dei materiali che verranno movimentati, nel caso in cui si ritenga opportuno o si debba gestirli nel campo dei rifiuti;
- Esecuzione del test di cessione, su terreni, materiali da rilevato ferroviario e ballast, al fine di determinare la possibilità del recupero ai sensi dell'Allegato 3 del D.M. 05/02/98 e s.m.i. o il corretto smaltimento ai sensi del DLgs 121/2020.

Nella seguente Tabella 3-37 sono ricapitolati il numero e le tipologie di indagini condotte. L'ubicazione dei punti è riportata in Figura 3-40.

Tabella 3-37 Riepilogo dei campioni di terreno prelevati

PUNTO SONDAGGIO	ACCETTAZIONE	DESCRIZIONE CAMPIONE
S26	2149314-013	Rifiuti TQ TC Ammissibilità (Art.5,6,tab3+Tab2,5,6,DM186)
S23	2149314-014	Rifiuti TQ TC Ammissibilità (Art.5,6,tab3+Tab2,5,6,DM186)
C3	2149314-015	Rifiuti TQ TC Ammissibilità (Art.5,6,tab3+Tab2,5,6,DM186)
C4	2149314-016	Rifiuti TQ TC Ammissibilità (Art.5,6,tab3+Tab2,5,6,DM186)
S25	2149314-017	Rifiuti TQ TC Ammissibilità (Art.5,6,tab3+Tab2,5,6,DM186)
S27	2149314-018	Rifiuti TQ TC Ammissibilità (Art.5,6,tab3+Tab2,5,6,DM186)

	PROGETTO DEFINITIVO					
	Elettrificazione Linea Cagliari - Oristano					
Progetto Ambientale della Cantierizzazione Relazione Generale	COMMESSA RR0S	LOTTO 00	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO CA0000002	REV. A	FOGLIO 136 di 145

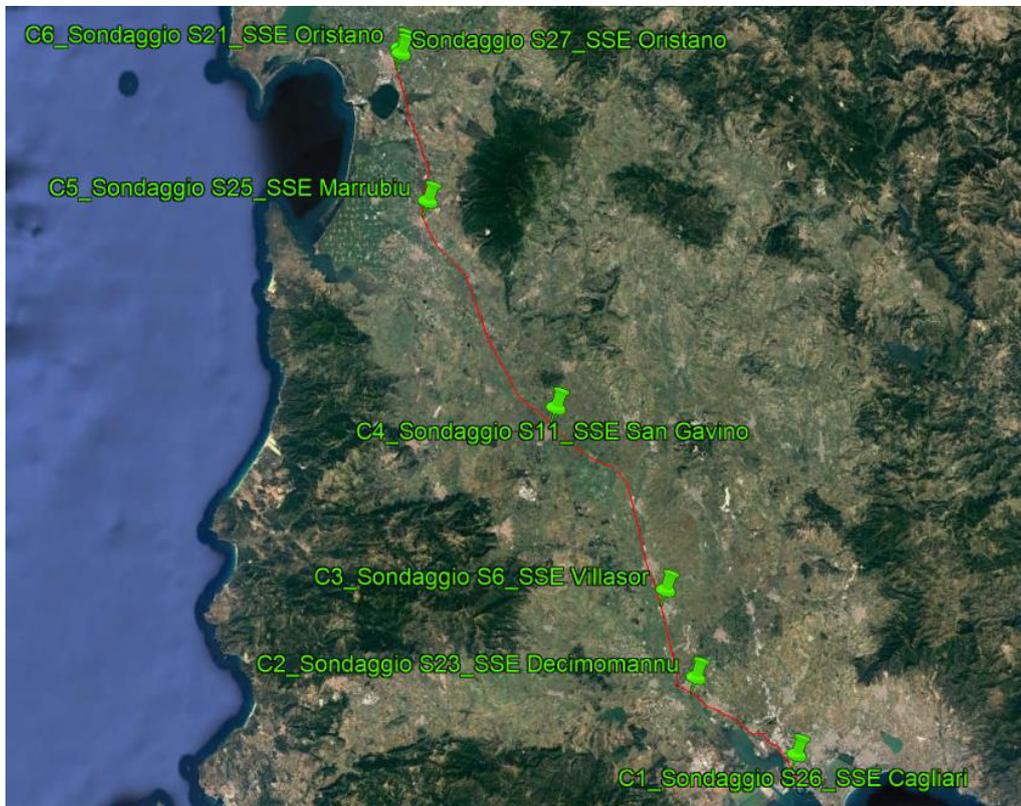


Figura 3-40 Ubicazione dei punti d'indagine

Per quanto attiene ai risultati delle analisi sui terreni, rimandando a quanto più diffusamente riportato nel documento "Piano di gestione dei materiali di risulta" (RR0S00D69RGTA0000001B), nella presente sede ci si limita a ricordare che per quanto concerne il confronto con i livelli di Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC) di cui alla Tabella 1, Allegato 5, Titolo V, Parte IV del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i., non si registrano superamenti dei limiti di Colonna B (siti ad uso commerciale e industriale) Tabella 1 Allegato 5 Titolo V Parte IV del D.Lgs.152/06.

Sono invece stati registrati n. 2 superamenti dei limiti riportati nel D.Lgs. n.121 del 03/09/2020 All.3 Tab 1A - All.4 Par.1 Tab.2 + Tab.3 + Tab.4 (siti a destinazione d'uso verde pubblico, privato e residenziale). In particolare, su un totale di n.6 campioni sono stati registrati superamenti per i parametri:

- **Cadmio TC** (limite di legge 0,004 mg/l), superamento registrato in un campione
- **Solfato TC** (limite di legge 100 mg/l), superamento registrato in un campione

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO					
	Elettrificazione Linea Cagliari - Oristano					
Progetto Ambientale della Cantierizzazione Relazione Generale	COMMESSA RR0S	LOTTO 00	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO CA0000002	REV. A	FOGLIO 137 di 145

Tabella 3-38 Elenco superamenti registrati relativi alla Tab.1° del D.Lgs. n.121/2020

Analita		Cadmio TC	Solfato TC
u.d.m.		mg/l	mg/l
Codice Campione	D.Lgs. n°121 del 03/09/2020 GU 14 settembre 2020 n°228 - All.3 Tab 1A - All.4 Par.1 Tab. 2 + Tab. 3 + Tab. 4	0,004	100
2149314-014	Rifiuto costituito da terre e rocce da scavo "Sondaggio S23 da 0 m a -3 m" - SSE Decimomannu - PD Elettificazione Cagliari-Oristano		124
2149314-017	Rifiuto costituito da terre e rocce da scavo "Sondaggio S25 da 0 m a -3 m" - SSE Marrubiu - PD Elettificazione Cagliari-Oristano	0,032	

Per quanto concerne gli esiti delle analisi effettuate sul tal quale e sull'eluato del test di cessione, allo stato attuale ed in considerazione dei risultati ottenuti nella presente fase progettuale, si può ipotizzare di gestire i materiali di risulta degli scavi come rifiuti con codice CER 17 05 04, per i quali si possono prevedere tre diverse modalità di gestione (Impianto di recupero; Discarica per rifiuti inerti; Discarica per rifiuti non pericolosi) a seconda dei risultati delle analisi di caratterizzazione (sul tal quale e sull'eluato da test di cessione) che l'Appaltatore dovrà eseguire in fase di realizzazione dell'opera per la corretta scelta degli impianti di destinazione finale.

3.4.3 Modalità di gestione dei materiali di risulta prodotti

In linea con i principi ambientali, i materiali di risulta in esubero, come detto gestiti in regime di rifiuto ai sensi della Parte quarta DLgs 152/2006 e smi, saranno conferiti, in linea prioritaria, ad impianti di recupero e, solo secondariamente, presso discariche autorizzate.

In tal senso, sulla scorta delle caratterizzazioni eseguite in fase progettuale, sono state ipotizzate le seguenti percentuali di gestione:

- per quanto riguarda lo smaltimento/recupero delle terre e rocce derivanti dagli scavi (CER 17.05.04) sono state ipotizzate, in funzione della tipologia di scavo previste, le seguenti destinazioni:
 - Impianto di recupero: 70%;
 - Discarica per inerti: 20%
 - Discarica per rifiuti non pericolosi: 10%

	PROGETTO DEFINITIVO					
	Elettrificazione Linea Cagliari - Oristano					
Progetto Ambientale della Cantierizzazione Relazione Generale	COMMESSA RR0S	LOTTO 00	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO CA0000002	REV. A	FOGLIO 138 di 145

- per quanto riguarda lo smaltimento/recupero del materiale da demolizione (CER 17.09.04), si ipotizzano le seguenti destinazioni:
 - Impianto di recupero: 70%
 - Discarica per inerti: 30%

Le destinazioni ipotizzate sopra potranno essere confermate solo dai risultati delle analisi di caratterizzazione (sul tal quale e sull'eluato da test di cessione) che l'Appaltatore dovrà eseguire nella fase di realizzazione dell'opera, per individuare la corretta modalità di gestione dei materiali di risulta ai sensi della normativa ambientale vigente, sulla base di quanto specificato nel seguente paragrafo.

3.5 MATERIE PRIME

3.5.1 Stima dei fabbisogni

La realizzazione delle opere previste necessita di un fabbisogno complessivo di 22.085 m³ di materiali terrigeni.

3.5.2 Gestione dei materiali di fornitura

Premesso che il periodo di deposito in cantiere del materiale di fornitura sarà limitato nel tempo, ovvero che lo stesso sarà impiegato nell'immediato, è comunque previsto l'impiego di un telo di protezione del terreno.

3.5.3 Aree estrattive

Gli impianti nel dettaglio descritti nel documento "Siti di approvvigionamento e smaltimento" (RR0S00D69RGCA0000001) sono stati selezionati in ragione dell'adeguatezza dei materiali estratti alle caratteristiche richieste dal progetto, della distanza intercorrente con l'area di intervento, nonché del termine di validità dei titoli autorizzativi, commisurato alla data di possibile cantierizzazione dell'opera in progetto.

Sarà comunque onere dell'Appaltatore qualificare, in fase di esecuzione, gli impianti di approvvigionamento, verificandone disponibilità ed attività, integrando eventualmente l'elenco di cui sotto.

	PROGETTO DEFINITIVO					
	Elettrificazione Linea Cagliari - Oristano					
Progetto Ambientale della Cantierizzazione Relazione Generale	COMMESSA RR0S	LOTTO 00	CODIFICA D 69 RG	DOCUMENTO CA0000002	REV. A	FOGLIO 139 di 145

La seguente Tabella 3-39 riporta l'elenco delle cave attive individuate in prossimità delle aree di intervento.

Tabella 3-39: Siti di approvvigionamento inerti

COD.	SOCIETÀ	LOCALITÀ	COMUNE	PROV.	LITOLOGIA	RISERVA in ANNI al 2022	SCADENZA	DIST. (KM)
C1	S.A.R.I.N. sas - "Cava Pintixedda Canali Trottu"	-	Gonnesa	SS	Sabbia	9	-	44
C2	Mura G. e Peluzzi C. Snc - "Cava S'Arenarzu"	-	Ghilarza	OR	Depositi alluvionali	9	-	25

3.5.4 Valutazione degli aspetti ambientali legati al cantiere

Come si evince dai quantitativi riportati al precedente paragrafo, a fronte delle modalità di gestione dei materiali di risulta prodotti, il fabbisogno di materiali terrigeni, pari a 22.085 m³, sarà approvvigionato da siti estrattivi.

Per quanto, invece, concerne l'offerta di siti estrattivi, la ricognizione condotta e documentata nel citato elaborato "Siti approvvigionamento e smaltimento" ha condotto alla preliminare individuazione di una serie di possibili siti di approvvigionamento posti entro un raggio massimo di distanza dall'area di interventi di 44 chilometri, nonché – come ovvio – coerenti sotto il profilo delle tipologie di materiali estratti.

Considerata l'entità dei quantitativi necessari alla realizzazione dell'opera in progetto, nonché la verificata esistenza di offerta pianificata/autorizzata di siti estrattivi, l'effetto concernente l'uso di materie prime può essere ritenuto trascurabile (Livello di significatività S1).

3.6 ASPETTI AMBIENTALI SIGNIFICATIVI

Si riportano nella tabella che segue, a scopo di riepilogativo, i risultati della fase di valutazione di significatività degli aspetti ambientali.

LIVELLI SIGNIFICATIVITÀ EFFETTI	Pianificazione e tutela ambientale Popolazione e salute umana		Risorse naturali				Emissione e produzione				Risorse antropiche e paesaggio		
	1	2	Suolo	Acque superficiali e sotterranee	Biodiversità	Materie prime	Clima acustico	Vibrazioni	Aria e clima	Rifiuti e materiali di risulta	Patrimonio culturale e beni materiali	Territorio e Patrimonio agroalimentare	Paesaggio
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	13	14
S1						•	•		•	•			
S2													
S3													
S4													
S5													
Legenda	Temi di approfondimento specifico												
S1	Trascurabile												
S2	Scarsamente significativo												
S3	Mediamente significativo												
S4	Significativo												
S5	Altamente significativo												



PROGETTO DEFINITIVO

Elettrificazione Linea Cagliari - Oristano

**Aspetti ambientali della cantierizzazione
Relazione Generale**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RR0S	00	D 69 RG	CA0000002	A	141 di 145

ALLEGATI



PROGETTO DEFINITIVO

Elettificazione Linea Cagliari - Oristano

**Aspetti ambientali della cantierizzazione
Relazione Generale**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RR0S	00	D 69 RG	CA0000002	A	142 di 145

ALLEGATO A

INDICE

SEZIONE I	2
<i>I.1 SCOPO</i>	2
I.1.1 Quando si applica	2
I.1.2 Chi è interessato	2
<i>I.2 CAMPO DI APPLICAZIONE</i>	2
<i>I.3 RIFERIMENTI</i>	2
I.3.1 Documenti Referenziati	2
I.3.2 Documenti correlati	2
I.3.3 Documenti superati	2
<i>I.4 ACRONIMI</i>	2
IL SEZIONE II - PRESCRIZIONI NORMATIVE	3
<i>II. 1 LEGGI E NORMATIVE COGENTI</i>	3
II.1.1 Norme Generali	3
II.1.2 Norme di settore	5
II.1.3 Circolari/norme tecniche	9

SEZIONE I

I.1 SCOPO

Il presente documento contiene l'elenco delle principali norme ambientali di riferimento, nonché ulteriori riferimenti correlati alle tematiche specifiche in campo ambientale.
Tale quadro di adempimenti, riportato nel seguito, è rappresentato a titolo indicativo e non esaustivo.

I.1.1 Quando si applica

Questo documento si applica ogni qualvolta si debba redigere uno studio o progetto ambientale/ archeologico; esso costituisce l'elenco dei riferimenti normativi dal quale estrarre quelli da prendere a riferimento per ogni singolo progetto/studio. Per specifiche esigenze è possibile che i riferimenti normativi elencati debbano essere integrati con ulteriori norme non contenute nel presente documento.

Questo documento costituisce parte integrante del presidio normativo di cui al Manuale di Progettazione di Italfer (Rif. [2]) ed è compilato nel rispetto della Specifica Tecnica per i documenti aventi la funzione sopra citata (Rif. [1]). Esso deve sempre essere applicato unitamente agli omologhi documenti emessi dalle altre U.O.della Direzione Tecnica, costituenti il presidio normativo di cui al Manuale di Progettazione.

I.1.2 Chi è interessato

Questo documento costituisce un riferimento per tutti coloro che operano nell'ambito definito al paragrafo 1.2.

I.2 CAMPO DI APPLICAZIONE

Studi e Progetti ambientali ed archeologici di opere infrastrutturali.

I.3 RIFERIMENTI

I.3.1 Documenti Referenziati

Per i documenti referenziati è necessario riportare sia la data che la revisione in quanto le informazioni, a partire dalle quali il presente documento è stato sviluppato, potrebbero variare nelle revisioni successive.

Rif. [1] Italfer, documento n° PPA.0000969, intitolato "Modalità di compilazione dei documenti che compongono il presidio normativo", datato 09/03/2010.

I.3.2 Documenti correlati

I documenti correlati sono documenti la cui lettura è consigliata per allargare la conoscenza dell'ambito nel quale il presente documento si inquadra.

Non si riporta la revisione e la data in quanto si fa riferimento all'ultima revisione del documento citato.

Rif. [2] Italfer, documento n° PRO.0000689, intitolato "Manuale di Progettazione".

I.3.3 Documenti superati

Il presente documento modifica il documento intitolato "Quadro Normativo per la Progettazione Ambientale e l'Archeologia delle opere infrastrutturali" emesso in revisione A il 20/10/2010 per tenere conto degli aggiornamenti normativi sopraggiunti in tema di Ambiente e Archeologia.

I.4 ACRONIMI

RFI: Rete Ferroviaria Italiana

UO: Unità Organizzativa

II SEZIONE II - PRESCRIZIONI NORMATIVE

Si evidenzia la necessità di integrare il quadro normativo generale di seguito riportato con eventuali prescrizioni locali emanate da Autorità Competenti in relazione ad esempio agli aspetti ambientali Acque, Terre e Rifiuti, Materie Prime, Programmazione - Pianificazione Territoriale - Aree Protette - VIA e VAS, Rumore, come peraltro indicato nelle note riportate negli appositi paragrafi.

II. 1 LEGGI E NORMATIVE COGENTI

II.1.1 Norme Generali

Ente Originatore	Tipologia	Numero della Norma	Titolo	Data
Governo	Decreto legislativo	42	Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio	2004
Governo	Decreto legislativo	163	Codice dei Contratti Pubblici	2006
Governo	DPR	207	Regolamento di esecuzione del Codice dei contratti pubblici	5/10/2010
Governo	Decreto legislativo	152	Norme in materia Ambientale	03/04//2006
Governo	LEGGE	98	Conversione, con modificazioni, del decreto-legge 21 giugno 2013, n. 69 Disposizioni urgenti per il rilancio dell'economia	9/08/2013
Governo	Legge	164	"Conversione in legge, con modificazioni, del Decreto Legge 12 settembre 2014, n. 133 (c.d. Decreto Sblocca Italia) - "Misure urgenti per l'apertura dei cantieri, la realizzazione delle opere pubbliche, la digitalizzazione del Paese, la	11/11/ 2014

Ente Originatore	Tipologia	Numero della Norma	Titolo	Data
			semplificazione burocratica, l'emergenza del dissesto idrogeologico e per la ripresa delle attività produttive"	
Governo	Legge	116	"Conversione in legge, con modificazioni, del Decreto Legge 24 giugno 2014, n. 91, recante disposizioni urgenti per il settore agricolo, la tutela ambientale e l'efficientamento energetico dell'edilizia scolastica e universitaria, il rilancio e lo sviluppo delle imprese, il contenimento dei costi gravanti sulle tariffe elettriche, nonché per la definizione immediata di adempimenti derivanti dalla normativa europea"	11/08/2014
Governo	Decreto del Ministero dell'Ambiente	120	Regolamento per la definizione delle attribuzioni e delle modalità di organizzazione dell'Albo nazionale dei gestori ambientali, dei requisiti tecnici e finanziari delle imprese e dei responsabili tecnici, dei termini e delle modalità di iscrizione e dei relativi diritti annuali	3/06/2014
Governo	Legge	106	Conversione, con modificazioni, del decreto-legge 31 maggio 2014, n. 83 "Disposizioni urgenti per la tutela del patrimonio culturale, lo sviluppo della cultura e il rilancio del turismo" (c.d. Decreto cultura)	29/07/2014
Governo	Legge	15	Conversione, con modificazioni, del decreto-legge 31 dicembre 2013, n. 150 Proroga di termini previsti da disposizioni legislative (c.d. mille proroghe)	27/02/2014
Governo	Legge	98	"Conversione in legge, con modificazioni, del Decreto Legge 21 giugno 2013, n. 69 (c.d. Del Fare), recante disposizioni urgenti per il rilancio dell'economia"	9/08/2013
Governo	Legge	71	"Conversione in legge, con modificazioni, del Decreto Legge 26 aprile 2013, n. 43 recante disposizioni urgenti per il rilancio dell'area industriale di Piombino, di contrasto ad emergenze ambientali, in favore delle zone terremotate del maggio 2012 e per accelerare la ricostruzione in Abruzzo e la realizzazione degli interventi per Expo 2015. Trasferimento di funzioni in materia di turismo e disposizioni sulla composizione del CIPE"	24/06/2013
Governo	Decreto del Ministero dell'Ambiente	-	Disciplina delle modalità di applicazione a regime del SISTRI del trasporto intermodale nonché specificazione delle categorie di soggetti obbligati ad aderire, ex articolo 188-ter, comma 1 e 3 del decreto legislativo n. 152 del 2006.	24/04/2014
Governo	Decreto del Ministero dell'Ambiente	22	"Regolamento recante disciplina della cessazione della qualifica di rifiuto di determinate tipologie di combustibili solidi secondari (CSS), ai sensi dell'articolo 184 -ter, comma 2, del decreto	14/02/2013

Ente Originatore	Tipologia	Numero della Norma	Titolo	Data
			legislativo 3 aprile 2006, n. 152, e successive modificazioni"	
Governo	Decreto del Ministero dell'Ambiente	-	Approvazione dell'elenco dei siti che non soddisfano i requisiti di cui ai commi 2 e 2-bis dell'art. 252 del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 e che non sono più ricompresi tra i siti di bonifica di interesse nazionale.	11/01/2013
Governo	Decreto del Ministero dell'Ambiente	141	Regolamento recante modifiche ed integrazioni al decreto del Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare 18 febbraio 2011, n. 52, avente ad oggetto «Regolamento recante istituzione del sistema di controllo della tracciabilità dei rifiuti, ai sensi dell'articolo 189, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, e successive modifiche e integrazioni, e dell'articolo 14-bis del decreto-legge 1° luglio 2009, n. 78, convertito, con modificazioni, dalla legge 3 agosto 2009, n. 102».	25/05/2012
Governo	Legge	35	"Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 9 febbraio 2012, n. 5, recante disposizioni urgenti in materia di semplificazione e di sviluppo" (cd. "Semplificazioni")	4/04/2012
Governo	Legge	28	"Conversione, con modificazioni, del D.L. 25 gennaio 2012, n. 2, recante Misure straordinarie e urgenti in materia di ambiente"	24/03/2012
Governo	Decreto del Ministero dell'Ambiente	219	Regolamento recante modifiche e integrazioni al decreto del 18 febbraio 2011, n. 52, concernente il regolamento di istituzione del sistema di controllo della tracciabilità dei rifiuti (SISTRi)	10/11/2011
Governo	Decreto del Ministero dell'Ambiente	52	Regolamento recante istituzione del sistema di controllo della tracciabilità dei rifiuti, ai sensi dell'articolo 189 del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 e dell'articolo 14-bis del decreto-legge 1° luglio 2009, n. 78, convertito, con modificazioni, dalla legge 3 agosto 2009, n. 102	18/02/2011
Governo	Decreto legislativo	205	"Disposizioni di attuazione della direttiva 2008/98/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 19 novembre 2008 relativa ai rifiuti e che abroga alcune direttive"	3/12/2010

II.1.2 Norme di settore

Ente Originatore	Tipologia	Numero della Norma	disciplina	Titolo	Data
Governo	Decreto Ministero Ambiente	161	Gestione terre e rocce da scavo	Regolamento recante la disciplina dell'utilizzo delle terre e rocce da scavo	10/08/2012

Ente Originatore	Tipologia	Numero della Norma	disciplina	Titolo	Data
Governo	DPCM	-	Paesaggio	Individuazione della documentazione necessaria alla verifica della compatibilità paesaggistica degli interventi proposti, ai sensi dell'articolo 146, comma 3, del Codice dei beni culturali e del paesaggio di cui al decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42	12/12/2005
Governo	DPR	139	Paesaggio	Regolamento recante procedimento semplificato di autorizzazione paesaggistica per gli interventi di lieve entità, a norma dell'articolo 146, comma 9, del decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42, e successive modificazioni.	09/07/2010
Governo	Decreto Ministeriale	-	Rifiuti	Criteri di ammissibilità dei rifiuti in discarica	27/09/2010
Governo	Decreto Ministeriale	186	Rifiuti	Regolamento recante modifiche al decreto ministeriale 5 febbraio 1998 «Individuazione dei rifiuti non pericolosi sottoposti alle procedure semplificate di recupero, ai sensi degli articoli 31 e 33 del decreto legislativo 5 febbraio 1997, n. 22	05/04/2006

Ente Originatore	Tipologia	Numero della Norma	disciplina	Titolo	Data
Governo	Legge	447	Rumore	Legge quadro sull'inquinamento acustico	1995
Governo	Decreto del presidente della repubblica	459	Rumore	Regolamento recante norme di esecuzione dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447, in materia di inquinamento acustico derivante da traffico ferroviario	1998
Governo	Decreto Ministeriale	-	Rumore	Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore	29/11/2000
Governo	DPCM	-	Rumore	Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore	14/11/97
Governo	Decreto Ministeriale		Rumore	Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico	16/3/98
Governo	Decreto Legislativo	152	Archeologia	Ulteriori disposizioni correttive e integrative del decreto legislativo 12 aprile 2006, n. 163, recante il Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture, a norma dell'articolo 25, comma 3, della legge 18 aprile 2005, n. 62.	11/09/2008

Ente Originatore	Tipologia	Numero della Norma	disciplina	Titolo	Data
Governo	Decreto Legislativo	156	Archeologia	Disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42, in relazione ai beni culturali	24/03/2006
Governo	Decreto Ministeriale	248	Amianto	Regolamento relativo alla determinazione e disciplina delle attività di recupero dei prodotti e beni di amianto e contenenti amianto	29/07/2004
Governo	Decreto Ministeriale	-	Amianto	Normative e metodologie tecniche per gli interventi di bonifica, ivi compresi quelli per rendere innocuo l'amianto, previsti dall'art. 5, comma 1, lettera f), della legge 27 marzo 1992, n. 257, recante: "Norme relative alla cessazione dell'impiego dell'amianto"	14/05/1996
Comunità Europea	Direttiva Comunità Europea	2009/147/CE	Conservazione della Natura, vegetazione, flora, fauna ed ecosistemi	Direttiva 2009/147/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 30 novembre 2009, concernente la conservazione degli uccelli selvatici	30/11/2009
Presidenza della Repubblica	Decreto del Presidente della Repubblica	120	Conservazione della Natura, vegetazione, flora, fauna ed ecosistemi	Regolamento recante modifiche ed integrazioni al decreto del Presidente della Repubblica 8 settembre 1997, n. 357, concernente attuazione della direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche.	12/03/2003

Ente Originatore	Tipologia	Numero della Norma	disciplina	Titolo	Data
Autorità governativa	Regio Decreto	3267	Conservazione della Natura, vegetazione, flora, fauna ed ecosistemi	Riordinamento e riforma della legislazione in materia di boschi e di terreni montani.	30/12/1923
Comunità Europea	Direttiva Comunità Europea	92/43/CEE	Conservazione della Natura, vegetazione, flora, fauna ed ecosistemi	Direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche	21/05/1992
Comunità Europea	Direttiva Comunità Europea	2014/52/UE	VIA	Direttiva 2014/52/UE recante modifiche alla direttiva 2011/92/UE concernente la valutazione dell'impatto ambientale di determinati progetti pubblici e privati	16/04/2014
Governo	Legge	394	Programmazione, pianificazione territoriale, Aree protette, VIA e VAS*	Legge quadro sulle aree protette.	06/12/1991

*: la pianificazione territoriale in ambito locale o sovraordinato è demandata ai singoli strumenti urbanistici e territoriali vigenti; per le normative regionali specifiche in materia di Aree protette, VIA e VAS occorre far riferimento ai testi vigenti nelle singole regioni.

II.1.3 Circolari/norme tecniche

Ente Originatore	Tipologia	Numero della Norma	disciplina	Titolo	Data
RFI	Circolare	RFI/DMA\A\0011\ P\2003\0000203	Traverse in legno tolte d'opera	Gestione delle traverse in legno creosotate tolte d'opera	13/03/2003

Ente Originatore	Tipologia	Numero della Norma	disciplina	Titolo	Data
RFI	Circolare	RFI/DPR/SIGS/P/11/1/0	Amianto	Gestione dell'Amianto e dei materiali contenenti amianto	27/07/2011
UNI	norma tecnica	9614	Vibrazioni	Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo	
UNI	norma tecnica	9916	Vibrazioni	Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici	
Italferr	Linee guida	DT.0037286.10.U	Rumore	Linee guida per il dimensionamento delle opere di mitigazione acustica per le linee di nuova realizzazione e per il piano di risanamento acustico	
FS	disciplinare	DT FS '98 e s.m.i.	Rumore	Disciplinare Tecnico FS "Barriere Antirumore per impieghi ferroviari"	
RFI	Tipologico progettuale	RFI-DTC-INCVA0011\P\2010\0000600	Rumore	Tipologico Standard RFI - Progetto Esecutivo	6/10/2010
UNI	Norma tecnica	10802	Rifiuti	Campionamento manuale, preparazione del campione ed analisi degli eluati	2014
UNI EN ISO	norma tecnica	14001	Ambiente	" Sistemi di Gestione Ambientale – Requisiti e guida per l'uso"	Dicembre 2004



PROGETTO DEFINITIVO

Elettrificazione Linea Cagliari - Oristano

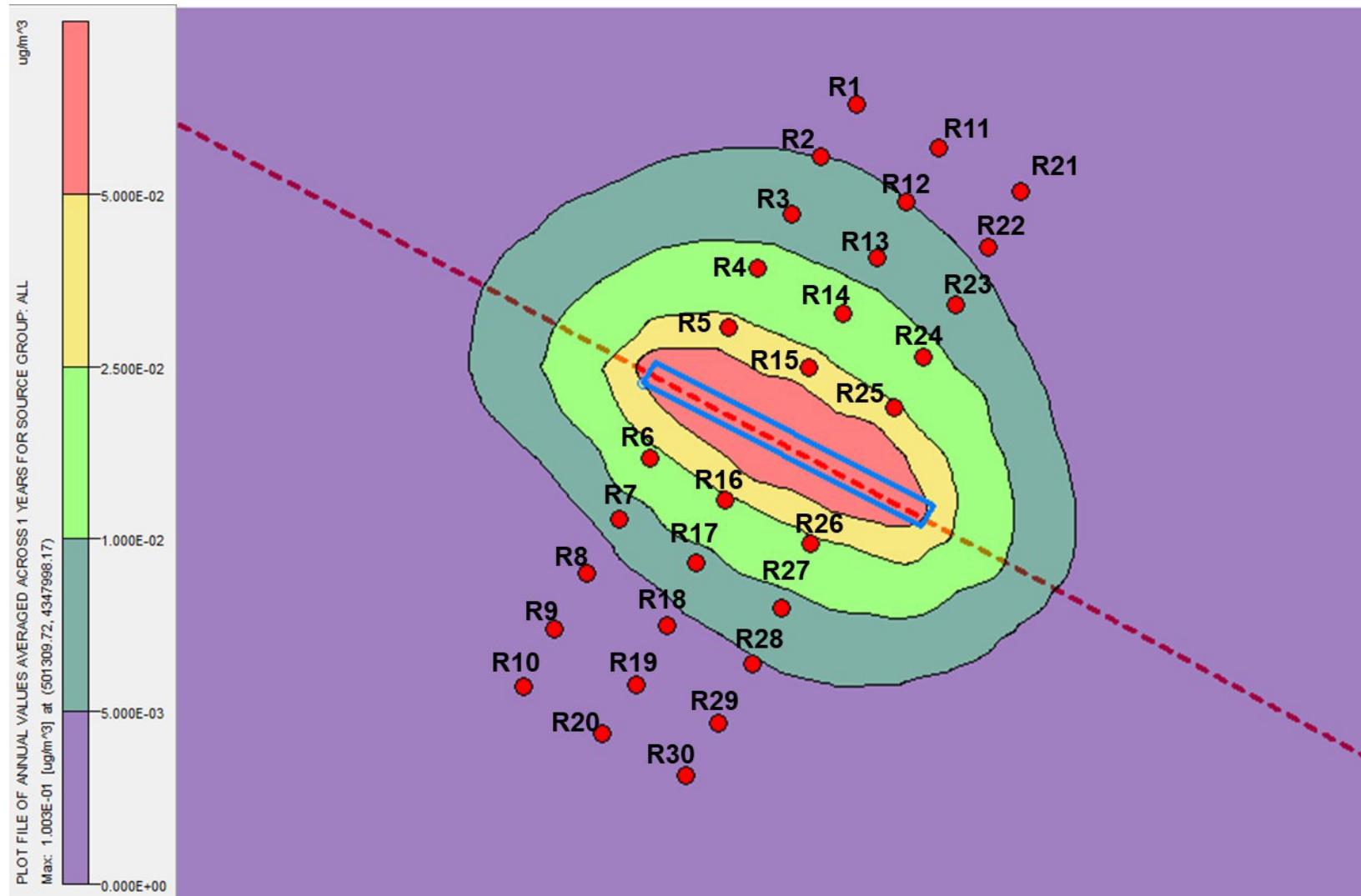
**Aspetti ambientali della cantierizzazione
Relazione Generale**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RR0S	00	D 69 RG	CA0000002	A	143 di 145

ALLEGATO B

Mappe diffusionali

PM10 - Media annua

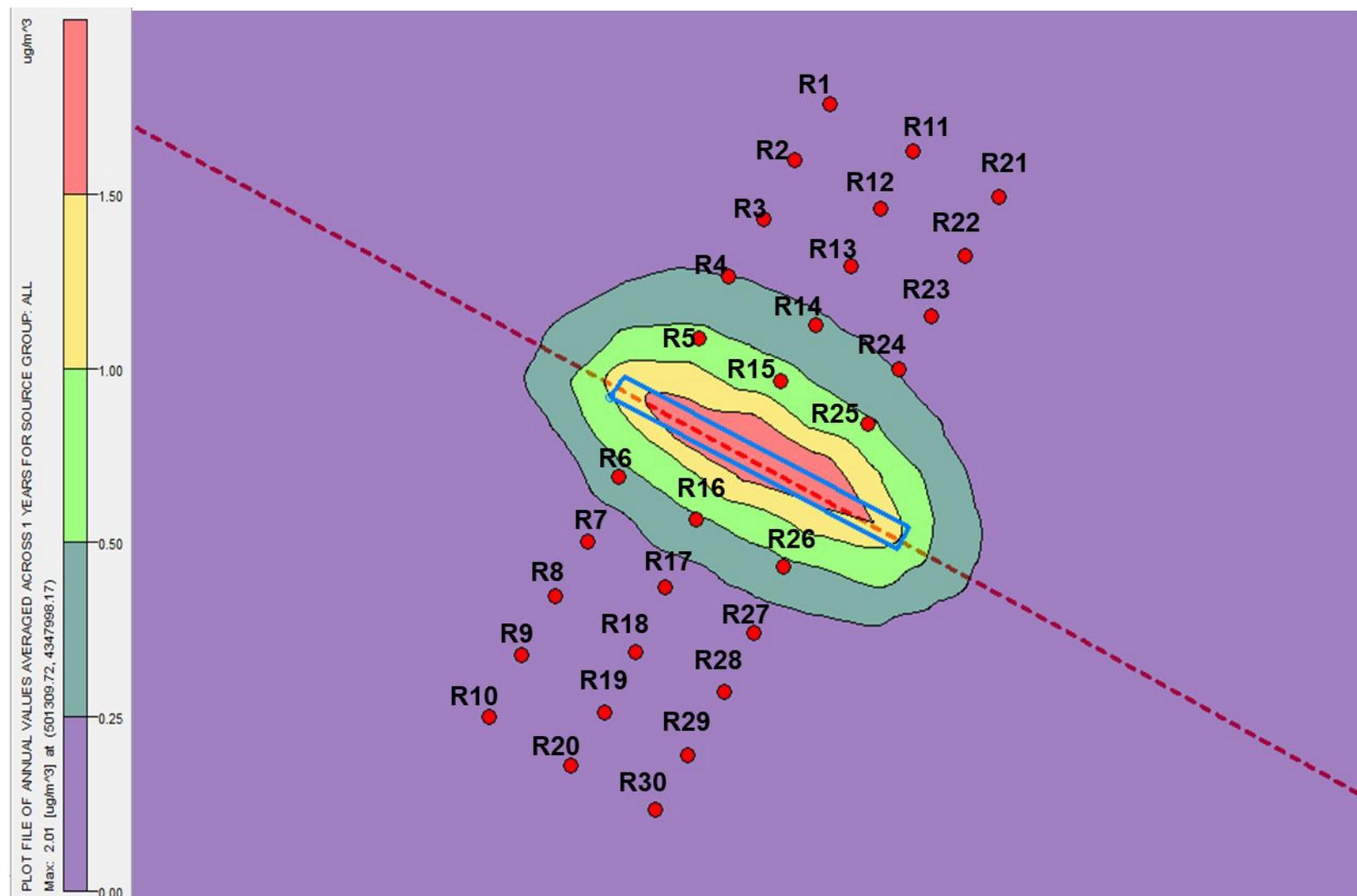


Concentrazione media annua di PM10	
R1	0,003
R2	0,005
R3	0,007
R4	0,012
R5	0,028
R6	0,018
R7	0,006
R8	0,003
R9	0,002
R10	0,003

Concentrazione media annua di PM10	
R11	0,003
R12	0,005
R13	0,007
R14	0,013
R15	0,030
R16	0,021
R17	0,007
R18	0,004
R19	0,002
R20	0,001

Concentrazione media annua di PM10	
R21	0,003
R22	0,004
R23	0,006
R24	0,012
R25	0,026
R26	0,019
R27	0,008
R28	0,004
R29	0,003
R30	0,002

NOx – media annua



Concentrazione media annua NOx	
R1	0,072
R2	0,100
R3	0,149
R4	0,252
R5	0,571
R6	0,363
R7	0,128
R8	0,065
R9	0,039
R10	0,026

Concentrazione media annua NOx	
R11	0,071
R12	0,101
R13	0,154
R14	0,276
R15	0,618
R16	0,434
R17	0,156
R18	0,080
R19	0,050
R20	0,034

Concentrazione media annua NOx	
R21	0,059
R22	0,084
R23	0,135
R24	0,240
R25	0,532
R26	0,396
R27	0,161
R28	0,094
R29	0,059
R30	0,042



PROGETTO DEFINITIVO

Elettrificazione Linea Cagliari - Oristano

**Aspetti ambientali della cantierizzazione
Relazione Generale**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RR0S	00	D 69 RG	CA0000002	A	144 di 145

ALLEGATO C

Grid di calcolo

Scenario di simulazione				
	X	Y	PM10 media annua ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	NOx media annua ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
	501200,27	4347926,07	0,0002	0,0039
	501210,22	4347926,07	0,0002	0,0048
	501220,17	4347926,07	0,0003	0,0060
	501230,12	4347926,07	0,0004	0,0077
	501240,07	4347926,07	0,0005	0,0099
	501250,02	4347926,07	0,0006	0,0126
	501259,97	4347926,07	0,0008	0,0161
	501269,92	4347926,07	0,0010	0,0199
	501279,87	4347926,07	0,0012	0,0238
	501289,82	4347926,07	0,0014	0,0270
	501299,77	4347926,07	0,0015	0,0295
	501309,72	4347926,07	0,0015	0,0307
	501319,67	4347926,07	0,0015	0,0304
	501329,62	4347926,07	0,0015	0,0294
	501339,57	4347926,07	0,0014	0,0278
	501349,52	4347926,07	0,0013	0,0258
	501359,47	4347926,07	0,0012	0,0236
	501369,42	4347926,07	0,0011	0,0213
	501379,37	4347926,07	0,0010	0,0191
	501389,32	4347926,07	0,0009	0,0171
	501399,27	4347926,07	0,0008	0,0152
	501200,27	4347933,28	0,0002	0,0043
	501210,22	4347933,28	0,0003	0,0052
	501220,17	4347933,28	0,0003	0,0064
	501230,12	4347933,28	0,0004	0,0082
	501240,07	4347933,28	0,0005	0,0106
	501250,02	4347933,28	0,0007	0,0139
	501259,97	4347933,28	0,0009	0,0179
	501269,92	4347933,28	0,0011	0,0227
	501279,87	4347933,28	0,0014	0,0277
	501289,82	4347933,28	0,0016	0,0321
	501299,77	4347933,28	0,0018	0,0353
	501309,72	4347933,28	0,0018	0,0369
	501319,67	4347933,28	0,0018	0,0364
	501329,62	4347933,28	0,0017	0,0346
	501339,57	4347933,28	0,0016	0,0322
	501349,52	4347933,28	0,0015	0,0294
	501359,47	4347933,28	0,0013	0,0264
	501369,42	4347933,28	0,0012	0,0235
	501379,37	4347933,28	0,0010	0,0208
	501389,32	4347933,28	0,0009	0,0183
	501399,27	4347933,28	0,0008	0,0161
	501200,27	4347940,49	0,0002	0,0048
	501210,22	4347940,49	0,0003	0,0057
	501220,17	4347940,49	0,0004	0,0070
	501230,12	4347940,49	0,0004	0,0088
	501240,07	4347940,49	0,0006	0,0115
	501250,02	4347940,49	0,0008	0,0152
	501259,97	4347940,49	0,0010	0,0200
	501269,92	4347940,49	0,0013	0,0260

	501279,87	4347940,49	0,0016	0,0325
	501289,82	4347940,49	0,0019	0,0385
	501299,77	4347940,49	0,0022	0,0431
	501309,72	4347940,49	0,0023	0,0454
	501319,67	4347940,49	0,0022	0,0445
	501329,62	4347940,49	0,0021	0,0416
	501339,57	4347940,49	0,0019	0,0380
	501349,52	4347940,49	0,0017	0,0339
	501359,47	4347940,49	0,0015	0,0297
	501369,42	4347940,49	0,0013	0,0259
	501379,37	4347940,49	0,0011	0,0225
	501389,32	4347940,49	0,0010	0,0196
	501399,27	4347940,49	0,0009	0,0171
	501200,27	4347947,70	0,0003	0,0055
	501210,22	4347947,70	0,0003	0,0064
	501220,17	4347947,70	0,0004	0,0077
	501230,12	4347947,70	0,0005	0,0096
	501240,07	4347947,70	0,0006	0,0125
	501250,02	4347947,70	0,0008	0,0166
	501259,97	4347947,70	0,0011	0,0223
	501269,92	4347947,70	0,0015	0,0298
	501279,87	4347947,70	0,0019	0,0385
	501289,82	4347947,70	0,0024	0,0470
	501299,77	4347947,70	0,0027	0,0538
	501309,72	4347947,70	0,0029	0,0574
	501319,67	4347947,70	0,0028	0,0561
	501329,62	4347947,70	0,0026	0,0514
	501339,57	4347947,70	0,0023	0,0455
	501349,52	4347947,70	0,0020	0,0394
	501359,47	4347947,70	0,0017	0,0336
	501369,42	4347947,70	0,0014	0,0286
	501379,37	4347947,70	0,0012	0,0245
	501389,32	4347947,70	0,0011	0,0210
	501399,27	4347947,70	0,0009	0,0180
	501200,27	4347954,91	0,0003	0,0063
	501210,22	4347954,91	0,0004	0,0073
	501220,17	4347954,91	0,0004	0,0087
	501230,12	4347954,91	0,0005	0,0107
	501240,07	4347954,91	0,0007	0,0138
	501250,02	4347954,91	0,0009	0,0184
	501259,97	4347954,91	0,0013	0,0251
	501269,92	4347954,91	0,0017	0,0345
	501279,87	4347954,91	0,0023	0,0461
	501289,82	4347954,91	0,0029	0,0583
	501299,77	4347954,91	0,0035	0,0691
	501309,72	4347954,91	0,0038	0,0753
	501319,67	4347954,91	0,0037	0,0737
	501329,62	4347954,91	0,0033	0,0655
	501339,57	4347954,91	0,0028	0,0559
	501349,52	4347954,91	0,0023	0,0464
	501359,47	4347954,91	0,0019	0,0383
	501369,42	4347954,91	0,0016	0,0318
	501379,37	4347954,91	0,0013	0,0266

	501389,32	4347954,91	0,0011	0,0224
	501399,27	4347954,91	0,0010	0,0190
	501200,27	4347962,12	0,0004	0,0075
	501210,22	4347962,12	0,0004	0,0086
	501220,17	4347962,12	0,0005	0,0101
	501230,12	4347962,12	0,0006	0,0122
	501240,07	4347962,12	0,0008	0,0154
	501250,02	4347962,12	0,0010	0,0207
	501259,97	4347962,12	0,0014	0,0288
	501269,92	4347962,12	0,0020	0,0405
	501279,87	4347962,12	0,0028	0,0560
	501289,82	4347962,12	0,0037	0,0737
	501299,77	4347962,12	0,0046	0,0915
	501309,72	4347962,12	0,0052	0,1039
	501319,67	4347962,12	0,0051	0,1026
	501329,62	4347962,12	0,0044	0,0875
	501339,57	4347962,12	0,0035	0,0705
	501349,52	4347962,12	0,0028	0,0553
	501359,47	4347962,12	0,0022	0,0439
	501369,42	4347962,12	0,0018	0,0353
	501379,37	4347962,12	0,0014	0,0288
	501389,32	4347962,12	0,0012	0,0239
	501399,27	4347962,12	0,0010	0,0200
	501200,27	4347969,33	0,0005	0,0090
	501210,22	4347969,33	0,0005	0,0104
	501220,17	4347969,33	0,0006	0,0122
	501230,12	4347969,33	0,0007	0,0145
	501240,07	4347969,33	0,0009	0,0179
	501250,02	4347969,33	0,0012	0,0238
	501259,97	4347969,33	0,0017	0,0337
	501269,92	4347969,33	0,0025	0,0492
	501279,87	4347969,33	0,0035	0,0708
	501289,82	4347969,33	0,0048	0,0965
	501299,77	4347969,33	0,0063	0,1257
	501309,72	4347969,33	0,0076	0,1528
	501319,67	4347969,33	0,0078	0,1564
	501329,62	4347969,33	0,0063	0,1253
	501339,57	4347969,33	0,0046	0,0917
	501349,52	4347969,33	0,0034	0,0669
	501359,47	4347969,33	0,0025	0,0502
	501369,42	4347969,33	0,0020	0,0391
	501379,37	4347969,33	0,0016	0,0313
	501389,32	4347969,33	0,0013	0,0254
	501399,27	4347969,33	0,0010	0,0207
	501200,27	4347976,54	0,0005	0,0107
	501210,22	4347976,54	0,0006	0,0127
	501220,17	4347976,54	0,0008	0,0151
	501230,12	4347976,54	0,0009	0,0179
	501240,07	4347976,54	0,0011	0,0218
	501250,02	4347976,54	0,0014	0,0285
	501259,97	4347976,54	0,0020	0,0408
	501269,92	4347976,54	0,0031	0,0622
	501279,87	4347976,54	0,0048	0,0949

	501289,82	4347976,54	0,0068	0,1354
	501299,77	4347976,54	0,0092	0,1839
	501309,72	4347976,54	0,0122	0,2432
	501319,67	4347976,54	0,0139	0,2788
	501329,62	4347976,54	0,0100	0,2004
	501339,57	4347976,54	0,0062	0,1232
	501349,52	4347976,54	0,0041	0,0809
	501359,47	4347976,54	0,0029	0,0576
	501369,42	4347976,54	0,0022	0,0430
	501379,37	4347976,54	0,0017	0,0331
	501389,32	4347976,54	0,0013	0,0261
	501399,27	4347976,54	0,0011	0,0209
	501200,27	4347983,75	0,0006	0,0129
	501210,22	4347983,75	0,0008	0,0156
	501220,17	4347983,75	0,0009	0,0189
	501230,12	4347983,75	0,0012	0,0229
	501240,07	4347983,75	0,0014	0,0281
	501250,02	4347983,75	0,0018	0,0361
	501259,97	4347983,75	0,0026	0,0517
	501269,92	4347983,75	0,0042	0,0830
	501279,87	4347983,75	0,0069	0,1380
	501289,82	4347983,75	0,0106	0,2120
	501299,77	4347983,75	0,0155	0,3098
	501309,72	4347983,75	0,0225	0,4494
	501319,67	4347983,75	0,0331	0,6616
	501329,62	4347983,75	0,0191	0,3815
	501339,57	4347983,75	0,0084	0,1671
	501349,52	4347983,75	0,0048	0,0956
	501359,47	4347983,75	0,0031	0,0626
	501369,42	4347983,75	0,0022	0,0445
	501379,37	4347983,75	0,0017	0,0334
	501389,32	4347983,75	0,0013	0,0259
	501399,27	4347983,75	0,0010	0,0207
	501200,27	4347990,96	0,0008	0,0154
	501210,22	4347990,96	0,0010	0,0189
	501220,17	4347990,96	0,0012	0,0235
	501230,12	4347990,96	0,0015	0,0295
	501240,07	4347990,96	0,0019	0,0375
	501250,02	4347990,96	0,0024	0,0488
	501259,97	4347990,96	0,0035	0,0692
	501269,92	4347990,96	0,0059	0,1172
	501279,87	4347990,96	0,0111	0,2215
	501289,82	4347990,96	0,0192	0,3843
	501299,77	4347990,96	0,0327	0,6537
	501309,72	4347990,96	0,0597	1,1943
	501319,67	4347990,96	0,0760	1,5193
	501329,62	4347990,96	0,0251	0,5013
	501339,57	4347990,96	0,0089	0,1779
	501349,52	4347990,96	0,0048	0,0957
	501359,47	4347990,96	0,0031	0,0613
	501369,42	4347990,96	0,0022	0,0432
	501379,37	4347990,96	0,0016	0,0322
	501389,32	4347990,96	0,0013	0,0250

	501399,27	4347990,96	0,0010	0,0199
	501200,27	4347998,17	0,0009	0,0179
	501210,22	4347998,17	0,0011	0,0225
	501220,17	4347998,17	0,0014	0,0286
	501230,12	4347998,17	0,0019	0,0369
	501240,07	4347998,17	0,0025	0,0491
	501250,02	4347998,17	0,0034	0,0676
	501259,97	4347998,17	0,0049	0,0987
	501269,92	4347998,17	0,0085	0,1702
	501279,87	4347998,17	0,0198	0,3967
	501289,82	4347998,17	0,0423	0,8461
	501299,77	4347998,17	0,0827	1,6530
	501309,72	4347998,17	0,1003	2,0058
	501319,67	4347998,17	0,0552	1,1042
	501329,62	4347998,17	0,0191	0,3817
	501339,57	4347998,17	0,0075	0,1509
	501349,52	4347998,17	0,0043	0,0858
	501359,47	4347998,17	0,0028	0,0563
	501369,42	4347998,17	0,0020	0,0400
	501379,37	4347998,17	0,0015	0,0301
	501389,32	4347998,17	0,0012	0,0234
	501399,27	4347998,17	0,0009	0,0187
	501200,27	4348005,38	0,0010	0,0201
	501210,22	4348005,38	0,0013	0,0256
	501220,17	4348005,38	0,0017	0,0332
	501230,12	4348005,38	0,0022	0,0441
	501240,07	4348005,38	0,0031	0,0610
	501250,02	4348005,38	0,0045	0,0896
	501259,97	4348005,38	0,0073	0,1460
	501269,92	4348005,38	0,0136	0,2716
	501279,87	4348005,38	0,0417	0,8339
	501289,82	4348005,38	0,0947	1,8944
	501299,77	4348005,38	0,0909	1,8171
	501309,72	4348005,38	0,0493	0,9869
	501319,67	4348005,38	0,0270	0,5397
	501329,62	4348005,38	0,0135	0,2701
	501339,57	4348005,38	0,0065	0,1302
	501349,52	4348005,38	0,0037	0,0738
	501359,47	4348005,38	0,0025	0,0499
	501369,42	4348005,38	0,0018	0,0364
	501379,37	4348005,38	0,0014	0,0277
	501389,32	4348005,38	0,0011	0,0217
	501399,27	4348005,38	0,0009	0,0174
	501200,27	4348012,59	0,0011	0,0217
	501210,22	4348012,59	0,0014	0,0278
	501220,17	4348012,59	0,0018	0,0363
	501230,12	4348012,59	0,0024	0,0486
	501240,07	4348012,59	0,0034	0,0682
	501250,02	4348012,59	0,0052	0,1032
	501259,97	4348012,59	0,0089	0,1782
	501269,92	4348012,59	0,0207	0,4132
	501279,87	4348012,59	0,0700	1,4005
	501289,82	4348012,59	0,0656	1,3124

	501299,77	4348012,59	0,0393	0,7863
	501309,72	4348012,59	0,0252	0,5030
	501319,67	4348012,59	0,0162	0,3233
	501329,62	4348012,59	0,0097	0,1946
	501339,57	4348012,59	0,0055	0,1109
	501349,52	4348012,59	0,0033	0,0662
	501359,47	4348012,59	0,0022	0,0441
	501369,42	4348012,59	0,0016	0,0325
	501379,37	4348012,59	0,0013	0,0251
	501389,32	4348012,59	0,0010	0,0199
	501399,27	4348012,59	0,0008	0,0160
	501200,27	4348019,80	0,0011	0,0226
	501210,22	4348019,80	0,0014	0,0289
	501220,17	4348019,80	0,0019	0,0375
	501230,12	4348019,80	0,0025	0,0499
	501240,07	4348019,80	0,0034	0,0687
	501250,02	4348019,80	0,0050	0,0998
	501259,97	4348019,80	0,0079	0,1585
	501269,92	4348019,80	0,0144	0,2884
	501279,87	4348019,80	0,0266	0,5323
	501289,82	4348019,80	0,0280	0,5609
	501299,77	4348019,80	0,0210	0,4198
	501309,72	4348019,80	0,0154	0,3069
	501319,67	4348019,80	0,0109	0,2180
	501329,62	4348019,80	0,0073	0,1464
	501339,57	4348019,80	0,0047	0,0936
	501349,52	4348019,80	0,0030	0,0602
	501359,47	4348019,80	0,0020	0,0405
	501369,42	4348019,80	0,0015	0,0293
	501379,37	4348019,80	0,0011	0,0225
	501389,32	4348019,80	0,0009	0,0180
	501399,27	4348019,80	0,0007	0,0146
	501200,27	4348027,01	0,0012	0,0230
	501210,22	4348027,01	0,0015	0,0291
	501220,17	4348027,01	0,0019	0,0373
	501230,12	4348027,01	0,0024	0,0483
	501240,07	4348027,01	0,0032	0,0641
	501250,02	4348027,01	0,0044	0,0885
	501259,97	4348027,01	0,0064	0,1272
	501269,92	4348027,01	0,0092	0,1843
	501279,87	4348027,01	0,0129	0,2585
	501289,82	4348027,01	0,0148	0,2966
	501299,77	4348027,01	0,0131	0,2629
	501309,72	4348027,01	0,0105	0,2090
	501319,67	4348027,01	0,0079	0,1586
	501329,62	4348027,01	0,0057	0,1148
	501339,57	4348027,01	0,0040	0,0795
	501349,52	4348027,01	0,0027	0,0544
	501359,47	4348027,01	0,0019	0,0378
	501369,42	4348027,01	0,0014	0,0272
	501379,37	4348027,01	0,0010	0,0206
	501389,32	4348027,01	0,0008	0,0163
	501399,27	4348027,01	0,0007	0,0132

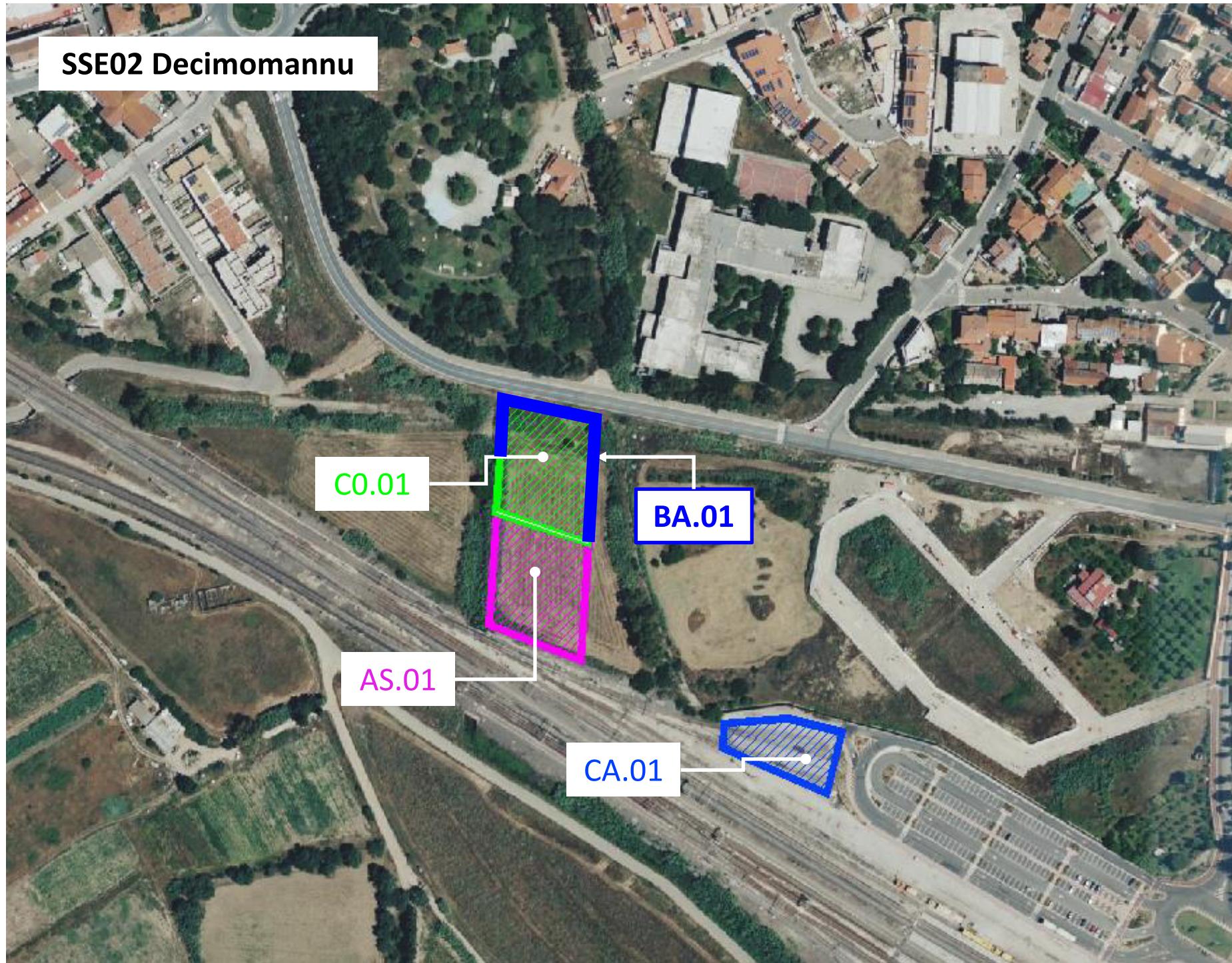
	501200,27	4348034,22	0,0012	0,0230
	501210,22	4348034,22	0,0014	0,0286
	501220,17	4348034,22	0,0018	0,0359
	501230,12	4348034,22	0,0023	0,0457
	501240,07	4348034,22	0,0029	0,0589
	501250,02	4348034,22	0,0038	0,0768
	501259,97	4348034,22	0,0050	0,1000
	501269,92	4348034,22	0,0065	0,1292
	501279,87	4348034,22	0,0081	0,1622
	501289,82	4348034,22	0,0092	0,1840
	501299,77	4348034,22	0,0089	0,1772
	501309,72	4348034,22	0,0076	0,1526
	501319,67	4348034,22	0,0061	0,1223
	501329,62	4348034,22	0,0047	0,0931
	501339,57	4348034,22	0,0034	0,0681
	501349,52	4348034,22	0,0024	0,0489
	501359,47	4348034,22	0,0018	0,0351
	501369,42	4348034,22	0,0013	0,0256
	501379,37	4348034,22	0,0010	0,0192
	501389,32	4348034,22	0,0008	0,0150
	501399,27	4348034,22	0,0006	0,0121
	501200,27	4348041,43	0,0011	0,0226
	501210,22	4348041,43	0,0014	0,0278
	501220,17	4348041,43	0,0017	0,0345
	501230,12	4348041,43	0,0021	0,0429
	501240,07	4348041,43	0,0027	0,0533
	501250,02	4348041,43	0,0033	0,0658
	501259,97	4348041,43	0,0040	0,0805
	501269,92	4348041,43	0,0049	0,0974
	501279,87	4348041,43	0,0058	0,1152
	501289,82	4348041,43	0,0064	0,1279
	501299,77	4348041,43	0,0064	0,1273
	501309,72	4348041,43	0,0058	0,1156
	501319,67	4348041,43	0,0049	0,0976
	501329,62	4348041,43	0,0039	0,0776
	501339,57	4348041,43	0,0030	0,0592
	501349,52	4348041,43	0,0022	0,0440
	501359,47	4348041,43	0,0016	0,0325
	501369,42	4348041,43	0,0012	0,0241
	501379,37	4348041,43	0,0009	0,0182
	501389,32	4348041,43	0,0007	0,0140
	501399,27	4348041,43	0,0006	0,0112
	501200,27	4348048,64	0,0011	0,0222
	501210,22	4348048,64	0,0014	0,0269
	501220,17	4348048,64	0,0016	0,0328
	501230,12	4348048,64	0,0020	0,0397
	501240,07	4348048,64	0,0024	0,0477
	501250,02	4348048,64	0,0028	0,0567
	501259,97	4348048,64	0,0033	0,0668
	501269,92	4348048,64	0,0039	0,0775
	501279,87	4348048,64	0,0044	0,0882
	501289,82	4348048,64	0,0048	0,0960
	501299,77	4348048,64	0,0048	0,0967

	501309,72	4348048,64	0,0045	0,0903
	501319,67	4348048,64	0,0040	0,0792
	501329,62	4348048,64	0,0033	0,0656
	501339,57	4348048,64	0,0026	0,0518
	501349,52	4348048,64	0,0020	0,0397
	501359,47	4348048,64	0,0015	0,0300
	501369,42	4348048,64	0,0011	0,0226
	501379,37	4348048,64	0,0009	0,0172
	501389,32	4348048,64	0,0007	0,0132
	501399,27	4348048,64	0,0005	0,0104
	501200,27	4348055,85	0,0011	0,0215
	501210,22	4348055,85	0,0013	0,0258
	501220,17	4348055,85	0,0015	0,0307
	501230,12	4348055,85	0,0018	0,0364
	501240,07	4348055,85	0,0021	0,0427
	501250,02	4348055,85	0,0025	0,0495
	501259,97	4348055,85	0,0028	0,0567
	501269,92	4348055,85	0,0032	0,0641
	501279,87	4348055,85	0,0035	0,0709
	501289,82	4348055,85	0,0038	0,0758
	501299,77	4348055,85	0,0038	0,0766
	501309,72	4348055,85	0,0036	0,0727
	501319,67	4348055,85	0,0033	0,0653
	501329,62	4348055,85	0,0028	0,0558
	501339,57	4348055,85	0,0023	0,0455
	501349,52	4348055,85	0,0018	0,0358
	501359,47	4348055,85	0,0014	0,0277
	501369,42	4348055,85	0,0011	0,0212
	501379,37	4348055,85	0,0008	0,0162
	501389,32	4348055,85	0,0006	0,0125
	501399,27	4348055,85	0,0005	0,0098
	501200,27	4348063,06	0,0010	0,0207
	501210,22	4348063,06	0,0012	0,0244
	501220,17	4348063,06	0,0014	0,0286
	501230,12	4348063,06	0,0017	0,0333
	501240,07	4348063,06	0,0019	0,0383
	501250,02	4348063,06	0,0022	0,0436
	501259,97	4348063,06	0,0025	0,0490
	501269,92	4348063,06	0,0027	0,0543
	501279,87	4348063,06	0,0029	0,0588
	501289,82	4348063,06	0,0031	0,0620
	501299,77	4348063,06	0,0031	0,0626
	501309,72	4348063,06	0,0030	0,0599
	501319,67	4348063,06	0,0027	0,0547
	501329,62	4348063,06	0,0024	0,0476
	501339,57	4348063,06	0,0020	0,0398
	501349,52	4348063,06	0,0016	0,0322
	501359,47	4348063,06	0,0013	0,0254
	501369,42	4348063,06	0,0010	0,0198
	501379,37	4348063,06	0,0008	0,0153
	501389,32	4348063,06	0,0006	0,0119
	501399,27	4348063,06	0,0005	0,0093
	501200,27	4348070,27	0,0010	0,0198

	501210,22	4348070,27	0,0012	0,0230
	501220,17	4348070,27	0,0013	0,0266
	501230,12	4348070,27	0,0015	0,0304
	501240,07	4348070,27	0,0017	0,0345
	501250,02	4348070,27	0,0019	0,0388
	501259,97	4348070,27	0,0022	0,0429
	501269,92	4348070,27	0,0023	0,0468
	501279,87	4348070,27	0,0025	0,0499
	501289,82	4348070,27	0,0026	0,0520
	501299,77	4348070,27	0,0026	0,0523
	501309,72	4348070,27	0,0025	0,0503
	501319,67	4348070,27	0,0023	0,0463
	501329,62	4348070,27	0,0021	0,0410
	501339,57	4348070,27	0,0017	0,0349
	501349,52	4348070,27	0,0014	0,0288
	501359,47	4348070,27	0,0012	0,0232
	501369,42	4348070,27	0,0009	0,0183
	501379,37	4348070,27	0,0007	0,0143
	501389,32	4348070,27	0,0006	0,0112
	501399,27	4348070,27	0,0004	0,0088
R1	501313,05	4348054,94	0,0036	0,0723
R2	501307,23	4348046,32	0,0050	0,1000
R3	501302,39	4348037,31	0,0075	0,1491
R4	501296,72	4348028,53	0,0126	0,2522
R5	501292,00	4348019,00	0,0286	0,5711
R6	501279,11	4347997,91	0,0182	0,3634
R7	501274,00	4347988,00	0,0064	0,1285
R8	501268,81	4347979,44	0,0033	0,0659
R9	501263,45	4347970,45	0,0020	0,0395
R10	501258,21	4347961,07	0,0013	0,0266
R11	501326,35	4348047,84	0,0036	0,0716
R12	501321,08	4348039,04	0,0051	0,1016
R13	501316,21	4348030,15	0,0077	0,1545
R14	501310,70	4348021,07	0,0138	0,2762
R15	501305,05	4348012,58	0,0309	0,6181
R16	501291,47	4347991,33	0,0217	0,4347
R17	501286,61	4347981,01	0,0078	0,1560
R18	501281,72	4347970,96	0,0040	0,0802
R19	501276,79	4347961,59	0,0025	0,0502
R20	501271,28	4347953,49	0,0017	0,0349
R21	501339,96	4348040,78	0,0030	0,0593
R22	501334,68	4348031,80	0,0042	0,0846
R23	501329,21	4348022,50	0,0068	0,1353
R24	501323,93	4348014,29	0,0120	0,2406
R25	501319,10	4348005,96	0,0266	0,5329
R26	501305,41	4347984,13	0,0198	0,3966
R27	501300,72	4347973,80	0,0081	0,1614
R28	501295,96	4347964,78	0,0047	0,0944
R29	501290,19	4347955,26	0,0030	0,0594
R30	501284,99	4347946,85	0,0021	0,0420

ALLEGATO D

Interventi di mitigazione acustica



Legenda

- Aree tecniche
- Aree di stoccaggio
- Cantieri di armamento
- Cantieri Operativi

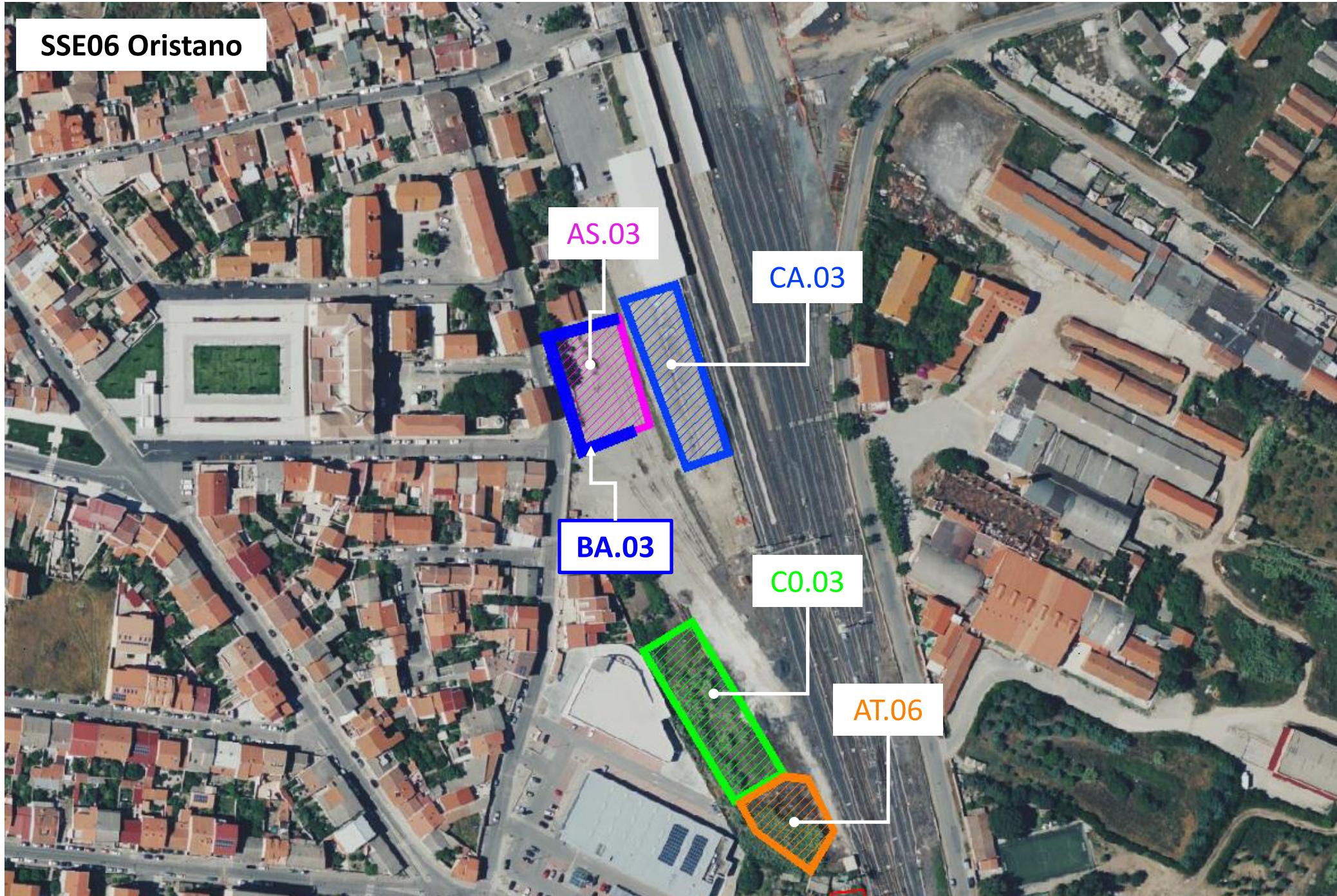
Barriere antirumore fisse



Legenda

- Aree tecniche
- Aree di stoccaggio
- Cantieri di armamento
- Cantieri Operativi

Barriere antirumore fisse



Legenda

- Arete tecniche
- Arete di stoccaggio
- Cantieri di armamento
- Cantieri Operativi

Barriere antirumore fisse