

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



S.O. INGEGNERIA AMBIENTALE E DEL TERRITORIO

PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA

RADDOPPIO DECIMOMANNU-VILLAMASSARGIA

Lotto 2

PROGETTO AMBIENTALE DELLA CANTIERIZZAZIONE

SCALA:

Relazione generale

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

RR0P 02 R 52 RG CA0000 001 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	EMISSIONE ESECUTIVA	F. Massari	Marzo 2023	A. Petrelli I. Penni	Marzo 2023	T. Padletti	Marzo 2023	S. Padulosi Marzo 2023

ITALFERR S.p.A.
Sig. Padulosi Sara
Ordine degli Ingegneri di Roma
n. 25827 sez. A

File: RR0P02R52RGCA0000001A

n. Elab.:

INDICE

PARTE A INQUADRAMENTO GENERALE	7
1 PREMESSA	8
1.1 STRUTTURA DEL PROGETTO AMBIENTALE DELLA CANTIERIZZAZIONE	8
1.2 SISTEMA DI GESTIONE AMBIENTALE.....	9
1.2.1 <i>Approccio analitico</i>	10
1.2.2 <i>Identificazione degli aspetti ambientali di progetto (AAPG)</i>	10
1.2.3 <i>Criteri di valutazione degli aspetti ambientali di progetto</i>	13
1.3 NORMATIVA DI RIFERIMENTO	14
1.3.1 <i>Normativa Nazionale</i>	14
1.3.2 <i>Normativa Regionale</i>	14
2 INQUADRAMENTO DELL'OPERA	15
2.1 DESCRIZIONE DEL PROGETTO	15
2.1.1 <i>Il quadro delle opere</i>	15
2.1.2 <i>Il raddoppio del tratto ferroviario</i>	16
2.1.3 <i>Le opere d'arte principali: Cavalcaferrovia IV01</i>	17
2.1.4 <i>Le opere connesse: Fabbricati tecnologici e relativi piazzali in progetto</i>	18
2.1.5 <i>Le opere viarie connesse</i>	19
2.2 DESCRIZIONE DEL SISTEMA DI CANTIERIZZAZIONE	19
2.2.1 <i>Organizzazione e preparazione dell'area di cantiere</i>	20
PARTE B – ANALISI DEGLI ASPETTI AMBIENTALI	21
3 PIANIFICAZIONE E TUTELA TERRITORIALE	22
3.1 PIANIFICAZIONE TERRITORIALE E LOCALE	22
3.2 SISTEMA DEI VINCOLI E DISCIPLINE DI TUTELA PAESAGGISTICO-AMBIENTALE	23
4 POPOLAZIONE E SALUTE UMANA.....	27
4.1 INQUADRAMENTO DEMOGRAFICO	27
4.2 INQUADRAMENTO EPIDEMIOLOGICO SANITARIO	31
5 RISORSE NATURALI	41

5.1	SUOLO	41
5.1.1	<i>Descrizione del contesto ambientale e territoriale</i>	<i>41</i>
	<i>Inquadramento geologico.....</i>	<i>41</i>
	<i>Inquadramento idrogeologico.....</i>	<i>44</i>
	<i>Pericolosità geomorfologica</i>	<i>47</i>
	<i>Sismicità.....</i>	<i>47</i>
	<i>Siti contaminati e potenzialmente contaminati</i>	<i>49</i>
5.1.2	<i>Valutazione degli aspetti ambientali legati al cantiere</i>	<i>55</i>
	<i>Perdita di suolo.....</i>	<i>55</i>
	<i>Consumo di risorse non rinnovabili</i>	<i>56</i>
	<i>Modifica dell'assetto geomorfologico.....</i>	<i>59</i>
5.1.3	<i>Misure di prevenzione e mitigazione</i>	<i>59</i>
5.2	ACQUE SUPERFICIALI E SOTTERRANEE	60
5.2.1	<i>Descrizione del contesto ambientale e territoriale</i>	<i>60</i>
	<i>Reticolo idrografico.....</i>	<i>60</i>
	<i>Pericolosità idraulica</i>	<i>62</i>
	<i>Stato qualitativo delle acque superficiali.....</i>	<i>63</i>
	<i>Stato qualitativo delle acque sotterranee</i>	<i>65</i>
	<i>Vulnerabilità della falda</i>	<i>65</i>
5.2.2	<i>Valutazione degli aspetti ambientali legati al cantiere</i>	<i>66</i>
	<i>Modifica delle caratteristiche qualitative delle acque.....</i>	<i>66</i>
5.2.3	<i>Misure di prevenzione e mitigazione</i>	<i>73</i>
5.3	BIODIVERSITÀ	78
5.3.1	<i>Descrizione del contesto ambientale e territoriali</i>	<i>78</i>
	<i>Inquadramento bioclimatico</i>	<i>78</i>
	<i>Inquadramento vegetazionale e floristico.....</i>	<i>80</i>
	<i>Inquadramento faunistico</i>	<i>81</i>
	<i>Idoneità faunistica</i>	<i>82</i>
	<i>Inquadramento ecosistemico</i>	<i>82</i>
	<i>Habitat secondo la classificazione Corine Biotopes</i>	<i>84</i>
	<i>Aree di interesse ambientale.....</i>	<i>84</i>
	<i>Reti ecologiche.....</i>	<i>85</i>

5.3.2	Valutazione degli aspetti ambientali legati al cantiere	86
	Sottrazione di habitat e biocenosi.....	86
5.3.3	Misure di prevenzione e mitigazione	92
5.4	MATERIE PRIME.....	93
5.4.1	Stima dei fabbisogni.....	93
5.4.2	Gestione dei materiali di fornitura	93
5.4.3	Aree estrattive.....	93
5.4.4	Valutazione degli aspetti ambientali legati al cantiere	94
6	EMISSIONI E PRODUZIONI	95
6.1	DATI DI BASE	95
6.1.1	Ricettori.....	95
6.1.2	Identificazione delle aree di cantiere ai fini degli studi modellistici.....	96
	Criteri di scelta.....	96
	Scenari di simulazione	101
6.2	CLIMA ACUSTICO E VIBRAZIONI	103
6.2.1	Descrizione del contesto ambientale e territoriale.....	103
	Inquadramento normativo	103
	Limiti acustici e zonizzazioni dei comuni interessati.....	110
6.2.2	Valutazione degli aspetti ambientali legati al cantiere	111
	Aspetti metodologici	111
	Descrizione degli impatti potenziali	115
	Caratterizzazione degli Scenari di riferimento	119
	Risultati del modello di simulazione.....	120
	Considerazioni conclusive.....	123
6.2.3	Misure di prevenzione e mitigazione	125
	Barriere antirumore in corrispondenza dei ricettori prossimi alle aree di cantiere	125
	Procedure operative.....	126
	Deroga	127
6.3	ARIA E CLIMA.....	128
6.3.1	Descrizione del contesto ambientale e territoriale.....	128
	Normativa di riferimento	128

	<i>Stato della qualità dell'aria</i>	<i>128</i>
	<i>Meteorologia</i>	<i>138</i>
6.3.2	<i>Valutazione degli aspetti ambientali legati al cantiere</i>	<i>145</i>
	<i>Aspetti metodologici</i>	<i>146</i>
	<i>Costruzione dello Scenario modellistico tipologico: Realizzazione del rilevato ferroviario</i>	<i>154</i>
	<i>Risultati del modello di simulazione.....</i>	<i>159</i>
	<i>Conclusioni.....</i>	<i>164</i>
6.3.3	<i>Misure di prevenzione e mitigazione</i>	<i>170</i>
	<i>Impianti di lavaggio delle ruote degli automezzi</i>	<i>170</i>
	<i>Bagnature delle aree di cantiere</i>	<i>171</i>
	<i>Spazzolatura del primo tratto di strada impegnato dal passaggio dei mezzi in uscita dal cantiere</i>	<i>172</i>
	<i>Procedure operative</i>	<i>172</i>
6.4	<i>RIFIUTI E MATERIALI DI RISULTA</i>	<i>177</i>
6.4.1	<i>Stima dei materiali prodotti</i>	<i>177</i>
6.4.2	<i>Classificazione dei materiali di risulta prodotti.....</i>	<i>177</i>
6.4.3	<i>Modalità di gestione dei materiali di risulta prodotti.....</i>	<i>180</i>
6.5	<i>SCARICHI IDRICI E SOSTANZE NOCIVE</i>	<i>182</i>
6.5.1	<i>Descrizione del contesto ambientale e territoriale.....</i>	<i>182</i>
6.5.2	<i>Valutazione degli aspetti ambientali legati al cantiere</i>	<i>182</i>
6.5.3	<i>Misure di prevenzione e mitigazione</i>	<i>183</i>
7	<i>RISORSE ANTROPICHE E PAESAGGIO</i>	<i>184</i>
7.1	<i>PATRIMONIO CULTURALE E BENI MATERIALI.....</i>	<i>184</i>
7.1.1	<i>Il patrimonio culturale.....</i>	<i>184</i>
7.1.2	<i>Il patrimonio storico-testimoniale</i>	<i>186</i>
7.1.3	<i>Valutazione degli aspetti ambientali legati al cantiere</i>	<i>188</i>
	<i>Alterazione fisica dei beni del patrimonio culturale.....</i>	<i>188</i>
	<i>Alterazione fisica dei beni.....</i>	<i>191</i>
7.2	<i>TERRITORIO E PATRIMONIO AGROALIMENTARE</i>	<i>193</i>
7.2.1	<i>Descrizione del contesto ambientale e territoriale.....</i>	<i>193</i>
	<i>Struttura territoriale e usi del suolo.....</i>	<i>193</i>
	<i>Stabilimenti a Rischio di Incedente Rilevante.....</i>	<i>194</i>

	<i>Patrimonio agroalimentare</i>	<i>195</i>
	<i>7.2.2 Valutazione degli aspetti ambientali legati al cantiere</i>	<i>197</i>
7.3	PAESAGGIO	200
	<i>7.3.1 Descrizione del contesto ambientale e territoriale</i>	<i>200</i>
	<i>Struttura del paesaggio</i>	<i>200</i>
	<i>Caratteri percettivi del paesaggio</i>	<i>201</i>
	<i>7.3.2 Valutazione degli aspetti ambientali legati al cantiere</i>	<i>202</i>
	<i>Modifica della struttura del paesaggio</i>	<i>202</i>
	<i>Modifica delle condizioni percettive e del paesaggio percettivo</i>	<i>204</i>
	<i>7.3.3 Misure di prevenzione e mitigazione</i>	<i>205</i>
8	ASPETTI AMBIENTALI SIGNIFICATIVI	206
	ALLEGATI	208

Allegato 1	Quadro normativo
Allegato 2	Scenario A - Mappe diffusionali
Allegato 3	Scenario A - Risultati GRID
Allegato 4	Scenario A - Mappe di rumore ante mitigazione
Allegato 5	Scenario A - Mappe di rumore post mitigazione



PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA

Raddoppio Decimomannu - Villamassargia

Progetto ambientale della cantierizzazione

Relazione generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RR0P	02	R52RG	CA0000001	A	7 di 213

PARTE A INQUADRAMENTO GENERALE

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA Raddoppio Decimomannu - Villamassargia					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R52RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

1 PREMESSA

Il presente documento ha per oggetto l'individuazione degli aspetti ambientali significativi, la definizione delle misure di mitigazione e delle procedure operative per contenere gli impatti ambientali relativi al Progetto di fattibilità tecnico economica del Raddoppio ferroviario Decimomannu – Villamassargia, previsto nell'ambito dell'Accordo Quadro TPL tra RFI e Regione Sardegna, e rientrante tra le opere finanziate con i fondi del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza.



Figura 1-1 Inquadramento territoriale ed amministrativo

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.

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA Raddoppio Decimomannu - Villamassargia					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R52RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

Ad esso sono inoltre correlati i seguenti elaborati:

- RR0P02R52P5CA0000001A Planimetria localizzazione interventi di mitigazione;
- RR0P02R52PZCA0000001A Tipologico barriera antirumore/antipolvere di cantiere;

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;
- 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.

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA Raddoppio Decimomannu - Villamassargia					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R52RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

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).

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 1-1 "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 1-1 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
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
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)	•	•	•	•	•		•		•	•	•	•	•	•

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA Raddoppio Decimomannu - Villamassargia					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R52RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

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:

- Effetto assente, stima attribuita sia nei casi in cui si ritiene che gli effetti individuati in via teorica non possano determinarsi, quanto anche laddove è possibile considerare che le scelte progettuali operate siano riuscite ad evitare e/o prevenire il loro determinarsi
- Effetto trascurabile, stima espressa in tutti quei casi in cui l'effetto potrà avere una rilevanza non significativa, senza il ricorso ad interventi di mitigazione
- Effetto mitigato, giudizio assegnato a quelle situazioni nelle quali si ritiene che gli interventi di mitigazione riescano a ridurre la rilevanza. Il giudizio tiene quindi conto dell'efficacia delle misure e degli interventi di mitigazione previsti, stimando con ciò che l'effetto residuo e, quindi, l'effetto nella sua globalità possa essere considerato trascurabile
- Effetto oggetto di monitoraggio, stima espressa in quelle particolari circostanze laddove si è ritenuto che le risultanze derivanti dalle analisi condotte dovessero in ogni caso essere suffragate mediante il riscontro derivante dalle attività di monitoraggio

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA Raddoppio Decimomannu - Villamassargia					
Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R52RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A	FOGLIO 14 di 213

E. Effetto residuo, stima attribuita in tutti quei casi in cui, pur a fronte delle misure ed interventi per evitare, prevenire e mitigare gli effetti, la loro rilevanza sia sempre significativa

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

Per quanto riguarda il quadro normativo di Regione Sardegna, i principali riferimenti normativi sono i seguenti:

- 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.

2 INQUADRAMENTO DELL'OPERA

2.1 Descrizione del progetto

2.1.1 Il quadro delle opere

L'intervento oggetto del Lotto 2 prevede la realizzazione del raddoppio della tratta compresa tra il km 3+460 circa ed il km 9 circa della Linea Storica per uno sviluppo complessivo di circa 5,5 km, prevedendo l'ampliamento del sedime della Linea Storica.

In sintesi, i principali interventi previsti dal PFTE sono riportati nella tabella seguente.

Tabella 2-1 Interventi previsti dal PFTE Raddoppio Decimomannu – Villamassargia – Lotto 2

WBS	Intervento	Pk
<i>Opere ferroviarie di linea</i>		
TR01	Trincea	0+000 – 0+350
RI01	Rilevato	0+350 – 1+420
TR02	Trincea	1+420 – 1+830
RI02	Rilevato	1+830 – 2+750
TR03	Trincea	2+750 – 2+880
RI03	Rilevato	2+880 – 3+200
TR04	Trincea	3+200 – 3+270
RI04	Rilevato	3+270 – 4+000
TR05	Trincea	4+000 – 4+280
RI05	Rilevato	4+280 – 4+730
TR06	Trincea	4+730 – 5+040
RI06	Rilevato	5+040 – 5+240
TR07	Trincea	5+240 – 5+450
<i>Fabbricati tecnologici e relativi piazzali</i>		
FA01	Fabbricato tecnologico	0+585
PT01	Piazzale	
FA02	Fabbricato tecnologico	4+395
PT02	Piazzale	
<i>Opere viarie connesse</i>		

WBS	Intervento	Pk
NV01	Complanare alla linea ferroviaria e NV01A ramo di ricucitura	-
NV02	Nuova viabilità per la soppressione PL con ricucitura della NV02A e NV02B	-
NV03	Complanare alla linea ferroviaria	-
NV04	Nuova viabilità di accesso al piazzale PT01	-
NV05	Nuova viabilità di accesso al piazzale PT02	-
IV01	Cavalcaferrovia	-

In generale il progetto prevede muri di sostegno e recinzione, opere idrauliche, attrezzaggio tecnologico, quali impianti di segnalamento, impianti TLC, impianti LFM, impianti meccanici, predisposizione per gli impianti di trazione elettrica, safety e security, ed armamento.

2.1.2 Il raddoppio del tratto ferroviario

La realizzazione del raddoppio della tratta è compresa tra il km 3+460 circa ed il km 9 circa della Linea Storica per uno sviluppo complessivo di circa 5,5 km, prevedendo l'ampliamento del sedime della Linea Storica.

La linea storica presenta uno sviluppo rettilineo in rilevato con altezze limitate rispetto al piano campagna a meno del tratto finale ove la sezione trasversale è caratterizzata da una sezione a mezza costa con un'opera di sostegno sul lato sinistro. Lungo la tratta sono presenti quattro opere di attraversamento idraulico, le quali presentano delle dimensioni geometriche non compatibili ai fini della sicurezza idraulica rispetto alla normativa vigente.

Pertanto, nell'ambito del progetto di raddoppio della linea attuale si rende necessario un innalzamento del piano del ferro al fine di adeguare le dimensioni degli attraversamenti idraulici esistenti, di consentire il transito delle portate di progetto con un adeguato franco di sicurezza. L'innalzamento del piano del ferro previsto dal progetto è in media pari a circa 1,50 m fino a un massimo di 2.20 m circa nei punti ove sono presenti le opere di attraversamento.

Il tracciato lungo la sua estensione presenta un alternarsi di basse trincee e rilevati lungo la sua estensione con l'innalzamento della quota della livelletta ferroviaria in corrispondenza dei nuovi attraversamenti idraulici.

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA Raddoppio Decimomannu - Villamassargia					
Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R52RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A	FOGLIO 17 di 213

Il progetto ferroviario, lungo il suo sviluppo prevede la realizzazione di due fabbricati tecnologici (FA01 e FA02) e relativi piazzali PT01 e PT02, posti rispettivamente al km 0+600 e al km 4+425, e delle relative viabilità di accesso.

Inoltre, al km 4+260 circa (7+615 circa della LS), è prevista la soppressione dell'attuale PL e la realizzazione di una nuova viabilità (NV02) che consente di ricucire la maglia viaria esistente e attraverso il nuovo cavalcaferrovia di progetto (IV01), scavalcare la nuova linea ferroviaria.

Il Lotto 2 si chiude a circa 4,3 km dalla stazione di Siliqua, ove il tracciato prevede il collegamento con la Linea Storica mediante uno scambio che consente il passaggio dal nuovo doppio binario al singolo binario esistente.

L'intervento in progetto viene realizzato in assenza di esercizio della Linea Storica, e presenterà un unico rettilineo con il binario di raddoppio previsto lato sud, ad interasse di 4.00m rispetto al binario esistente.

2.1.3 Le opere d'arte principali: Cavalcaferrovia IV01

La realizzazione della nuova viabilità NV02 necessaria, a seguito della soppressione dell'attuale PL, a ricucire la maglia viaria esistente comporta la realizzazione del cavalcaferrovia stradale IV01 avente una lunghezza complessiva pari a circa 270 m, a due corsie, una per ognuno senso di marcia.

Il cavalcaferrovia IV01 è composto da 9 campate da 30 m in semplice appoggio costituite da un impalcato in misto acciaio-clc; la scelta della tipologia di impalcato e la scansione regolare delle pile è stata sviluppata in modo tale da risolvere l'interferenza con il nuovo tracciato ferroviario sia dal punto di vista planimetrico che altimetrico, assicurando il rispetto dei franchi orizzontali e verticali.

Dal punto di vista planimetrico, le pile sono state disposte ad interasse costante pari a 30m e in corrispondenza dell'attraversamento ferroviario la distanza misurata perpendicolarmente dall'asse del binario più vicino alla pila risulta superiore a 4.50 m, distanza minima prevista dal Manuale di Progettazione.

Dal punto di vista altimetrico, l'altezza tra il piano ferro ed intradosso dell'impalcato stradale risulta maggiore di 6.90m, valore minimo previsto dal Manuale di Progettazione, ed è compatibile con il futuro progetto di elettrificazione.

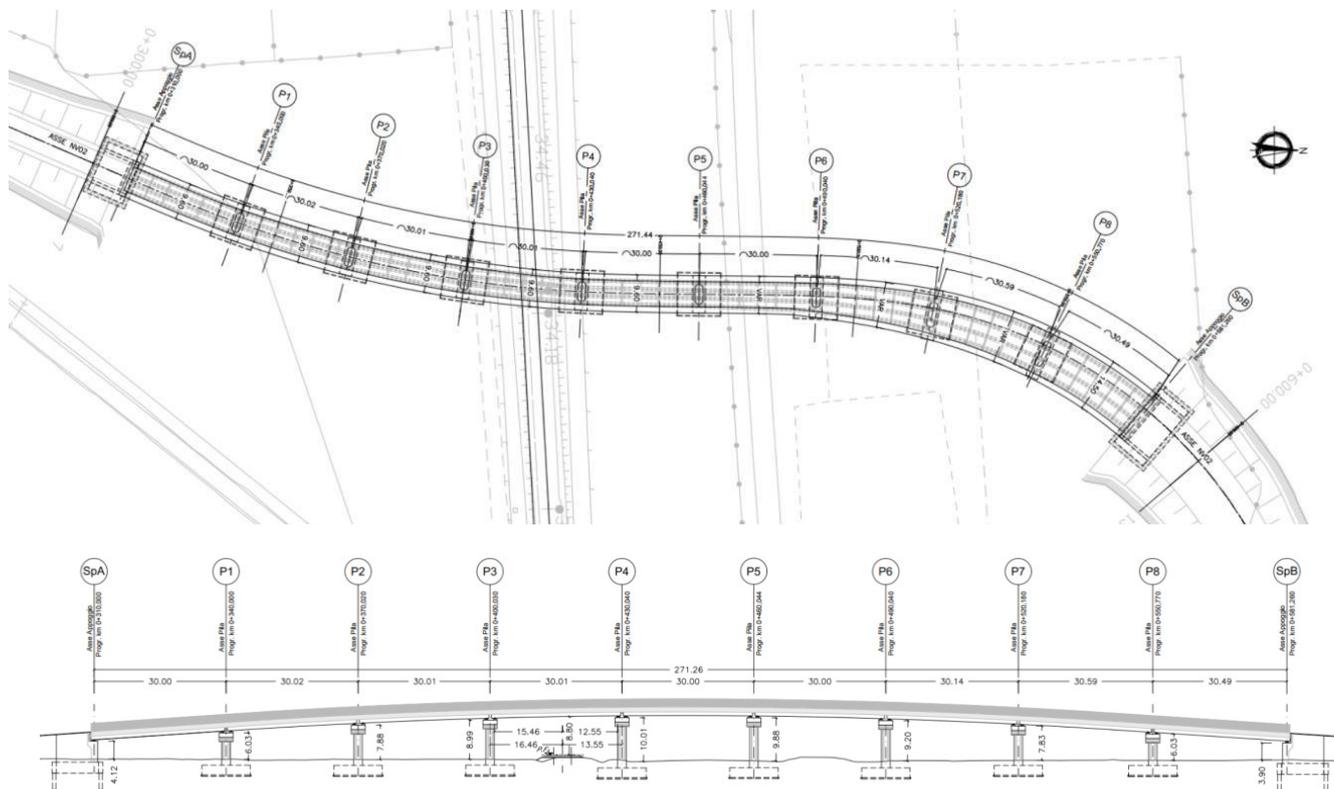


Figura 2-1-2 Planimetria e Prospetto

Le opere di fondazione sono di due tipologie:

- per le pile, vengono realizzate fondazioni superficiali quadrate di lato pari a 11 m, al di sotto delle quali si prevede il consolidamento del terreno attraverso colonne di jet grouting di diametro D1500 ad interasse 2.20 m.
- per le spalle, vengono previsti pozzi di fondazione, di altezza massima pari a 6.30m, costituiti da coronelle rettangolari di pali D800 con interasse 1 m, attestati per una lunghezza pari a 1D nel substrato roccioso sottostante. All'interno di ogni singola coronella viene consolidato il terreno in situ, al di sopra del quale verrà successivamente gettato il plinto di fondazione.

2.1.4 Le opere connesse: Fabbricati tecnologici e relativi piazzali in progetto

Nell'ambito del progetto di raddoppio ferroviario sono previsti i seguenti due Fabbricati tecnologici e relativi piazzali:

Tabella 2-2 Fabbricati tecnologici e relativi piazzali di progetto

WBS	Tipo	Piazzale	Progressiva
FA01	PP/ACC	PT01	0+585
FA02	PP/ACC	PT02	4+395

2.1.5 Le opere viarie connesse

La realizzazione del raddoppio ferroviario relativo al Lotto 2 necessita la realizzazione delle seguenti opere viarie:

- NV01 - Complanare alla linea ferroviaria e NV01A ramo di ricucitura;
- NV02 - Nuova viabilità per la soppressione PL con ricucitura della NV02A e NV02B;
- NV03 - Complanare alla linea ferroviaria;
- NV04 - Nuova viabilità di accesso al piazzale PT01;
- NV05 - Nuova viabilità di accesso al piazzale PT02.

Lotto 2						
Viabilità	Descrizione Intervento	Categoria	Sviluppo	Corsia	Banchina	Larghezza piattaforma
NV01	Ricucitura viabilità	Strada locale a destinazione particolare	1860	2	-	4
NV01_A	Ricucitura viabilità	Strada locale a destinazione particolare	82	2	-	4
NV02	Nuova viabilità per Soppr PL	Strada locale a destinazione particolare	805	2,75	0,5	6,5
NV02_A	Ricucitura viabilità	Strada locale a destinazione particolare	146	2,75	0,5	6,5
NV02_B	Ricucitura viabilità	Strada locale a destinazione particolare	86	2,75	-	5,5
NV03	Ricucitura viabilità	Strada locale a destinazione particolare	656	2	-	4
NV04	Nuova viabilità accesso al piazzale PT01	Strada locale a destinazione particolare	87	2,75	0,5	6,5
NV05	Nuova viabilità accesso al piazzale PT02	Strada locale a destinazione particolare	64	2,75	0,5	6,5

2.2 Descrizione del sistema di cantierizzazione

Il presente capitolo illustra il sistema di cantierizzazione previsto per la realizzazione delle opere in progetto.

Il progetto di cantierizzazione definisce i criteri generali del sistema di cantierizzazione, individuando la possibile organizzazione e le eventuali criticità; tuttavia, l'ipotesi di cantierizzazione rappresentata non è vincolante ai fini di eventuali diverse soluzioni che l'Appaltatore intenda attuare nel rispetto della normativa vigente, delle disposizioni emanate dalle competenti Autorità, dei tempi e costi previsti per l'esecuzione delle opere.

2.2.1 Organizzazione e preparazione dell'area di cantiere

Per la realizzazione delle opere in progetto, si prevede l'utilizzo 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;
- lontananza da ricettori critici e da aree densamente abitate;
- facile collegamento con la viabilità esistente, in particolare con quella principale (s.s. ed autostrada);
- minimizzazione del consumo di territorio e dell'impatto sull'ambiente naturale ed antropico;
- interferire il meno possibile con il patrimonio culturale esistente.

Nella tabella che segue si riportano nel dettaglio le aree di cantiere previste

Tabella 2-3 Sistema di cantierizzazione

CODICE	TIPOLOGIA	SUPERFICIE (mq)	COMUNE
CB.01	Cantiere Base	12.000 mq	Villaspeciosa
CO.01	Cantiere Operativo	5.000 mq	Villaspeciosa
AT.01	Area Tecnica	2.500 mq	Villaspeciosa
AT.02	Area Tecnica	2.500 mq	Villaspeciosa
AT.03	Area Tecnica	700 mq	Villaspeciosa
AT.04	Area Tecnica	3.000 mq	Villaspeciosa
AT.05	Area Tecnica	2.500 mq	Villaspeciosa
AT.06	Area Tecnica	3.500 mq	Villaspeciosa
AT.07	Area Tecnica	2.000 mq	Villaspeciosa
AT.08	Area Tecnica	4.000 mq	Villaspeciosa
AT.09	Area Tecnica	6.000 mq	Villaspeciosa
AT.10	Area Tecnica	3.000 mq	Villaspeciosa
AT.11	Area Tecnica	3.200 mq	Villaspeciosa
AT.12	Area Tecnica	2.500 mq	Villaspeciosa
AS.01	Area di Stoccaggio	6.500 mq	Villaspeciosa
AS.02	Area di Stoccaggio	6.000 mq	Villaspeciosa
DT.01	Deposito Temporaneo	13.000 mq	Villaspeciosa



PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA

Raddoppio Decimomannu - Villamassargia

Progetto ambientale della cantierizzazione

Relazione generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RR0P	02	R52RG	CA0000001	A	21 di 213

PARTE B – ANALISI DEGLI ASPETTI AMBIENTALI

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA Raddoppio Decimomannu - Villamassargia					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R52RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

3 PIANIFICAZIONE E TUTELA TERRITORIALE

3.1 Pianificazione territoriale e locale

Rimandando a quanto riportato nello Studio di impatto ambientale (RR0P02R22RGSA0001001A) in merito allo stato della pianificazione territoriale e locale, nonché ai relativi contenuti, nell'ambito della presente relazione l'attenzione è stata centrata sullo stato approvativo.

Nel caso specifico della Regione autonoma della Sardegna, il quadro della pianificazione territoriale è composto dalla LR n. 45 del 22 dicembre 1989 "Norme per l'uso e la tutela del territorio regionale" e ss.mm.ii. e da quella paesistica in riferimento alla LR n. 8 del 25 novembre 2004 "Norme urgenti di provvisoria salvaguardia per la pianificazione paesaggistica e tutela del territorio regionale" e ss.mm.ii., attraverso la quale viene introdotto il Piano Paesaggistico Regionale, quale principale strumento della pianificazione territoriale regionale.

Ai sensi dell'art. 3 della LR 45/1989 e ss.mm.ii., gli strumenti per l'uso e la tutela del territorio sono:

- a livello regionale:
 - 1) il Piano paesaggistico regionale;
 - 2) le direttive ed i vincoli, gli schemi di assetto territoriale. Le direttive ed i vincoli possono trovare espressione coordinata in piani e schemi di assetto relativi a determinati settori d'intervento e/o a determinate zone del territorio regionale. Il sistema di tali atti e piani costituisce il quadro regionale di coordinamento territoriale.
- a livello comunale:
 - 1) i piani urbanistici comunali;
 - 2) i piani urbanistici intercomunali.

Pertanto, stante l'impianto pianificatorio previsto dalla LR 45/1989 e ss.mm.ii. e dalla LR 8/2004 e ss.mm.ii, ed in considerazione della attuazione datane nella prassi dai diversi Enti territoriali e locali, il contesto pianificatorio di riferimento può essere identificato nei seguenti termini (Tabella 3-1).

Tabella 3-1 Quadro pianificatorio di riferimento

Ambito	Strumento	Estremi Approvativi
Regionale	Piano Paesaggistico Regionale (PPR) Sardegna	DGR n. 36/7 del 5/09/2006

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA Raddoppio Decimomannu - Villamassargia					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R52RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

Ambito	Strumento	Estremi Approvativi
Comunale	Piano Urbanistico Comunale (PUC) del comune di Villaspeciosa	DGC n. 56 del 9/08/2016 e successive varianti
	Piano Urbanistico Comunale (PUC) del comune di Siliqua	Deliberazione del Commissario ad Acta n.3 del 17/04/2003 e successive varianti

3.2 Sistema dei vincoli e discipline di tutela paesaggistico-ambientale

Per il progetto in esame, le tipologie di vincoli rispetto ai quali l'opera in progetto è stata oggetto di approfondimento sono le seguenti:

- A. Beni culturali di cui alla parte seconda del D.lgs. 42/2004 e smi e segnatamente quelli di cui all'art. 10 del citato decreto.
- B. Beni paesaggistici di cui alla parte terza del D.lgs. 42/2004 e smi e segnatamente ex artt. 136 "Immobili ed aree di notevole interesse pubblico", 142 "Aree tutelate per legge" e 143 co. 1 lett. i
- C. Aree naturali protette, così come definite dalla L 394/91 e dalla LR 31/89, e Rete Natura 2000
- D. Aree soggette a vincolo idrogeologico ai sensi del RD 3267/1923

La ricognizione dei vincoli e delle aree soggette a disciplina di tutela è stata operata sulla base delle informazioni tratte dalle seguenti fonti conoscitive:

- Beni culturali ex art. 10 del D.lgs. 42/2004 e smi
 - Regione Sardegna, Sardegna Geoportale, Repertorio beni 2017 - Beni culturali archeologici
 - Regione Sardegna, Sardegna Geoportale, Repertorio beni 2017 - Beni culturali architettonici
- Beni paesaggistici ex art. 136 del D.lgs. 42/2004 e smi
 - Regione Sardegna, Piano Paesaggistico Regionale, approvato con DGR n. 36/7 del 05/09/2006
 - Regione Sardegna, Sardegna Geoportale, Aree dichiarate di notevole interesse pubblico vincolate con provvedimento amministrativo
- Beni paesaggistici ex art. 142 del D.lgs. 42/2004 e smi
 - Art. 142 co.1 lett. A) Regione Sardegna, Sardegna Geoportale, Servizio WFS, Art. 142 Territori costieri fascia 300 metri
 - Art. 142 co. 1 lett. B) Regione Sardegna, Sardegna Geoportale, Servizio WFS, Art.

142 Laghi e fascia di rispetto

- Art. 142 co.1 lett. C) Regione Sardegna, Sardegna Geoportale, Servizio WFS, Art. 142 Fiumi e fascia di rispetto
- Art. 142 co.1 lett. F) Regione Sardegna, Piano Paesaggistico Regionale, approvato con DGR n. 36/7 del 05/09/2006
Ai sensi dell'art. 8 comma 3 lett. b) e c) delle norme del PPR, si è assunto essere costituito da:
 - Parchi nazionali e regionali e le altre aree protette ai sensi della LQN 394/91
 - Sistema regionale dei parchi, delle riserve e dei monumenti naturali LR 31/89
 - Oasi permanenti di protezione faunistica
 - Aree a gestione speciale Ente foreste
- Art. 142 co. 1 lett. G) Regione Sardegna, Piano Paesaggistico Regionale, approvato con DGR n. 36/7 del 05/09/2006, costituiti dai boschi così come individuati dal PPR
- Art. 142 co.1 lett. I) Regione Sardegna, Sardegna Geoportale, Servizio WFS, Art. 142 Zone umide DPR 448/76
- Art. 142 co.1 lett. M) Regione Sardegna, Sardegna Geoportale, Servizio WFS, Art. 142 Zone di interesse archeologico
- Beni paesaggistici ex art. 143 del D.lgs. 42/2004 e smi
 - Regione Sardegna, Piano Paesaggistico Regionale, approvato con DGR n. 36/7 del 05/09/2006
- Rete Natura 2000
 - Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica, Portale FPT, Rete Natura 2000
- Vincolo idrogeologico ai sensi del RD 3267/1923
 - Regione autonoma della Sardegna, Sardegna Geoportale, Vincolo idrogeologico.

Entrando nel merito, si evidenzia che le opere in progetto e relative aree di cantiere fisso non interessano:

- Beni di interesse culturale dichiarato di cui all'art. 10 del D.Lgs. 42/2004 e smi,
- Immobili ed Aree di notevole interesse pubblico di cui all'art. 136 del D.Lgs. 42/2004 e smi;
- Beni paesaggistici di cui all'art. 143 del D.Lgs. 42/2004 e smi;

- Aree naturali protette ai sensi della Legge 394/91 e della Legge Regionale 31/89;
- Siti appartenenti alla Rete Natura 2000;
- Aree gravate da vincolo idrogeologico ai sensi del RDL 3267/1923.

Tenuto conto di quanto premesso, le situazioni di interferenza tra l'opera in progetto, intesa nella sua interezza, ed il sistema dei vincoli è limitato alle sole Aree tutelate per legge, nello specifico, i Fiumi, torrenti, corsi d'acqua iscritti negli elenchi previsti dal testo unico delle disposizioni di legge sulle acque ed impianti elettrici, approvato con regio decreto 11 dicembre 1933, n. 1775, e le relative sponde o piedi degli argini per una fascia di 150 metri ciascuna (Art. 142, comma 1, lett. c, D.lgs. 42/2004 e smi).

Rispetto a detti beni paesaggistici, le situazioni di loro interessamento da parte delle opere in progetto e relative aree di cantiere fisso sono riassunte nelle tabelle che seguono.

Tabella 3-2 Rapporto tra opere e beni paesaggistici

Beni paesaggistici	Opere in progetto
Art. 142 co. 1 lett. c)	Opere di linea: - 2+900 – 3+400 circa - 4+850 – 5+450 circa
	Opere viarie connesse: - NV02
	Opere idrauliche: - IN04-IN04bis - IN07

Tabella 3-3 Rapporto tra aree di cantiere fisso e beni paesaggistici

Aree di cantiere fisso	Beni paesaggistici
CB.01	-
CO.01	-
AT.01	-
AT.02	-
AT.03	-
AT.04	-
AT.05	-

AT.06	-
AT.07	-
AT.08	-
AT.09	-
AT.10	-
AT.11	Art. 142 co. 1 lett. C)
AT.12	Art. 142 co. 1 lett. C)
AS.01	-
AS.02	-
DT.01	-

In ragione di ciò, si specifica che al fine dell'ottenimento dell'autorizzazione paesistica ai sensi degli articoli 146 e 149 del D.lgs. 42/2004 e smi, il progetto in esame è ulteriormente corredato dalla Relazione Paesaggistica, redatti in conformità a quanto disposto dal DPCM 12/12/2005.

Per ulteriori approfondimenti e, in particolare, per l'analisi degli usi civici, si rimanda all'elaborato "RR0P02R22RGSA0001001A _Studio di impatto ambientale – Relazione Generale".

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA Raddoppio Decimomannu - Villamassargia					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R52RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

4 POPOLAZIONE E SALUTE UMANA

4.1 Inquadramento demografico

Il presente paragrafo fornisce l'analisi della demografia e della distribuzione della popolazione nell'area in esame relativamente all'ambito regionale, provinciale e comunale. In particolare, lo scopo è quello di verificare se la presenza dell'infrastruttura rappresenterà un fattore enfatizzante sul sistema antropico complessivo del territorio rispetto alla salute della popolazione.

Secondo i dati dell'Istat¹, riferiti all'anno 2021, la popolazione residente nella Regione Sardegna si attesta attorno i 1,6 milioni di abitanti, ripartiti pressoché equamente tra uomini e donne, con una lieve prevalenza della componente femminile.

Tabella 4-1 Popolazione residente nella Regione Sardegna distinta per tipologia e fascia d'età al 1° gennaio 2022 (fonte: Demo Istat – anno 2021)

Età	Regione Sardegna		
	Uomini	Donne	Totale
0-4 anni	23.736	22.334	46.070
5-14 anni	64.770	60.442	125.212
15-24 anni	71.848	65.905	137.753
25-34 anni	80.432	75.705	156.137
35-44 anni	102.241	99.579	201.820
45-54 anni	132.077	131.702	263.779
55-64 anni	123.392	129.337	252.729
65-74 anni	98.759	107.600	206.359
75+ anni	81.137	117.736	198.873
Totale	778.390	810.339	1.588.729

¹ Demo Istat 2021 (<https://demo.istat.it/>)

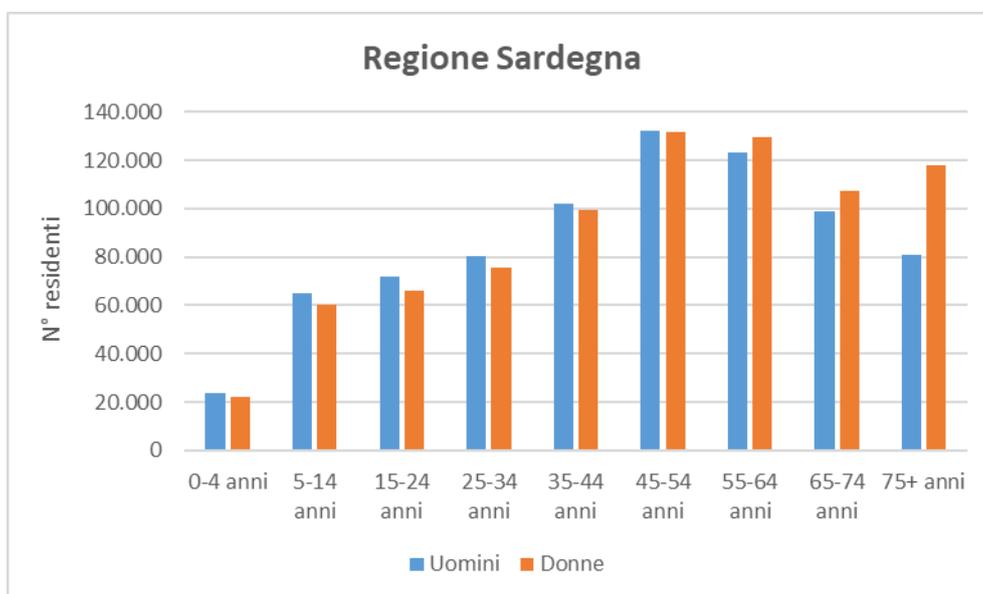


Figura 4-1 Composizione della popolazione residente nella Regione Sardegna distinta per tipologia e fascia d'età (fonte: elaborazione dati Istat – anno 2021)

Dalla Tabella 4-1 è possibile evincere come sia distribuita la popolazione a livello regionale tra i due sessi nelle varie classi di età.

La fascia più popolosa risulta essere quella tra i 45 e i 54 anni di età, seguita da quelle tra i 55-64 anni e i 65-74 anni, con una leggera prevalenza della componente femminile su quella maschile.

Nella tabella seguente si riportano i dati relativi al 2021 delle cinque province sarde in termini di numero di residenti, distinti per tipologia.

Tabella 4-2 Numero di residenti nella regione Sardegna distinti per provincia (fonte: elaborazione dati Demo Istat – anno 2021)

Province	Uomini	Donne	Totale
Sassari	234.059	242.378	476.437
Nuoro	98.833	102.114	200.947
Oristano	74.755	77.282	152.037
Cagliari	203.475	218.113	421.588
Sud Sardegna	167.324	170.940	338.264

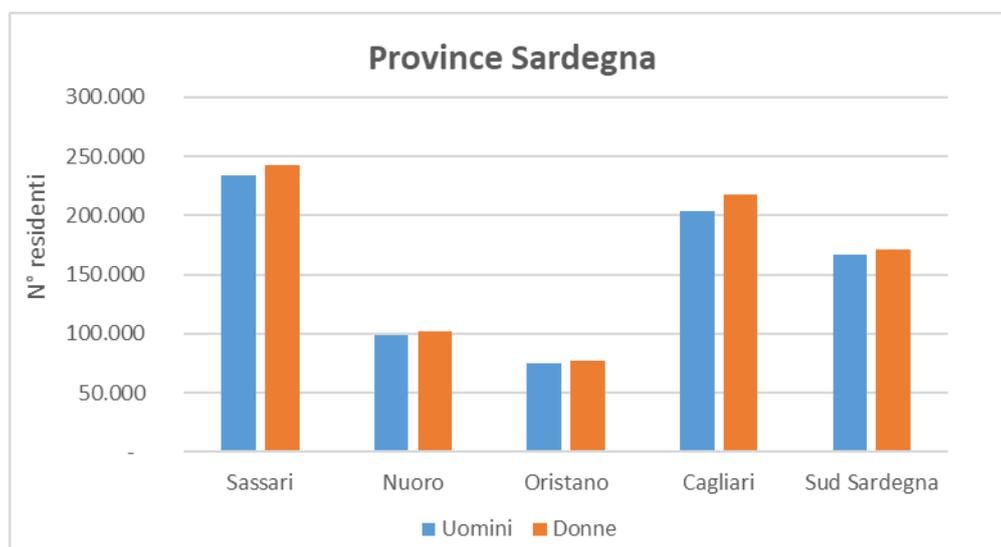


Figura 4-2 Composizione della popolazione residente nelle province sarde distinta per tipologia e fascia d'età (fonte: elaborazione dati Istat – anno 2021)

La Provincia di Sassari, con un totale di circa 476.000 residenti, rappresenta la provincia più popolosa, seguita da quella di Cagliari. Relativamente alla provincia del Sud Sardegna, coinvolta dalla realizzazione degli interventi in progetto, la distribuzione dei residenti per fasce d'età è riportata nella Tabella 4-3 e nella Figura 4-3.

Tabella 4-3 Popolazione residente nella provincia Sud Sardegna distinta per tipologia e fascia d'età (fonte: elaborazione dati Demo Istat – anno 2021)

Età	Provincia Sud Sardegna		
	Uomini	Donne	Totale
0-4 anni	4.869	4.466	9.335
5-14 anni	12.949	12.297	25.246
15-24 anni	14.770	13.162	27.932
25-34 anni	16.496	15.528	32.024
35-44 anni	22.057	21.083	43.140
45-54 anni	27.435	26.712	54.147
55-64 anni	26.985	27.564	54.549
65-74 anni	23.417	24.060	47.477
75+ anni	18.346	26.068	44.414
Totale	167.324	170.940	338.264

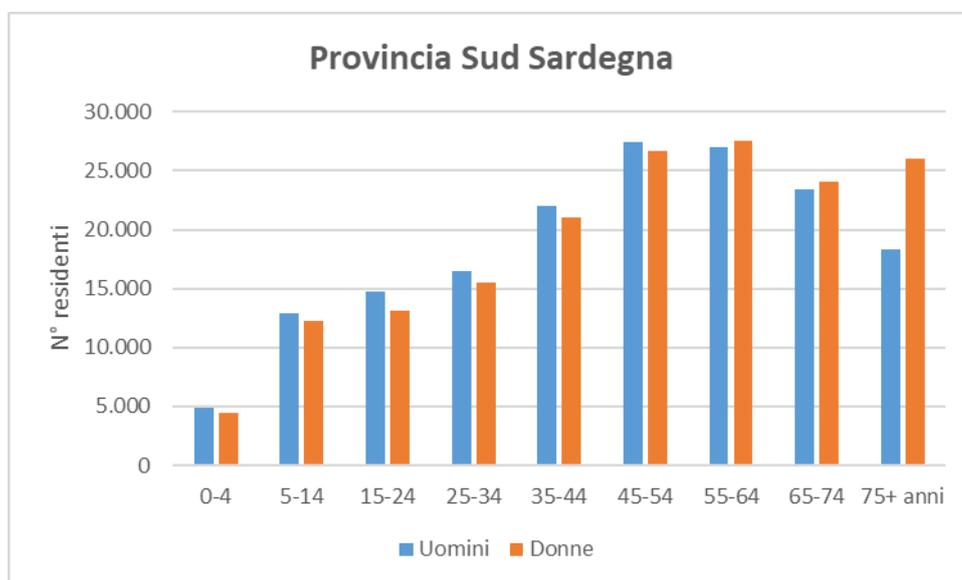


Figura 4-3 Composizione della popolazione residente nella Provincia Sud Sardegna distinta per tipologia e fascia d'età (fonte: elaborazione dati Istat <https://demo.istat.it/app/?i=POS&l=it> – anno 2021)

Analizzando la popolazione residente nella provincia Sud Sardegna, all'annata 2021, si osserva la presenza di poco più di 338 mila individui, di cui circa 167 mila sono uomini e 171 mila donne. La ripartizione in fasce di età è messa in evidenza in Figura 4-3, nella quale si riscontra che la fascia più popolosa risulta essere quella tra i 45-54 anni di età, seguita da quelle tra i 55-64 e i 35-44 anni di età.

Per avere un quadro ancora più esaustivo del contesto demografico, si riportano anche i dati inerenti ai Comune di Villaspeciosa in cui ricade quasi interamente il progetto. I dati riportati in Tabella 4-4 e in Figura 4-4 confermano quanto già rilevato per il contesto regionale. È possibile, infatti, constatare come la popolazione si distribuisca maggiormente nelle fasce tra i 35 e i 64 anni, con un picco in corrispondenza della classe 45-54 anni.

Tabella 4-4 Popolazione residente nel Comune di Villaspeciosa distinta per tipologia e fascia d'età (fonte: elaborazione dati Demo Istat – anno 2022)

Età	Comune di Villaspeciosa		
	Uomini	Donne	Totale
0-4 anni	39	52	91
5-14 anni	146	135	281
15-24 anni	126	120	246
25-34 anni	120	106	226
35-44 anni	180	203	383
45-54 anni	261	243	504

55-64 anni	227	170	397
65-74 anni	123	130	253
75+ anni	85	116	201
Totale	1.261	1.275	2.536

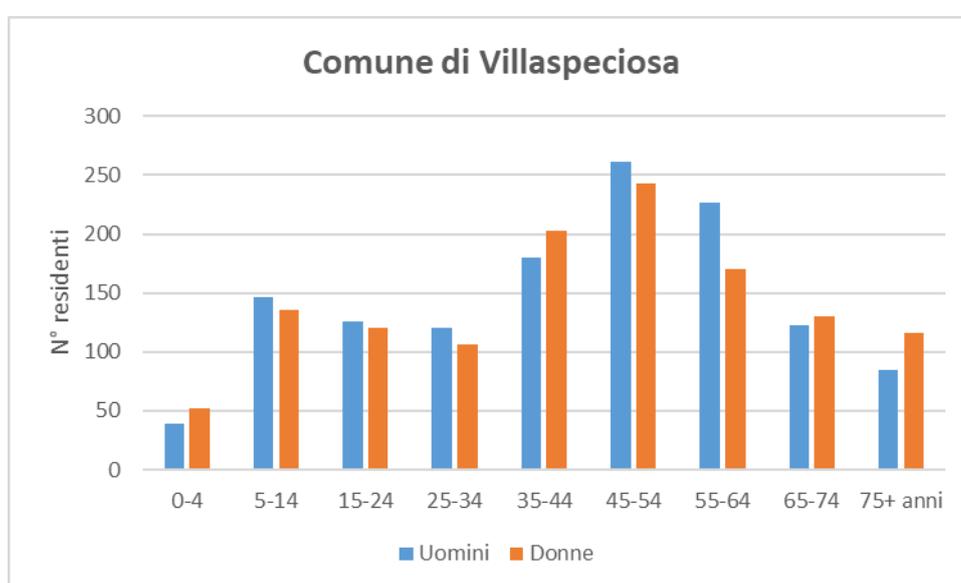


Figura 4-4 Composizione della popolazione residente nel Comune di Villaspeciosa distinta per tipologia e fascia d'età (fonte: elaborazione dati Istat – anno 2021)

4.2 Inquadramento epidemiologico sanitario

Premessa

Per ottenere un corretto quadro dello stato di salute della popolazione nell'area di studio sono stati analizzati gli ultimi dati disponibili forniti dal portale HFA dell'Istat per l'annualità 2019 e 2020².

In particolare, vengono presentate informazioni sulla mortalità per l'anno 2019 e sull'ospedalizzazione per l'anno 2020, relativamente al contesto provinciale, regionale e nazionale.

Per quanto concerne l'ambito comunale, la consultazione delle pubblicazioni regionali attraverso il portale della regione³ e la sezione "Progetti Passi" della Asl di Cagliari⁴, hanno evidenziato la presenza

² Sistema informativo territoriali su sanità e salute – Health for All (HFA) Italia - aggiornato a giugno 2022

³ [Regione Sardegna - Atlante Sanitario](#)

⁴ [ASSL Cagliari - Home page \(aslcagliari.it\)](#)

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA Raddoppio Decimomannu - Villamassargia					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R52RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

di diversi campi di indagine. Dal portale della Regione è stato possibile consultare l'”*Atlante sanitario della Sardegna - aggiornamento 2020*” e dal portale della Asl di Cagliari il Report “*PASSI 2016 - 2019*”.

Da queste ultime due fonti emerge come lo studio della mortalità e dell'ospedalizzazione venga effettuato tramite indicatori con diversi livelli di disaggregazione spaziale e temporale. In particolare, l'analisi del contesto epidemiologico viene presentata con un livello di approfondimento inerente all'intera Regione, ma non a livello comunale.

Assunto che le informazioni disponibili non consentono di avere una conoscenza puntuale della condizione epidemiologica nel Comune di interesse e che gli intervalli temporali forniti non sempre risultano rappresentativi del quadro più recente, l'analisi che segue è incentrata unicamente sulla presentazione degli indicatori Istat.

In virtù di quanto fin qui esposto, dunque, per ciascuna patologia causa di morte o di morbosità, l'Istat fornisce, oltre al numero di decessi e dimissioni:

- **il tasso grezzo**, ovvero il rapporto tra il numero di morti/ricoveri durante un periodo di tempo e la quantità della popolazione media nello stesso periodo; tale valore misura quindi la frequenza delle morti o dei ricoveri di una popolazione in un arco di tempo;
- **il tasso standardizzato**, ovvero una media ponderata dei tassi specifici per età, con pesi forniti da una popolazione esterna ed interpretabili come il tasso che si osserverebbe nella popolazione in studio se questa avesse la stessa distribuzione per età della popolazione scelta come riferimento:

$$Tx_{std} = \frac{\sum_{i=1}^m w_i \cdot T_i}{\sum_{i=1}^m w_i} \cdot k'$$

dove:

$T_i = \text{casi}_i / \text{pop}_i$ è il tasso specifico per l'età relativo alla i-ma classe di età nella popolazione in studio;

casi_i rappresenta il numero di eventi osservati nella popolazione in studio nella classe di età i-ma;

pop_i rappresenta la numerosità della popolazione in studio nella i-ma classe di età;

w_i rappresenta il peso che ciascuna classe di età assume nella popolazione di riferimento;

m è il numero di classi di età considerate nel calcolo del tasso;

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA Raddoppio Decimomannu - Villamassargia					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R52RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

è una costante moltiplicativa che è stata posta pari a 10.000 nella mortalità e nelle ospedalizzazioni.

La tabella seguente sintetizza le varie cause di morte e di morbosità tipicamente associate alla tossicità di inquinanti atmosferici ed al disturbo causato dall'inquinamento acustico.

Tabella 4-5 Cause di morte e ospedalizzazione

Cause di morte	Cause di ospedalizzazione
<i>Tumori</i>	
Tutti i tumori	Tumori maligni
Tumori maligni apparato respiratorio e organi intratoracici	-
Tumori maligni della trachea bronchi e polmoni	Tumori maligni della trachea bronchi e polmoni
<i>Sistema cardiovascolare</i>	
Malattie del sistema circolatorio	Malattie del sistema circolatorio
Malattie ischemiche del cuore	Malattie ischemiche del cuore
Disturbi circolatori dell'encefalo	Disturbi circolatori dell'encefalo
<i>Apparato respiratorio</i>	
Malattie dell'apparato respiratorio	Malattie dell'apparato respiratorio
BPCO (Broncopneumopatia cronico ostruttiva)	BPCO (Broncopneumopatia cronico ostruttiva)
<i>Sistema nervoso</i>	
Malattie del sistema nervoso e organi di senso	Malattie del sistema nervoso e organi di senso
Disturbi psichici	-

Nei paragrafi successivi vengono dunque riportati i dati relativi alla mortalità e alla morbosità registrati e calcolati dall'Istat. Si evidenzia che in merito ai dati provinciali sono stati analizzati i dati relativi alla provincia di Cagliari in quanto la nuova riforma degli enti locali sardi del 2021⁵ ha previsto la soppressione della provincia del Sud Sardegna, il suo territorio è passato alle province del Medio Campidano e del Sulcis Iglesiente, mentre la [città metropolitana di Cagliari](#) ne gestisce il restante territorio nel quale ricade l'area di progetto.

Si ricorda che oltre ai dati provinciali di Cagliari sono riportati anche i valori relativi alla regione Sardegna e a livello nazionale.

⁵ legge regionale 12 aprile 2021, n. 7

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA Raddoppio Decimomannu - Villamassargia					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R52RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

Mortalità

In primo luogo, in Tabella 4-6, si riportano i dati di mortalità messi a disposizione da Istat causati da tumori, prendendo in considerazione la totalità dei tumori, dei tumori maligni apparato respiratorio e organi intratoracici e dei tumori maligni della trachea, dei bronchi e dei polmoni.

Tabella 4-6 Decessi avvenuti causa tumori (fonte: HFA 2022 - anno 2019)

Malattie	Area	Decessi		Tasso grezzo		Tasso standardizzato	
		Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne
Tutti i Tumori	Provincia Cagliari	986	743	37,1	27,71	36,27	21,1
	Sardegna	3.046	2.101	49,26	32,82	45,55	23,77
	Italia	99.384	79.921	34,20	26,11	32,07	19,09
Tumori maligni apparato respiratorio e organi intratoracici	Provincia Cagliari	271	90	10,33	3,53	10,04	2,77
	Sardegna	783	234	12,67	3,63	11,57	2,78
	Italia	25.465	11.009	8,77	3,60	8,2	2,77
Tumori maligni trachea, bronchi e polmoni	Provincia Cagliari	245	82	9,51	3,16	9,23	2,47
	Sardegna	704	216	11,4	3,33	10,41	2,57
	Italia	22.854	10.163	7,87	3,32	7,36	2,56

Per le tre tipologie di tumori sia per la popolazione maschile che per la popolazione femminile, i tassi standardizzati provinciali risultano superiori a quelli nazionali e leggermente inferiori a quelli regionali.

Per quanto riguarda i decessi legati alle patologie del sistema cardiovascolare, l'Istat fornisce dati relativi alle malattie del sistema circolatorio, alle malattie ischemiche del cuore ed ai disturbi circolatori dell'encefalo, i cui valori di mortalità sono riportati in Tabella 4-7, in Tabella 4-8 e in Tabella 4-9.

Tabella 4-7 Decessi avvenuti per malattie del sistema circolatorio (fonte: HFA 2022 - anno 2019)

Malattie	Area	Decessi		Tasso grezzo		Tasso standardizzato	
		Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne
Malattie del sistema circolatorio	Provincia Cagliari	624	676	24,57	26,79	25,46	18,07
	Sardegna	2.370	2.652	37,47	40,9	35,95	25,12
	Italia	97.340	125.108	33,35	40,89	31,88	24,10

Tabella 4-8 Decessi avvenuti per malattie ischemiche del cuore (fonte: HFA 2022 - anno 2019)

Malattie	Area	Decessi	Tasso grezzo	Tasso standardizzato
----------	------	---------	--------------	----------------------

		Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne
Malattie ischemiche del cuore	Provincia Cagliari	169	130	7,07	4,67	7,12	3,25
	Sardegna	739	555	11,69	8,58	11,02	5,4
	Italia	32.853	29.132	11,24	9,52	10,68	5,67

Tabella 4-9 Decessi avvenuti per disturbi circolatori dell'encefalo (fonte: HFA 2022 - anno 2019)

Malattie	Area	Decessi		Tasso grezzo		Tasso standardizzato	
		Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne
Disturbi circolatori encefalo	Provincia Cagliari	181	201	6,48	7,92	6,88	5,34
	Sardegna	571	654	9,04	9,98	8,72	6,18
	Italia	22.186	32.888	7,63	10,75	7,29	6,37

Tra le tre differenti malattie legate al sistema cardiovascolare si evidenzia una netta differenza sia in termini assoluti di decessi, sia in termini di tasso di mortalità, caratterizzata da valori maggiori per le malattie del sistema circolatorio rispetto alle ischemie del cuore ed ai disturbi circolatori dell'encefalo, poiché queste ultime rappresentano una quota parte delle prime. Nonostante queste differenze è possibile constatare come i tassi standardizzati inerenti alla totalità delle malattie del sistema circolatorio e ai disturbi circolatori dell'encefalo mostrano la superiorità del dato regionale. Relativamente alle malattie ischemiche del cuore si evidenzia la prevalenza del dato standardizzato di livello regionale, che, seppur con differenze non particolarmente significative, risulta superiore a quello provinciale e nazionale. Per quanto concerne le patologie dell'apparato respiratorio, di cui sono state considerate le malattie totali dell'apparato respiratorio e le malattie bronco-pneumopatiche croniche ostruttive (BPCO), si riportano i dati di mortalità forniti da Istat rispettivamente nella Tabella 4-10 e nella Tabella 4-11. Da queste ultime si può rilevare un quadro in cui, relativamente ad entrambe le categorie analizzate, i tassi standardizzati di livello regionale risultano più elevati rispetto a quelli nazionali e provinciali sia per la popolazione maschile che per la popolazione femminile.

Tabella 4-10 Decessi avvenuti per malattie dell'apparato respiratorio (fonte: HFA 2022 – anno 2019)

Malattie	Area	Decessi		Tasso grezzo		Tasso standardizzato	
		Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne
Malattie apparato respiratorio	Provincia Cagliari	177	147	7,07	6,37	7,5	4,28
	Sardegna	686	551	11	8,62	10,64	5,4
	Italia	28.108	25.549	9,67	8,36	9,27	5,02

Tabella 4-11 Decessi avvenuti per malattie BPCO (fonte: HFA 2022 – anno 2019)

Malattie	Area	Decessi	Tasso grezzo	Tasso standardizzato
----------	------	---------	--------------	----------------------

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA Raddoppio Decimomannu - Villamassargia					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R52RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

		Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne
BPCO	Provincia Cagliari	83	62	3,31	2,79	3,58	1,85
	Sardegna	334	235	5,3	3,67	5,15	2,28
	Italia	13.725	10.780	4,73	3,53	4,52	2,14

In ultimo, con riferimento alle patologie del sistema nervoso e degli organi di senso, si possono osservare le tabelle seguenti in cui sono riportati i valori di mortalità relativi all'anno 2019 avvenuti a causa di malattie del sistema nervoso o a causa di disturbi psichici gravi. Gli indicatori standardizzati riportati nella Tabella 4-12 e nella Tabella 4-13 evidenziano la superiorità del dato di livello regionale rispetto ai dati nazionali e provinciali.

Tabella 4-12 Decessi avvenuti per malattie del sistema nervoso e organi di senso (fonte: HFA 2022- anno 2019)

Malattie	Area	Decessi		Tasso grezzo		Tasso standardizzato	
		Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne
Malattie del sistema nervoso e organi di sensi	Provincia Cagliari	90	125	3,9	5,4	3,9	3,78
	Sardegna	356	521	5,7	8,05	5,37	5,2
	Italia	13.489	16.887	4,65	5,53	4,38	3,53

Tabella 4-13 Decessi avvenuti per disturbi psichici (fonte: HFA 2022 - anno 2019)

Malattie	Area	Decessi		Tasso grezzo		Tasso standardizzato	
		Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne
Disturbi psichici	Provincia Cagliari	106	200	4,39	8,61	4,66	5,57
	Sardegna	339	604	5,41	9,38	5,29	5,51
	Italia	8.694	17.372	3,00	5,69	2,88	3,24

Morbosità

In questo paragrafo sono riportati in primo luogo i valori di tre indicatori specifici rappresentati dal numero di dimissioni, dal tasso di dimissioni e dal tasso di dimissioni standardizzato forniti dall'Istat e relativi all'anno 2020. Ogni tabella, come è stato effettuato per la mortalità, è relativa ad una specifica causa di dimissione in cui i valori per area territoriale di riferimento sono distinti per sesso e connesse con le attività oggetto del presente studio.

Entrando nel dettaglio dello studio della morbosità in funzione delle cause di ospedalizzazione, si fa riferimento alle patologie di seguito elencate, coerentemente con quanto analizzato per la mortalità:

- tumori;

- patologie del sistema cardiocircolatorio;
- patologie del sistema cerebrovascolare;
- patologie del sistema respiratorio;
- patologie del sistema nervoso.

In primo luogo, in Tabella 4-14, si riportano i dati di morbosità forniti da Istat corrispondenti all'ospedalizzazione dei malati di tumore, prendendo in considerazione la totalità dei tumori maligni e i tumori maligni della trachea, dei bronchi e dei polmoni.

Tabella 4-14 Ospedalizzazione per tumori (fonte: HFA 2022 – anno 2019)

Malattie	Area	Dimissioni		Tasso grezzo		Tasso standardizzato	
		Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne
Tumori maligni	Provincia Cagliari	3.285	2.691	160,14	123,25	151,73	100,71
	Sardegna	11.684	9.024	187,58	139,23	170,42	113,32
	Italia	296.504	246.026	102,95	81,15	95,16	68,22
Tumori maligni trachea, bronchi e polmoni	Provincia Cagliari	251	106	12,24	4,85	11,73	3,91
	Sardegna	1.008	409	16,18	6,31	14,66	5,05
	Italia	27.105	14.437	9,41	4,76	8,66	3,95

L'analisi dei dati standardizzati evidenzia come tra i valori registrati, per entrambe le categorie tumorali esaminate, tende a prevalere l'indicatore di livello regionale, mentre risulta meno marcata la discrepanza tra gli indicatori provinciali e nazionali, soprattutto nel caso dei tumori maligni.

Analogamente a quanto esplicitato per i tumori, in Tabella 4-15, in Tabella 4-16 e in Tabella 4-17 si riportano i valori di morbosità relativi alle patologie del sistema circolatorio, di cui fanno parte le malattie del sistema circolatorio, le malattie ischemiche e i disturbi circolatori dell'encefalo. In linea generale, si può evidenziare come, dalle suddette tabelle, gli indicatori standardizzati regionali tendono a mostrare la loro superiorità rispetto a quelli nazionali e provinciali, per i disturbi circolatori dell'encefalo risulta più marcata la discrepanza.

Tabella 4-15 Ospedalizzazione per malattie del sistema circolatorio (fonte: HFA 2022 – anno 2020)

Malattie	Area	Dimissioni		Tasso grezzo		Tasso standardizzato	
		Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne
Malattie del	Provincia Cagliari	3.669	2.838	178,86	129,98	170,97	100,94

Malattie	Area	Dimissioni		Tasso grezzo		Tasso standardizzato	
		Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne
sistema circolatorio	Sardegna	14.891	10.547	239,09	162,73	219,94	121,56
	Italia	502.657	340.303	174,57	112,27	161,22	83,55

Tabella 4-16 Ospedalizzazione per malattie ischemiche del cuore (fonte: HFA 2022 – anno 2020)

Malattie	Area	Dimissioni		Tasso grezzo		Tasso standardizzato	
		Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne
Malattie ischemiche del cuore	Provincia Cagliari	809	352	39,44	16,12	36,23	12,4
	Sardegna	3.480	1.611	55,87	24,86	49,72	18,64
	Italia	145.654	56.855	50,59	18,76	46,19	14,49

Tabella 4-17 Ospedalizzazione per disturbi circolatori dell'encefalo (fonte: HFA 2022 – anno 2020)

Malattie	Area	Dimissioni		Tasso grezzo		Tasso standardizzato	
		Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne
Disturbi circolatori dell'encefalo	Provincia Cagliari	651	736	31,74	33,71	30,64	25,61
	Sardegna	2.674	2.546	42,93	39,28	39,66	28,42
	Italia	86.992	81.360	30,22	26,84	27,80	19,26

Per quanto concerne i valori di morbosità corrispondenti a patologie dell'apparato respiratorio forniti da Istat, questi sono riportati in Tabella 4-18 e in Tabella 4-19, distinguendo le malattie dell'apparato respiratorio dalle malattie polmonari croniche ostruttive (BPCO). In termini generali, è possibile affermare che gli indicatori standardizzati di dimissione per le patologie respiratorie di livello regionali sono superiori a quelli provinciali e nazionali.

Tabella 4-18 Ospedalizzazione per malattie dell'apparato respiratorio (fonte: HFA 2022 – anno 2020)

Malattie	Area	Dimissioni		Tasso grezzo		Tasso standardizzato	
		Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne
Malattie apparato respiratorio	Provincia Cagliari	2.236	1.787	109	81,84	112,07	72,64
	Sardegna	9.568	7.622	153,61	117,6	153,76	100,97
	Italia	365.224	268.592	126,84	88,60	120,72	70,88

Tabella 4-19 Ospedalizzazione per malattie BPCO (fonte: HFA 2022 – anno 2020)

Malattie	Area	Dimissioni		Tasso grezzo		Tasso standardizzato	
		Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne
BPCO	Provincia Cagliari	160	133	7,8	6,09	7,74	4,75
	Sardegna	633	518	10,16	7,99	9,85	6,28

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA Raddoppio Decimomannu - Villamassargia					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R52RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

Malattie	Area	Dimissioni		Tasso grezzo		Tasso standardizzato	
		Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne
	Italia	11.603	9.405	4,03	3,10	3,90	2,58

Concludono il quadro della morbosità le patologie del sistema nervoso di cui si riportano i valori forniti da Istat in Tabella 4-20. I tassi standardizzati registrati nella provincia di Cagliari risultano essere inferiori a quelli regionali e nettamente superiori rispetto ai valori nazionali.

Tabella 4-20 Ospedalizzazione per malattie del sistema nervoso (fonte: HFA 2022 – anno 2020)

Malattie	Area	Dimissioni		Tasso grezzo		Tasso standardizzato	
		Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne
Malattie del sistema nervoso e organi di senso	Provincia Cagliari	2.526	2.433	123,14	111,43	119,21	96,43
	Sardegna	10.338	9.495	165,98	146,49	156,2	126,91
	Italia	126.973	118.983	44,06	39,22	42,79	36,39

Conclusioni

Dallo studio del contesto epidemiologico effettuato sui dati messi a disposizione dall'Istat è stato possibile confrontare lo stato di salute dell'ambito Provinciale di Cagliari con le aree di riferimento corrispondenti.

Per quanto concerne l'ambito comunale, la consultazione delle pubblicazioni regionali attraverso il portale della regione⁶ e la sezione "Progetti Passi" della Asl di Cagliari⁷, hanno evidenziato la presenza di diversi campi di indagine. Dal portale della Regione è stato possibile consultare l'"Atlante sanitario della Sardegna - aggiornamento 2020" e dal portale della Asl di Cagliari il Report "PASSI 2016 - 2019".

Da queste ultime due fonti emerge come lo studio della mortalità e dell'ospedalizzazione venga effettuato tramite indicatori con diversi livelli di disaggregazione spaziale e temporale. In particolare, l'analisi del contesto epidemiologico viene presentata con un livello di approfondimento inerente all'intera Regione, ma non a livello comunale.

Assunto che le informazioni disponibili non consentono di avere una conoscenza puntuale della condizione epidemiologica nel Comune di interesse e che gli intervalli temporali forniti non sempre

⁶ [Regione Sardegna - Atlante Sanitario](#)

⁷ [ASSL Cagliari - Home page \(aslcagliari.it\)](#)

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA Raddoppio Decimomannu - Villamassargia					
Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R52RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A	FOGLIO 40 di 213

risultano rappresentativi del quadro più recente, l'analisi che segue è incentrata unicamente sulla presentazione degli indicatori Istat.

Da queste ultime due fonti emerge come lo studio della mortalità e dell'ospedalizzazione venga effettuato tramite indicatori con diversi livelli di disaggregazione spaziale e temporale. In particolare, l'analisi del contesto epidemiologico viene presentata con un livello di approfondimento inerente all'intera Regione, ma non a livello comunale.

Assunto che le informazioni disponibili non consentono di avere una conoscenza puntuale della condizione epidemiologica nel Comune di interesse e che gli intervalli temporali forniti non sempre risultano rappresentativi del quadro più recente l'analisi epidemiologica effettuata nel presente studio risulta incentrata sulla presentazione degli indicatori Istat relativi al livello provinciale, regionale e nazionale.

Stante quanto premesso, dall'analisi effettuata è emerso che le cause di decesso maggiormente incidenti nella provincia di Cagliari risultano essere le malattie del sistema circolatorio, seguite dai tumori maligni.

Per quanto riguarda le cause di ospedalizzazione quelle che influiscono di più sono le malattie del sistema circolatorio seguite da tumori maligni e le malattie dell'apparato respiratorio.

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA Raddoppio Decimomannu - Villamassargia					
Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R52RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A	FOGLIO 41 di 213

5 RISORSE NATURALI

5.1 Suolo

5.1.1 Descrizione del contesto ambientale e territoriale

Inquadramento geologico

La geologia della Sardegna è caratterizzata da una storia evolutiva molto complessa che ne ha determinato l'assetto attuale. Nel Paleozoico superiore l'Orogenesi Ercinica interessa la Sardegna provocando, nei settori centrali e meridionali, la compressione delle rocce paleozoiche che vengono interessati un metamorfismo da medio a basso grado, tipico delle zone assiali e frontali di una catena a falde. L'Orogenesi Ercinica ha inoltre prodotto un imponente attività magmatica di tipo intrusivo ed effusivo, con conseguenti processi di metamorfismo sulle rocce di contatto. Le successive coperture post-erciniche sono invece rappresentate da rocce sedimentarie e vulcaniche solo debolmente deformate durante le fasi collisionali dell'ultima orogenesi alpina ed appenninica e durante le fasi di rifting che hanno portato all'apertura del Bacino Ligure - Balearico e successivamente del Mar Tirreno, tramite la cosiddetta "rotazione del blocco sardo-corso" e la successiva migrazione del fronte compressivo verso est. Infatti, nell'Oligocene la Corsica e la Sardegna si distaccarono dalle regioni di Francia e Spagna a cui erano contigue. La piccola placca che costituiva il blocco sardo-corso ruotò in senso antiorario e raggiunse la posizione attuale nel Miocene, circa 16-18 milioni di anni fa.

La Figura 5-1 rappresenta varietà petrografica della Sardegna. Il basamento sardo come un segmento di catena ercinica in cui si distinguono: una Zona esterna nell'Iglesiente-Sulcis, una Zona a falde (interne ed esterne) dall'Arburese al Sarrabus-Gerrei e alla Sardegna centro-settentrionale ed una Zona assiale coincidente con la Sardegna settentrionale.

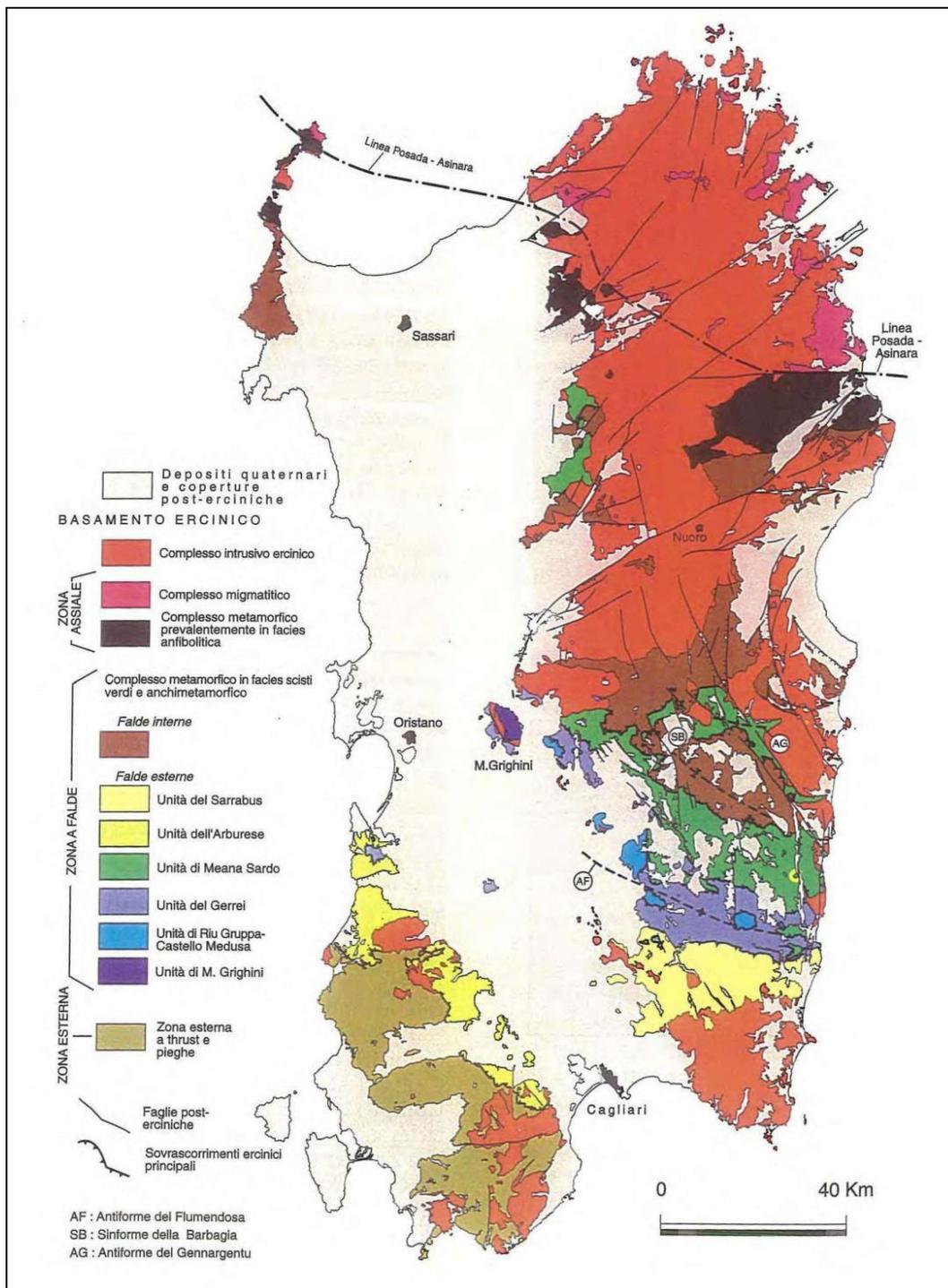


Figura 5-5-1 – Principali elementi strutturali del basamento sardo ercinico (Zona esterna, Zona a falde esterne e interne, Zona assiale) (Carmignani et al., 2001)

Nel settore sud-occidentale della Sardegna si sviluppa il semi-graben campidanese, caratterizzato da una successione quaternaria-oligocenica con uno spessore complessivo complessivo di oltre 2000 metri.

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA Raddoppio Decimomannu - Villamassargia					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R52RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

Le formazioni geologiche riconosciute sono state riscontrate anche nelle aree attigue al semi-graben campidanese presentandosi con il medesimo spessore ad eccezione della Formazione di Samassi, costituita da clasti grossolani, la quale presenta spessori notevolmente più elevati rispetto a quelli rilevati negli affioramenti individuabili a Nord di Cagliari.

Questa formazione caratterizza la fossa campidanese dimostrando che essa ha acquisito la sua attuale struttura proprio durante il Pliocene, iniziando, dopo aver partecipato alle vicende della fossa sarda fino al Messiniano, un nuovo ciclo subsidente che è ancora oggi in atto.

Pur facendo parte della più grande "Fossa Sarda" compresa fra il Golfo dell'Asinara e quello di Cagliari, il semi-graben campidanese se ne differenzia proprio perché contiene la Formazione di Samassi, sintettonica, tipica di un ambiente di sedimentazione in rapida subsidenza.

I suoi sedimenti, spesso caotici, con spessori fino a 400-500 metri, si sono formati dal ciclo erosione-sedimentazione delle rocce mioceniche e testimoniano il forte sollevamento, ai bordi del Campidano, della serie miocenica qua e là ricoperta dagli strati marini trasgressivi del Pliocene inferiore e, per contro, un abbassamento dell'area centrale campidanese.

Il bacino meridionale (Campidano di Cagliari) è molto più esteso e si approfondisce in mare verso Sud, in direzione della Tunisia. La zona a SO della Sardegna, è rappresentato dalle litologie scistoso-metamorfiche Paleozoiche del basamento ercinico appartenenti alla zona a falde esterne e alla zona esterna a trust e pieghe, e da quelle magmatiche granitiche connesse all'orogenesi ercinica. Tali litologie occupano l'intera area montana e pedemontana posta a Sud e le zone collinari a Nord e ad Est del territorio.

I rilievi scistoso-calcarei paleozoici sono orlati da una fascia di detriti pedemontani, costituiti da grandi conoidi di deiezione modellati in una successione di ampi terrazzi, riferiti a diverse idrografie del Pliocene - Quaternario. Nelle incisioni dei depositi terrigeni continentali del fondovalle affiorano la "Formazione del Cixerri" e alcuni edifici coniformi di vulcaniti oligo — mioceniche tra cui emerge il duomo andesitico dell'Acquafredda. La Formazione del Cixerri, essendo discordante sul Paleozoico e sul Mesozoico, viene dalla maggior parte degli autori attribuita all'Oligocene e rappresenta comunque il tetto del "Lignitifero", di età eocenica. È ricoperta dalle vulcaniti pre- mioceniche (PECORINI e POMESANO CHERCHI, 1969).

La porzione di territorio pianeggiante, incastonata tra i rilievi paleozoici e su cui sorge l'abitato di Siliqua, è la così detta "Fossa del Cixerri" che, secondo recenti studi (Carmignani et al., 2004), rappresenta una ampia sinclinale che si allunga per circa 30 km con asse EW di età Oligocenica. Tale area è colmata prevalentemente da depositi superficiali di età quaternaria, posti stratigraficamente sopra le formazioni sedimentarie paleogeniche e le vulcaniti oligo-mioceniche. Al di sotto delle formazioni suddette, in

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA Raddoppio Decimomannu - Villamassargia					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R52RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

discordanza stratigrafica si trova il substrato roccioso costituito dal basamento paleozoico scistoso-metamorfico.

Nella zona d'intervento sono stati riconosciuti i seguenti terreni:

- ALLUVIONI ED ALLUVIONI TERRAZZATE - OLOCENE
 - Alluvioni ghiaiose sabbiose con inclusi eterogenei poligenici a spigoli vivi sub arrotondati, di colore bruno chiaro, umide, da moderatamente a molto addensate;
 - Alluvioni sabbioso argilloso limose con inclusi eterogenei poligenici di varie forme e dimensione, di colore marrone bruno rossastro, da addensate a molto addensate;
 - Alluvioni limoso argillose con inclusi eterogenei poligenici, umide ed omogenei, da molto consistenti a dure con debole cementazione.
- SUCCESSIONE VULCANICO-SEDIMENTARIA – OLIGOMIOCENICA
 - Tonaliti di Monte Su Silixianu - Tonaliti a struttura olocristallina con fenocristalli di Pl, Cpx, Opx, Am, Qtz, in ammassi intrusivi; rari filoni aplitici e fenomeni di alterazione idrotermale particolarmente intensi e pervasivi nella porzione più superficiale dell'ammasso.
- SUCCESSIONE SEDIMENTARIA PALEOGENICA
 - Formazione del Cixerri - Arenarie quarzoso-feldspatiche (Ar) alternate ad argilliti-siltiti di colore rossastro (Sa), in bancate con frequenti tracce di bioturbazione, conglomerati eterometrici e poligenici debolmente cementati.

Per la carta geologica si rimanda all'elaborato "CARTA GEOLOGICO/GEOMORFOLOGICA TAV.1" (RR0P02R69N4GE0001001A)

Inquadramento idrogeologico

L'area del bacino del Riu Cixerri include, in prossimità del suo limite meridionale, una piccola porzione del bacino del Rio Palmas.

Il Riu Cixerri, è un corso d'acqua indipendente diventato tale a seguito dei lavori di bonifica nello Stagno di Santa Gilla, presenta una lunghezza totale di 50,6 km e il suo bacino idrografico si estende su una superficie di 534,7 kmq. A sud dell'abitato di Siliqua il Riu Cixerri riceve dalla destra idrografica il Riu de su Casteddu, un corso d'acqua che nasce dal Monte Is Caravius e percorre con direzione S-N 19,2 km. Il Riu de su Casteddu ha un bacino con una superficie di 59 km e, in localita Medau Zirimilis, é sbarrato

da una diga a scogliera con il paramento di monte rivestito in bitume. La capacità utile di invaso é di circa 16,65 milioni di mc.

Anche il Riu Cixerri in Loc. P.te Genna is Abis é stato sbarrato da una diga di notevoli dimensioni (Lago del Cixerri): 1300 m di lunghezza, 26 m nel punto di massima altezza. Lo sbarramento permette un invaso di 23,9 milioni di mc d'acqua.

In Figura 5-2 viene rappresentato lo schema idrogeologico dell'area di interesse.

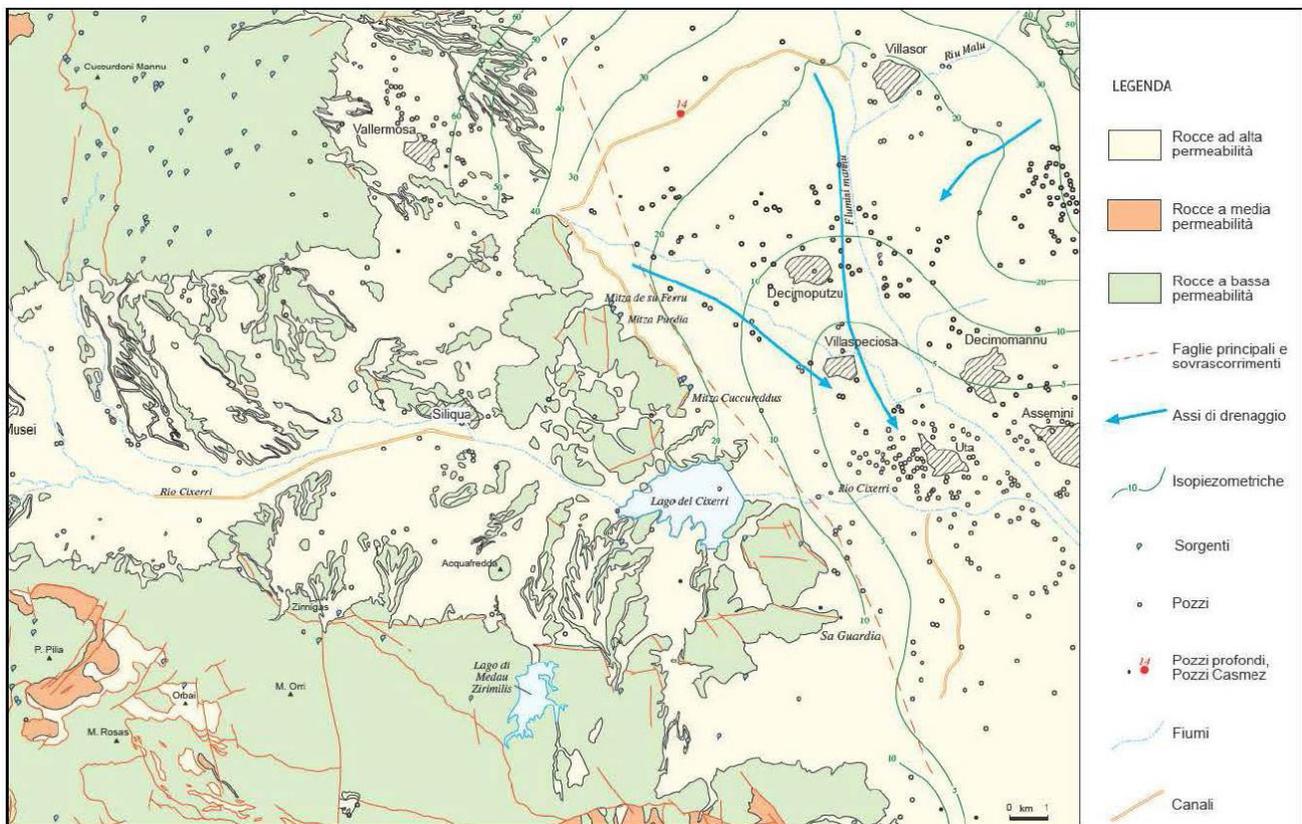


Figura 5-2 – Schema idrogeologico del Foglio CARG 556 ‘Assemini’.

Sono state distinte diverse Unità Idrogeologiche base delle caratteristiche idrauliche e litologiche. Le Unità Idrogeologiche sono state classificate seguendo lo schema riportato nelle linee guida R.A.S. utilizzando quattro livelli con grado diverso di permeabilità:

- Impermeabile ($K < 10^{-7}$ cm/sec);
- Bassa Permeabilità ($10^{-4} > K > 10^{-7}$ cm/sec);
- Media Permeabilità ($10^{-2} > K > 10^{-4}$ cm/sec);

- Alta Permeabilità ($K > 10^{-2}$ cm/sec);

distinguendo due tipi differenti di permeabilità:

- per porosità;
- per fessurazione

In base a quanto detto sopra, sono state riconosciute le seguenti Unità Idrogeologiche:

UNITÀ IDROGEOLOGICA	UNITÀ LITOLOGICA	DESCRIZIONE
Alluvioni plio-quadernarie	Alluvioni terrazzate, alluvioni attuali, Litofacies nel Subsistema di Portoscuso	Permeabilità per porosità medio-bassa; localmente medio-alta nei livelli a matrice più grossolana.
Detritico carbonatica oligo-miocenica inferiore	(Formazione del Cixerri) Argille siltose, arenarie quarzoso-feldspatiche in bancate, conglomerati eterometrici e poligenici debolmente cementati.	Permeabilità per porosità bassa
Detritico carbonatica eocenica.	Brecce di quarzo e liditi ben cementate (Litofacies nella Formazione del Cixerri). Calcari di colore biancastro con resti di bivalvi e oogoni di corofite, brecce cementate e rari livelli carboniosi (Lignitifero)	Permeabilità complessiva media; media per porosità nei termini arenacei e conglomeratici; medio-alta per fessurazione e carsismo nei termini carbonatici; bassa per porosità nei termini argillosi
Vulcaniti oligomioceniche	Depositi di flusso piroclastico (Piroclastiti di Siliqua), debolmente cementati, grossolanamente stratificati. Daciti e andesiti porfiriche (Daciti e andesiti di Monte sa Pibionada).	Permeabilità per fessurazione complessiva medio-bassa, più alta nei termini con sistemi di fratturazione marcati (espandimenti ignimbricitici e lavici) e più bassa nei livelli piroclastici ed epiclastici.
Magmatica paleozoica	Complesso intrusivo ercinico: leucograniti; Filoni idrotermali a prevalente quarzo e filoni di gabbro	Permeabilità complessiva bassa per fessurazione; localmente media in corrispondenza delle aree intensamente arenizzate o con sistemi di fratturazione sviluppati.
Metamorfica superiore paleozoica	Complesso metamorfico a metarenarie e metasiltiti	Permeabilità complessiva bassa per fessurazione, localmente in corrispondenza delle lenti carbonatiche per fessurazione.

L'area è interessata da circolazione idrica sotterranea a profondità pari a circa -10,00 m dal piano campagna.

I terreni attraversati sono rappresentati da terreni sciolti, alternati tra prevalenza grossolana e fine, con una permeabilità k compresa tra 10^{-7} e 10^{-5} .

Per il modello idrogeologico sito specifico delle aree di intervento, si rimanda agli elaborati tematici prodotti, dove sono riportate le cartografie e le sezioni idrogeologiche di dettaglio:

- “Carta idrogeologica Tav.1” (RR0P02R69N4GE0002001A)
- “Profilo idrogeologico” (RR0P02R69F4GE0002001A)

Pericolosità geomorfologica

Come si osserva dalla Figura 5-3, in corrispondenza del tracciato di progetto, la Regione Sardegna, nel proprio Piano Stralcio di Bacino per l’Assetto Idrogeologico (P.A.I.), perimetra un’area a pericolosità geomorfologica, classificata come a pericolosità nulla (Hg0).

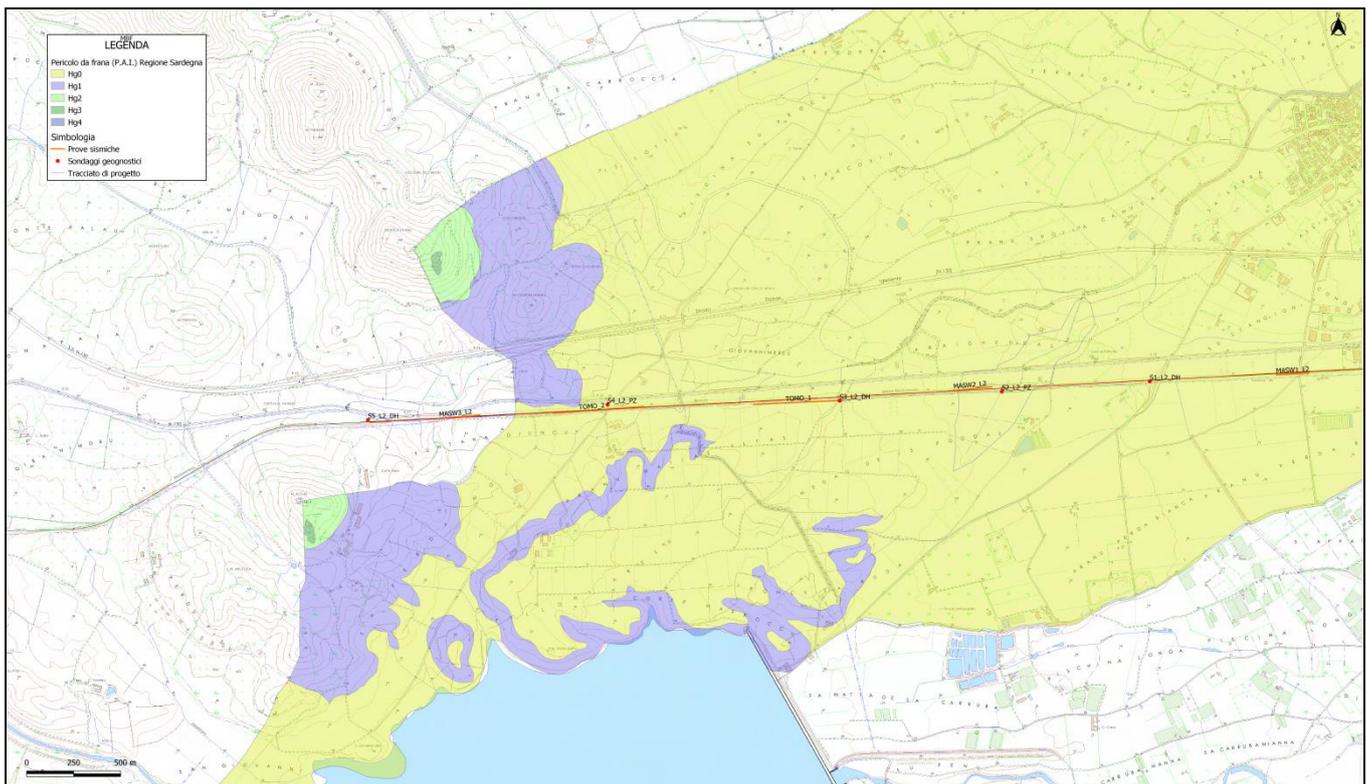


Figura 5-3. Stralcio della Carta di Pericolosità geomorfologica (PAI Regione Sardegna)

Sismicità

Per una successiva schematizzazione della macro-sismicità il territorio nazionale è suddiviso in 4 differenti zone sismiche, ognuna contrassegnata da un diverso parametro ag (PGA0), espresso come una frazione dell’accelerazione di gravità. I territori comunali sono classificati come Zona sismica 4.

Zona	Valore di a_g
1	0,35g
2	0,25g
3	0,15g
4	0,05g

Sulla base dei dati precedentemente presentati: il metodo proposto in “Indirizzi e criteri di microzonazione sismica” (I.C.M.S. 2009) per la stima del valore di Magnitudo di progetto attesa al sito viene di seguito riportato:

- Si considera sempre la zonazione sismogenetica (ZS9), Secondo la quale la sismicità può essere distribuita in 36 zone, a ciascuna delle quali è associata una Magnitudo Momento massima Mw_{max} .
- Per i siti che ricadono all’interno di una delle 36 zone sismogenetiche predette si assume come M il valore di Mw_{max} ;
- Ai fini della verifica a liquefazione e per i siti che non ricadono in alcuna zona si determinano le minime distanze (R) dalle zone (j) circostanti e si controlla per ciascuna di esse se la magnitudo M_i della zona è inferiore alla Magnitudo fornita dalla relazione $M_s=1+3\log(R)$. Se ciò accade, la verifica a liquefazione non è necessaria. Se invece è necessaria: si assume il valore di Magnitudo M_i più alto fra quelli per i quali la verifica risulta necessaria.

In alternativa è possibile il processo di disaggregazione della PGA. Questo processo permette di valutare, grazie alla mappatura delle zone sismogenetiche, il contributo di vari scenari Magnitudo-distanza epicentrale (M-R) alla determinazione della PGA0 di sito. In un certo senso si può considerare come il processo inverso a quello probabilistico per la costruzione della mappa di pericolosità sismica del territorio italiano.

Nel caso specifico, per i comuni interessati dal progetto, non esistono grafici e tabelle del processo di disaggregazione delle PGA elaborate da INGV in quanto l’area in cui ricadono i territori comunali risultano essere a bassissima sismicità.

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA Raddoppio Decimomannu - Villamassargia					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R52RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

Siti contaminati e potenzialmente contaminati

Fonti conoscitive

I siti contaminati devono essere iscritti, secondo l'art. 251 del D. Lgs. 152/06, nell'apposita anagrafe regionale, tenuta dal Servizio Tutela dell'Atmosfera e del Territorio. Attualmente l'Anagrafe della Regione è stata aggiornata al 2009. L'anagrafe regionale contiene:

- l'elenco dei siti sottoposti ad intervento di bonifica e ripristino ambientale nonché gli interventi realizzati negli stessi siti;
- l'individuazione dei soggetti ai quali compete la bonifica;
- gli enti pubblici di cui la Regione intende avvalersi per l'esecuzione d'ufficio degli interventi in caso di inadempienza dei soggetti obbligati.

I contenuti e la struttura dei dati essenziali dell'Anagrafe dei siti da bonificare, sono stati definiti dall'APAT (ora ISPRA) in collaborazione con le Regioni e le ARPA. La prima versione di questi criteri è stata pubblicata nel corso del 2001.

Inoltre, la Regione Sardegna è dotata di Piano Regionale delle Bonifiche, parte integrante del Piano Regionale di gestione dei Rifiuti: il documento di pianificazione in materia di bonifica delle aree inquinate raccoglie ed organizza tutte le informazioni relative alle aree inquinate presenti sul territorio, ricavate dalle indagini e dagli studi effettuati negli anni passati, delinea le linee di azione da adottare per gli interventi di bonifica e messa in sicurezza permanente, definisce le priorità di intervento, effettua una ricognizione dei finanziamenti finora concessi e definisce una prima stima degli oneri necessari per la bonifica delle aree pubbliche.

L'ultimo aggiornamento del Piano delle Bonifiche risale al 2018.

Complessivamente all'interno del Piano Regionale delle Bonifiche, sono stati censiti 1004 siti, così suddivisi.

Tipologia	Scheda Censimento
Discariche RSU	404
Siti minerari	151
PV Carburante	257
Siti industriali	169
Siti militari	9
Altri siti	14

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA Raddoppio Decimomannu - Villamassargia					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R52RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

TOTALE	1004
--------	------

Siti di Interesse Nazionale

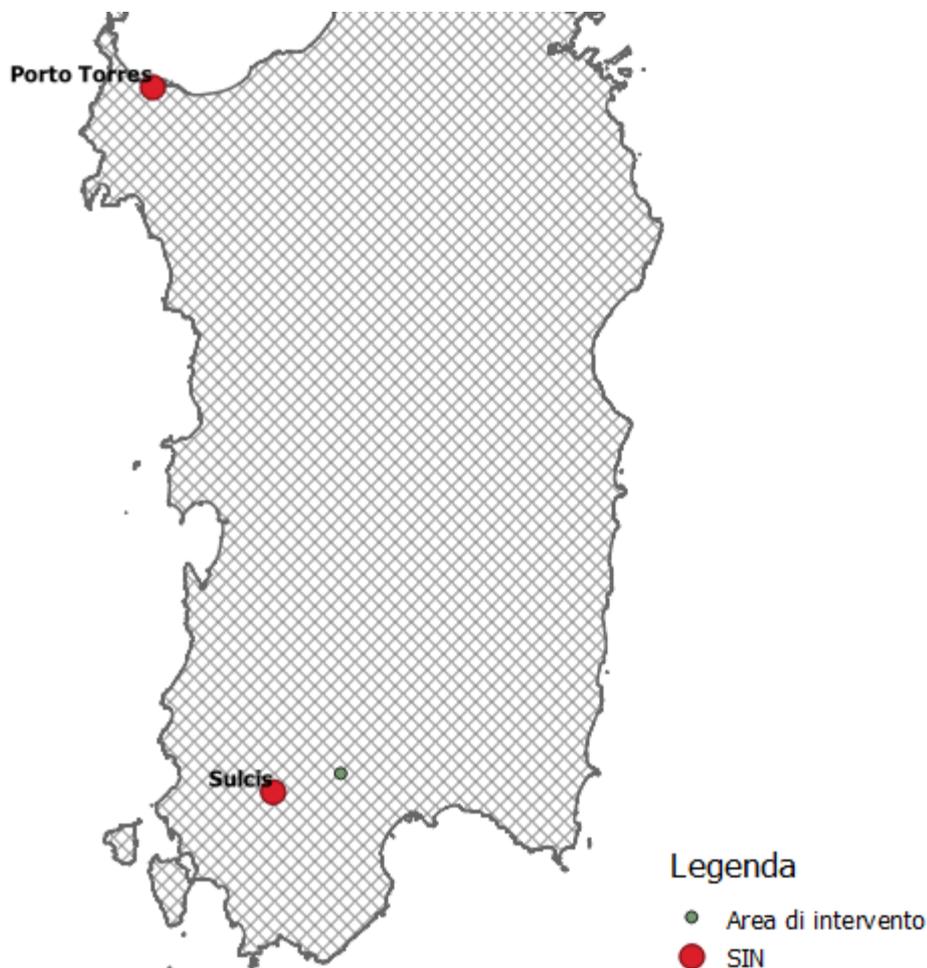
Un sito di interesse nazionale (SIN) è un'area contaminata estesa, classificata come pericolosa e quindi da sottoporre ad interventi di bonifica per evitare danni ambientali e sanitari.

Per quanto riguarda i Siti di Interesse Nazionale (SIN) che sono individuati per le caratteristiche del sito, per la qualità e pericolosità degli inquinanti, per l'impatto sull'ambiente circostante in termini di rischio sanitario ed ecologico, nonché di pregiudizio per i beni culturali ed ambientali, l'articolo 252 al comma 4 indica che "la procedura di bonifica di cui all'art. 242 dei SIN è attribuita alla competenza del Ministero dell'Ambiente che può avvalersi delle Agenzie regionali per la protezione dell'ambiente delle regioni interessate".

Sulla base di quanto riportato nel documento "S.I.N. Siti di Interesse Nazionale - Stato delle procedure per la bonifica (giugno 2022, MiTE)", i SIN presenti sul territorio della regione Sardegna sono i seguenti:

- **Aree industriali di Porto Torres (36);**
- **Sulcis – Iglesiente – Guspinese (24)**

Come si vede in Figura 5-2, nessuno dei siti menzionati si colloca in prossimità dell'area di progetto.



*Figura 5-2 Inquadramento dei siti di interesse nazionale (SIN) della regione Sardegna rispetto all'area del progetto
(fonte: MiTE, giugno 2022)*

Siti contaminati e potenzialmente contaminati

Una prima ricognizione dei siti inquinati è stata effettuata dalla consultazione dell'anagrafe regionale, opportunamente integrata con gli elenchi del Piano Regionale delle Bonifiche aggiornato al 2018. Il presente paragrafo riassume l'esito del censimento dei siti contaminati e potenzialmente contaminati all'interno del contesto territoriale nel quale si collocano le opere in progetto.

La mappa dei siti contaminati è consultabile all'interno del portale Sardegna Ambiente della Regione Autonoma della Sardegna, di seguito si riportano i siti contaminati presenti in un intorno di ca. 1,5 Km:

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA Raddoppio Decimomannu - Villamassargia					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R52RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

tipologia sito	denominazione	Comune	Località	Stato attività	Soggetto obbligato	Distanza progetto
Discarica dismessa di RU	DISCARICA COMUNALE DISMESSA DI RSU DI PRANU PERDA BIANCA	VILLASPECIOSA	PRANU PERDA BIANCA	Dismessa	COMUNE DI VILLASPECIOSA	1 Km ca.
Distributore di carburanti	PV 6543	UTA	VIA STAZIONE	Attiva	KUWAIT PETROLEUM ITALIA S.P.A.	1,5 Km ca.

Tabella 5-5-3 - Siti riportati in Anagrafe a distanza inferiore di 500 m dalle aree di intervento

Di seguito si riporta uno stralcio cartografico, rielaborazione GIS dei dati vettoriali messi a disposizione sul Geoportale Regione Sardegna. Come si può osservare dall'immagine seguente, al di fuori del buffer di 1500 m dall'asse ferroviario di progetto sono censiti ulteriori siti contaminati che, tuttavia, a causa della loro distanza, con costituiscono un elemento di criticità per le lavorazioni inerenti il progetto in esame.

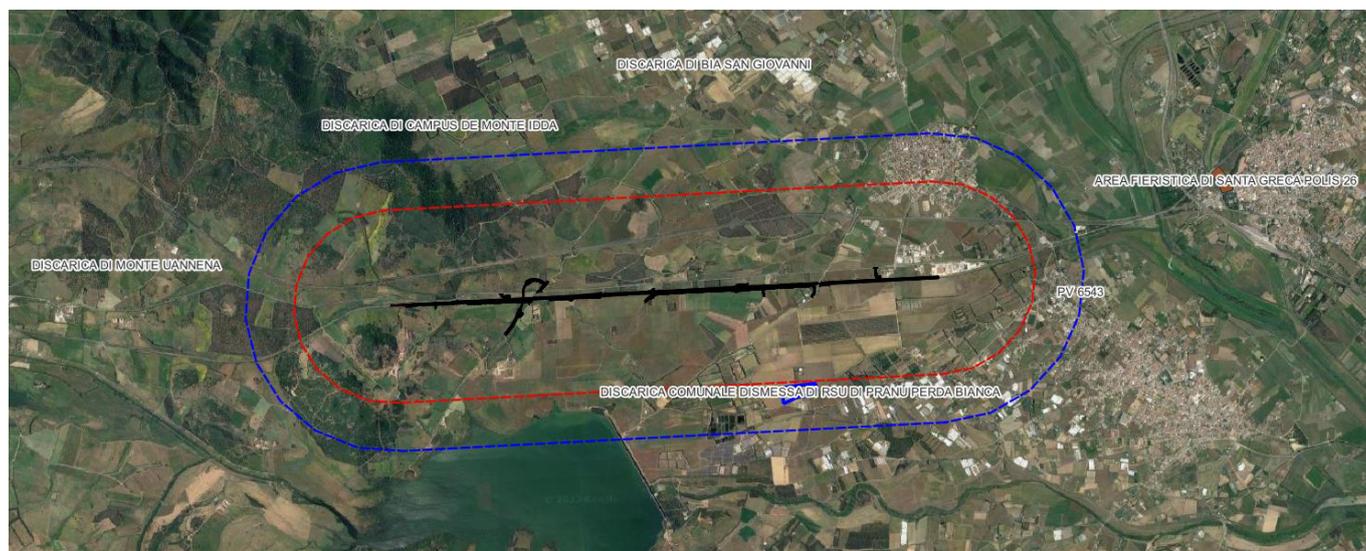


Figura 5-3: asse di progetto e siti contaminati (da Siti Contaminati - R69RGSB0000001A).

Analizzando più nel dettaglio i due siti individuati ed integrando le informazioni con il Piano Regionale delle Bonifiche (aggiornamento 2018), si osserva che per quanto riguarda il sito di discarica "Pranu Perda Bianca" nel comune di Villaspeciosa (SU), inizialmente inserito in anagrafe con priorità di intervento a medio termine, attualmente il procedimento è concluso; per quanto riguarda invece il punto

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA Raddoppio Decimomannu - Villamassargia					
Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R52RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A	FOGLIO 53 di 213

vendita carburanti risulta un Progetto di Bonifica approvato. Sulla scorta delle considerazioni effettuate ed in ragione della distanza dei siti dalle aree di lavoro sembra lecito ritenere che nessuno dei due siti possa rappresentare una criticità per lo svolgimento delle lavorazioni di progetto.

I dati presenti nel portale regionale sono stati opportunamente integrati attraverso l'accesso agli atti delle amministrazioni pubbliche dei territori interessati dall'intervento ed in particolare:

- Regione Autonoma della Sardegna – Direzione generale della difesa dell'ambiente, Servizio tutela dell'atmosfera e del territorio.
- ARPAS – Agenzia regionale per la protezione dell'ambiente della Sardegna
- Provincia del Sud Sardegna
- Città Metropolitana di Cagliari
- Comuni di Villamassargia, Musei, Siliqua, Villaspeciosa, Uta e Decimomannu.

Le amministrazioni interpellate hanno restituito una lista di siti contaminati/potenzialmente contaminati risultante agli atti su un'area di 800 m di buffer dall'asse dei binari dell'intera tratta Decimomannu – Villamassargia. Per quanto di competenza del lotto 2 va considerata solo la tratta all'interno dei comuni di Decimomannu, Uta, Siliqua e Villaspeciosa.

A riscontro della richiesta di accesso agli atti sono pervenuti i seguenti dati:

La Regione Autonoma della Sardegna – Assessorato della Difesa dell'Ambiente, segnala quanto di seguito:

Sito contaminato / potenziamente contaminato	SIN	Comune	Localizzazione	Matrici ambientali	Contaminanti	Stato procedimento ambientale
Ex discarica RSU Riu Arixeddu	no	Musei	Loc. Riu Arixeddu			Concluso risanamento ambientale con la sistemazione in sito
Ex discarica RSU Monte Uannena	no	Siliqua	Loc. Monte Uannena			Piano della caratterizzazione approvato
PV Q8 6543	no	Uta	Via della Stazione, 9	Suolo e acque sotterranee	Idrocarburi totali, benzene, toluene, para-xilene e MTBE	Approvazione Analisi di rischio e conclusione procedimento con prescrizioni con Determinazione dirigenziale dell'Area lavori pubblici e tutela del territorio del Comune di Uta, n. 300 del 08.06.2020

Tabella 5-2: Siti contaminati - potenzialmente contaminati.

Per quanto di competenza dei comuni interessati dal lotto 2: il sito nel comune di Siliqua dista circa 2,7 Km dalle aree di lavoro del lotto 2, mentre il PV6543 nel Comune di Uta, già citato nell'anagrafe dei siti contaminati ha un procedimento concluso.

ARPAS segnala quanto segue:

“la richiesta è stata accolta e pertanto, consultate le strutture tecnico scientifiche di questa Agenzia, si comunicano, mezzo Posta Elettronica Certificata e all'indirizzo indicato nella richiesta in oggetto, le seguenti informazioni ambientali:

1. all'interno dell'area individuata, nello stralcio planimetrico allegato alla richiesta di accesso in oggetto, è stata individuata un'unica area di interesse:

A. ex discarica di rifiuti solidi urbani di Siliqua-Monte Uannena;”

Tale sito è lo stesso indicato dalla Regione nel Comune di Siliqua che si ritiene distante dalle aree di lavoro del Lotto 2.

Infine la città Metropolitana di Cagliari risponde quanto segue:

“Fra i Comuni interessati all'istanza in oggetto rientrano nel territorio metropolitano di Cagliari i Comuni di Decimomannu e Uta.

Relativamente al Comune di Decimomannu, questo Ufficio non dispone di informazioni in merito a procedimenti di bonifica in essere ovvero a pregressi procedimenti di caratterizzazione ai sensi del D.Lgs. 152/2006.

Relativamente al Comune di Uta, questo Ufficio ha individuato un procedimento riguardante il Punto Vendita Carburante della Società Kuwait Petroleum Italia PV n. 6543, ubicato in via Stazione 9, chiuso

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA Raddoppio Decimomannu - Villamassargia					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R52RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

con analisi di rischio, ai sensi del D.Lgs 152/2006, con Determinazione del Comune di Uta n°300 del 8/06/2020, che si allega alla presente, comprensiva del relativo parere degli Enti competenti.”

Dagli atti della Città Metropolitana di Cagliari risulta il già citato PV6543 con procedimento concluso con prescrizioni da parte degli enti competenti.

5.1.2 Valutazione degli aspetti ambientali legati al cantiere

Perdita di suolo

Se dal punto di vista ambientale il terreno pedogenizzato (suolo) rappresenta una risorsa indispensabile per lo sviluppo della vegetazione, da quello geotecnico tale tipologia di terreno costituisce un elemento disomogeneo, con presenza di elementi vegetali, spesso alterato e argillificato, soggetto a cedimenti. Tali caratteristiche sono ovviamente incompatibili con una corretta interazione terreno - struttura.

La conseguente esigenza di asportazione di uno strato di terreno vegetale si configura con riferimento all'approntamento delle aree di lavoro, ossia delle aree desinate all'esecuzione delle opere in progetto e comprendenti, oltre all'area di esproprio definitivo, una fascia su entrambi i lati di ampiezza variabile per la movimentazione dei mezzi di cantiere, sia le aree di cantiere fisso.

L'Azione di progetto "Approntamento delle aree di cantiere" (Ac.01) può quindi essere all'origine di una perdita della coltre di terreno vegetale, ossia configurare un uso di una risorsa naturale, nei casi in cui detto terreno sia conferito in discarica, dando così luogo ad un consumo di risorsa naturale, seppur solo connesso e non strettamente funzionale alla realizzazione dell'opera in progetto.

Entrando nel merito del caso in specie, così come emerge dall'analisi dei dati di bilancio materiali riportati in allegato al Piano di utilizzo dei materiali da scavo (RR0P02R69RGTA0000001A), il terreno vegetale prodotto sarà riutilizzato a totale copertura dei relativi fabbisogni, sia ai fini del ripristino delle condizioni ante operam nelle aree di cantiere fisso occupate temporaneamente, sia della realizzazione delle opere a verde previste.

In tal senso, il terreno asportato sarà stoccato in siti idonei, ovvero aree di stoccaggio a ciò in parte destinate, e conservato secondo modalità agronomiche specifiche, necessarie per preservarne le caratteristiche chimico fisiche per tutta la durata del cantiere.

A tal riguardo giova ricordare che, nell'ambito del Progetto di monitoraggio ambientale (RR0P02R22RGMA0000001A), sono stati appositamente previsti una serie di punti volti al controllo dello stato di conservazione dei cumuli di materiale vegetale depositati in cantiere.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA Raddoppio Decimomannu - Villamassargia					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R52RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

L'insieme delle scelte progettuali prima indicate si configurano come azioni volte a prevenire la perdita della risorsa e consentono di valutare la significatività dell'effetto in esame come "trascurabile" (Livello di significatività B).

Consumo di risorse non rinnovabili

L'effetto in esame, in termini generali, è determinato dal consumo di terre ed inerti necessari al soddisfacimento dei fabbisogni costruttivi dettati dalla realizzazione di rinterri e di opere in terra, nonché delle opere in calcestruzzo.

In linea teorica, la significatività di detto effetto discende, in primo luogo, dalle caratteristiche fisiche dell'opera in progetto e dai conseguenti volumi di materie prime, necessari alla sua realizzazione, nonché dalle modalità poste in essere ai fini del soddisfacimento di tali fabbisogni. Un ulteriore elemento che, sempre sotto il profilo teorico, concorre alla determinazione della stima dell'effetto è rappresentato dall'offerta di dette risorse, per come definita dagli strumenti di pianificazione del settore e/o dalle fonti conoscitive istituzionali, e dal conseguente raffronto con gli approvvigionamenti previsti.

Entrando nel merito del caso in esame ed in particolare del fabbisogno di materiali terrigeni, come riportato nel documento "Piano di utilizzo dei materiali di scavo" (RR0P02R52RGTA0000001A), di seguito PUT, parte di detto fabbisogno sarà coperto mediante il riutilizzo in qualità di sottoprodotto ai sensi del DPR 120/2017 del materiale da scavo prodotto.

Per quanto concerne i quantitativi di materiale, la tabella seguente ne riporta una sintesi evidenziando i termini nei quali le modalità di gestione dei materiali di risulta prodotti nel corso delle lavorazioni concorrano alla copertura dei fabbisogni del progetto.

Tabella 5-1 Riepilogo bilancio complessivo dei materiali di scavo (m³)

Produzione complessiva	Fabbisogno	Approvvigionamento			Utilizzo esterno	Esuberi
		Interno		Esterno		
		Utilizzo nella stessa WBS	Utilizzo in altra WBS			

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA Raddoppio Decimomannu - Villamassargia					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R52RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

139.988	136.863	15.434	14.664	106.765	63.487	46.403
---------	---------	--------	--------	---------	--------	--------

Come si evince dalla precedente tabella, la scelta di gestire parte dei materiali di scavo prodotti in qualità di sottoprodotto, destinandone - complessivamente - circa 30.098 m³, alla copertura dei fabbisogni costruttivi, consentirà di conseguire una riduzione degli approvvigionamenti esterni e, con essa, del consumo di risorse non rinnovabili, che in termini percentuali risulta eguale al 22% del fabbisogno totale (cfr. Tabella 5-2).

Tabella 5-2 Fabbisogno materiali terrigeni: Riduzione degli approvvigionamenti esterni

Fabbisogno (m3)	Approvvigionamenti esterni (m3)	Riduzione % degli approvvigionamenti esterni
139.988	106.765	22%

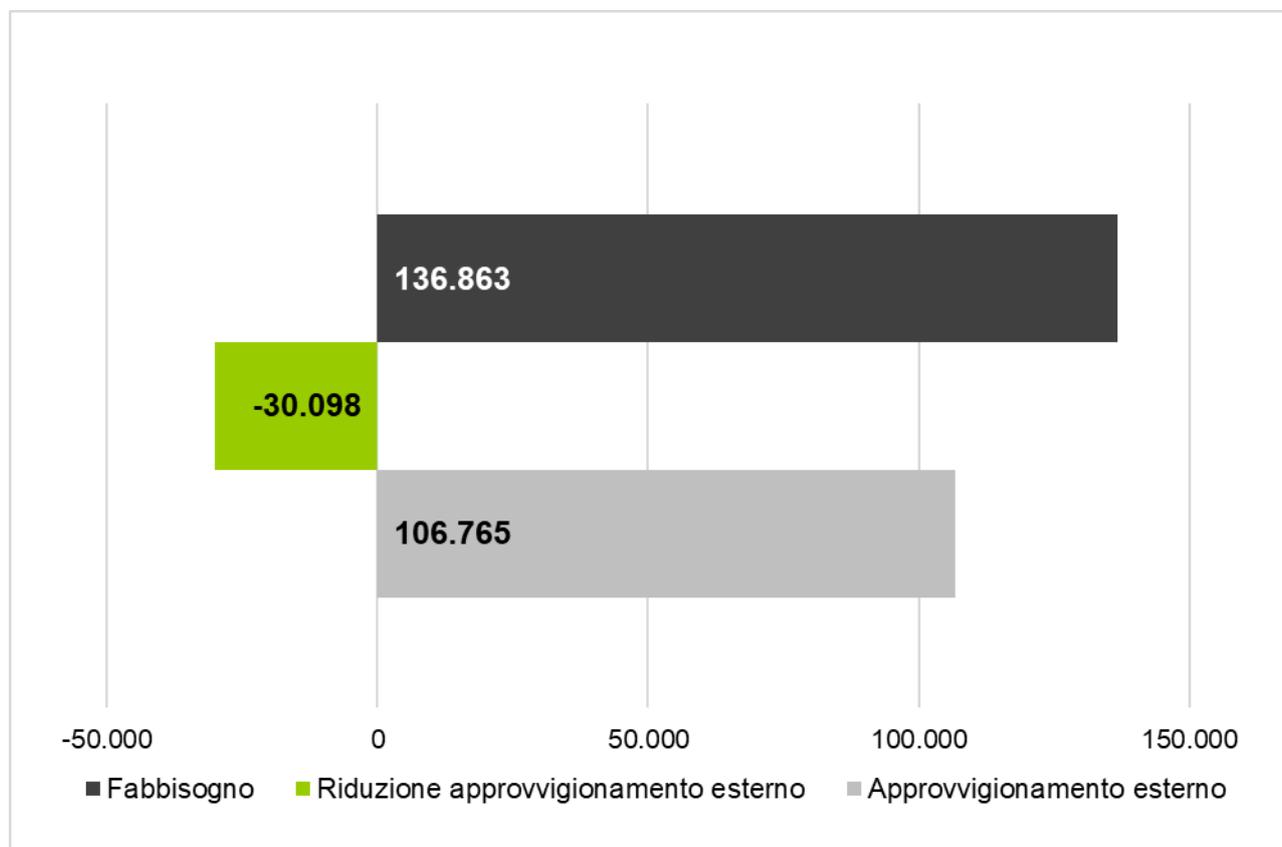


Figura 5-4 Riduzione dei consumi

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA Raddoppio Decimomannu - Villamassargia					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R52RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

Come più diffusamente illustrato nel citato PUT, detta riduzione degli approvvigionamenti esterni è l'esito di un modello di gestione dei materiali di scavo prodotti, ossia quella in qualità di sottoprodotto ai sensi del DPR 120/2017, che trova fondamento nelle campagne di caratterizzazione ambientale condotte nel corso delle attività di progettazione definitiva, al fine di definire lo stato qualitativo dei materiali da scavo provenienti dalla realizzazione delle principali opere.

Tali indagini, svolte conformemente ai criteri di caratterizzazione previsti all'Allegato 4 del D.P.R. 120/2017 e, pertanto, costitutive un quadro completo ed esaustivo delle caratteristiche dei materiali oggetto di scavo e - quindi - della loro possibile gestione, hanno evidenziato il rispetto dei limiti di cui alla Colonna B (Siti a destinazione d'uso commerciale e industriale) della Tabella 1 Allegato V Titolo 5 Parte quarta del DLgs 152/2006 e s.m.i. e, pertanto, l'idoneità delle caratteristiche ambientali del materiale prodotto rispetto al suo utilizzo finale previsto. In sintesi, le risultanze delle indagini effettuate, nel dettaglio riportate in allegato al PUT (cfr. Schede tecniche dei siti di produzione, Allegato 4 -Tabelle riepilogative e rapporti di prova relativi ai risultati analitici dei terreni), consentono di poter affermare che i materiali prodotti nell'ambito delle lavorazioni presentano caratteristiche idonee al loro utilizzo finale, secondo le modalità definite dal PUT stesso.

Si precisa altresì che, in ogni caso, oltre alle suddette analisi di caratterizzazione, in corso d'opera si procederà ad eseguire, conformemente a quanto previsto dall'Allegato 9 (Procedure di campionamento in corso d'opera e per i controlli e le ispezioni) del DPR 120/2017, ulteriori campionamenti dei materiali di scavo per i quali si prevede una gestione in qualità di sottoprodotti.

Per quanto riguarda l'offerta di siti di approvvigionamento, come più dettagliatamente riportato nel documento "Siti di approvvigionamento e smaltimento" (RR0P02R52RHCA0000001A), sono stati identificati i possibili siti estrattivi, tutti dotati di titolo autorizzativo e localizzati entro un raggio di circa 20 km dall'area di intervento.

Risulta pertanto possibile affermare che l'attuale offerta di siti estrattivi sarà in grado di soddisfare le esigenze di approvvigionamenti previsti.

In conclusione, considerato che la scelta di gestire il materiale di scavo in qualità di sottoprodotto ai sensi del DPR 120/2017, consentendo una riduzione degli approvvigionamenti esterni pari a circa il 39% del fabbisogno totale, può essere intesa come misura volta a prevenire il consumo di risorse non rinnovabili, e che il preliminare censimento dei siti di approvvigionamento ha evidenziato come le esigenze a ciò relative espresse dall'opera in progetto potranno essere soddisfatte nell'ambito

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA Raddoppio Decimomannu - Villamassargia					
Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R52RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A	FOGLIO 59 di 213

dell'attuale offerta pianificata/autorizzata, si ritiene che la significatività dell'effetto in esame possa essere considerata trascurabile (Livello di significatività B).

Modifica dell'assetto geomorfologico

L'effetto in esame consiste nel potenziale innesco di movimenti franosi, determinati dall'interazione tra le lavorazioni previste, quali in particolare quelle relative all'esecuzione di scavi di terreno (Ac.02), e le forme e processi gravitativi o legati alla dinamica dei corsi d'acqua, letti in riferimento al loro stato (attivo / quiescente / stabilizzato) e localizzati lungo / in prossimità del tracciato di progetto.

In tal senso, l'effetto è stato indagato, da un lato, considerando le caratteristiche geomorfologiche del contesto territoriale interessato dall'opera in progetto, per come descritte nel Piano di assetto idrogeologico con riferimento ai livelli di pericolosità e per come emerse a seguito degli approfondimenti conoscitivi condotti in sede progettuale, e, dall'altro, analizzando l'opera sotto il profilo della tipologia infrastrutturale e del suo andamento plano-altimetrico.

Come premesso, le informazioni e le considerazioni nel seguito riportate sono tratte dalla "Relazione geologica, geomorfologica e idrogeologica" (RR0P02R69RGGE0001001A) e dagli elaborati cartografici ad essa allegati ed in particolare dalla "Carta geologica con elementi di geomorfologia e profilo geologico" (RR0P02R69N4GE0001001A).

Dall'analisi delle cartografie considerate e dal Piano di Assetto Idrogeologico, non risulta la presenza di dissesti, pertanto, è possibile considerare l'effetto in esame come assente.

5.1.3 Misure di prevenzione e mitigazione

Gli effetti sul presente fattore ambientale, essendo legati a situazioni accidentali, non sono definibili come "certi" e sistematici, e presentano dimensione non valutabile in maniera precisa a priori.

Per tale motivo non sono previsti interventi di mitigazione propriamente detti su tale componente ambientale.

Una riduzione del rischio di impatti significativi sulla componente in fase di costruzione dell'opera può essere ottenuta applicando adeguate procedure operative nelle attività di cantiere, relative alla gestione e lo stoccaggio delle sostanze inquinanti ed alla prevenzione dallo sversamento di oli ed idrocarburi. Tali procedure operative sono state dettagliate al paragrafo 0.

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA Raddoppio Decimomannu - Villamassargia					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R52RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

5.2 Acque superficiali e sotterranee

5.2.1 Descrizione del contesto ambientale e territoriale

Reticolo idrografico

Dal punto di vista idrologico-idraulico, la tratta ferroviaria in progetto si sviluppa nel tratto terminale parallelamente al Riu Gora Perdosu, tributario in destra idraulica del Riu Spinosu (a sua volta tributario in destra idraulica del Flumini Mannu, a Decimomannu).

Questi ultimi due, non sono attraversati dalla linea ferroviaria che invece attraversa una serie di corsi d'acqua minori, affluenti in destra idraulica sia del Riu Gora Perdosu sia del Riu Spinosu.

Nelle Figura 5-6 e Figura 5-7 viene riportata la rete idrografica dell'area di intervento.

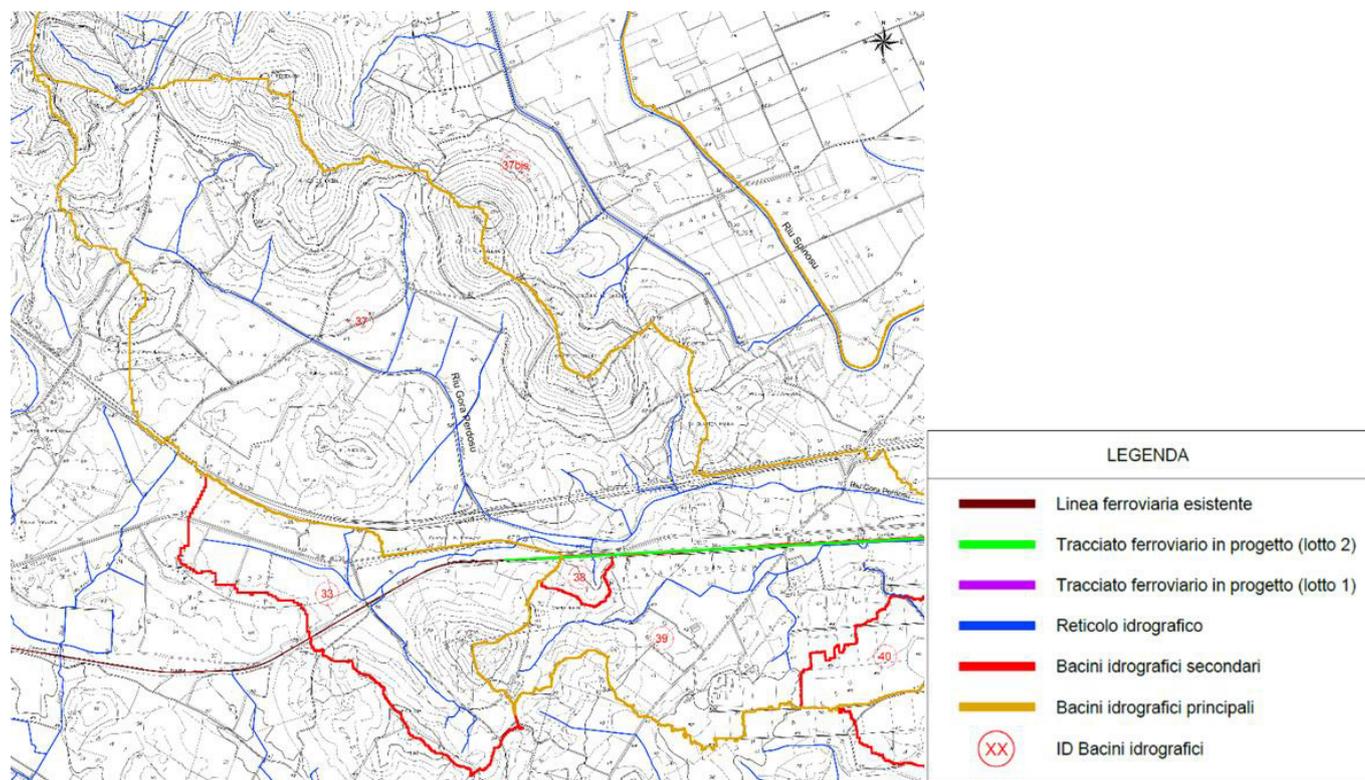


Fig. 5-6 – Idrografia, stralcio 1 di 2.

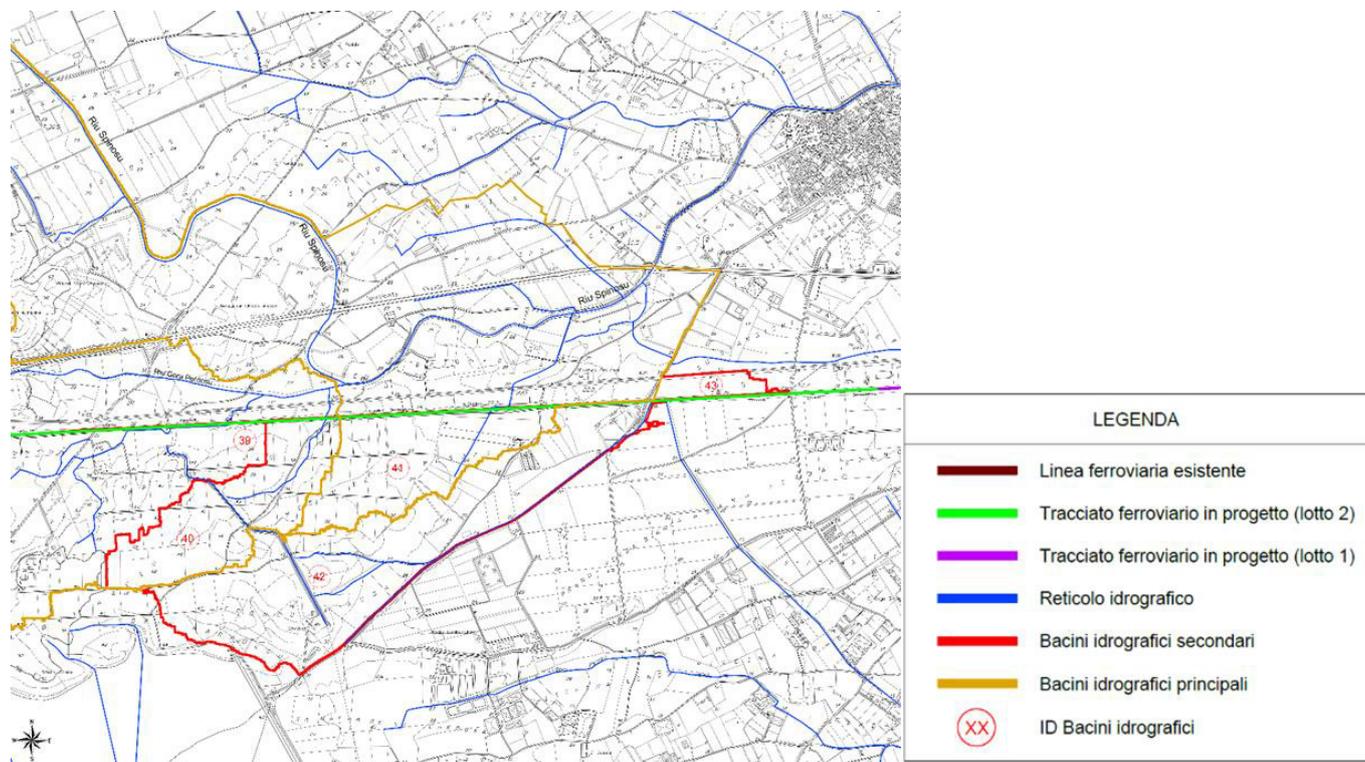


Fig. 5-7 – Idrografia, stralcio 2 di 2.

In tabella sono riepilogati i valori dei parametri morfometrici dei bacini di interesse.

Tabella 5-3 Bacini idrografici: parametri morfometrici

Sottobacino	A (kmq)	L (km)	H_{max} (m slm)	H_{min} (m slm)	H_{med} (m slm)	i_{asta} (m/m)	i_{bac} (m/m)
33	1.24	1.9	143.1	44.4	68.2	0.0221	0.118
37 (Gora Perdosu)	7.64	6.02	230.2	20.3	69.9	0.0161	0.128
37bis (Spinosu)	11.51	10.8	252.1	13.9	55.5	0.0025	0.109
38	0.06	0.2	74.01	41.65	53	0.0650	0.117
39	1.43	2.5	139.7	27.5	46.8	0.0196	0.064
40	0.51	1.4	49.1	25.9	40	0.0136	0.037
41	0.49	1.3	39.7	22.3	28.12	0.0115	0.016
42	1.10	2.2	48.6	19.1	32.2	0.0086	0.040
43	0.07	0.7	20.1	17.2	18.9	0.0043	0.004

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA Raddoppio Decimomannu - Villamassargia					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R52RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

Pericolosità idraulica

Dal punto di visto idrologico-idraulico, la tratta ferroviaria in progetto si sviluppa nel tratto terminale parallelamente al *Riu Gora Perdosu*, tributario in destra idraulica del *Riu Spinosu* (a sua volta tributario in destra idraulica del Flumini Mannu, a Decimomannu).

Lungo tali corsi d'acqua, nell'ambito della pianificazione di bacino vigente (P.G.R.A., 2021), sono definite aree a pericolosità idraulica (rif. RR0P02R09N5ID0002001), come mostrato nella figura seguente.

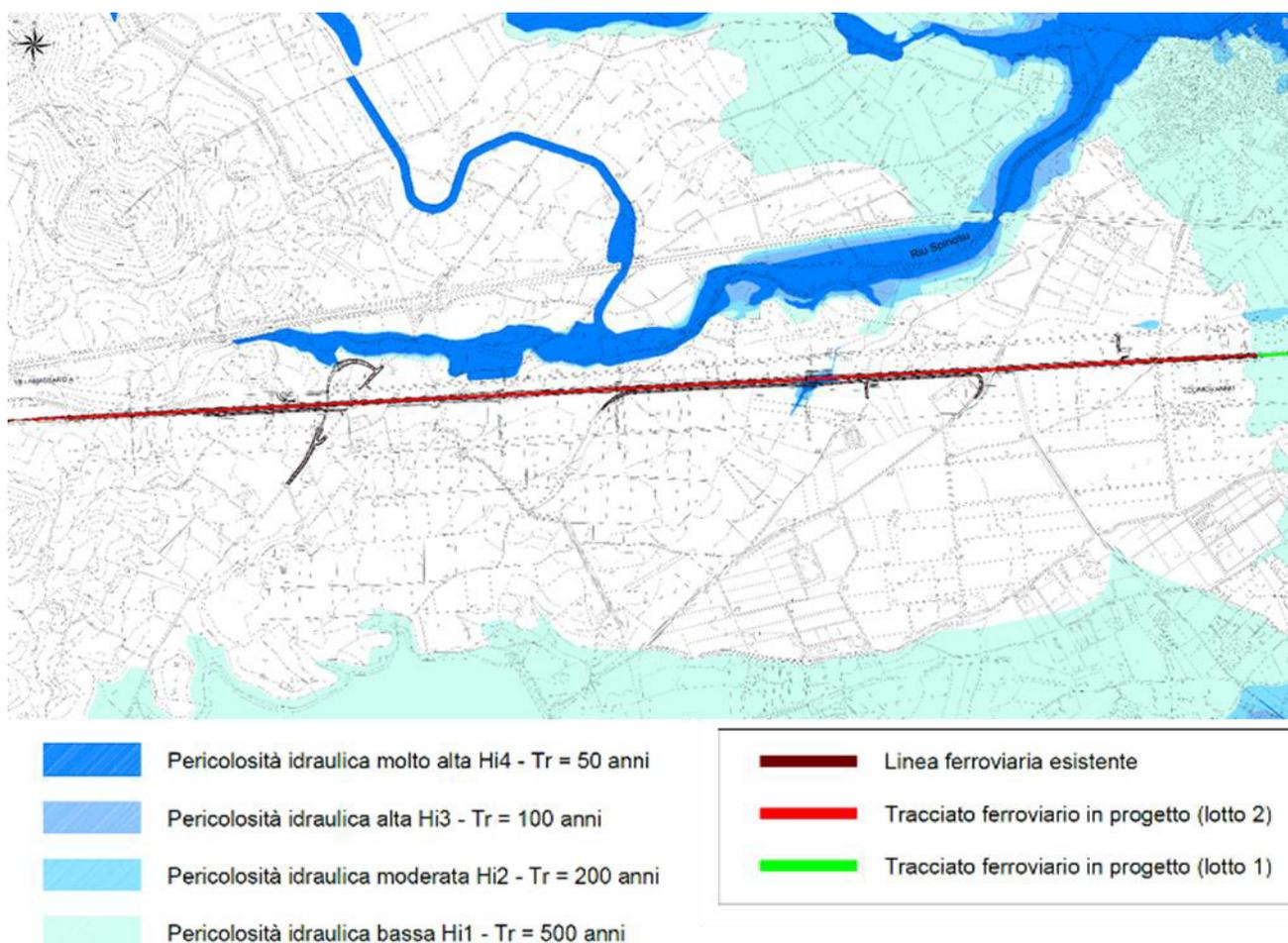


Figura 5-8 – Aree di pericolosità idraulica (P.G.R.A., 2021) nell'area di intervento.

Le aree di inondazioni corrispondono rispettivamente a (Regione Autonoma della Sardegna, Mancini, & Salis, 2000):

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA Raddoppio Decimomannu - Villamassargia					
Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R52RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A	FOGLIO 63 di 213

- aree a bassa probabilità di inondazione se allagate con portate con tempo di ritorno minore o uguale a 500 anni (Hi 1);
- aree a moderata probabilità di inondazione se allagate con portate con tempo di ritorno minore o uguale a 200 anni (Hi 2);
- aree ad alta probabilità di inondazione se allagate con portate con tempo di ritorno minore o uguale a 100 anni (Hi 3);
- aree a molto alta probabilità di inondazione se allagate con portate con tempo di ritorno minore o uguale a 50 anni (Hi 4).

Questi due corsi d'acqua (Riu Gora Perdosu e Riu Spinosu), non sono attraversati dalla linea ferroviaria che invece attraversa una serie di corsi d'acqua minori, affluenti in destra idraulica sia del Riu Gora Perdosu sia del Riu Spinosu. Anche lungo il corso d'acqua minore alla progr. 2+050 sono definite aree a pericolosità idraulica nell'ambito del P.G.R.A. (2021).

Stato qualitativo delle acque superficiali

Come noto, il monitoraggio dei corpi idrici superficiali costituisce un obbligo fissato in capo alle Regioni dal DLgs 152/2006 e smi in recepimento della Direttiva 2000/60/CE (Direttiva Quadro "Acque") e regolamentato, per quanto riguarda gli aspetti tecnici, dai successivi Decreti attuativi, in particolare i DM 131/2008, 56/2009 e 260/2010.

Sulla base del predetto quadro normativo, l'attività di monitoraggio è attuata secondo programmi a valenza sessennale, strettamente legati ai Piani di gestione ed ai Piani di tutela delle acque, ed è articolata in tre tipi di monitoraggio, identificati come "sorveglianza", "operativo" ed "indagine", i quali sono connessi alle categorie di rischio assegnate a ciascun corpo idrico superficiale.

Assunta la distinzione nelle categorie "a - Corpi idrici a rischio", "b – Corpi idrici probabilmente a rischio" e "c - Corpi idrici non a rischio", il monitoraggio di Sorveglianza è realizzato nei corpi idrici rappresentativi per ciascun bacino idrografico e fondamentalmente appartenenti alle categorie "b" e "c", mentre il monitoraggio Operativo è programmato per tutti i corpi idrici a rischio rientranti nella categoria "a".

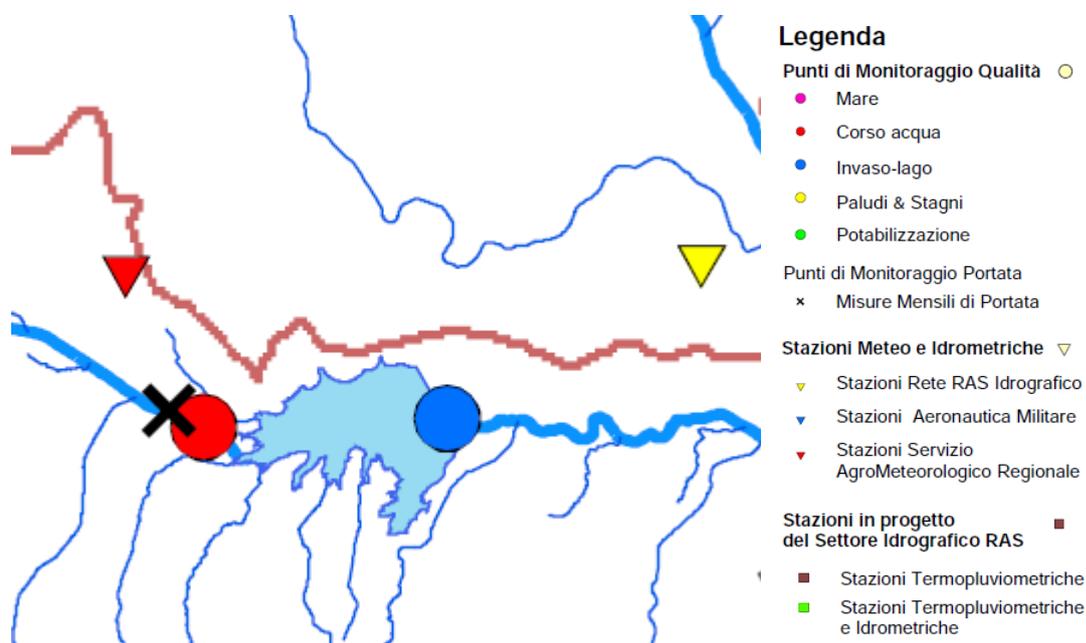
Per quanto riguarda i parametri di monitoraggio, questi sono rappresentati dallo Stato Ecologico e dallo Stato Chimico. Lo Stato ecologico è un indice che descrive la qualità della struttura e del funzionamento

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA Raddoppio Decimomannu - Villamassargia					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R52RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

degli ecosistemi acquatici, costituito da un insieme di indicatori⁸ ed articolato in cinque livelli, compresi tra “cattivo” ed “elevato”; il giudizio complessivo è determinato come risultante del peggior giudizio relativo ad ognuno degli indicatori. Lo Stato chimico è classificato in base alla presenza delle sostanze chimiche definite come prioritarie dalla normativa comunitaria e da quella nazionale di suo recepimento⁹. Per ognuna delle sostanze in elenco sono definiti Standard di Qualità Ambientale (SQA), rappresentativi dei livelli di concentrazione di detti inquinanti in diverse matrici (acque, sedimenti, biota), in relazione ai quali avviene l’attribuzione dello stato chimico “buono” ovvero “non buono”.

Ciò premesso, per quanto specificatamente riguarda l’attività di monitoraggio dei corsi d’acqua superficiali condotta da Regione Sardegna, ARPA Sardegna ha reso pubblici i dati del monitoraggio inseriti nel Piano di Tutela delle Acque, approvato con Deliberazione della Giunta Regionale n. 14/16 del 4 aprile 2006.

Come si evince dallo stralcio in , nell’area di progetto non sono presenti corsi d’acqua monitorati



⁸ Elementi di qualità biologica (EQB), diversamente articolati per corsi d’acqua e laghi/invasi; Elementi fisico-chimici a sostegno degli elementi biologici (LIMeco per i corsi d’acqua e LTLecco per i laghi ed invasi); Elementi chimici a sostegno degli elementi biologici (inquinanti specifici non appartenenti all’elenco di priorità); Elementi idromorfologici

⁹ Direttiva 2008/105/CE, aggiornata dalla Direttiva 2013/39/UE, ed attuata in Italia dal DLgs 172/2015

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA Raddoppio Decimomannu - Villamassargia					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R52RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

Figura 5-9 Stralcio della carta della U.I.O. Flumini Mannu (fonte: PTA Regione Sardegna)

Stato qualitativo delle acque sotterranee

L'Arpas effettua per conto della Regione Sardegna il monitoraggio delle acque sotterranee ai sensi del D.Lgs 152/2006. Il monitoraggio ha cadenza semestrale e comprende analisi quantitative (misure di portata di sorgenti e di livello piezometrico di pozzi) e qualitative (analisi chimiche di laboratorio e sul campo). Il monitoraggio è effettuato nelle circa 100 postazioni, dislocate nei 37 acquiferi significativi, della rete prevista nell'ambito delle attività del Piano di Tutela delle Acque.

Il PTA individua 37 complessi acquiferi principali, costituiti da una o più Unità Idrogeologiche con caratteristiche idrogeologiche sostanzialmente omogenee.

L'area di interesse progettuale si colloca in prossimità dell'Acquifero Detritico-Alluvionale Plio – Quaternario del Cixerri. L'acquifero in questione presenta le caratteristiche riportate nella tabella Tab. 2.

Classe chimica	Classe quantitativa	Stato ambientale
4	B	Scadente

Tab.2 – Stato dell'Acquifero Detritico-Alluvionale Plio – Quaternario del Cixerri.

La Classe chimica 4 indica un impatto antropico rilevante con caratteristiche idrochimiche scadenti

La Classe quantitativa B indica che l'impatto antropico è ridotto, vi sono moderate condizioni di disequilibrio del bilancio idrico, senza che tuttavia ciò produca una condizione di sovrasfruttamento, consentendo un uso della risorsa sostenibile sul lungo periodo.

Vulnerabilità della falda

All'interno del Piano di Tutela delle Acque della Regione Sardegna è stata valutata la vulnerabilità intrinseca degli acquiferi all'inquinamento.

Tale parametro dipende da diversi fattori, tra cui la soggiacenza della falda e la permeabilità dei depositi che la contengono.

Come si evince dall'immagine seguente, l'acquifero detritico-alluvionale Plio-Quaternario di Cixerri, ubicato in prossimità dell'area d'interesse progettuale, presenta livelli di vulnerabilità variabile tra media e alta.

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA Raddoppio Decimomannu - Villamassargia					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R52RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

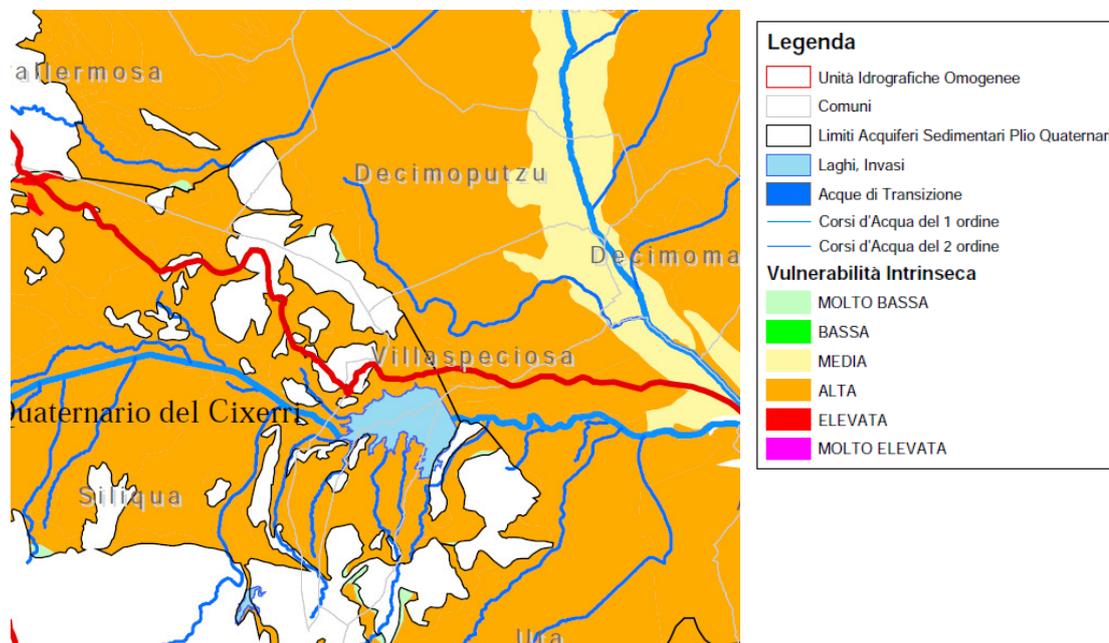


Figura 5-10 Stralcio della tavola di vulnerabilità degli acquiferi Plio-Quaternari (Fonte: PTA Regione Sardegna)

5.2.2 Valutazione degli aspetti ambientali legati al cantiere

Modifica delle caratteristiche qualitative delle acque

La modifica delle caratteristiche qualitative delle acque superficiali e sotterranee consiste in una variazione dei parametri chimico-fisici, microbiologici e biologici, che può derivare da un complesso di azioni che, seppur nel loro insieme ascrivibili alla fase costruttiva, presentano fattori causali tra loro differenti in ragione della diversa origine delle sostanze potenzialmente inquinanti prodotte durante il ciclo costruttivo.

In buona sostanza, procedendo per schematizzazioni, è possibile distinguere i fattori causali secondo due categorie.

La prima categoria si configura nei casi in cui la produzione di sostanze potenzialmente inquinanti sia strettamente funzionale al processo costruttivo, ossia possa essere intrinseca ai processi di realizzazione delle opere in progetto. Detta circostanza si può sostanziare, ad esempio, nel caso dell'uso di sostanze additanti ai fini della realizzazione delle fondazioni indirette, al fine principale di sostenere le pareti delle perforazioni dei pali di fondazione.

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA Raddoppio Decimomannu - Villamassargia					
Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R52RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A	FOGLIO 67 di 213

In tal caso, i parametri che concorrono a configurare l'effetto in esame sono schematicamente individuabili, sotto il profilo progettuale, nelle tecniche di realizzazione delle palificazioni di fondazione delle opere d'arte e nelle loro caratteristiche dimensionali, mentre, per quanto concerne le caratteristiche del contesto d'intervento, detti parametri possono essere identificati nella vulnerabilità degli acquiferi e nei diversi fattori che concorrono a definirla (soggiacenza, conducibilità idraulica, acclività della superficie topografica, etc.).

La seconda categoria di fattori causali attiene ai casi in cui la produzione di sostanze potenzialmente inquinanti all'origine dell'effetto in esame, discenda da cause correlate (e non funzionali) alle lavorazioni o, più in generale, dalle attività di cantiere.

Dette cause possono essere così sinteticamente individuate:

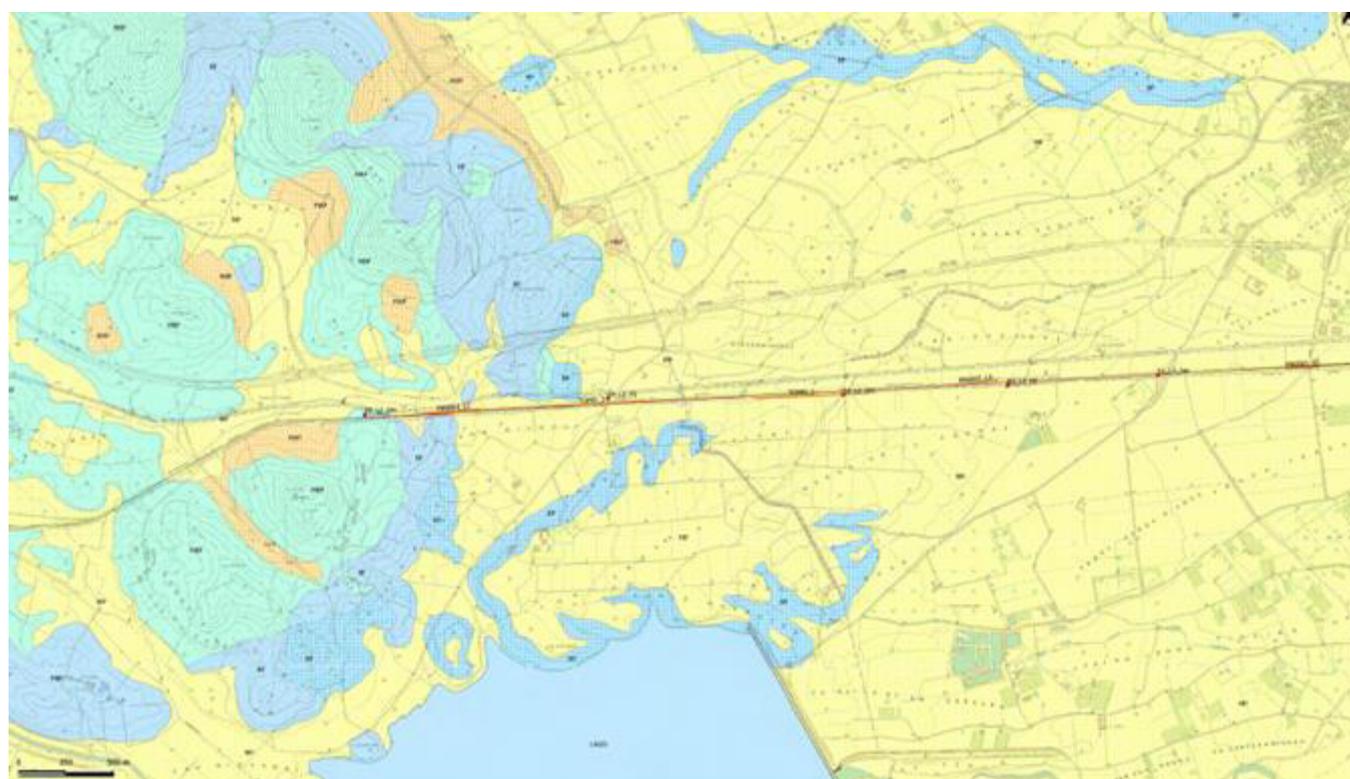
- Produzione di acque che possono veicolare nei corpi idrici ricettori e/o nel suolo eventuali inquinanti, distinguendo tra:
 - Produzione delle acque meteoriche di dilavamento delle superfici pavimentate delle aree di cantiere fisso, quali ad esempio quelle realizzate in corrispondenza dei punti di stoccaggio di sostanze potenzialmente inquinanti.
 - Produzione di acque reflue derivanti dallo svolgimento delle ordinarie attività di cantiere, quali lavaggio mezzi d'opera e bagnatura cumuli.
- Produzione di liquidi inquinanti derivanti dallo sversamento accidentale di olii o altre sostanze inquinanti provenienti dagli organi meccanici e/o dai serbatoi dei mezzi d'opera.

Relativamente alla seconda categoria di fattori (Dilavamento delle superfici pavimentate; Produzione acque reflue; Sversamenti accidentali), oltre ai succitati parametri di contesto, per quanto concerne quelli progettuali un ruolo dirimente ai fini del potenziale configurarsi dell'effetto in esame è rivestito dalle tipologie di misure ed interventi previsti nell'apprestamento delle aree di cantiere e per la gestione delle attività costruttive e, più in generale, di cantiere.

Entrando nel merito della prima categoria di fattori causali (produzione di sostanze potenzialmente inquinanti funzionali al processo costruttivo) e, segnatamente, del rapporto intercorrente tra livello piezometrico ed esecuzione di fondazioni profonde, le caratteristiche del contesto di intervento in termini di soggiacenza della falda sono state indagate sia a scala di area vasta che a quella di sito, mediante la consultazione di fonti bibliografiche, quanto anche sulla scorta di indagine condotte nel corso del Gennaio 2023.

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA Raddoppio Decimomannu - Villamassargia					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R52RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

Assunto che, come indicato nella “Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e sismica” (RR0P02R69RGGE0001001A), il settore interessato dagli interventi in progetto è caratterizzato dalla presenza di circolazione idrica sotterranea a quota da p.c. di -10 m, in merito agli esiti delle indagini queste hanno evidenziato che la superficie piezometrica si attesta a quote comprese tra -10,2 m da p.c. e 10,5 m da p.c. (cfr. **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** e 6-3)



LEGENDA

Legenda idrogeologica

- BF: Permeabilità bassa per fratturazione
- BP: Permeabilità bassa per porosità
- MBF: Permeabilità medio bassa per fratturazione
- MBP: Permeabilità medio bassa per porosità
- MF: Permeabilità media per fratturazione
- MCF: Permeabilità media per carsismo e fratturazione
- MP: Permeabilità media per porosità

- MACF: Permeabilità medio alta per carsismo e fratturazione
- MAP: Permeabilità medio alta per porosità
- ACF: Permeabilità alta per carsismo e fratturazione
- AP: Permeabilità alta per porosità
- Lg: Laghi e canali

Simbologia

- Sondaggi Geognostici

Figura 5-5 Carta idrogeologica (RR0P02R69N4GE0002001A)

Tabella 5-4 Sondaggi allestiti a piezometri

Sondaggio	Profondità (m da p.c)	Attrezzatura installata	Data esecuzione	Livello idrico in data 10.02.2023

				(m da p.c.)
S02_L02	-30,00	PIEZOMETRO	10/01/2023	10,2
S04-L02	-45,00	PIEZOMETRO	14/01/2023	10,5

Per quanto attiene alle caratteristiche dell'opera in progetto, come descritto in precedenza, le opere d'arte per le quali sono previste fondazioni indirette sono riportate nella seguente Tabella 5-5 con riferimento alle principali caratteristiche dimensionali.

Tabella 5-5 Opere d'arte e caratteristiche dimensionali delle fondazione su pali

Tipologia	WBS	Caratteristiche pali		Caratteristiche micropali	
		Diametro [mm]	Lunghezza [m]	Diametro [mm]	Lunghezza [m]
Cavalcaferrovia	IV01	800	6,5	-	-
Muri di sostegno	MU.01	-	-	250	8
	MU.03	500	9-12	-	-

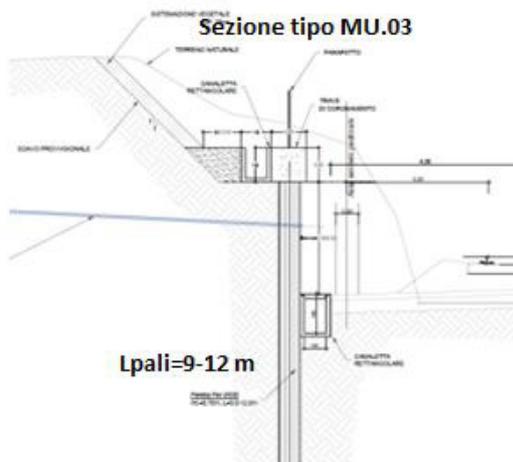
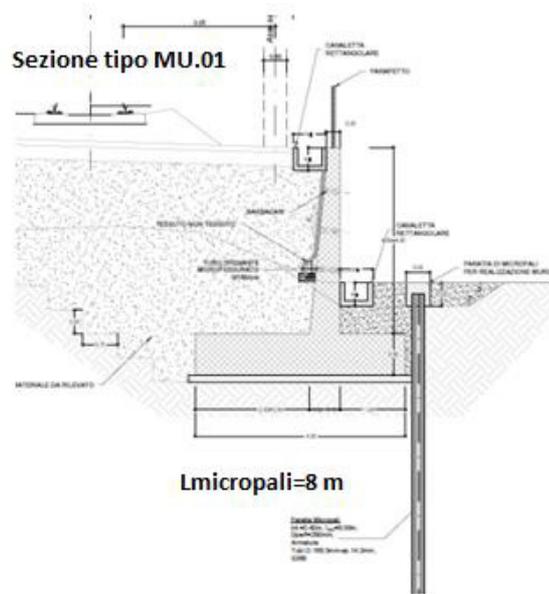
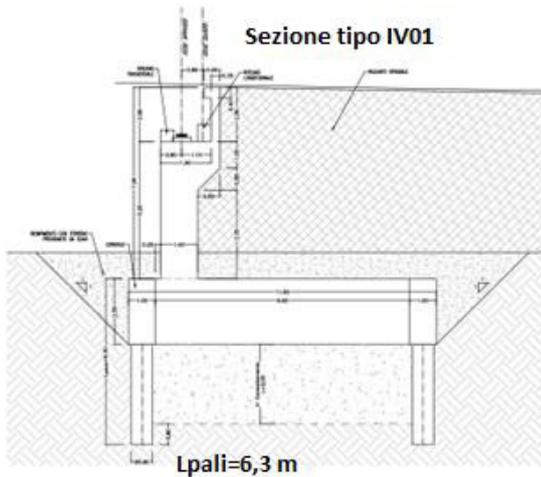


Figura 5-4 Sezioni tipo delle fondazioni indirette.

Stante quanto evidenziato a seguito delle indagini condotte in merito ai livelli piezometrici ed a fronte delle caratteristiche dimensionali delle fondazioni indirette e dei micropali, appare evidente come la loro esecuzione porti ad intercettare la falda nella sua porzione più sommitale.

In ragione di tale circostanza, al fine di evitare che la realizzazione delle fondazioni profonde possa determinare la modifica dello stato qualitativo delle acque sotterranee risulta necessario che, nel caso in cui la loro esecuzione necessiti dell'utilizzo di fluidi, sia prestata particolare attenzione alla scelta dei componenti di tali fluidi.

In tal senso, la scelta degli additivi per la preparazione del fluido di perforazione dovrà essere rivolta a conseguire una miscela che, non solo, presenti caratteristiche coerenti con le tipologie di terreni da attraversare e, quindi, in grado di garantire elevate prestazioni tecniche – ad esempio – in termini di

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA Raddoppio Decimomannu - Villamassargia					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R52RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

velocità di avanzamento, protezione da franamenti, lubrificazione degli utensili di scavo; al contempo, la miscela utilizzata dovrà essere tale da conseguire una minima contaminazione delle falde e, in tal senso, è fondamentale l'utilizzo di sostanze biodegradabili.

L'adozione di tale modalità operativa si configura, pertanto, come scelta atta a prevenire il determinarsi dell'effetto in esame.

Unitamente a ciò, al preciso fine di verificare se ed in quali termini la realizzazione delle fondazioni indirette e, più in generale, quella dell'opera in progetto possa modificare le caratteristiche qualitative delle acque, nonostante l'interesse della falda sia minimo, nell'ambito del Progetto di monitoraggio ambientale (RR0P02R22RGMA0000001A) è stata prevista una coppia di punti atti al monitoraggio della falda.

I punti in questione consentiranno di valutare in dettaglio le caratteristiche quali-quantitative delle acque di falda, unitamente alle condizioni di deflusso sotterraneo, e di segnalare tempestivamente eventuali variazioni di un determinato parametro e, conseguentemente, di valutare se dette variazioni siano riconducibili alla realizzazione dell'opera.

Relativamente alla seconda categoria di fattori causali (produzione di sostanze potenzialmente inquinanti connesse alle attività di cantierizzazione) e, in particolare, agli effetti derivanti dalla produzione di acque meteoriche e reflue, così come indicato nella Relazione generale di cantierizzazione (RR0P02R53RGCA0000001A), le aree di cantiere saranno dotate dei sistemi di gestione delle acque nel seguito descritti con riferimento alle loro diverse tipologie di origine e caratteristiche; nello specifico:

- *Acque meteoriche.* Prima della realizzazione delle pavimentazioni dei piazzali del cantiere saranno predisposte tubazioni e pozzetti della rete di smaltimento delle acque meteoriche. Le acque meteoriche saranno convogliate nella rete di captazione costituita da pozzetti e caditoie collegati ad un cunettone in c.a. e da una tubazione interrata che convoglia tutte le acque nella vasca di accumulo di prima pioggia, dimensionata per accogliere i primi 15 minuti dell'evento meteorico. Un deviatore automatico, collocato all'ingresso della vasca di raccolta dell'acqua di prima pioggia, invia l'acqua in esubero (oltre i primi 15 minuti) direttamente in fognatura, mediante una apposita canalizzazione aperta.
- *Acque nere.* Gli impianti di trattamento delle acque assicureranno un grado di depurazione tale da renderle idonee allo scarico secondo le norme vigenti; pertanto, le stesse potranno essere impiegate per eventuali usi industriali oppure immesse direttamente in fognatura.

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA Raddoppio Decimomannu - Villamassargia					
Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R52RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A	FOGLIO 72 di 213

- *Acque industriali.* L'impianto di trattamento delle acque industriali prevede apposite vasche di decantazione per l'abbattimento dei materiali fini in sospensione e degli oli eventualmente presenti.

Infine, relativamente al prodursi di eventi accidentali in esito ai quali le sostanze inquinanti fuoriuscite dagli organi meccanici e/o dai serbatoi dei mezzi d'opera percoli nel sottosuolo o si disperda nelle acque superficiali, tale circostanza riguarda le lavorazioni che avverranno in corrispondenza di aree non pavimentate o di attraversamenti di corsi d'acqua e, in particolare, laddove è prevista una maggiore concentrazione di mezzi d'opera ed automezzi di trasporto.

Ciò premesso, un primo elemento che concorre in modo significativo alla determinazione dell'entità dell'effetto in esame, è rappresentato dalle caratteristiche di permeabilità dei terreni interessati dalle aree di lavoro.

Richiamando a tal riguardo quanto riportato nella precedente Tabella 5-4, occorre rilevare che il contesto di localizzazione dell'opera in progetto è articolabile, in funzione delle caratteristiche di permeabilità dei suoli, in tre settori distinti: il primo settore, corrispondente al tratto compreso tra l'inizio intervento e la progressiva 3+000, nella quale le indagini condotte hanno evidenziato un grado di permeabilità K pari a 10^{-7} m/s, correlabile a permeabilità bassa; il secondo settore, tra la progressiva 3+000 e la progressiva 5+250, la cui permeabilità K , pari a 10^{-8} m/s è correlabile a terreni impermeabili; il terzo settore, tra la progressiva 5+250 e la progressiva 5+450, dove è stata riscontrata una permeabilità compresa tra 10^{-7} e 10^{-6} m/s associabile ad una permeabilità medio bassa.

Un ulteriore aspetto da considerare ai fini della stima dello specifico effetto in esame discende dalla natura della causa originante la quale, essendo principalmente rappresentata da malfunzionamenti dei mezzi d'opera, presenta un livello di probabilità e di frequenza che dipendono in modo pressoché diretto dalle procedure manutentive di detti mezzi.

In tal senso, rivestono un ruolo fondamentale ai fini della prevenzione e della determinazione della portata degli effetti prodotti l'esistenza, da un lato, di specifiche operative volte a garantire il rispetto delle pratiche manutentive dei mezzi d'opera e, dall'altro, di sistemi da attivare in casi di eventi accidentali. A tal riguardo, al fine di limitare gli effetti derivanti da detti eventi, sarà necessario predisporre istruzioni operative in cui siano dettagliate le procedure da seguire, nonché dotare le aree di cantiere di appositi kit di emergenza ambientale, costituiti da materiali assorbenti quali sabbia o sepiolite, atti a contenere lo spandimento delle eventuali sostanze potenzialmente inquinanti.

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA Raddoppio Decimomannu - Villamassargia					
Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R52RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A	FOGLIO 73 di 213

In conclusione, quanto sin qui riportato in merito al rapporto intercorrente tra livello piezometrico e fondazioni indirette, alle conseguenti misure operative da porre in essere ai fini della loro esecuzione, nonché alle dotazioni delle aree di cantiere per la gestione delle acque prodotte ed alle caratteristiche di permeabilità dei suoli, consentono di poter affermare che l'effetto relativo alla modifica delle caratteristiche qualitative delle acque presenti una significatività trascurabile (Livello di significatività B).

5.2.3 Misure di prevenzione e mitigazione

Posto che gli effetti sull'ambiente idrico superficiale e sotterraneo non costituiscono impatti "certi" e di dimensione valutabile in maniera precisa a priori, quanto piuttosto impatti potenziali, una riduzione del rischio di impatti significativi sull'ambiente idrico in fase di costruzione dell'opera può essere ottenuta applicando adeguate procedure operative nelle attività di cantiere, relative alla gestione e lo stoccaggio delle sostanze inquinanti e dei prodotti di natura cementizia, alla prevenzione dallo sversamento di oli ed idrocarburi.

Di seguito sono illustrate una serie di procedure operative che dovranno essere seguite a questo scopo dall'impresa esecutrice nel corso dei lavori, nel corso delle seguenti attività e/o lavorazioni:

- **Lavori di movimento terra**
 L'annaffiatura delle aree di cantiere tesa a prevenire il sollevamento di polveri deve essere eseguita in maniera tale da evitare che le acque fluiscano direttamente verso una canalizzazione superficiale, trasportandovi dei sedimenti (a questo fine occorrerà in generale realizzare un fosso di guardia a delimitazione dell'area di lavoro).
- **Costruzione di fondazioni e interventi di consolidamento dei terreni di fondazioni**
 La contaminazione delle acque sotterranee durante le attività di realizzazione degli interventi di consolidamento dei terreni può essere originata da:
 - danneggiamento di sottoservizi esistenti, sia in maniera diretta per perforazione degli stessi, sia in maniera indiretta a causa di cedimenti indotti dal peso dei macchinari impiegati per la perforazione;
 - perdite dei fanghi di perforazione e/o di miscela cementizia all'interno dei terreni permeabili;
 - contaminazione per dilavamento incontrollato delle acque dal sito di cantiere;
 - perdite di oli e carburante da parte dei macchinari impiegati nei lavori.
- **Operazioni di casseratura a getto**
 Le casserature da impiegare per la costruzione delle opere in c.a. devono essere progettate e realizzate in maniera tale che tutti i pannelli siano adeguatamente a contatto con quelli accanto o

che gli stessi vengano sigillati in modo da evitare perdite di calcestruzzo durante il getto. Le cassature debbono essere ben mantenute in modo che venga assicurata la perfetta aderenza delle loro superfici di contatto. Durante le operazioni di getto in corrispondenza del punto di consegna occorrerà prendere adeguate precauzioni al fine di evitare sversamenti dalle autobetoniere, che potrebbero tradursi in contaminazione delle acque sotterranee.

- **Trasporto del calcestruzzo**

Al fine di prevenire fenomeni di inquinamento delle acque e del suolo è necessario che la produzione, il trasporto e l'impiego dei materiali cementizi siano adeguatamente pianificate e controllate.

I rischi di inquinamento indotti dall'impiego delle autobetoniere possono essere limitati applicando le seguenti procedure:

- il lavaggio delle autobetoniere dovrà essere effettuato presso l'impianto di produzione del calcestruzzo;
- nel caso in cui l'appaltatore scelga di svolgere in sito il lavaggio delle autobetoniere, esso dovrà provvedere a realizzare un apposito impianto collegato ad un sistema di depurazione; - secchioni, pompe per calcestruzzo ed altre macchine impiegate per i getti dovranno essere anch'esse lavate presso lo stesso impianto;
- gli autisti delle autobetoniere, qualora non dipendenti direttamente dall'appaltatore, dovranno essere informati delle procedure da seguire per il lavaggio delle stesse;
- tutti i carichi di calcestruzzo dovranno essere trasportati con la dovuta cautela al fine di evitare perdite lungo il percorso; per lo stesso motivo, le autobetoniere dovranno sempre circolare con un carico inferiore di almeno il 5% al massimo della loro capienza;
- in aree a particolare rischio, quali quelle in vicinanza di corsi d'acqua, occorrerà usare particolare prudenza durante il trasporto, tenendo una velocità particolarmente moderata; nelle stesse aree l'appaltatore dovrà curare la manutenzione delle piste di cantiere e degli incroci con la viabilità esterna.

- **Alterazione del ruscellamento in fase di costruzione**

Durante la fase di costruzione riveste particolare importanza garantire il deflusso della rete idrica, anche secondaria nelle aree interessate dai lavori; a tale scopo saranno realizzati gli opportuni sistemi per il convogliamento e il rallentamento dei flussi superficiali delle acque.

- **Impermeabilizzazione delle superfici in calcestruzzo**

Si prevede l'impiego di diversi tipi di materiali per l'impermeabilizzazione delle strutture in calcestruzzo. Le strutture in sottoterraneo a contatto con il terreno ed i materiali di riempimento

potranno essere impermeabilizzate mediante emulsioni bituminose applicate con pennello. I materiali impermeabilizzanti impiegati per tali operazioni devono essere conservati in contenitori ben chiusi e stoccati in aree sicure opportunamente individuate nell'ambito dell'area di cantiere e non sul sito di costruzione, e comunque lontano dai corsi d'acqua. Al sito di costruzione i materiali devono essere trasportati solo in occasione del loro utilizzo, prevedendo le dovute precauzioni al fine di evitare sversamenti accidentali. I contenitori vuoti devono essere stoccati nelle aree apposite predisposte nell'area di cantiere prima del loro conferimento agli impianti di smaltimento. L'impermeabilizzazione delle superfici fuori terra della struttura può avvenire attraverso l'applicazione a spruzzo di sostanze impregnanti (additivi a penetrazione osmotica o altro). Le operazioni di applicazione di sostanze a spruzzo devono essere condotte in assenza di vento ed in giorni di tempo stabile e asciutto. Occorre eseguire le operazioni con estrema cura al fine di evitare che le sostanze impermeabilizzanti percolino nel terreno e che gli aerosol possano raggiungere i corpi idrici superficiali.

Per le modalità di gestione dei contenitori si rimanda alle indicazioni che seguono con riferimento alle emulsioni bituminose.

- Utilizzo di sostanze chimiche

La possibilità d'inquinamento dei corpi idrici da parte delle sostanze chimiche impiegate sul sito di cantiere deve essere prevenuta da parte dell'Appaltatore tramite apposite procedure che comprendono:

- la scelta, tra i prodotti che possono essere impiegati per uno stesso scopo, di quelli più sicuri (ad esempio l'impiego di prodotti in matrice liquida in luogo di solventi organici volatili);
- la scelta della forma sotto cui impiegare determinate sostanze (prediligendo ad esempio i prodotti in pasta a quelli liquidi o in polvere);
- la definizione di metodi di lavoro tali da prevenire la diffusione nell'ambiente di sostanze inquinanti (ad esempio tramite scelta di metodi di applicazione a spruzzo di determinate sostanze anziché metodi basati sul versamento delle stesse);
- la delimitazione con barriere di protezione (formate da semplici teli o pannelli di varia natura) delle aree dove si svolgono determinate lavorazioni;
- l'utilizzo dei prodotti potenzialmente nocivi per l'ambiente ad adeguata distanza da aree sensibili del territorio come i corsi d'acqua;

- la limitazione dei quantitativi di sostanze mantenuti nei siti di lavoro al fine di ridurre l'impatto in caso di perdite (ciò si può ottenere ad esempio acquistando i prodotti in recipienti di piccole dimensioni);
 - la verifica che ogni sostanza sia tenuta in contenitori adeguati e non danneggiati, contenenti all'esterno una chiara etichetta per l'identificazione del prodotto;
 - lo stoccaggio delle sostanze pericolose in apposite aree controllate;
 - lo smaltimento dei contenitori vuoti e delle attrezzature contaminate da sostanze chimiche secondo le prescrizioni della vigente normativa;
 - la definizione di procedure di bonifica per tutte le sostanze impiegate nel cantiere;
 - la formazione e l'informazione dei lavoratori sulle modalità di corretto utilizzo delle varie sostanze chimiche;
 - la pavimentazione delle aree circostanti le officine dove si svolgono lavorazioni che possono comportare la dispersione di sostanze liquide nell'ambiente esterno.
- **Modalità di stoccaggio delle sostanze pericolose**
Qualora occorra provvedere allo stoccaggio di sostanze pericolose, il Responsabile del cantiere, di concerto con il Direttore dei Lavori e con il Coordinatore per la Sicurezza in fase di esecuzione, provvederà ad individuare un'area adeguata. Tale area dovrà essere recintata e posta lontano dai baraccamenti e dalla viabilità di transito dei mezzi di cantiere; essa dovrà inoltre essere segnalata con cartelli di pericolo indicanti il tipo di sostanze presenti.
Lo stoccaggio e la gestione di tali sostanze verranno effettuati con l'intento di proteggere il sito da potenziali agenti inquinanti. Le sostanze pericolose dovranno essere contenute in contenitori non danneggiati; questi dovranno essere collocati su un basamento in calcestruzzo o comunque su un'area pavimentata e protetti da una tettoia.
 - **Modalità di stoccaggio temporaneo dei rifiuti prodotti**
Al fine di salvaguardare la contaminazione delle acque l'impresa appaltatrice dovrà attenersi alle disposizioni generali contenute nella Delibera 27 luglio 1984 smaltimento rifiuti "Disposizioni per la prima applicazione dell'articolo 4 del DPR 10 settembre 1982, n. 915, concernente lo smaltimento dei rifiuti".
 - **Drenaggio delle acque e trattamento delle acque reflue**
I piazzali del cantiere dovranno essere provvisti di un sistema di adeguata capacità per la raccolta delle acque meteoriche. Inoltre per l'area destinata a cantiere operativo, dove sono installati i magazzini, le officine e gli impianti di lavaggio dei mezzi e di distribuzione del carburante potranno essere realizzate una vasca per la sedimentazione dei materiali in

sospensione ed una vasca per la disoleazione prima dello scarico in fognatura delle acque di piazzale.

- **Manutenzione dei macchinari di cantiere**

La manutenzione dei macchinari impiegati nelle aree di cantiere è di fondamentale importanza anche al fine di prevenire fenomeni d'inquinamento. Gli addetti alle macchine operatrici dovranno a questo fine controllare il funzionamento delle stesse con cadenza periodica, al fine di verificare eventuali problemi meccanici.

Ogni perdita di carburante, di liquido dell'impianto frenante, di oli del motore o degli impianti idraulici deve essere immediatamente segnalata al responsabile della manutenzione. L'impiego della macchina che abbia problemi di perdite dovrà essere consentito solo se il fluido in questione può essere contenuto tramite un apposito recipiente o una riparazione temporanea ed alla sola condizione che la riparazione del guasto sia effettuata nel più breve tempo possibile. In ogni altro caso la macchina in questione non potrà operare, ed in particolare non potrà farlo in aree prossime a corsi d'acqua.

La contaminazione delle acque superficiali può avvenire anche durante operazioni di manutenzione o di riparazione. Al fine di evitare ogni problema è necessario che tali operazioni abbiano luogo unicamente all'interno del cantiere, in aree opportunamente definite e pavimentate, dove siano disponibili dei dispositivi e delle attrezzature per intervenire prontamente in caso di dispersione di sostanze inquinanti.

Il lavaggio delle betoniere, delle pompe, dei secchioni e di altre attrezzature che devono essere ripulite del calcestruzzo dopo l'uso dovrà essere svolto in aree appositamente attrezzate.

- **Controllo degli incidenti in sito e procedure d'emergenza**

Nel caso di versamenti accidentali di sostanze inquinanti sarà cura del Responsabile del Cantiere, di concerto con il Direttore dei Lavori, mettere immediatamente in atto i provvedimenti di disinquinamento ai sensi della normativa vigente.

- **Piano d'intervento per emergenze d'inquinamento**

Nell'elaborazione del sistema di gestione ambientale dovrà essere posta particolare attenzione al piano d'intervento per emergenze di inquinamento di corpi idrici per prevenire incidenti tali da indurre fenomeni di inquinamento durante le attività di costruzione.

Il piano dovrà definire:

- le operazioni da svolgere in caso di incidenti che possano causare contaminazione delle acque superficiali e sotterranee;
- il personale responsabile delle procedure di intervento;

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA Raddoppio Decimomannu - Villamassargia					
Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R52RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A	FOGLIO 78 di 213

- il personale addestrato per intervenire;
- i mezzi e le attrezzature a disposizione per gli interventi e la loro ubicazione;
- gli enti che devono essere contattati in funzione del tipo di evento.

Lo scopo della preparazione di tale piano è quello di ottimizzare il tempo per le singole procedure durante l'emergenza, per stabilire le azioni da svolgere e per fare in modo che il personale sia immediatamente in grado di intervenire per impedire o limitare la diffusione dell'inquinamento.

Il piano di intervento dovrà essere periodicamente aggiornato al fine di prendere in considerazione eventuali modifiche dell'organizzazione dei cantieri.

Il personale dovrà essere istruito circa le procedure previste nel piano; lo stesso piano dovrà essere custodito in cantiere in luogo conosciuto dai soggetti responsabili della sua applicazione.

Le procedure di emergenza contenute nel piano possono comprendere:

- misure di contenimento della diffusione degli inquinanti;
- elenco degli equipaggiamenti e dei materiali per la bonifica disponibili sul sito di cantiere e della loro ubicazione;
- modalità di manutenzione dei suddetti equipaggiamenti e materiali;
- nominativi dei soggetti addestrati per l'emergenza e loro reperibilità;
- procedure da seguire per la notifica dell'inquinamento alle autorità competenti;
- recapiti telefonici degli enti pubblici da contattare in caso di inquinamento (compresi i consorzi di bonifica);
- nominativi delle imprese specializzate in attività di bonifica presenti nell'area.

È necessario, inoltre, che vengano predisposte adeguate procedure per la consegna, lo stoccaggio, l'impiego e lo smaltimento di sostanze quali bentonite, liquami fognari, pesticidi ed erbicidi.

5.3 Biodiversità

5.3.1 Descrizione del contesto ambientale e territoriali

Inquadramento bioclimatico

L'area oggetto di studio si trova nella porzione sud-occidentale della Regione Sardegna, in una zona intensamente interessata dalle attività antropiche legate all'ambito urbano e agricolo; più nello specifico

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA Raddoppio Decimomannu - Villamassargia					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R52RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

ricade in una zona pianeggiante alle spalle del golfo di Cagliari tra le aree urbanizzate dei comuni di Villaspeciosa e Siliqua.

Relativamente all'inquadramento bioclimatico dell'area interessata dal progetto, basandosi su dati medi mensili di temperatura minima, massima e media e i cumulati mensili di precipitazione ("Worldwide Bioclimatic Classification System" Rivas-Martinez), questa ricade in una fascia di transizione tra un termotipo Termomediterraneo superiore, indice ombrotermico secco inferiore e indice di continentalità euoceanico attenuato e un termotipo Termomediterraneo superiore, indice ombrotermico secco superiore e indice di continentalità euoceanico attenuato.

La consultazione della Carta delle Ecoregioni di Italia "Terrestrial Ecoregions of Italy" (Blasi et al., 2018), rileva che l'area di studio ricade all'interno dell'ecoregione della Sezione Sardegna, sottosezione Sardegna Sud-Ovest (2B4a), caratterizzata da un clima Mediterraneo oceanico con variante secca e tipicamente contraddistinto dalla presenza di aridità estiva, una concentrazione delle precipitazioni nel periodo autunnale-invernale e da una differenza poco pronunciata tra temperature estive e invernali (cfr. Figura 5-6)



Figura 5-6 Stralcio della Carta "Terrestrial Ecoregions of Italy" (Blasi et al. 2018)

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA Raddoppio Decimomannu - Villamassargia					
Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R52RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A	FOGLIO 80 di 213

Inquadramento vegetazionale e floristico

L'analisi della vegetazione reale è stata effettuata analizzando le informazioni desunte dalla consultazione delle seguenti fonti istituzionali:

- ISPRA, Carta della Natura per la regione Sardegna 2011;
- Regione Autonoma della Sardegna, Sardegna Geoportale Carta dell'uso del suolo 2008;
- Piano Forestale Ambientale Regionale all.1 schede descrittive di distretto 2007;
- Regione Autonoma della Sardegna, Open data, strati informativi relativi al DBG10K (2022);

Le informazioni ottenute dalla consultazione delle fonti sono state quindi confrontate con i rilievi satellitari disponibili sul web e, nello specifico, delle immagini disponibili su Google Earth aggiornate al 2023.

Dalle analisi è emerso che la vegetazione reale nel territorio in esame si caratterizza da un elevato grado di antropizzazione in cui le componenti più rappresentative sono le aree agricole utilizzate.

Le cenosi forestali risultano praticamente assenti e confinate nelle aree più marginali e le sole formazioni forestali rilevabili sono costituite prevalentemente da cenosi di degradazione delle formazioni climaciche e, localmente, da impianti artificiali di specie a rapido accrescimento ('Piano Forestale Ambientale Regionale').

A scala di maggior dettaglio nell'area in esame la sola vegetazione naturale reale presente consta nelle aree boschive/arbustive residuali caratterizzate dal Matorral ad olivastro e lentisco, arbusti a sclerofille tipici di ambienti di macchia mediterranea e gariga associabile a cenosi di degradazione delle serie vegetali potenziali.

Nelle prossimità dell'area di studio la vegetazione associata alle formazioni riparie prossime ai corsi d'acqua risulta sostituita allo stato attuale da cespuglieti a sclerofille (tra cui ad esempio *Pistacia lentiscus* e *Phillyrea latifolia*, *Myrtus communis* subsp. *communis*, *Juniperus oxycedrus*), dovuto a probabile storico disseccamento.

Mentre tra le formazioni antropogene, figurano le piantagioni di eucalipti (*Eucalyptus sp*) che, costituiscono la maggioritaria porzione dei boschi dell'area, figurate comunque a basso valore vegetazionale in quanto si tratta di specie alloctona a rapido accrescimento mirate al recupero di aree degradate o alla produzione di materiale legnoso per l'industria cartaria.

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA Raddoppio Decimomannu - Villamassargia					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R52RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

Inquadramento faunistico

Nell'area di studio l'antropizzazione così diffusa, legata ad un contesto agricolo predominante su tutta la superficie, comporta una semplificazione delle biocenosi, permettendo lo sviluppo di comunità animali principalmente costituite da specie euriecie (ad ampia valenza ecologica), sinantropiche o facilmente adattabili a contesti urbani e agricoli.

Considerando l'erpeto fauna, tra gli **anfibi** le sole specie presenti sono la raganella sarda (*Hyla sarda*) e la rana verde (*Pelophylax kl. esculentus*), specie adattabili anche ad ambienti antropizzati.

Per i **rettili** le specie presenti risultano essere solo quelle con più alta capacità di adattamento, tendenzialmente ubiquitarie sul territorio e spesso sinantropiche, ritroviamo quindi alcune specie di lacertidi come ad esempio la lucertola campestre (*Podarcis sicula*), il gecko comune (*Tarentola mauritanica*), il gongilo (*Chalcides ocellatus*) e la luscengola (*Chalcides chalcides*), e ofidi sinantropici, come il biacco (*Hierophis viridiflavus*), e il colubro ferro di cavallo (*Hemorrhois hippocrepis*) e la natrice viperina (*Natrix maura*).

Per quanto concerne i **mammiferi**, principalmente si riportano specie di piccole dimensioni come, ad esempio, il topo selvatico (*Apodemus sylvaticus*), la crocidura rossiccia sarda (*Crocidura russula ichnusae*), il coniglio selvatico europeo (*Oryctolagus cuniculus*), la lepre sarda (*Lepus capensis mediterraneus*) e il riccio (*Erinaceus europaeus*).

La presenza di prede attrae anche predatori generalisti, come la donnola (*Mustela nivalis*), la volpe sarda (*Vulpes vulpes ichnusae*), mentre tra gli ungulati è presente il cinghiale (*Sus scrofa meridionalis*), ormai ubiquitario.

Inoltre, la presenza degli spazi aperti intervallati a piccoli nuclei di macchia, di gariga e di vegetazione arborea, permettono la presenza dei pipistrelli: il miniottero (*Miniopterus schreibersii*), il pipistrello nano (*Pipistrellus pipistrellus*) e il pipistrello albolimbato (*Pipistrellus kuhlii*).

La classe degli uccelli risulta la più numerosa. Le ampie superfici agricole favoriscono alcune specie di passeriformi, quali ad esempio il cardellino (*Carduelis carduelis*), lo stiacchino (*Saxicola rubetra*) e il saltimpalo (*Saxicola torquatus*), uccelli predatori quali ad esempio la poiana (*Buteo buteo*), il gheppio (*Falco tinnunculus*), il nibbio bruno (*Milvus migrans*), il nibbio reale (*Milvus milvus*) e la civetta (*Athene noctua*) e specie altamente sinantropiche come il merlo (*Turdus merula*), la cornacchia grigia (*Corvus cornix*), la passera sarda (*Passer hispaniolensis*) e lo storno (*Sturnus vulgaris*).

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA Raddoppio Decimomannu - Villamassargia					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R52RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

La presenza del Riu Cixerri e del lago Cixerri permettono inoltre la sosta e il passaggio di specie ornitiche associabili ad ambienti umidi come, ad esempio, la garzetta (*Egretta garzetta*) l'airone guardabuoi (*Bubulcus ibis*) l'airone cenerino, (*Ardea cinerea*) e il germano reale (*Anas platyrhynchos*).

Idoneità faunistica

L'analisi dell'idoneità faunistica, condotta con specifico riferimento al gruppo dei vertebrati, è stata sviluppata considerando in particolare la Carta della Natura di ISPRA, relativa alla Regione Sardegna, la Carta della Natura della Regione Sardegna (ISPRA) ed utilizzando la combinazione di 3 parametri:

1. Caratteristiche delle formazioni vegetali: composizione in specie e stratificazione;
2. Estensione delle aree e caratteristiche del contesto circostante;
3. Presenza di aree di rilevante valore ecologico.

L'analisi dei parametri sopraelencati ha portato all'assegnazione di uno tra i seguenti livelli di idoneità faunistica generale:

- molto basso;
- basso;
- medio;
- alto;
- molto alto.

L'analisi condotta secondo le modalità sopra riportate ha consentito di poter affermare che l'ambito di localizzazione del progetto sia costituito principalmente da aree ad idoneità faunistica bassa.

Inquadramento ecosistemico

Analizzando e confrontando le informazioni relative alla componente floristica e faunistica dell'area in esame con le caratteristiche dell'uso del suolo e gli aspetti geomorfologici ed antropici del territorio nel quale si inserisce, si è giunti all'individuazione di ambienti relativamente omogenei per tipologia di condizioni ecologiche e biocenosi rappresentative.

Nell'ambito di studio sono stati individuati 8 ecosistemi, elencati di seguito:

- Ecosistema antropico;
- Ecosistema agricolo;
- Ecosistema della gariga e della macchia mediterranea;

- Ecosistema delle aree a vegetazione erbacea
- Ecosistema arbustivo e delle aree in evoluzione
- Ecosistema forestale;
- Ecosistema dei boschi artificiali
- Ecosistema delle zone umide e fluviali.

Gli ecosistemi posti in relazione alle opere in progetto sono prevalentemente rappresentati da quello agricolo e secondariamente da quello dei boschi artificiali.

Ecosistema Agricolo

L'ecosistema agricolo costituisce un ecosistema seminaturale, che si differenzia da quelli naturali, per la propria origine, dovuta all'azione dell'uomo, e di conseguenza anche nelle componenti biotica ed abiotica che lo caratterizzano. Si tratta di un sistema tendenzialmente omogeneo, dove spesso si trova una sola specie vegetale dominante, che convive con specie ruderali o colonizzatrici primarie. Spesso i trattamenti di diserbanti e rimozione meccanica e manuale non permette l'instaurarsi di vegetazione naturale.

Le specie animali che caratterizzano questo ecosistema sono legate alla vegetazione naturale originaria residua; dove presente, o specie generaliste che si sono adattate a vivere anche negli ambienti modificati dall'uomo (euriecie-sinantropiche).

Ecosistema dei Boschi artificiali

L'ecosistema dei boschi artificiali risulta ben rappresentato nell'area di studio. Si tratta di boschi di alberi piantumati per la produzione legnosa, cartaria o per la riqualificazione territoriale. Nel contesto di studio gli elementi più rappresentativi sono relativi alla presenza di eucalitteti, specie alloctone e di rapida crescita. Si tratta per lo più di formazioni cedue, che vengono ripetutamente tagliate a raso e ripiantate.

Le caratteristiche di questo ecosistema, derivanti per lo più dalle pratiche antropiche, ma anche dalla omogeneità dell'ambiente, lo distinguono dall'ecosistema forestale, in quanto si nota un impoverimento delle specie vegetali e faunistiche.

L'adiacenza ai boschi di latifoglie e all'ecosistema di gariga e macchia mediterranea, però consente all'ecosistema dei boschi artificiali di essere frequentato da specie che possono trovare rifugi e risorse trofiche.

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA Raddoppio Decimomannu - Villamassargia					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R52RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

Habitat secondo la classificazione Corine Biotopes

Al fine di caratterizzare gli habitat presenti nell'ambito di studio, si è preso come riferimento la Carta della Natura sviluppata da scala regionale da ISPRA, relativa alla Regione Sardegna.

All'interno dell'area di studio è stato selezionato un buffer di 1km per lato dall'area di interesse, in modo da individuare le tipologie di habitat coinvolte.

Di seguito si riportano le tipologie di habitat riscontrate:

- 32.12 Matorral ad olivastro e lentisco
- 32.3 Garighe e macchie mesomediterranee silicicole
- 34.81 Prati mediterranei subnitrofilii (incl. vegetazione mediterranea e submediterranea postcolturale)
- 53.1 Vegetazione dei canneti e di specie simili
- 82.1 Seminativi intensivi e continui
- 82.3 Colture di tipo estensivo e sistemi agricoli complessi
- 83.15 Frutteti
- 83.322 Piantagioni di eucalipti

Tra le suddette tipologie di habitat, quello che risulta essere dominante è l'habitat 82.1 - Seminativi intensivi e continui, che occupa circa il 70% della superficie analizzata, rivelando un ambiente con vocazione principalmente agricola.

Facendo riferimento alla pubblicazione a cura dell'ISPRA "Manuali e linee guida 49/2009", tra le tipologie di habitat ricadenti nell'area di 1 km (buffer) selezionata, nessuna trova corrispondenza con habitat di interesse comunitario (Direttiva 92/43/CEE).

Aree di interesse ambientale

Con aree di interesse ambientale si intendono le aree la cui importanza sotto il profilo naturalistico sia stata riconosciuta dalla loro inclusione all'interno dell'Elenco ufficiale delle aree naturali protette e/o dalla loro designazione quali aree della Rete Natura 2000.

Per quanto riguarda le aree di interesse ambientale, stante la definizione operata, le fonti conoscitive ai quali si è fatto riferimento ai fini della loro individuazione sono state:

- 6° aggiornamento, approvato con Delibera della Conferenza Stato-Regioni del 17 dicembre 2009 e pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 125 del 31.05.2010;

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA Raddoppio Decimomannu - Villamassargia					
Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R52RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A	FOGLIO 85 di 213

- Geoportale Nazionale (<http://www.pcn.minambiente.it>);
- Geoportale della Regione Sardegna;
- Formulare Standard dei siti Natura 2000;
- “Manuale di interpretazione degli habitat della Direttiva 92/43/CEE” consultabile sul sito web <http://vnr.unipg.it/habitat/index.jsp>.

Per quanto concerne le aree naturali protette, nessuna area così come definite dalla L 394/91 e dalla LR 31/89 risulta entro una fascia di 5000 m dalle opere in progetto.

Infatti, l'area naturale protetta più prossima alle opere in progetto può considerarsi il Monumento Naturale Domo Andesitico di Acquafredda (EUAP0461), sito a sud-est dell'area di indagine ad una distanza di circa 5,2 km.

Relativamente alla Rete Natura 2000, nessun sito risulta presente entro la fascia di 5 km dalle opere in progetto.

Reti ecologiche

Per quanto concerne l'analisi delle reti ecologiche si è fatto riferimento ai documenti prodotti dalle fonti istituzionali e/o agli strumenti pianificatori quali:

- Piano Paesaggistico Regionale (approvato nel 2006 per la sola area costiera);
- Piano Forestale Ambientale Regionale, approvato a settembre 2007;
- Programma Regionale di Sviluppo (PRS) 2020-2024.

In conclusione, all'esito della consultazione del quadro pianificatorio sopra riportato e dei contatti intercorsi con i competenti uffici di Regione Sardegna, è emerso che la più compiuta definizione ed individuazione della Rete ecologica regionale è quella contenuta nel citato Piano Forestale Ambientale Regionale, nel quale la Rete Ecologica Regionale (in seguito RER) è individuata come «costituita dal sistema di aree naturali protette, terrestri e marine, istituite con leggi nazionali e regionali, e dai siti della rete Natura 2000, individuati ai sensi della normativa europea».

Data l'assenza di elementi cartografici a cui fare riferimento per la trattazione di eventuali elementi presenti nell'area di progetto, si è proceduto allo sviluppo di una carta della rete ecologica, realizzata dall'interpretazione ecologica dei seguenti strati informativi:

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA Raddoppio Decimomannu - Villamassargia					
Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R52RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A	FOGLIO 86 di 213

- Linee Guida ISPRA “Gestione delle aree di collegamento ecologico funzionale” (2003)
- “Carta dell'Uso del Suolo” in scala 1:10.000 e successivamente aggiornata mediante gli strati informativi reperibili presso l’Open Data Sardegna;
- Immagini satellitari reperibili da Google Earth e Google Maps aggiornate al 2023.

Come è possibile osservare dalla consultazione della carta della rete ecologica, nell’area di studio non si individuano Aree Core, data l’assenza di aree naturali di grandi dimensioni e associate a piani di gestione e tutela.

Si individuano alcuni potenziali elementi (*stepping stones*) costituiti da nuclei di vegetazione arbustiva e da garighe e macchia mediterranea, e, in minima parte, aree a vegetazione arborea. Altri possibili elementi importanti per la sosta di specie in transito sono costituiti dalle aree umide situate a sud dell’area di studio e rappresentate dal fiume Cixerri e dal lago artificiale derivante dal suo sbarramento.

5.3.2 Valutazione degli aspetti ambientali legati al cantiere

Sottrazione di habitat e biocenosi

L’effetto in esame consiste nella sottrazione di habitat e biocenosi, ossia nella perdita di specie vegetali e di lembi di habitat, nonché – conseguentemente - di possibili siti di nidificazione, riposo, alimentazione, ecc. per la fauna, ed è determinato dalle operazioni di taglio ed eradicazione della vegetazione, che si rendono necessarie ai fini dell’approntamento delle aree di cantiere fisso e delle aree di lavoro. In tal senso, l’azione di progetto all’origine dell’effetto in esame è rappresentata dall’approntamento delle aree di cantiere fisso/aree di lavoro e, come tale, detta azione è ascrivibile alla fase di cantierizzazione.

Ciò premesso, affrontando l’analisi sotto il profilo strettamente concettuale, l’effetto in esame non è unicamente attribuibile alla sola fase di cantierizzazione, quanto anche alla presenza fisica dell’opera in progetto. In tal senso, occorre distinguere le aree oggetto dell’azione di progetto, ossia le aree di cantiere fisso/aree di lavoro, rispetto a due distinte situazioni.

La prima di dette due situazioni riguarda la quota parte di aree di cantiere fisso/aree di lavoro che, al termine delle lavorazioni, saranno ripristinate nel loro stato originario; in tal caso, l’azione di progetto è data dalle attività necessarie al loro approntamento e l’effetto si esaurisce all’interno della fase di cantierizzazione. La seconda situazione è riferita a quella restante parte delle aree di cantiere fisso/aree di lavoro che sarà impegnata dall’impronta dell’opera in progetto, intesa con riferimento ai tratti di opere di linea in rilevato ed in trincea, alle opere connesse (i.e. fabbricati di stazione, fabbricati tecnologici e relative aree pertinenziali), nonché alle opere connesse; in tale secondo caso, l’azione di progetto è più

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA Raddoppio Decimomannu - Villamassargia					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R52RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

propriamente rappresentata dalla presenza del corpo stradale ferroviario, delle aree di localizzazione di tutte le opere accessorie, nonché delle opere viarie connesse, e di conseguenza l'effetto è ascrivibile alla dimensione fisica dell'opera in progetto.

Ciò premesso, pur nella consapevolezza di dette differenze di ordine concettuale, nell'economia della presente trattazione è stata operata la scelta di considerare l'effetto in esame come esito dell'attività di approntamento delle aree di cantiere fisso/aree di lavoro, assunta nella sua totalità, con ciò prescindendo dall'essere dette aree restituite allo stato originario o interessate dall'opera in progetto. Per coerenza logica, tale differenza è stata quindi considerata sotto il profilo delle caratteristiche dell'effetto, temporaneo e reversibile, nel primo caso, e definitivo ed irreversibile, nel secondo.

Chiarito l'approccio metodologico assunto ai fini della presente analisi, per quanto concerne gli aspetti strettamente operativi si precisa che le analisi nel seguito riportate sono l'esito della consultazione delle seguenti fonti conoscitive istituzionali:

- Carta della Natura della Regione Sardegna: carta degli habitat alla scala 1:50.000, fornita da ISPRA;
- Regione Autonoma della Sardegna, Sardegna Geoportale Carta dell'uso del suolo 2008;
- Regione Autonoma della Sardegna, Open data, strati informativi relativi al DBGT10K aggiornati al 2022.

In aggiunta a ciò, sono stati consultati i rilievi satellitari disponibili sul web e, nello specifico, delle immagini disponibili su Google Earth aggiornate al 2023.

Entrando nel merito della dimensione costruttiva e, in particolare, delle aree di cantiere, le analisi degli strati informativi desunti dalle diverse fonti istituzionali consultate, come si evince dalla seguente tabella, la totalità delle aree ricade su superfici vegetate (escludendo, quindi, reti stradali, ferroviarie e infrastrutture tecniche) e ammonta a circa 79.220 m². Dette aree sono costituite esclusivamente da vegetazione seminaturale, rappresentata da aree ad uso agricolo: precisamente seminativi semplici e colture orticole a pieno campo (65%) e seminativi in aree non irrigue (35%).

Tabella 5-6 Aree di cantiere fisso: Quadro riepilogativo tipologie vegetazionali interessate

Tipologia vegetazionale		Aree vegetate interessate (m ²)
Vegetazione seminaturale	Seminativi semplici e colture orticole a	51.140

Tipologia vegetazionale		Aree vegetate interessate (m ²)
	pieno campo	
	Seminativi in aree non irrigue	28.080
Totale delle aree vegetate interessate dalle aree di cantiere		79.220
Totale superficie delle aree di cantiere		79.220

Aree di cantiere fisso: rapporto con le aree a vegetazione naturale e seminaturale

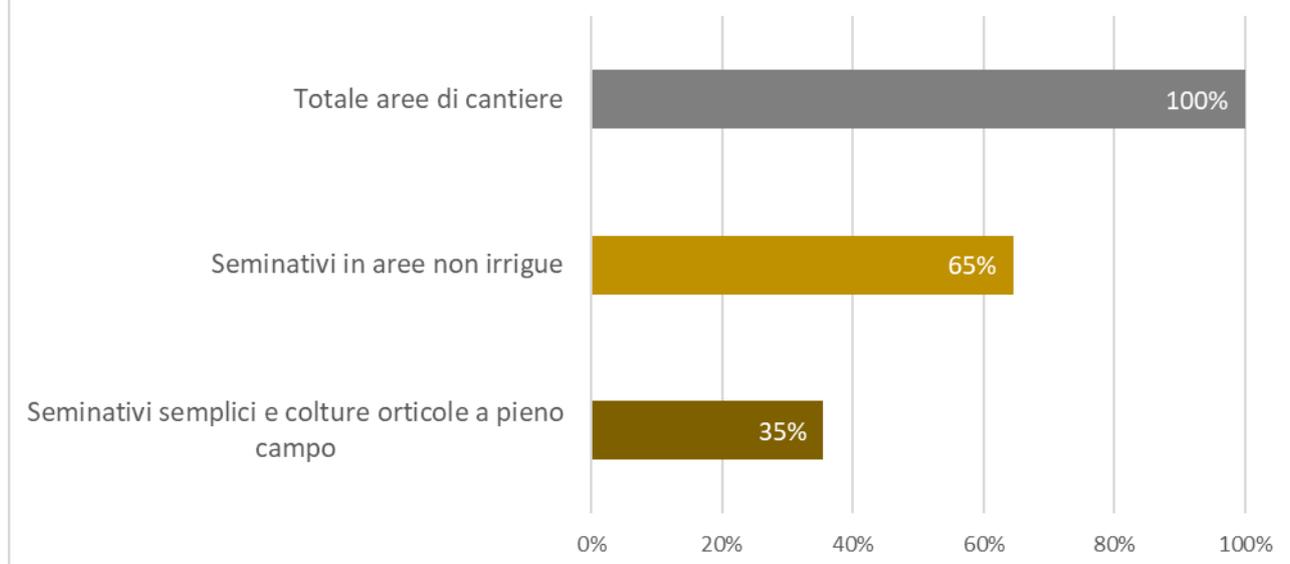


Figura 5-7 Aree di cantiere fisso: Quadro riepilogativo tipologie vegetazionali interessate

Come si evince dai dati sopra riportati, gli aspetti che rivestono un ruolo dirimente ai fini della stima dell'effetto in esame possono essere sintetizzati nei seguenti termini:

- Alcune aree di pregio naturalistico / ambientale riconosciuto, ossia compresa all'interno delle aree naturali protette ex lege 394/91 e LR 31/89 o appartenente alla rete Natura 2000 risulta interessata o prossima alle aree di cantiere fisso
- Nessun habitat di interesse comunitario e nessun elemento di vegetazione naturale risulta interessato dall'approntamento delle aree di cantiere fisso.
- Tutte le aree di cantiere ricadono in aree agricole e interessano vegetazione seminaturale.

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA Raddoppio Decimomannu - Villamassargia					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R52RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

- La totalità della compagine vegetazionale seminaturale, interessata dalle aree di cantiere fisso, risulta costituita da seminativi in aree non irrigue e da seminativi semplici e colture orticole a pieno campo.

Relativamente agli effetti dovuti alla presenza dell'opera, ossia alla sottrazione definitiva di habitat e biocenosi, le analisi degli strati informativi desunti dalle diverse fonti istituzionali consultate evidenziano che la quasi totalità delle aree vegetate sottratte in modo permanente risulta costituito da vegetazione seminaturale, costituite principalmente da seminativi semplici e colture orticole a pieno campo (62%) e da seminativi in aree non irrigue (29%), mentre la restante parte (9%) interessa aree in cui è possibile osservare la presenza di eucalitteti (5%), oliveti (2%) e incolti (1%), mentre solo l'1% interessa aree naturali costituite da cespuglieti ed arbusteti.

Tabella 5-7 Elementi vegetazionali sottratti in maniera permanente dalla presenza dell'opera in progetto

<i>Tipologia vegetazionale</i>		<i>Superficie sottratta (m²)</i>
Area a vegetazione naturale	Cespuglieti ed arbusteti	1.060
Area a vegetazione seminaturale	Seminativi semplici e colture orticole a pieno campo	51.940
	Seminativi in aree non irrigue	24.660
	Prati artificiali	660
	Oliveti	1.540
	Pioppeti, saliceti, eucalitteti ecc. Anche in formazioni miste	4.500
Totale		84.360
Totale superficie impronta d'opera		216.240

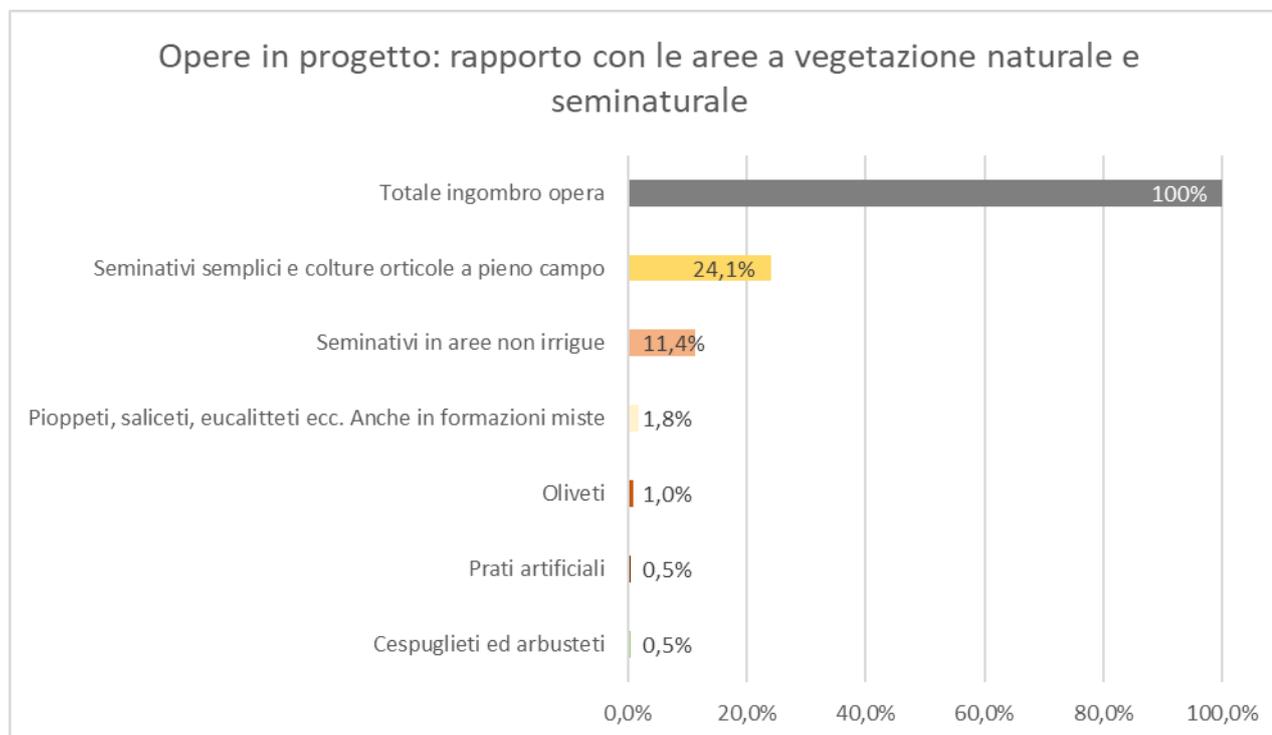


Figura 5-8 Elementi vegetazionali sottratti in maniera permanente dalla presenza dell'opera in progetto

Gli aspetti sostanziali del rapporto tra opera, intesa con riferimento all'insieme delle aree di impronta facenti parte delle opere di linea, opere connesse ed opere viarie connesse, e compagine vegetazionale sono così sintetizzabili.

- Interessamento di vegetazione a matrice naturale marginale e nessun interessamento di habitat di direttiva.

Tale conclusione è stata dedotta dall'analisi delle aree interessate dal tracciato in progetto, in riferimento alla classificazione contenuta nella Carta dell'uso del suolo e confrontandola con la Carta degli habitat redatta da ISPRA che discrimina le tessere dell'uso del suolo secondo i biotopi. Infatti, il tracciato in esame si sviluppa su aree seminaturali, caratterizzate dal contesto agricolo, e da aree infrastrutturali. L'area naturale interessata è di scarso valore ecologico in quanto di piccole dimensioni, con vegetazione rada e immersa in un contesto fortemente antropizzato. Inoltre, l'area sarà interessata solo in modo marginale e con poche piante dislocate e isolate, permettendo di considerare trascurabile l'interessamento.

- Prevalente interessamento di vegetazione seminaturale e, in particolare, di superfici agricole, costituite principalmente da seminative, di sistemi colturali e particellari complessi,

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA Raddoppio Decimomannu - Villamassargia					
Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R52RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A	FOGLIO 91 di 213

complessivamente ammontanti a circa il 91% delle superfici vegetate interessate e il 35% del totale dell'ingombro dell'opera.

- Interessamento di una modesta porzione di eucalipteti.

A tal riguardo si precisa che, come documentato attraverso la ricognizione fotografica contenuta nello Studio di impatto ambientale, si tratta di formazioni soggette ad arboricoltura e di basso valore ecologico, costituiti principalmente da formazioni monospecifiche e da individui giovani.

- Coinvolgimento di un'area votata alla coltura di olivo.

L'opera interessa marginalmente un oliveto, coinvolgendo circa 60 piante. Le piante di olivo sono tutelate a livello statale dal D.Lgs.Lgt. n. 475/1945, che vieta l'ingiustificato abbattimento degli alberi di olivo e a livello regionale dalla delibera N. 31/36 DEL 20.7.2011, che fornisce le direttive di attuazione della Legge regionale 12 giugno 2006, n. 9 "Conferimento di funzioni e compiti agli enti locali", art. 35, comma 1, lettera b) espianto di piante di olivo.

Nel quadro sin qui delineato si evince come gli interventi di mitigazione costituiscano un elemento fondamentale dell'intera progettazione che concorre significativamente alla riduzione del potenziale effetto di sottrazione di habitat e biocenosi. Tali opere a verde sono mirate ad incrementare la biodiversità e la naturalità dei luoghi mediante la piantumazione di specie autoctone adeguatamente selezionate, ricostituire corridoi biologici, interrotti dall'abbattimento di vegetazione arborea ed arbustiva, o a formarne di nuovi, tramite la connessione della vegetazione frammentata, nonché a ricomporre la struttura dei diversi paesaggi interferiti con un'equilibrata alternanza di barriere vegetali, campi visivi semi-aperti e aperti a seconda della profondità e distribuzione delle mitigazioni, organizzandosi come una sorta di modulazione di pieni e di vuoti che creano differenti visuali sul paesaggio attraversato, di creare dei filtri di vegetazione in grado di contenere una volta sviluppati la dispersione di polveri, inquinanti gassosi, rumore, ecc. e la riqualificazione delle aree intercluse prodotte dai nuovi tracciati viari ed aventi caratteristiche di dimensione e/o articolazione tali da non poter essere destinate al precedente uso del suolo.

In tale prospettiva, sono stati sviluppati una serie di interventi a verde costituiti da:

- interventi di inerbimento, previsti in tutte le aree di intervento a verde;
- ripristino del suolo interferito dalle aree di cantiere e i medesimi interventi realizzati a partire da eventuali superfici dismesse da restituire all'uso originario;
- Messa a dimora di specie arboree ed arbustive secondo differenti tipologie di sestri di impianto aventi finalità diversificate.

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA Raddoppio Decimomannu - Villamassargia					
Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R52RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A	FOGLIO 92 di 213

- Messa a dimora delle piante di olivo interessate dal progetto d'opera, espianate e stoccate fino a termine dei lavori.

Considerata la normativa a tutela delle piante di olivo, che ne impedisce l'abbattimento, ma ne consente lo stoccaggio e la ricollocazione, le aree di stoccaggio sono state dimensionate e collocate tenendo conto dell'esigenza di stoccare temporaneamente gli olivi espianati, in modo da non comprometterne la vitalità e la produttività.

In sintesi, considerando che verranno sottratte superfici a vegetazione naturale solo in modo marginale e su vegetazione con scarso interesse ecologico, la composizione floristica delle specie oggetto di sottrazione, la rappresentatività sul territorio e considerati gli interventi di mitigazione, facenti parte integrante del progetto, che andranno a ristabilire ed incrementare il sistema del verde del territorio ripristinando le superfici vegetate e quelle agricole, si può ritenere trascurabile l'effetto del progetto in riferimento alla sottrazione di habitat e biocenosi (Livello di significatività C).

5.3.3 Misure di prevenzione e mitigazione

In corso d'opera tutta la vegetazione esistente, destinata a rimanere in loco secondo il progetto, sarà preservata da ogni danneggiamento con recinzioni e barriere, provvisorie ma solide.

Saranno evitate le lavorazioni del terreno nelle adiacenze delle alberature per una distanza pari alla proiezione della chioma nel terreno e con distanza minima dal tronco pari a 3 m.

Nei casi in cui sia necessario saranno protetti i tronchi con una rete di materiale plastico a maglia forata rigida, che garantisca il passaggio dell'aria per evitare l'instaurarsi di ambienti caldi e umidi che favoriscono l'insorgere di organismi patogeni.

La posa delle tubazioni sarà eseguita al di fuori della proiezione della chioma dell'albero sul terreno. Nel caso in cui debbano essere asportate delle radici, ciò sarà eseguito con un taglio netto e solo per radici con diametro inferiore a 3 cm.

Nelle aree di rispetto non saranno depositati materiali di cantiere, quali inerti, prefabbricati, materiali da costruzione, macchinari e gru al fine di evitare il costipamento del terreno.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA Raddoppio Decimomannu - Villamassargia					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R52RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

5.4 Materie prime

5.4.1 Stima dei fabbisogni

Per la realizzazione delle opere previste si necessita di un fabbisogno complessivo di 136.863m³, che sarà coperto mediante approvvigionamento esterno per un quantitativo pari a 106.765m³. Detto quantitativo riguarda:

- Inerti per calcestruzzi / anticapillare / supercompattato 59.022m³
- Rilevati 63.869 m³
- Rinterri/ritombamenti 1.980m³
- Terreno vegetale 11.993m³

5.4.2 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'utilizzo di un telo di protezione del terreno.

5.4.3 Aree estrattive

Gli impianti di seguito riportati sono stati selezionati in ragione dell'adeguatezza dei materiali estratti alle caratteristiche richieste dal progetto, della distanza intercorrente con l'area di intervento, nonché della dotazione di titoli autorizzativi in termini di validità.

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.

La seguente Tabella 5-8 riporta l'elenco delle cave attive individuate in prossimità delle aree di intervento.

Tabella 5-8: Siti di approvvigionamento inerti

CODICE	SOCIETÀ	LOCALITÀ	COMUNE	PROV.	LITOLOGIA	SCADENZA	DISTANZA (KM)
C1	Donori Granulati Srl	SA Perda Setzia	Donori	SU	Sabbia	23/05/2024	23
C2	Italcementi SpA	-	Samatzai e Serrenti	SU	Calcare	05/11/2030	19

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA Raddoppio Decimomannu - Villamassargia					
Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R52RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A	FOGLIO 94 di 213

Per approfondimenti e dettagli circa le aree estrattive selezionate si rimanda all'elaborato specialistico e relativi elaborati cartografici "Siti di approvvigionamento e smaltimento - Relazione generale" (RR0P02R52RHCA0000001A).

5.4.4 Valutazione degli aspetti ambientali legati al cantiere

Come si evince dai quantitativi riportati al precedente paragrafo 5.4.1, a fronte di un fabbisogno di materiali terrigeni pari a 136.863m³ (in banco), in ragione delle previste modalità di gestione delle terre di scavo (gestione in qualità di sottoprodotto ai sensi del DPR 120/2017; cfr. "Relazione generale - Piano di Utilizzo dei materiali di scavo" (RR0P02R52RGTA0000002A), l'approvvigionamento esterno è stimato in 106.765m³., con ciò evitando un consumo di risorse non rinnovabili per 30.098m³., pari al 22% del fabbisogno totale.

Per quanto invece concerne l'offerta di siti estrattivi, la ricognizione condotta e documentata nell'elaborato "Siti di approvvigionamento e smaltimento - Relazione generale" (RR0P02R52RHCA0000001A), tutti i siti identificati in via preliminare sono dotati di titolo autorizzativo e sono posti entro un raggio massimo di distanza dall'area di interventi di 80 chilometri, nonché – come ovvio – coerenti sotto il profilo delle tipologie di materiali estratti.

Considerata la consistente riduzione degli approvvigionamenti esterni e l'esistenza di offerta pianificata/autorizzata di siti estrattivi, l'effetto concernente l'uso di materie prime può essere ritenuto trascurabile (cfr. par. 1.2.3 – Livello di significatività B).

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA Raddoppio Decimomannu - Villamassargia					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R52RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

6 EMISSIONI E PRODUZIONI

6.1 Dati di base

6.1.1 Ricettori

Assumendo, ai fini della descrizione del tema della presenza e tipologia dei ricettori, la porzione territoriale corrispondente alla fascia buffer di ampiezza pari a 300 metri per lato dall'asse della tratta in progetto, sulla scorta dell'analisi della Carta dell'uso del suolo (RR0P02R22N5SA0001004A) e dell'analisi delle ortofoto, detta porzione può essere distinta nelle due seguenti porzioni (cfr. Figura 6-1).:

- Ambito produttivo (A)

La prima porzione, corrispondente - all'incirca – ai primi 400m del tratto della linea ferroviaria oggetto di intervento, è costituito da un tessuto insediativo costituito in modo esclusivo da manufatti ad uso produttivo.

- Ambito agricolo (B)

La seconda porzione, corrispondente al tratto della linea in esame compreso tra le progressive 0+450 e la fine intervento, ed in corrispondenza del quale è previsto il viadotto stradale IV01, è rappresentato da un ambito agricolo all'interno del quale i manufatti presenti sono in massima parte costituiti da strutture legate alla conduzione dei campi ed all'allevamento.

Per quanto specificatamente riguarda i ricettori ad uso abitativo, il numero di quelli presenti all'interno dell'area di studio (fascia di 300m per lato dall'asse della linea in esame) ammonta complessivamente a sette.

Oltre alla loro esiguità, un altro elemento che rileva ai fini della comprensione del tema concerne la loro localizzazione rispetto alle aree di cantiere ed alle aree di lavoro lungo linea. In tal senso si evidenzia che:

Tutti i ricettori, con esclusione di uno solo, sono localizzati ad una distanza dalle aree di lavoro lungo linea superiore a 100m

Tutti i ricettori, sempre con l'esclusione di uno solo, sono localizzati ad una distanza superiore a 100m dalle aree di cantiere fisso, mentre solo due di questi sono localizzati ad una distanza compresa tra i 100m ed i 200m

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA Raddoppio Decimomannu - Villamassargia					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R52RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

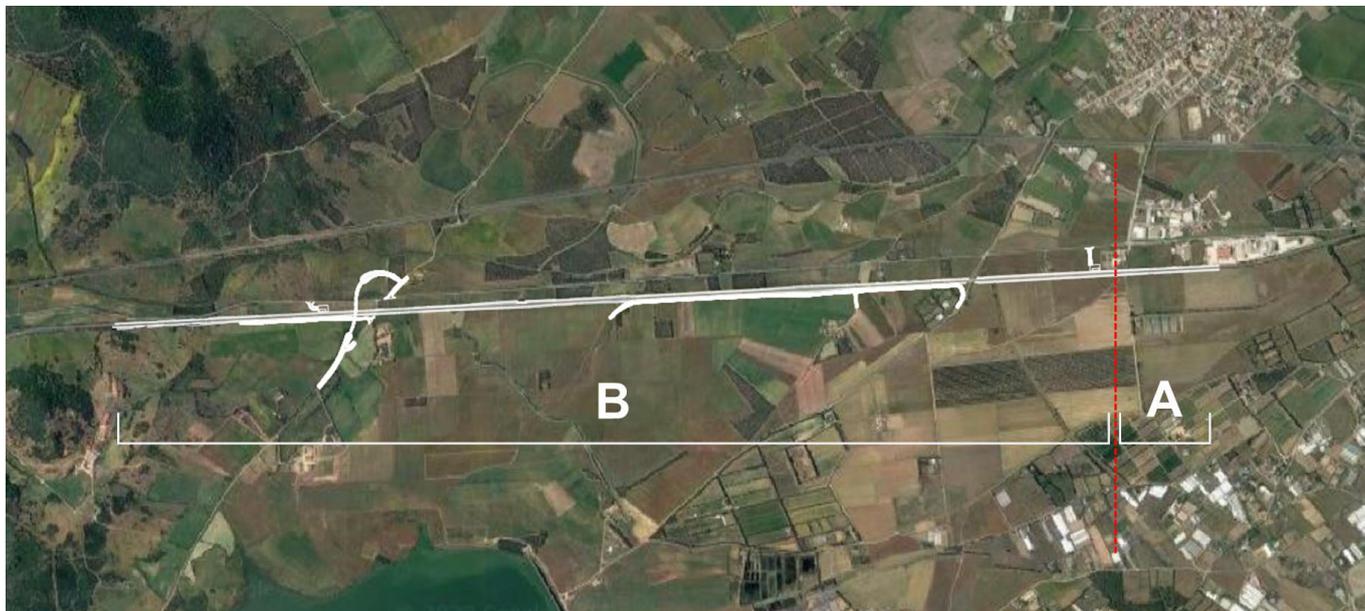


Figura 6-1 Articolazione del contesto localizzativo

6.1.2 Identificazione delle aree di cantiere ai fini degli studi modellistici

Criteri di scelta

Al fine di prendere in considerazione tutti i possibili fattori legati alla cantierizzazione, sia in termini ambientali che in termini progettuali, la metodologia seguita per la definizione degli scenari di simulazione è stata quella del “Worst Case Scenario”. Tale metodologia, ormai consolidata ed ampiamente utilizzata in molti campi dell’ingegneria civile ed ambientale, consiste, una volta definite le variabili che determinano gli scenari, nel simulare la situazione peggiore possibile tra una gamma di situazioni “probabili”. Pertanto, il primo passo sta nel definire le variabili che influenzano lo scenario, che nel caso in esame sono le variabili che influenzano il modello di simulazione.

Una volta valutati gli scenari è possibile fare riferimento ad uno o più scenari, ritenuti maggiormente critici, nell’arco di una giornata. Verificando, quindi, il rispetto di tutti i limiti normativi per il Worst Case Scenario, è possibile assumere in maniera analoga il rispetto dei limiti normativi per tutti gli scenari differenti dal peggiore, scenari nei quali il margine di sicurezza sarà ancora maggiore.

L’individuazione degli scenari di riferimento da assumere ai fini della stima degli effetti indotti dalla realizzazione dell’opera in progetto, condotta nei successivi paragrafi sulla scorta di specifici studi modellistici, è stata operata selezionando quelli che sono stati considerati i più significativi in ragione dei seguenti aspetti:

1. Tipologia delle attività e lavorazioni previste, con specifico riferimento a quelle più rilevanti sotto il profilo delle emissioni prodotte e del numero di mezzi d'opera contemporaneamente operanti, in corrispondenza delle aree di cantiere fisso e delle aree di lavoro
2. Caratteristiche del contesto di localizzazione, con specifico riferimento alla presenza di aree ad uso abitativo e/o di ricettori sensibili, ed alle condizioni di rapporto intercorrenti con il sistema della cantierizzazione
3. Durata e contemporaneità delle lavorazioni previste, individuando le eventuali sovrapposizioni degli effetti legate alle attività di cantiere effettuate simultaneamente.

Tipologia di attività e lavorazioni

Nello specifico, per quanto attiene alla tipologia delle lavorazioni previste, i fattori considerati sono stati i seguenti:

- Tipologia di attività e lavorazioni condotte nelle aree di cantiere fisso:
Sulla base dell'analisi della "Relazione generale di cantierizzazione" (cod. RR0P02R53RGCA0000001A) e degli elaborati grafici "Planimetria con indicazione delle aree di cantiere, accessi e viabilità" (cod. RR0P02R53P6CA0000001A), sono state prese in considerazione le aree di cantiere fisso, illustrate nella seguente Tabella 6-1.

Tabella 6-1 Caratterizzazione delle aree di cantiere e principali WBS di riferimento

Codice	Superficie (mq)	Tipologia	Comune (Provincia)	WBS
CB.01	12.000	Campo base	Villaspeciosa (SS)	
CO.01	5.000	Cantiere operativo	Villaspeciosa (SS)	RI.01
AT.01	2.500	Area tecnica	Villaspeciosa (SS)	TR01+RI01+IN01bis
AT.02	2.500	Area tecnica	Villaspeciosa (SS)	RI.01
AT.03	700	Area tecnica	Villaspeciosa (SS)	RI01 + IN01 + IN02
AT.04	2.500	Area tecnica	Villaspeciosa (SS)	RI01 + TR02 + NV01A
AT.05	3.000	Area tecnica	Villaspeciosa (SS)	RI02+TR03+NV01+I N03
AT.06	3.500	Area tecnica	Villaspeciosa (SS)	RI03+TR04+NV01+I N04
AT.07	2.000	Area tecnica	Villaspeciosa (SS)	MU01+RI04+TR05+I

Codice	Superficie (mq)	Tipologia	Comune (Provincia)	WBS
				N05
AT.08	4.000	Area tecnica	Villaspeciosa (SS)	NV02 + IV01
AT.09	6.000	Area tecnica	Villaspeciosa (SS)	RI05 + NV02 + IV01 + NV03
AT.10	3.000	Area tecnica	Villaspeciosa (SS)	IV01 + NV05 + FA02 + PT02
AT.11	3.200	Area tecnica	Villaspeciosa (SS)	RI06 + TR06 + TR07 + NV03 + IN07 + MU03
AT.12	2.500	Area tecnica	Villaspeciosa (SS)	RI06 + TR07 + MU02
AS.01	6.500	Area stoccaggio	Villaspeciosa (SS)	Tutte le wbs
AS.02	6.000	Area stoccaggio	Villaspeciosa (SS)	Tutte le wbs
DT.01	13.000	Deposito temporaneo	Villaspeciosa (SS)	Tutte le wbs

In merito alle aree di cantiere fisso, sintetizzando quanto riportato nella citata relazione, le principali funzioni alle quali queste sono destinate, sono descrivibili nei seguenti termini:

- CB.01 Il cantiere base funge da supporto logistico per tutte le attività relative alla costruzione di tutte le opere del progetto ed all'interno del quale sarà disposto tutto ciò che occorre alla realizzazione dell'opera in termini di direzione ed uffici, eventuale logistica per assolvere alle funzioni di vitto e alloggio delle maestranze, nonché di gestione dei rapporti con l'esterno.;
- CO.01 Il cantiere operativo avrà il ruolo di supporto logistico per tutte le attività relative alla costruzione di tutte le opere in progetto
- AT.01÷12 Le aree tecniche fungono da base per realizzazione delle varie parti d'opera e per la costruzione di singole opere d'arte. In tal senso, gli impianti e le installazioni di cantiere prevedono, oltre a baraccamenti per spogliatoi e servizi igienici, aree di stoccaggio dei materiali da costruzione, eventuali aree di stoccaggio delle terre da scavo, aree per la lavorazione ferri ed assemblaggio carpenterie.

Nel caso in specie, non è prevista la localizzazione presso le aree tecniche di impianti di frantumazione

- AS.01 – Le aree di stoccaggio sono destinate alla localizzazione provvisoria delle terre, materiali di risulta delle demolizioni e materiali da costruzione
- AS.02
- DT.01 Le aree di deposito temporaneo sono destinate all’eventuale accumulo temporaneo delle terre di scavo. Tale stoccaggio temporaneo è stato previsto con funzione di “polmone” in caso di interruzioni temporanee della ricettività dei siti esterni di destinazione definitiva.

- Tipologie di attività e lavorazioni condotte nelle aree di lavoro lungolinea
 - Opere di linea - Realizzazione di tratti in trincea e rilevato, in affiancamento alla linea ferroviaria esistente
 - Opere di linea – Realizzazioni muri di sostegno (MU.01 e MU.02) e paratie (MU.03)
 - Opere di linea – Realizzazione tombini
 - Opere connesse – Realizzazione piazzali fabbricati tecnologici
 - Opere connesse – Realizzazioni canali
 - Opere viarie connesse - Realizzazione corpo stradale, in prevalenza in rilevato, e viadotto IV.01
- Traffico di cantiere indotto dalle lavorazioni di cantiere, considerando i flussi di mezzi pesanti sulle piste di cantiere e sulla viabilità ordinaria.

Caratteristiche del contesto di localizzazione

Per quanto concerne i fattori di contesto, gli aspetti presi in considerazione hanno riguardato l’articolazione della struttura territoriale e, specificatamente, di quella insediativa, sotto il profilo funzionale. In breve, il contesto di localizzazione è stato analizzato prendendo in esame le tipologie di usi in atto ed in particolare la densità dei tessuti edilizi ad uso residenziale già evidenziati nel par. 6.1.1.

Con riferimento all’articolazione della struttura insediativa, gli aspetti dirimenti ai fini della presente analisi possono essere sintetizzati nei seguenti termini:

- Assenza di tessuti insediativi ad uso residenziale e di ricettori sensibili
- Concentrazione di ricettori ad uso commerciale e produttivo in corrispondenza della parte iniziale della linea ferroviaria oggetto di intervento (0+000 – 0+450)
- Presenza di un numero modestissimo di ricettori abitativi isolati

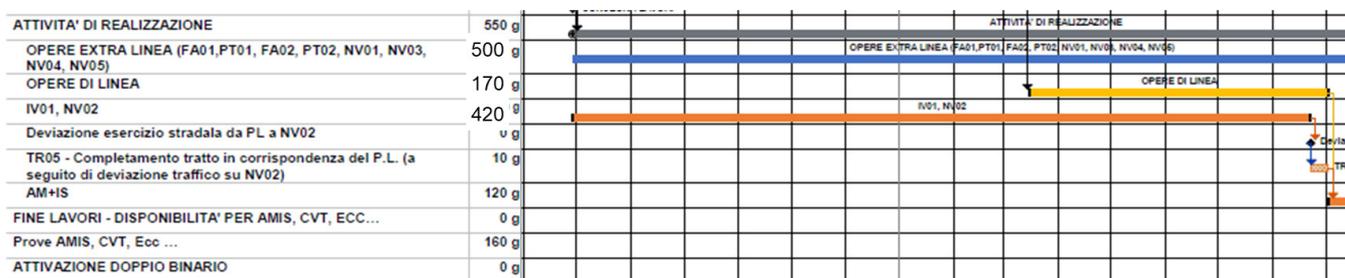
	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA Raddoppio Decimomannu - Villamassargia					
Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R52RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A	FOGLIO 100 di 213

Stante l'articolazione della struttura insediativa sopra sintetizzata, le condizioni di rapporto con il sistema della cantierizzazione posso essere così definite:

- L'ambito di concentrazione delle aree di cantiere fisso AT.02, AS.01, AS.02, DT.01, CO.01 e CB.01 interessa un contesto localizzativo costituito da ricettori ad uso produttivo / commerciale o del tutto privo di ricettori
- L'ambito di concentrazione delle aree di cantiere fisse finalizzate alla realizzazione del rilevato RI.05, del fabbricato tecnologico FA02 e delle opere viarie connesse NV.02, NV.03 ed NV.05, nonché del viadotto IV.01 si inserisce in un contesto localizzativo sostanzialmente privo di ricettori, fatti salvi un ridotto numero di manufatti ad uso agricolo ed un unico edificio ad uso abitativo, posto a circa 140m dall'area di cantiere fisso più prossima
- Le restanti aree di cantiere fisso non presentano al loro intorno ricettori di alcun tipo, con la sola eccezione dell'area tecnica AT.04, finalizzata alla realizzazione delle opere di linea RI.01 e TR.02 e della viabilità NV.01A

Contemporaneità delle lavorazioni

Per quanto concerne l'ultimo criterio di scelta considerato, si è provveduto all'analisi di dettaglio del cronoprogramma "*Programma lavori*" (cod. RS6000R53PHCA0000001C) che ha consentito di verificare la durata delle singole lavorazioni o opere e di valutarne le eventuali sovrapposizioni temporali (e, conseguentemente, le possibili sovrapposizioni degli effetti laddove le aree di lavorazione siano fra loro relativamente vicine e poste all'interno della cosiddetta area di potenziale influenza, soggetta agli impatti cumulativi).



- opere di linea
- opere extra linea
- IV01, NV02

Figura 6-2 Cronoprogramma (Fonte: RROP02R53PHCA0000001A)

Sintetizzando quanto riportato nel programma lavori è possibile affermare che:

- La durata delle attività di costruzione dell'opera di linea è estremamente limitata, essendo pari a 170 giorni
- Le sovrapposizioni tra le diverse attività riguardano opere puntuali distribuite lungo il tracciato, quali per l'appunto quelle relative alle opere extra linea (FA01,PT01, FA02, PT02, NV01, NV03, NV04, NV05) e al viadotto IV01 ed NV02
- La sovrapposizione temporale intercorrente tra la realizzazione delle opere di linea ed il viadotto IV01 / NV02 riguardano una porzione territoriale in corrispondenza della quale è presente un solo ricettore abitativo la cui distanza minima dalle aree di lavoro è pari a circa a 150m

Scenari di simulazione

La scelta degli Scenari di riferimento, ossia di quegli scenari i quali, in ragione della loro rilevanza ai fini della comprensione dell'entità degli effetti indotti dalle attività di cantierizzazione, si ritiene necessario sviluppare degli specifici studi modellistici è stata condotta sulla scorta dei dati riportati nei paragrafi precedenti e, in particolare, delle tre seguenti considerazioni.

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA Raddoppio Decimomannu - Villamassargia					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R52RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

La prima considerazione a tal riguardo operata riguarda le condizioni di rapporti intercorrenti tra le aree di cantiere fisso ed i pochissimi ricettori ad uso abitativo presenti all'interno dell'ambito di studio, che, come già evidenziato, sono connotate dall'assenza di ricettori entro una distanza di 100m, fatto salvo che in un solo caso.

Analoga considerazione vale anche per quanto attiene alla presenza di ricettori in prossimità alle aree di cantiere lungolinea, nel cui caso i ricettori abitativi si trovano ad una distanza che varia da un minimo di circa 55m ad un massimo di 180m.

La terza ed ultima considerazione concerne le condizioni di rapporto intercorrenti tra le aree di cantierizzazione funzionali alla realizzazione dell'unica opera d'arte principale in progetto (IV01) ed i ricettori abitativi presenti all'intorno: come già evidenziato, in prossimità dell'area di lavoro del viadotto stradale IV01 e delle aree tecniche AT.08, AT.09 ed AT.10 è presente un solo ricettore abitativo posto ad una distanza minima di circa 150m dall'area di cantiere fisso maggiormente prossima.

Stante quanto sopra riportato si è ritenuto che la condizione maggiormente rappresentativa dei potenziali effetti indotti dalle attività di cantierizzazione fosse quella relativa al cantiere di fronte avanzamento lavori relativo alla realizzazione delle trincee/rilevati.

In tal senso, si è fatto riferimento alla composizione del cantiere mobile adibito a detta lavorazione, individuando la tipologia, il numero e la percentuale di utilizzo dei mezzi d'opera con ipotesi adeguatamente cautelative e, pertanto, a favore di sicurezza.

Con riferimento alle informazioni a tal riguardo riportate nella seguente Tabella 6-2 si precisa che:

- Il termine "percentuale di impiego" è relativo alla potenza con cui la macchina è impegnata all'interno della attività considerata
- Il termine "percentuale di attività effettiva" rappresenta 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

Tabella 6-2 Scenario B - Numero e tipologia di mezzi di cantiere utilizzati all'interno delle aree di cantiere dello scenario

<i>Rimozione pietrisco ferroviario – Fronte Avanzamento Lavori</i>			
<i>Numero</i>	<i>Macchinari</i>	<i>% impiego</i>	<i>% attività effettiva</i>
1	Escavatore	100%	100%
1	Pala Gommata	100%	100%
1	Autocarro	100%	80%

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA Raddoppio Decimomannu - Villamassargia					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R52RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

6.2 Clima acustico e vibrazioni

6.2.1 Descrizione del contesto ambientale e territoriale

Inquadramento normativo

Inquadramento normativo – Clima acustico

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>
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 la normativa di riferimento è la seguente:

Legge regionale 12 giugno 2006, n. 9	<i>Conferimento di funzioni e compiti agli enti locali.</i>
--------------------------------------	---

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA Raddoppio Decimomannu - Villamassargia					
Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R52RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A	FOGLIO 104 di 213

Deliberazione Regione Sardegna n. 62/9 del 14.11.2008

Directive regionali in materia di inquinamento acustico ambientale.

Legge Regionale 23 aprile 2015, n. 8

Norme per la semplificazione e il riordino di disposizioni in materia urbanistica ed edilizia e per il miglioramento del patrimonio edilizio.

Deve essere considerato come tali normative non influiscano in modo determinante sugli obiettivi e sulle modalità seguite nella presente valutazione.

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.

Tabella 6-3 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.

Tabella 6-4 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 6-5 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

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA Raddoppio Decimomannu - Villamassargia					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R52RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

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 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 6-6 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 che si svolgeranno all'interno dei cantieri fissi e/o mobili.

Inquadramento normativo - Vibrazioni

Norma UNI 9614 – Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo

Le norme tecniche di riferimento sono le DIN 4150 (tedesca) e la UNI 9614 che definiscono:

- i tipi di locali o edifici,
- i periodi di riferimento,
- i valori che costituiscono il disturbo,
- il metodo di misura delle vibrazioni immesse negli edifici ad opera di sorgenti esterne o interne.
- Le vibrazioni immesse in un edificio si considerano:

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA Raddoppio Decimomannu - Villamassargia					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R52RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

- di livello costante: quando il livello dell'accelerazione complessiva ponderata in frequenza rilevato mediante costante di tempo "slow" (1 s) varia nel tempo in un intervallo di ampiezza inferiore a 5 dB
- di livello non costante: quando il livello suddetto varia in un intervallo di ampiezza superiore a 5 dB
- impulsive: quando sono originate da eventi di breve durata costituiti da un rapido innalzamento del livello di accelerazione sino ad un valore massimo seguito da un decadimento che può comportare o meno, a seconda dello smorzamento della struttura, una serie di oscillazioni che tendono ad estinguersi nel tempo.

La direzione lungo le quali si propagano le vibrazioni sono riferite alla postura assunta dal soggetto esposto. Gli assi vengono così definiti: asse z passante per il coccige e la testa, asse x passante per la schiena ed il petto, asse y passante per le due spalle. Per la valutazione del disturbo associato alle vibrazioni di livello costante, i valori delle accelerazioni complessive ponderate in frequenza, corrispondenti ai più elevati riscontrati sui tre assi, possono essere confrontati con i valori di riferimento riportati nelle tabelle: Tabella 6-7 e Tabella 6-8; tali valori sono espressi mediante l'accelerazione complessiva ponderata in frequenza $a(w)$ e del suo corrispondente livello $L(w)$. Quando i valori delle vibrazioni in esame superano i livelli di riferimento, le vibrazioni possono essere considerate oggettivamente disturbanti per il soggetto esposto. Il giudizio sull'accettabilità (tollerabilità) del disturbo oggettivamente riscontrata dovrà ovviamente tenere conto di fattori quali la frequenza con cui si verifica il fenomeno vibratorio, la sua durata, ecc.

Tabella 6-7 Valori e livelli di riferimento delle accelerazioni ponderate in frequenza validi per l'asse z

	a (m/s ²)	$L_{a,w}$ (dB)
aree critiche	$5.0 \cdot 10^{-3}$	74
abitazioni (notte)	$7.0 \cdot 10^{-3}$	77
abitazioni (giorno)	$10.0 \cdot 10^{-3}$	80
uffici	$20.0 \cdot 10^{-3}$	86
fabbriche	$40.0 \cdot 10^{-3}$	92

Tabella 6-8 Valori e livelli di riferimento delle accelerazioni ponderate in frequenza validi per l'asse x e y

	a (m/s ²)	La,w (dB)
aree critiche	3.6 10 ⁻³	71
abitazioni (notte)	5.0 10 ⁻³	74
abitazioni (giorno)	7.2 10 ⁻³	77
uffici	14.4 10 ⁻³	83
fabbriche	28.8 10 ⁻³	89

Norma UNI 9916 – Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici

Fornisce una guida per la scelta di appropriati metodi di misura, di trattamento dei dati e di valutazione dei fenomeni vibratorii allo scopo di permettere anche la valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici, con riferimento alla loro risposta strutturale ed integrità architettonica. Altro scopo della norma è quello di ottenere dati comparabili sulle caratteristiche delle vibrazioni rilevate in tempi diversi su uno stesso edificio, o su edifici diversi a parità di sorgente di eccitazione, nonché di fornire criteri di valutazione degli effetti delle vibrazioni medesime. Per semplicità, la presente norma considera gamme di frequenza variabili da 0,1 a 150 Hz. Tale intervallo interessa una grande casistica di edifici e di elementi strutturali di edifici sottoposti ad eccitazione naturale (vento, terremoti, ecc.), nonché ad eccitazione causata dall' uomo (traffico, attività di costruzione, ecc.). In alcuni casi l'intervallo di frequenza delle vibrazioni può essere più ampio (per esempio vibrazioni indotte da macchinari all' interno degli edifici): tuttavia eccitazioni con contenuto in frequenza superiore a 150 Hz non sono tali da influenzare significativamente la risposta dell'edificio. Gli urti direttamente applicati alla struttura attraverso macchine industriali, gli urti prodotti dalle esplosioni, dalla battitura dei pali e da altre sorgenti immediatamente a ridosso dei ristretti limiti della struttura non sono inclusi nella gamma di frequenza indicata, ma lo sono i loro effetti sulla struttura. In appendice A della norma stessa è riportata la classificazione degli edifici.

Nell'Appendice B della norma, che non costituisce parte integrante della norma stessa, sono indicate nel Prospetto IV le velocità ammissibili per tipologia di edificio, nel caso particolare di civile abitazione i valori di riferimento sono riportati nella Tabella 6-9.

Tabella 6-9 Valori di riferimento delle velocità

	Civile abitazione
--	--------------------------

	Fondazione	Pavimento		
frequenza	< 10 Hz	10-50 Hz	50 -100 Hz	diverse freq.
velocità (mm/s)	5	5-15	15-20	15

Norma UNI 11048 – Vibrazioni meccaniche ed urti – Metodo di misura delle vibrazioni negli edifici al fine della valutazione del disturbo

La norma, sperimentale, definisce i metodi di misurazione delle vibrazioni e degli urti trasmessi agli edifici ad opera di sorgenti esterne o interne agli edifici stessi, al fine di valutare il disturbo arrecato ai soggetti esposti. Essa affianca la UNI 9614. La norma non si applica alla valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici, in relazione a possibili danni strutturali o architettonici, per la quale si rimanda alla UNI 9916.

Limiti acustici e zonizzazioni dei comuni interessati

Le aree interessate dalle opere di cantierizzazione oggetto di analisi nel presente documento ricadono tutte all'interno del territorio dei Comuni di Siliqua e Villaspeciosa

Lo stato della pianificazione in materia di classificazione acustica nei territori comunali nei quale ricade l'opera in progetto, è riportato nella seguente Tabella 6-10.

Tabella 6-10 Stato della pianificazione acustica nei Comuni interessati dall'opera in progetto

Comune	Stato approvativo
Siliqua	Approvato con Delibera del Consiglio Comunale n. 057 del 30/10/2008
Villaspeciosa	Approvato con Delibera del Consiglio Comunale n. 36 del 28/12/2011

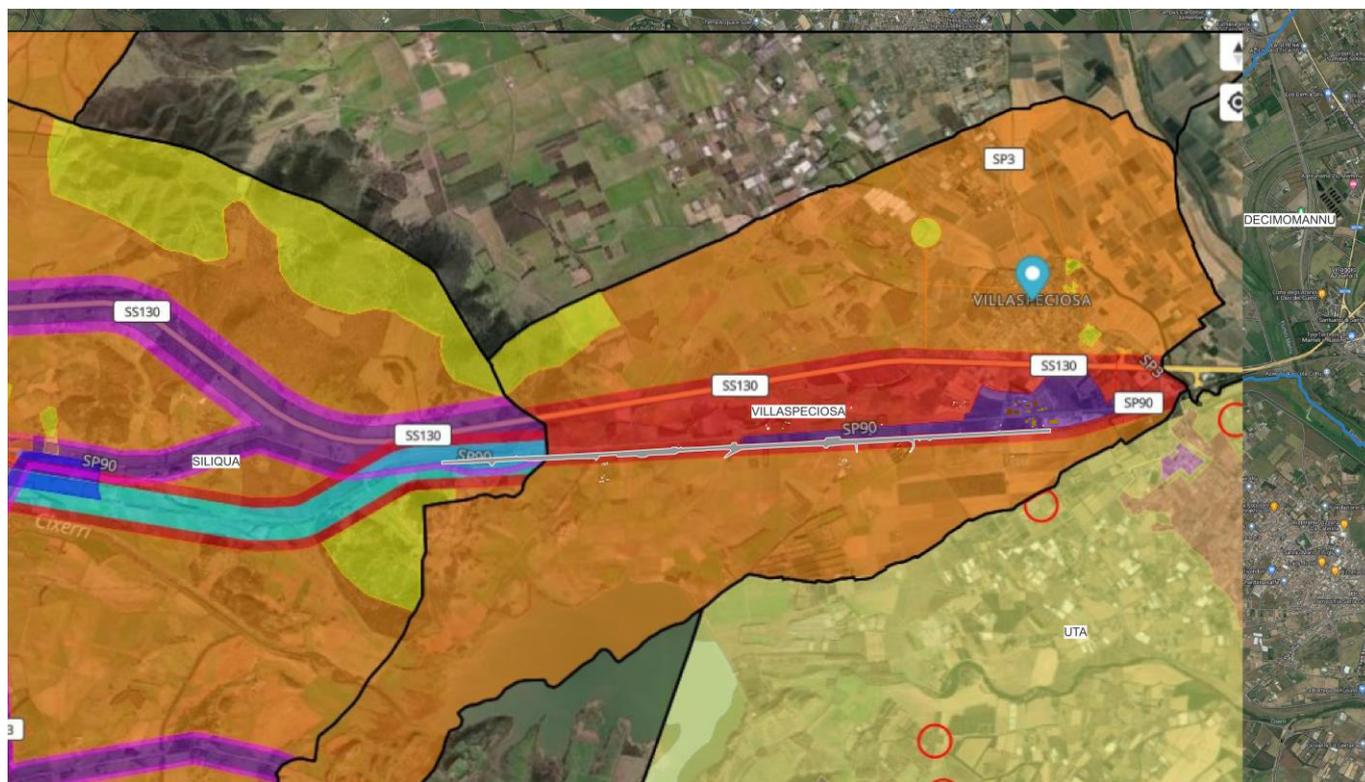


Figura 6-3 Inquadramento dell'area interessata dalle lavorazioni (n grigio chiaro) rispetto ai Piani Comunali di Classificazione Acustica di Villaspesiosa e Siliqua. In verde chiaro Classe I, in giallo Classe II, in arancione Classe III, in rosso la Classe IV, in viola la Classe V. Nel comune di Siliqua l'area di cantiere è inglobata all'interno di una fascia di pertinenza stradale.

6.2.2 Valutazione degli aspetti ambientali legati al cantiere

Aspetti metodologici

Logica e fasi di lavoro

Lo studio acustico sviluppato al fine di definire e valutare i livelli di immissione acustici indotti dal sistema di cantierizzazione previsto per la realizzazione dell'opera in progetto, muove dalle analisi e considerazioni riportate nei precedenti paragrafi 6.1.1, in merito all'articolazione e consistenza del sistema insediativo che connota l'ambito di studio ed alla presenza di aree di pregio ambientale riconosciuto¹⁰, e 6.1.2, relativamente alla definizione degli "Scenari di riferimento", termine utilizzato nella presente relazione al fine di indicare quelle configurazioni del sistema della cantierizzazione, le quali,

¹⁰ Nello specifico, ci si riferisce a quelle aree il cui pregio ambientale sia stato riconosciuto attraverso la loro inclusione nel sistema delle aree naturali protette ex lege 394/91 e/o nella Rete Natura 2000.

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA Raddoppio Decimomannu - Villamassargia					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R52RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

essendo state individuate come espressione del “worst case scenario”, possono essere ritenute le più rappresentative e che, come tali, sono oggetto di specifico approfondimento mediante studi modellistici.

A partire da detta impostazione, lo studio acustico è stato sviluppato attraverso le seguenti attività:

- Integrazione del quadro conoscitivo, relativamente all’individuazione dei limiti acustici di immissione da assumere a riferimento ai fini della verifica degli effetti attesi. Tale attività, documentata al precedente paragrafo 6.2.1, è stata condotta mediante la ricognizione e nell’analisi dei Piani comunali di classificazione acustica
- Caratterizzazione degli scenari di riferimento, riguardante la definizione delle potenze sonore delle singole tipologie di mezzi d’opera in funzione della percentuale di impiego e della percentuale di attività effettiva
- Modellazione degli Scenari di riferimento
- Stima dei livelli acustici attesi nella configurazione ante mitigazione e confronto con i livelli acustici di riferimento
- Definizione di eventuali interventi di mitigazione acustica (Barriere antirumore fisse e mobili)
- Stima dei livelli acustici attesi nell’eventuale configurazione post mitigazione e confronto con i livelli acustici di riferimento

Quadro riepilogativo degli Scenari di riferimento

Come premesso al precedente paragrafo 6.1.2, la scelta dello scenario di riferimento è l’esito dell’analisi del progetto di cantierizzazione e del contesto localizzativo dell’opera in progetto, rispetto ad un set di criteri rappresentati dalla tipologia delle attività e lavorazioni previste, dalla presenza ed entità di ricettori residenziali e/o sensibili e/o di pregio ambientale, e dalla durata e contemporaneità di dette lavorazioni.

Muovendo dal quadro così definito, i fattori di specificità propri del contesto localizzativo in esame hanno condotto all’identificazione di un unico scenario di riferimento oggetto di studi modellistici, riportato nella seguente Tabella 6-11.

Tabella 6-11 Fattore Clima acustico: Scenari di riferimento

<i>Scenario di riferimento</i>	<i>Attività di riferimento</i>
Scenario A	Realizzazione del rilevato/trincea

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA Raddoppio Decimomannu - Villamassargia					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R52RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

Modalità di stima delle potenze sonore dei mezzi d'opera

Come premesso, la definizione della tipologia e numero dei mezzi d'opera, nonché quella delle relative potenze sonore costituisce un aspetto dirimente ai fini della stima degli effetti acustici indotti dalle attività di cantierizzazione e della relativa significatività.

Per quanto concerne la definizione del numero di macchinari e le relative caratteristiche in termini di potenza sonora (che dipende dal modello, dallo stato di manutenzione, dalle condizioni d'uso, ecc.) si è operato in maniera quanto più realistica nel ricostruire i vari scenari, con ipotesi adeguatamente cautelative.

Relativamente alla definizione della potenza sonora dei mezzi d'opera implementata nel modello di simulazione, questa è stata determinata considerando:

- Potenza sonora della singola tipologia di mezzo d'opera
 I dati di potenza sonora sono stati estratti dal 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.
- Percentuale di impiego, intendendo con ciò la potenza a cui la macchina lavora nell'ambito dell'attività considerata
- Percentuale di attività effettiva, assunto come 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.

Come si evince dall'analisi delle tabelle riportate nei successivi paragrafi dedicati alla caratterizzazione degli scenari di riferimento, la scelta dei parametri relativi alla Percentuale di impiego ed alla Percentuale di attività effettiva è stata operata in termini ampiamente cautelativi.

Nello specifico si evidenzia che:

- La Percentuale di impiego è sempre stata posta pari al 100%, assumendo pertanto che la potenza a cui la macchina lavora sia sempre quella totale
- La Percentuale di attività effettiva è stata assunta pari al 80%

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA Raddoppio Decimomannu - Villamassargia					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R52RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

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.

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

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA Raddoppio Decimomannu - Villamassargia					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R52RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

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 ricettore, per ognuna delle sue facciate, per ogni piano, restituendo anche l'orientamento delle facciate rispetto alla sorgente sonora, la differenza di quota sorgente-ricettore 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;
- 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.

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA Raddoppio Decimomannu - Villamassargia					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R52RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

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.

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).

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA Raddoppio Decimomannu - Villamassargia					
Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R52RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A	FOGLIO 117 di 213

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:

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

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.

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;

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA Raddoppio Decimomannu - Villamassargia					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R52RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

- 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 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.

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA Raddoppio Decimomannu - Villamassargia					
Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R52RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A	FOGLIO 119 di 213

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.

Metodologia per la valutazione dell'impatto acustico mediante il modello di simulazione SoundPlan

La determinazione dei livelli di rumore indotti è stata effettuata con l'ausilio del modello previsionale di calcolo SoundPLAN 8.2 della soc. Braunstein + BerntGmbH.

La scelta di applicare tale modello di simulazione è stata effettuata in considerazione delle caratteristiche del modello, del livello di dettaglio che è in grado di raggiungere e, inoltre, della sua affidabilità ampiamente garantita dalle applicazioni già effettuate in altri studi analoghi.

SoundPLAN è un modello previsionale ad "ampio spettro" in quanto permette di studiare fenomeni acustici generati da rumore stradale, ferroviario, aeroportuale e industriale utilizzando di volta in volta gli standard internazionali più ampiamente riconosciuti.

Per quanto riguarda i cantieri per la realizzazione delle opere e dei manufatti in progetto, non essendo al momento possibile determinare le caratteristiche di dettaglio dei macchinari di cantiere, con le relative fasi di utilizzo (queste dipenderanno infatti dall'organizzazione propria dell'appaltatore), sono state eseguite le simulazioni ipotizzando quantità e tipologie di sorgenti standard.

Caratterizzazione degli Scenari di riferimento

Caratterizzazione acustica Scenario A

Come dati di input del modello di simulazione sono stati scelte le lavorazioni ed attività maggiormente gravose dal punto di vista acustico, come già anticipate nel par. 6.1.2., ossia:

- Aree di lavorazione lungolinea per la realizzazione del rilevato

Per quanto concerne il traffico di cantierizzazione, la modesta entità delle opere in progetto e, conseguentemente, dei volumi di materie da movimentare, le condizioni di estrema prossimità intercorrenti tra aree di cantiere fisso / di lavoro e rete viaria primaria, nonché la sostanziale assenza di ricettori abitativi e sensibili, hanno indotto a poter ragionevolmente ritenere trascurabile l'effetto derivante da detta sorgente.

Per quanto concerne l'articolazione temporale delle attività, si precisa che:

- Le attività saranno condotte nel solo periodo diurno (6:00 – 22:00), in quanto non sono previste attività o lavorazioni nel periodo notturno
- L'operatività è prevista su un turno lavorativo pari a 8 ore.

Le informazioni nel seguito riportate ai fini della caratterizzazione acustica dello scenario in esame, riguardano:

- Caratteristiche acustiche delle sorgenti:
 - Tipologia e numero di macchinari ipotizzati all'interno del cantiere;
 - Potenza sonora attribuita alla sorgente
 - 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
 - Percentuale di impiego, intesa come la potenza con cui la macchina è impegnata
 - all'interno della attività considerata
- Modalità di implementazione delle sorgenti nel software di calcolo

Mezzi operativi all'interno dell'Area di lavoro lungolinea per realizzazione rilevato/trincea

Le tipologie ed il numero dei mezzi d'opera previsti, nonché le relative caratteristiche acustiche sono riportate nella tabella seguente. Le sorgenti sono state trattate come sorgenti puntuali, ipotizzando uno spettro di potenza sonora in ottave di tipo rosa.

Numero	Macchinari	Lw [dB(A)]	% impiego	% attività effettiva	Lw [dB(A)]
1	Escavatore	106.0	100%	100%	106.0
1	Pala Gommata	102.6	100%	100%	102.6
1	Autocarro	101.9	100%	80%	100.9
TOTALE					108.5

Risultati del modello di simulazione

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.

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA Raddoppio Decimomannu - Villamassargia					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R52RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

Il modello di simulazione restituisce i livelli acustici in $L_{eq}(A)$ 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 5 metri con ordine di riflessione pari a 3.

Dalle simulazioni effettuate secondo i dati riportati si sono ricavate le mappe isofoniche, calcolate a 4 metri di altezza dal piano campagna (Figura 6-4)

Per il cantiere mobile tipologico connesso alla realizzazione del rilevato è stata analizzata la distanza che intercorre tra il fronte dell'area e i valori limite delle classi acustiche.

L'analisi è stata ripetuta considerando all'interno del modello di calcolo, le barriere antirumore fonoassorbenti di tipo mobile con un'altezza di 5 m posizionate lungo la recinzione delle aree di lavorazione per una lunghezza complessiva di 110 m per lato.

In Figura 6-5 è riportata la mappatura acustica del cantiere tipologico considerato in presenza delle barriere antirumore.

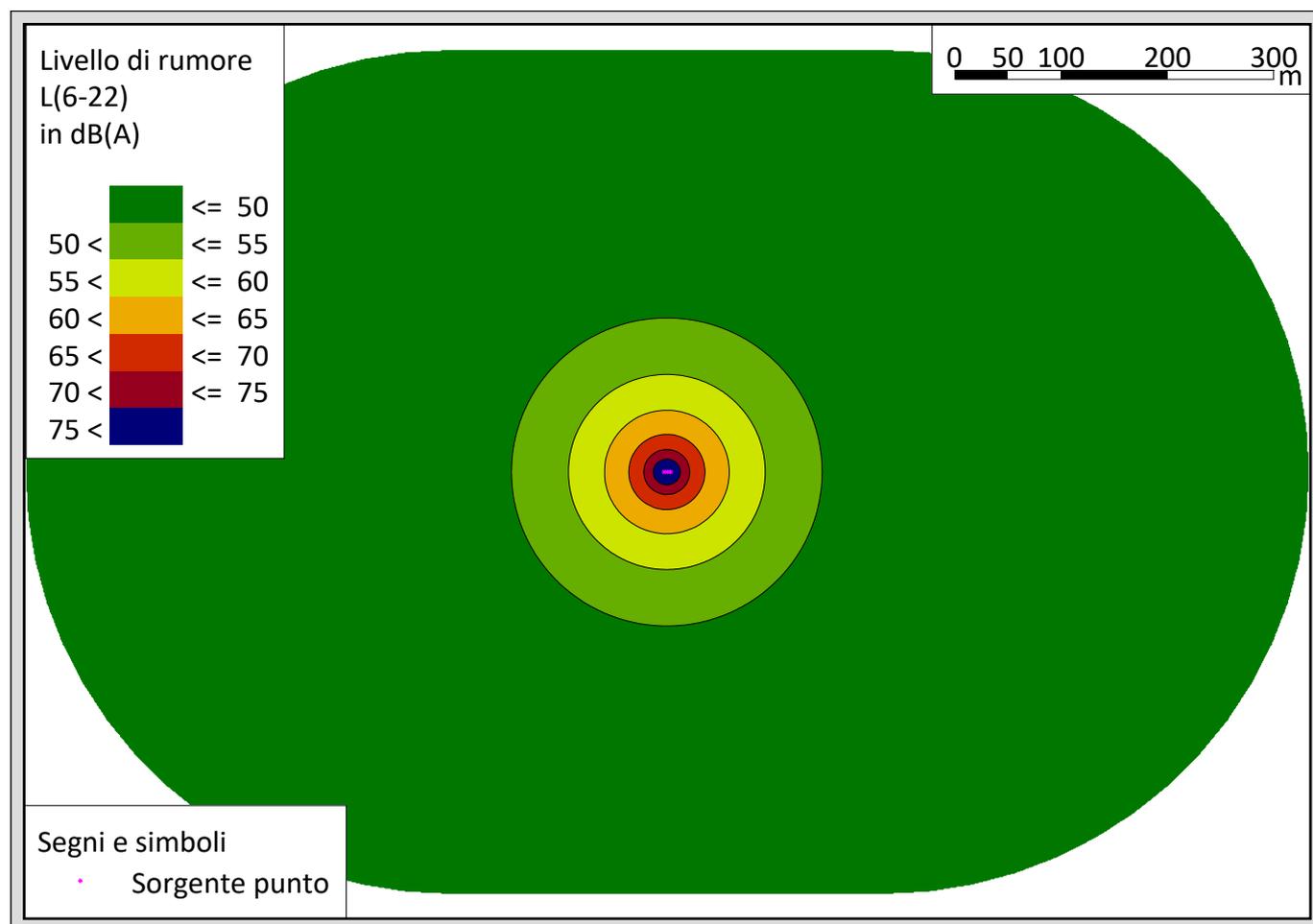


Figura 6-4 Mappa delle immissioni acustiche del cantiere lungolinea considerato in assenza di barriere antirumore

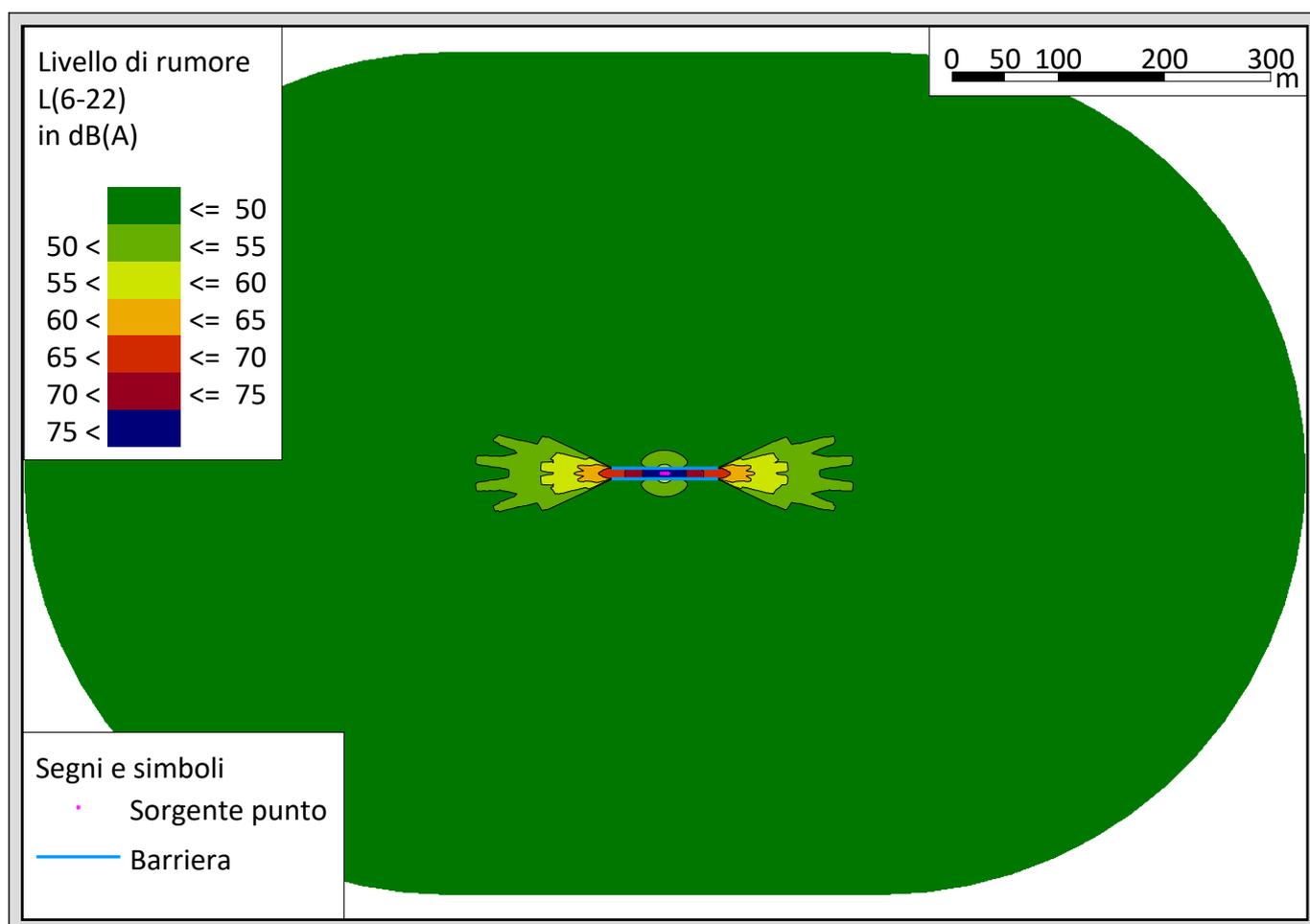


Figura 6-5 Mappa delle immissioni acustiche del cantiere lungolinea considerato in presenza di barriere antirumore lunghe 110 m e alte 5 m

Tabella 6-12 Barriere antirumore considerate per la mitigazione degli impatti acustici del cantiere lungo linea

Livelli acustici attesi [dB(A)]	Distanza raggiunta dall'isolivello in assenza barriera	Distanza raggiunta dall'isolivello in presenza barriera 5 m
50	145	22
55	94	8
60	58	5,5
65	35	<5
70	21	<5

In assenza di barriera si osservano superamenti in prossimità dei ricettori:

- R2003, ossia dell'unico ricettore abitativo presente in prossimità delle aree di lavoro lungolinea.

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA Raddoppio Decimomannu - Villamassargia					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R52RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

A tal riguardo si precisa che per quanto concerne il valore limite assoluto relativo al ricettore in questione, questo è stato assunto considerandolo totalmente ricadente in classe III, ancorché questo sia in parte posto in classe IV.

Il valore limite assoluto di immissione preso a riferimento è stato, pertanto, quello pari a 60 dB(A)

Stante quanto sopra riportato, per la protezione del ricettore R2003 dalle emissioni del cantiere lungolinea sono state previste le barriere riportate in Tabella 6-13.

La verifica dell'efficacia dell'intervento mitigativo, condotta sempre mediante studio modellistico, ha evidenziato come non siano attesi superamenti dei valori limite assoluti di immissione in presenza della barriera antirumore.

Per quanto riguarda le altre aree di cantiere, sono tutte collocate a distanze considerevoli da potenziali ricettori, fatta eccezione per la AT.04.

A carattere cautelativo, sarà prevista la realizzazione di una barriera alta 5 metri lungo il confine dell'area di cantiere AT.04 che si affaccia verso il ricettore per una lunghezza complessiva di 97 m (Tabella 6-14).

Tabella 6-13 Caratteristiche dimensionali delle barriere antirumore mobili per il cantiere lungolinea RI.01

Codice Barriera	Lunghezza Barriera [m]	Altezza Barriera [m]
BA Mobile 01	110	5

Tabella 6-14 Caratteristiche dimensionali delle barriere antirumore per il contenimento delle immissioni acustiche causate dal cantiere AT.04

Codice Barriera	Area di Cantiere/Lavoro	Lunghezza Barriera [m]	Altezza Barriera [m]
BA.01	AT.04	97	5

Per il dettaglio della locazione delle barriere antirumore si rimanda all'elaborato "Planimetria degli interventi di mitigazione" (cod. RR0P02R52P5CA0000001A).

Considerazioni conclusive

Come illustrato, la stima degli effetti indotti dalle attività di cantierizzazione è stata condotta mediante lo sviluppo di uno specifico studio modellistico, condotto mediante il software SoundPLAN versione 8.2, relativo allo "Scenario di riferimento", termine con il quale sono state intese quelle condizioni di rapporto intercorrente tra sistema della cantierizzazione e contesto localizzativo che, in ragione dell'entità dell'azione di progetto (tipologia, numero, potenza sonora delle sorgenti emmissive; presenza del

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA Raddoppio Decimomannu - Villamassargia					
Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R52RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A	FOGLIO 124 di 213

numero delle aree di cantiere fisso) e delle caratteristiche di contesto (presenza e consistenza di ricettori abitativi / sensibili / aree di pregio ambientale), sono risultate le più significative.

Ciò premesso, prima di entrare nel merito delle risultanze emerse dalle analisi condotte, giova ricordare come il peculiare fattore di specificità del caso in specie sia rappresentato dall'assenza di ricettori sensibili e da quella pressoché sostanziale di ricettori abitativi.

A tal riguardo giova rammentare come entro la fascia di 100m dalla linea oggetto di intervento sia presente un unico ricettore abitativo e che il numero di quelli compresi entro l'ambito di studio (ampiezza 300m) siano solamente sette.

La singolarità di tale circostanza ha condotto alla definizione di un unico scenario di riferimento ed alla sua individuazione in quello rappresentato dal fronte di avanzamento lavori relativo alla realizzazione del rilevato/trincea.

Ricordato che l'approccio assunto ai fini della caratterizzazione acustica dello scenario considerato è stato di tipo cautelativo (ad esempio definizione della percentuale di impiego e della percentuale di attività effettiva) e che, conseguentemente, i livelli acustici attesi sono ragionevolmente superiori a quelli che effettivamente si determineranno nel corso delle lavorazioni, in merito agli esiti dello studio modellistico condotto è emerso che l'unica situazione di superamento dei valori assoluti di immissione, stimata in corrispondenza del fronte di avanzamento lavori relativo al rilevato RI.01A (ricettore 2003), potrà essere risolta mediante l'inserimento di una barriera antirumore mobile di altezza pari a 5 metri.

Unitamente a ciò, a fini di maggior tutela del ricettore in questione, è stato altresì previsto l'inserimento di una barriera fissa in corrispondenza del lato meridionale dell'area tecnica AT.04, avente altezza sempre pari a 5 metri.

A protezione dello stesso ricettore, sono state previste anche barriere di tipo mobile per contenere le immissioni acustiche del cantiere lungolinea per la realizzazione del rilevato RI.01.

Si ricorda in ultimo che, dopo aver messo in atto tutti i provvedimenti possibili (barriere antirumore ed 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 al Comune di Villaspeciosa, 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

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA Raddoppio Decimomannu - Villamassargia					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R52RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

macchinari, delle modalità di lavoro, del programma lavori e dell'effettiva organizzazione interna dei cantieri.

Per quanto concerne gli effetti indotti dalle attività di cantierizzazione sul clima vibrazionale, considerato che la distanza minima intercorrente tra le aree di cantiere lungo linea e ricettori ad uso abitativo è pari a 55m, circostanza che si verifica in unico caso, e ricordato che in corrispondenza del tratto in questione non sono previste opere civili e, specificatamente, attività di palificazione, quanto esclusivamente la realizzazione di rilevato/trincea, sulla scorta dei dati derivanti dalla letteratura di settore risulta possibile affermare che, in ragione della distanza intercorrente tra sorgente e ricettore, l'entità dell'effetto prodotto sia tale da non determinare alcun disturbo e che, pertanto, la significatività dell'effetto in esame possa essere ritenuta totalmente trascurabile

Stante quanto sopra sintetizzato, l'effetto in questione può essere complessivamente considerato come "trascurabile" (Livello di significatività B).

6.2.3 Misure di prevenzione e mitigazione

Barriere antirumore in corrispondenza dei ricettori prossimi alle aree di cantiere

Il quadro degli interventi di mitigazione acustica (barriere antirumore fisse e mobili) ritenuti necessari all'esito delle analisi condotte è riportato nella tabella riepilogativa seguente.

Tabella 6-15 Caratteristiche dimensionali delle barriere antirumore di tipo fisso

Codice Barriera	Area di Cantiere/Lavoro	Lunghezza Barriera [m]	Altezza Barriera [m]
BA.01	AT.04	97	5

Tabella 6-16 Caratteristiche dimensionali delle barriere antirumore di tipo mobile

Codice Barriera	Lunghezza Barriera [m]	Altezza Barriera [m]
BA Mobile 01	110	5

Per il dettaglio della locazione delle barriere antirumore si rimanda all'elaborato "Planimetria degli interventi di mitigazione" (cod. RR0P02R52P5CA0000001A).

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA Raddoppio Decimomannu - Villamassargia					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R52RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

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;
- 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

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA Raddoppio Decimomannu - Villamassargia					
Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R52RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A	FOGLIO 127 di 213

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".

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.

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA Raddoppio Decimomannu - Villamassargia					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R52RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

6.3 Aria e clima

6.3.1 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>

Stato della qualità dell'aria

Stato della pianificazione e classificazione del territorio

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.

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA Raddoppio Decimomannu - Villamassargia					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R52RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

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."

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.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA Raddoppio Decimomannu - Villamassargia					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R52RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

Nella Figura 6-6 è sintetizzata la composizione dell'agglomerato di Cagliari, mentre in Figura 6-7 sono descritte le rimanenti zone.

Codice ISTAT Comune	Nome Comune	Popolazione (dati ISTAT al 01/01/2018)
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 6-6 Composizione dell'agglomerato di Cagliari (IT2007) (fonte: Relazione annuale sulla qualità dell'aria in Sardegna per l'anno 2021 – 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 6-7 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 2021 – 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 DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA Raddoppio Decimomannu - Villamassargia					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R52RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

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 6-8, nella quale sono evidenziati l'agglomerato di Cagliari e le zone individuate ai sensi del decreto legislativo 155 del 2010.

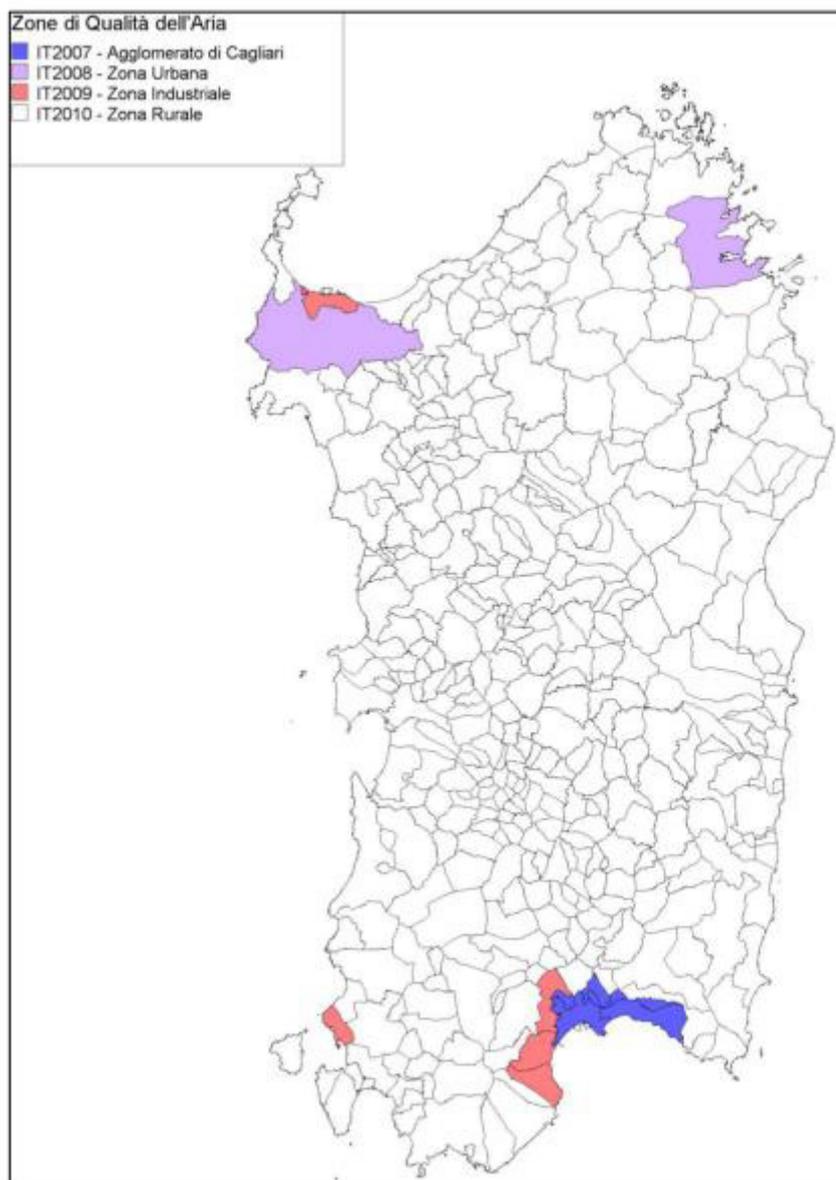


Figura 6-8 Mappa di zonizzazione per la Regione Sardegna (fonte: Relazione annuale sulla qualità dell'aria in Sardegna per l'anno 2021 – Arpa Sardegna)

Per l'ozono, è prevista una zona unica denominata IT2011 (cfr. Figura 6-9) comprendente le zone già individuate IT2008, IT2009, IT2010. È escluso l'agglomerato IT2007 in quanto già monitorato per questo inquinante.

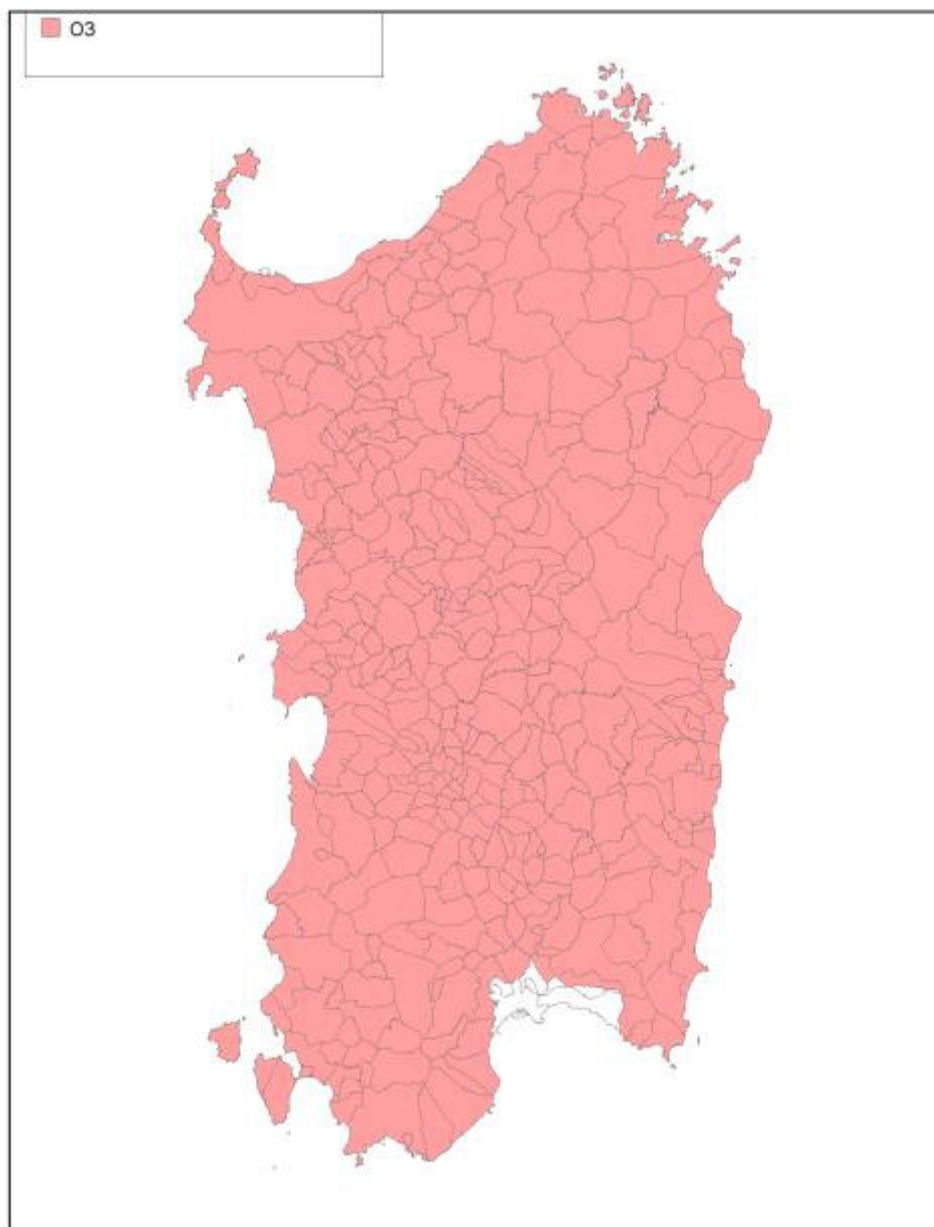


Figura 6-9 Zona Ozono (fonte: Relazione annuale sulla qualità dell'aria in Sardegna per l'anno 2021 – Arpa Sardegna)

In virtù di quanto fin qui esposto è possibile constatare come l'intervento in oggetto ricade nella Zona rurale (IT2010).

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA Raddoppio Decimomannu - Villamassargia					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R52RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

Stato della qualità dell'aria e scelta della centralina per le simulazioni modellistiche

Il D.Lgs. 155/2010, art. 5 comma 6, prevede che le Regioni trasmettano al MATTM (ora MASE) 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.

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

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA Raddoppio Decimomannu - Villamassargia					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R52RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

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 2021 è riepilogato nella Figura 6-10, mentre la configurazione strumentale, con gli inquinanti rilevati da ciascuna centralina, è mostrata nella successiva Figura 6-11.

Area	Stazioni
Agglomerato di Cagliari	CENCA1 - CENMO1 - CENQU1
Zona Urbana - Sassari (esclusa l'area industriale di Fiume Santo)	CENS12 - CENS16
Zona Urbana - Olbia	CENS10 - CEOLB1
Zona Industriale - Assemini	CENAS8 - CENAS9 - CENAS6
Zona Industriale - Sarroch	CENSA2 - CENSA3
Zona Industriale - Portoscuso	CENPS4 - CENPS6 - CENPS7
Zona Industriale - Porto Torres (più l'area industriale di Fiume Santo)	CENPT1 - CENSS3 - CENSS4 - CENSS2
Zona Rurale - Sulcis-Iglesiente	CENCB2 - CENIG1 - CENNF1
Zona Rurale - Campidano Centrale	CENNM1 - CENSG3
Zona Rurale - Oristano	CEGI1 - CENOR1 - CENOR2
Zona Rurale - Nuoro	CENNU1 - CENNU2
Zona Rurale - Sardegna Centro-Settentrionale	CEALG1 - CENMA1 - CENOT3 - CENSN1
Zona Rurale - Seulo - Stazione di Fondo Regionale	CENSE0

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

Figura 6-10 Rete di monitoraggio della qualità dell'aria per l'anno 2021 nella regione Sardegna (fonte: Relazione annuale sulla qualità dell'aria in Sardegna per l'anno 2021 – Arpa Sardegna)

Area	Stazione	C ₆ H ₆	CO	NO ₂	O ₃	PM10	SO ₂	PM2,5
Agglomerato di Cagliari	CENCA1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	CENMO1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	CENQU1	✓		✓	✓	✓	✓	
Zona Urbana Sassari	CENS12		✓	✓	✓	✓	✓	
	CENS16	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Zona Urbana Olbia	CEOLB1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
	CENS10		✓	✓		✓	✓	
Zona Industriale Assemini	CENAS8		✓	✓	✓	✓	✓	
	CENAS9			✓	✓	✓	✓	
	CENAS6			✓		✓	✓	
Zona Industriale Sarroch	CENSA2	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	CENSA3	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Zona Industriale Portoscuso	CENPS4		✓	✓		✓	✓	
	CENPS6			✓		✓	✓	✓
	CENPS7	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Zona Industriale Porto Torres	CENPT1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	CENSS3		✓	✓	✓	✓	✓	
	CENSS4	✓		✓		✓	✓	
	CENSS2			✓	✓	✓	✓	
Zona Rurale Sulcis Iglesiente	CENCB2	✓		✓	✓	✓	✓	
	CENIG1			✓	✓	✓	✓	
	CENNF1			✓		✓	✓	
Zona Rurale Campidano Centrale	CENNM1			✓	✓	✓	✓	
	CENSG3			✓		✓	✓	
Zona Rurale Oristano	CESGI1		✓	✓		✓	✓	
	CENOR1			✓	✓	✓	✓	
	CENOR2	✓		✓	✓	✓	✓	
Zona Rurale Nuoro	CENNU1	✓		✓		✓	✓	
	CENNU2		✓	✓	✓	✓	✓	
Zona Rurale Sardegna Centro Settentrionale	CENMA1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	CENOT3	✓		✓	✓	✓	✓	
	CENSN1			✓		✓	✓	
	CEALG1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Zona Rurale Seulo	CENSE0		✓	✓	✓	✓	✓	✓

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

Figura 6-11 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 2021 – Arpa Sardegna)

Per quanto concerne la centralina di riferimento per la valutazione della qualità dell'aria nell'intorno dell'area di progetto, la scelta è ricaduta sulle stazioni appartenenti all'agglomerato di Cagliari.

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA Raddoppio Decimomannu - Villamassargia					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R52RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

A tal proposito, al fine di esaminare le condizioni più cautelative possibili, sono state analizzate le concentrazioni registrate dalla stazione di traffico CENCA1, la quale dista all'incirca 15 chilometri dall'intervento in progetto (cfr. Figura 6-12).

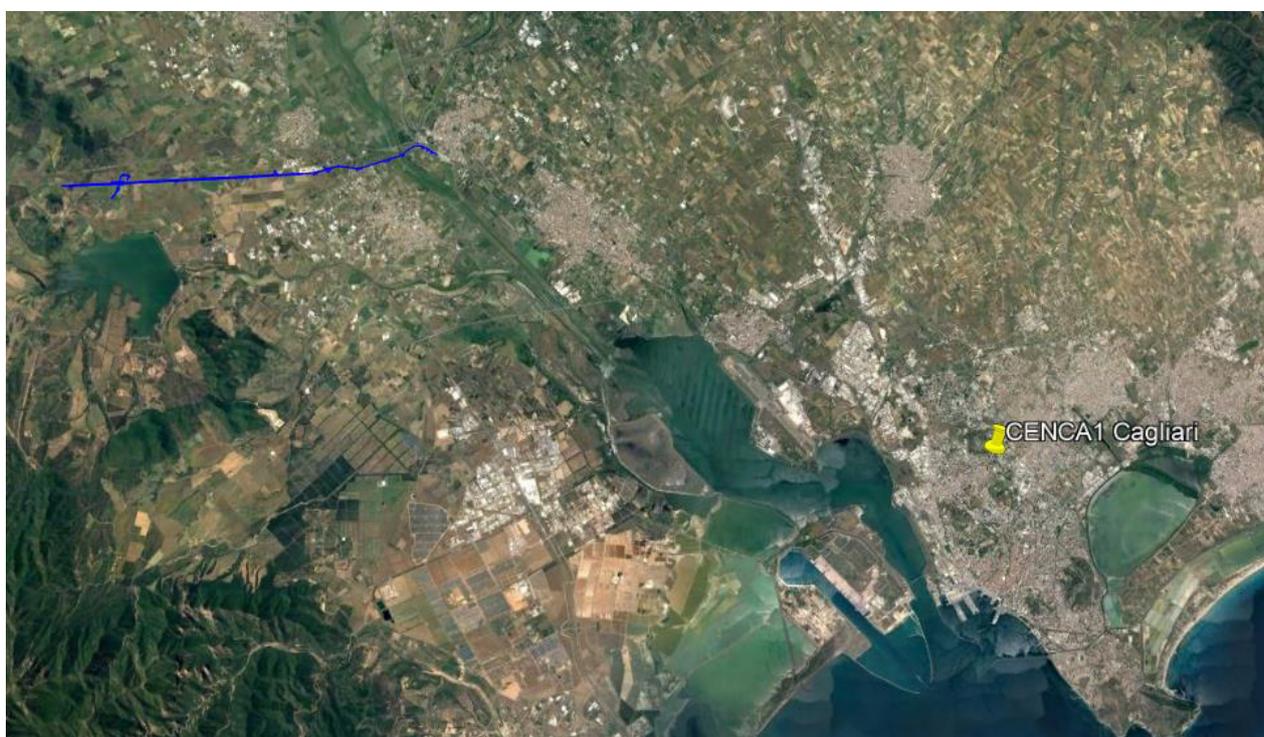


Figura 6-12 Localizzazione della centralina di traffico dell'agglomerato di Cagliari (CENCA1) rispetto al tracciato di progetto

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

Nel seguito si riporta una tabella riepilogativa delle concentrazioni degli inquinanti di interesse ai fini della presente analisi, registrati nell'anno 2021.

Tabella 6-17 Valori di concentrazione registrati dalla centralina di Cagliari – Via Cadello nel 2021 (fonte: Relazione annuale sulla qualità dell'aria in Sardegna per l'anno 2021 – Arpa Sardegna)

Comune	Stazione	Tipo	PM ₁₀	PM _{2,5}	NO ₂
--------	----------	------	------------------	-------------------	-----------------

			Media annua 2021 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	N° medie giornaliere >50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (V.L. 35 giorni)	Media annua 2021 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Media annua 2021 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	N° medie orarie >200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (V.L. 18)
Cagliari	Stazione di Via Cadello (CENCA1)	Stazione di traffico	28,40	18	14,30	20,30	--

Analizzando la Tabella 6-17, si evidenzia come si registra una situazione entro la norma per tutti gli inquinanti monitorati nell'anno 2021. In particolare, in relazione al PM10, la media annuale risulta inferiore ai limiti normativi, con 18 superamenti registrati rispetto ai 35 ammessi dalla normativa.

Relativamente al biossido di azoto (NO_2) la media annua registrata risulta rispettivamente pari a 20,30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, non evidenziando superamenti della soglia limite per la protezione della salute umana pari a 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Meteorologia

Dati meteorologici considerati

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.

Sono parametri rilevanti:

- 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;
- 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.

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA Raddoppio Decimomannu - Villamassargia					
Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R52RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A	FOGLIO 139 di 213

Centralina di riferimento

La caratterizzazione meteorologica viene effettuata sulla base dei dati messi a disposizione dalla stazione meteorologica dell'Aeroporto militare di Decimomannu. Si tratta della stazione più idonea per la descrizione meteorologica dell'area sottoposta agli interventi in oggetto. Essa dista dall'area di studio circa 6 chilometri 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 Decimomannu è inquadrata in Figura 6-13, con le seguenti coordinate:

- Lat: 39.3461°
- Lng: 8.9675°.

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA Raddoppio Decimomannu - Villamassargia					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R52RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

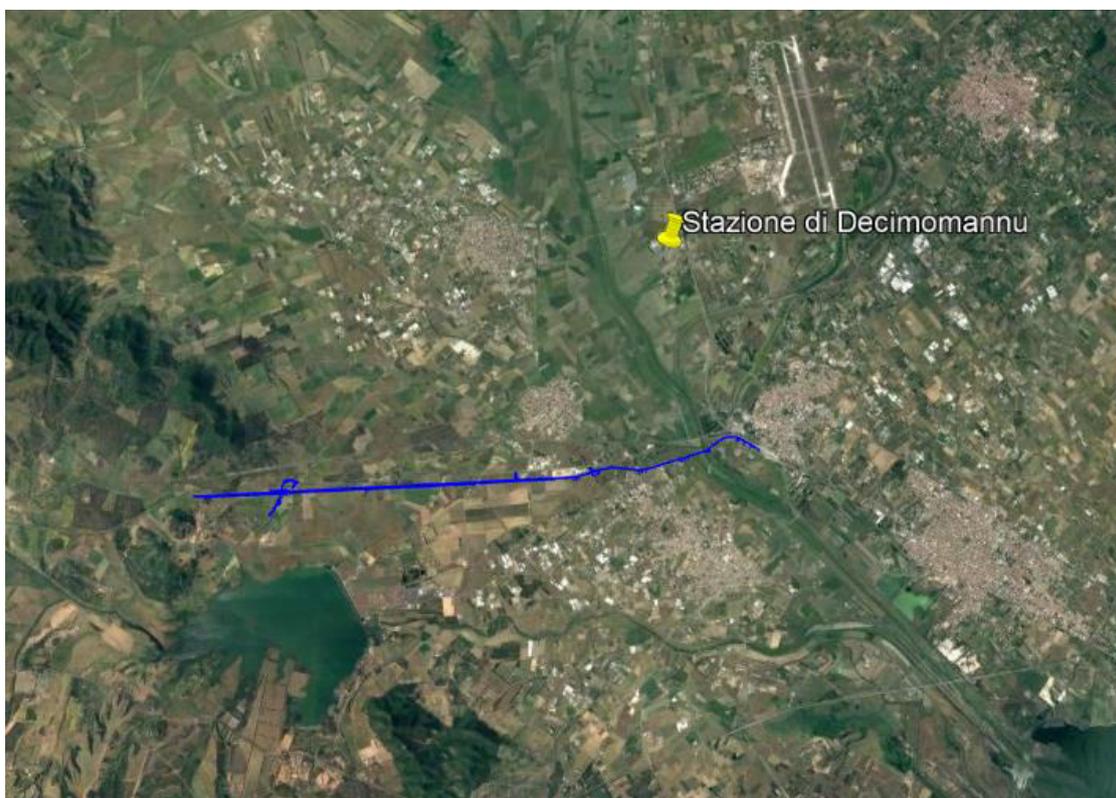


Figura 6-13 Localizzazione della stazione meteo di Decimomannu rispetto al tracciato di progetto

Al fine di poter analizzare compiutamente lo stato attuale, si riportano di seguito le descrizioni dei principali parametri meteorologici per l'anno di riferimento 2021 per la stazione di Decimomannu.

Regime termico

Per quanto riguarda le temperature nell'anno di riferimento, nella Tabella 6-18 vengono riportati i valori minimi, medi e massimi registrati dalla Stazione di Decimomannu, mentre nella Figura 6-14 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 -1°C, mentre nei mesi di dicembre e febbraio si raggiunge la temperatura di 0 °C. Le temperature maggiori, invece, si registrano nei mesi estivi di luglio e agosto, raggiungendo rispettivamente i 40 ed i 42°C.

Tabella 6-18 Valori di Temperatura minima, media e massima registrate nel 2021 (fonte: elaborazione dati Stazione Aeroporto di Decimomannu)

Mese	Temp. min. (°C)	Temp. media (°C)	Temp. max (°C)
Gennaio	0,00	9,97	20,00

Mese	Temp. min. (°C)	Temp. media (°C)	Temp. max (°C)
Febbraio	0,00	12,34	24,00
Marzo	-1,00	11,75	25,00
Aprile	0,00	13,95	25,00
Maggio	9,00	18,65	31,00
Giugno	14,00	24,32	37,00
Luglio	17,00	27,03	40,00
Agosto	17,00	27,45	42,00
Settembre	16,00	25,18	34,00
Ottobre	7,00	18,18	31,00
Novembre	0,00	13,56	23,00
Dicembre	0,00	10,10	18,00

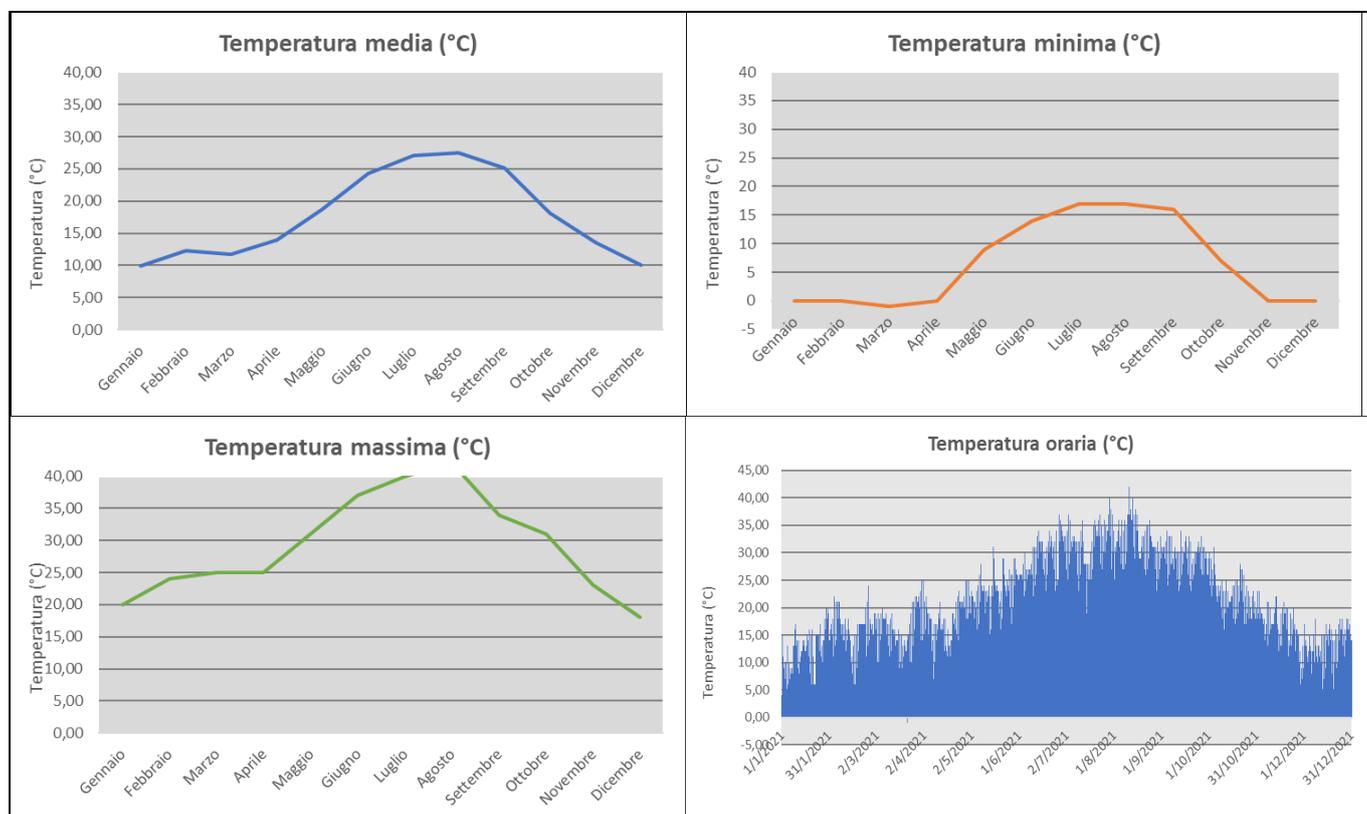


Figura 6-14 Andamento della temperatura minima, media, massima ed oraria registrate nel 2021 (fonte: elaborazione dati Stazione Aeroporto di Decimomannu)

Regime anemometrico

Per quanto riguarda il regime dei venti dell'area di studio relativo all'anno di riferimento, nella Tabella 6-19 vengono riportati i valori di intensità minimi, medi e massimi registrati dalla Stazione di Decimomannu. Come espresso in tabella, il valore medio assoluto è di 3,4 m/s mentre il valore massimo si raggiunge nel mese di dicembre ed è pari a 13,89 m/s.

Tabella 6-19 Valori di Velocità del vento minima, media e massima registrati nel 2021 (fonte: elaborazione dati Stazione Aeroporto di Decimomannu)

Periodo	Vel. Min (m/s)	Vel. Media (m/s)	Vel. Max (m/s)
Gen	0,00	3,71	12,35
Feb	0,00	3,47	10,80
Mar	0,51	3,17	11,32
Apr	0,51	3,46	11,32
Mag	0,51	3,90	10,29
Giu	0,00	3,79	11,83
Lug	0,00	4,37	11,32
Ago	0,51	3,60	11,32
Set	0,51	3,32	9,77
Ott	0,00	2,76	10,29
Nov	0,00	2,33	9,77
Dic	0,00	2,99	13,89

Nella Figura 6-15 viene riportato l'andamento orario dell'intensità del vento nell'anno di riferimento.

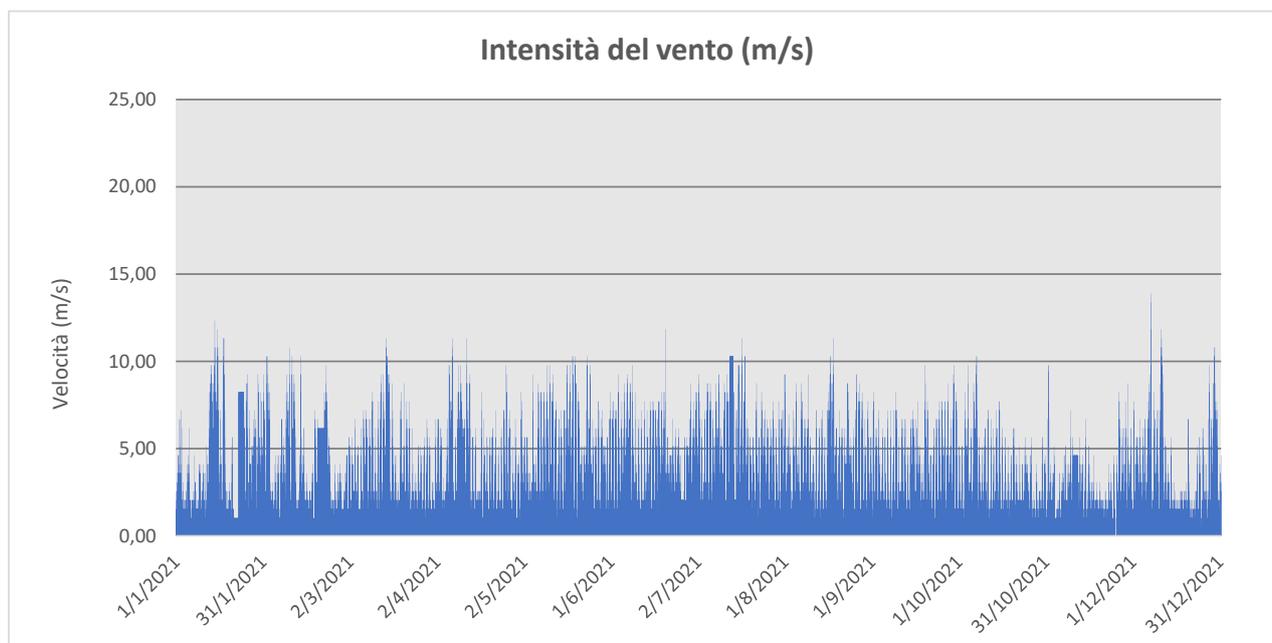


Figura 6-15 Intensità del vento (fonte: elaborazione dati Stazione Aeroporto di Decimomannu)

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

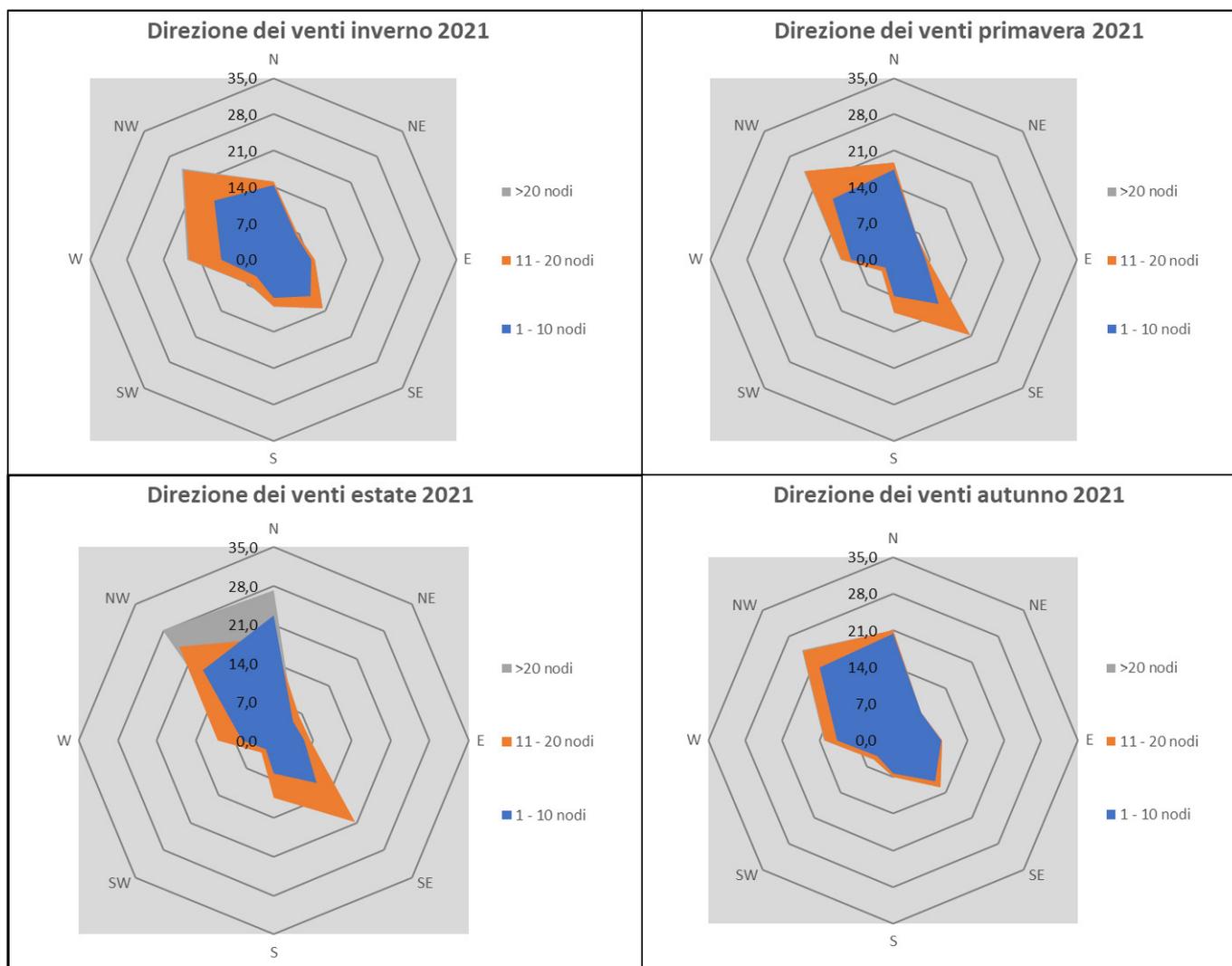


Figura 6-16 Rose dei venti riferite alla stazione anemometrica di Decimomannu (fonte: elaborazione dati Stazione Aeroporto di Decimomannu)

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

Durante l'intero anno quindi, in relazione alla frequenza percentuale per direzione del vento, Figura 6-17, si nota come la direzione di provenienza prevalente registrata sia quella NW che si verifica all'incirca per il 15% delle ore dell'anno.



Figura 6-17 Frequenza per direzione di provenienza del vento (fonte: elaborazione dati Stazione Aeroporto di Decimomannu)

6.3.2 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 sono state dettagliate le caratteristiche dei cantieri e la stima delle emissioni di polveri e gas prese a riferimento nelle simulazioni per la valutazione dell'impatto sulla qualità dell'aria.

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA Raddoppio Decimomannu - Villamassargia					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R52RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

Aspetti metodologici

Logica e fasi di lavoro

L'analisi condotta e documentata nei successivi paragrafi del presente documento ha lo scopo di stimare la quantità di inquinanti prodotti dalle attività di cantierizzazione e la dispersione in atmosfera, valutandola in termini di concentrazione, soprattutto in prossimità delle aree di cantiere e dei ricettori ritenuti maggiormente sensibili.

A partire dal quadro complessivo delle diverse possibili condizioni di rapporto tra sistema della cantierizzazione (tipologia, durata, contemporaneità delle attività e lavorazioni previste; concentrazione delle aree di cantiere) e caratteristiche di contesto (presenza e numero di ricettori sensibili, ricettori abitativi, aree di pregio ambientale oggetto di tutela), come già menzionato nell'ambito del par. **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**, gli aspetti dirimenti ai fini della presente analisi atmosferica possono essere sintetizzati nei seguenti termini:

- Assenza di tessuti insediativi ad uso residenziale e di ricettori sensibili,
- Concentrazione di ricettori ad uso commerciale e produttivo in corrispondenza della parte iniziale della linea ferroviaria oggetto di intervento (0+000 – 0+450),
- Presenza di un numero modestissimo di ricettori abitativi isolati.

Stante l'articolazione della struttura insediativa sopra sintetizzata, le condizioni di rapporto con il sistema della cantierizzazione possono essere così definite:

- L'ambito di concentrazione delle aree di cantiere fisso AT.02, AS.01, AS.02, DT.01, CO.01 e CB.01 interessa un contesto localizzativo costituito da ricettori ad uso produttivo / commerciale o del tutto privo di ricettori;
- L'ambito di concentrazione delle aree di cantiere fisse finalizzate alla realizzazione del rilevato RI.05, del fabbricato tecnologico FA02 e delle opere viarie connesse NV.02, NV.03 ed NV.05, nonché del viadotto IV.01 si inserisce in un contesto localizzativo sostanzialmente privo di ricettori, fatti salvi un ridotto numero di manufatti ad uso agricolo ed un unico edificio ad uso abitativo, posto a circa 140m dall'area di cantiere fisso più prossima;
- Le restanti aree di cantiere fisso non presentano al loro intorno ricettori di alcun tipo, con la sola eccezione dell'area tecnica AT.04, finalizzata alla realizzazione delle opere di linea RI.01 e TR.02 e della viabilità NV.01A.

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA Raddoppio Decimomannu - Villamassargia					
Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R52RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A	FOGLIO 147 di 213

Alla luce di quanto fin qui esposto, nel seguito della presente analisi viene preso in esame esclusivamente lo studio della dispersione di inquinanti in atmosfera associato al fronte avanzamento lavori per la realizzazione del rilevato, tramite lo sviluppo di uno studio modellistico tipologico.

Le concentrazioni di inquinanti stimate a seguito della simulazione modellistica sono state sommate ai valori di fondo monitorati dalla centralina di riferimento e posti a confronto con i valori limiti che il DLgs 155/2010 definisce, per ognuno dei parametri inquinanti esaminati, rispetto ai relativi periodi di mediazione.

Gli esiti di tale confronto hanno consentito di stimare la significatività degli effetti attesi, secondo la scala indicata al par. 6.2.2 e di indirizzare le attività di monitoraggio, in termini di localizzazione e delle tipologie dei punti, indicati nel Progetto di Monitoraggio Ambientale.

Inquinanti considerati nell'analisi modellistica

Con specifico riferimento al quadro delle attività e lavorazioni in progetto, quelle che possono comportare potenziali effetti significativi sul fattore in esame, in termini di emissione e dispersione di inquinanti, sono rappresentati dalle attività di movimento terra (scavi e realizzazione rilevati), movimentazione dei materiali all'interno dei cantieri, rimozione del pietrisco ferroviario, transito degli automezzi sulle piste di cantiere, operatività dei mezzi d'opera e transito automezzi.

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

- Polveri, nello specifico PM₁₀, ossia la frazione fine delle polveri le cui particelle sono caratterizzate da un diametro inferiore ai 10µm ed il cui comportamento risulta di fatto assimilabile a quello di un inquinante gassoso.

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.

- Ossidi di azoto (NO_x), da cui sono stati ricavati i valori di biossidi di azoto (NO₂).

Gli ossidi di azoto sono generati dalle emissioni dei motori a combustione interna dei mezzi di trasporto e dei mezzi di cantiere in genere.

Le modalità attraverso le quali, a partire dai valori di NO_x ottenuto dal software di modellazione, sono state ricavate le concentrazioni attese di biossido di azoto NO₂ sono specificati nel seguito.

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA Raddoppio Decimomannu - Villamassargia					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R52RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

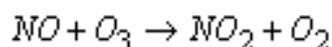
Per quanto concerne la stima dei biossidi di azoto (NO_2), come noto, gli ossidi di azoto NO_x sono presenti in atmosfera sotto diverse specie, di cui le due più importanti, dal punto di vista dell'inquinamento atmosferico, sono l'ossido di azoto, NO , ed il biossido di azoto, NO_2 , la cui origine primaria nei bassi strati dell'atmosfera è costituita dai processi di combustione e, nelle aree urbane, dai gas di scarico degli autoveicoli e dal riscaldamento domestico. La loro somma pesata prende il nome di NO_x e la loro origine deriva dalla reazione di due gas (N_2 e O_2) comunemente presenti in atmosfera.

L'inquinante primario (per quanto riguarda gli NO_x) prodotto dalle combustioni dei motori è l'ossido di azoto (NO); la quantità di NO prodotta durante una combustione dipende da vari fattori:

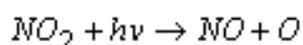
- temperatura di combustione: più elevata è la temperatura di combustione maggiore è la produzione di NO ;
- tempo di permanenza a tale temperatura dei gas di combustione: maggiore è il tempo di permanenza, più elevata è la produzione di NO ;
- quantità di ossigeno libero contenuto nella fiamma: più limitato è l'eccesso d'aria della combustione, minore è la produzione di NO a favore della produzione di CO .

Il meccanismo di formazione secondaria di NO_2 dai processi di combustione prevede che, una volta emesso in atmosfera, l' NO prodotto si converte parzialmente in NO_2 (produzione di origine secondaria) in presenza di ozono (O_3). L'insieme delle reazioni chimiche che intervengono nella trasformazione di NO in NO_2 è detto ciclo fotolitico e può essere così schematizzato:

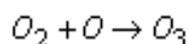
- l' O_3 reagisce con l' NO emesso per formare NO_2 e O_2



- le molecole di NO_2 presenti nelle ore diurne e soleggiate assorbono energia dalla radiazione ultravioletta (fotoni $h\nu$ di lunghezza d'onda inferiore a 430 nm). L'energia assorbita scinde la molecola di NO_2 producendo una molecola di NO e atomi di ossigeno altamente reattivi.



- gli atomi di ossigeno sono altamente reattivi e si combinano con le molecole di O_2 presenti in aria per generare ozono (O_3) che quindi è un inquinante secondario:



	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA Raddoppio Decimomannu - Villamassargia					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R52RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

Le reazioni precedenti costituiscono un ciclo che, però, rappresenta solo una porzione ridotta della complessa chimica che ha luogo nella parte bassa dell'atmosfera. Infatti, se in aria avessero luogo solo queste reazioni, tutto l'ozono prodotto verrebbe distrutto, e l'NO₂ si convertirebbe in NO per convertirsi nuovamente in NO₂ senza modifiche nella concentrazione delle due specie, mantenendo costante il rapporto tra NO₂ e NO in aria.

Tuttavia, in condizioni di aria inquinata da scarichi veicolari (fonte di NO primario e NO₂ secondario) in presenza di COV incombusti e forte irraggiamento, il monossido d'azoto NO non interagisce più solo con ozono nel ciclo di distruzione, ma viene catturato e contemporaneamente trasformato in NO₂, con conseguente accumulo di NO₂ e O₃ in atmosfera.

I fattori di emissione per gli ossidi di azoto forniti dagli inventari delle emissioni sono espressi in termini di NO_x e non NO₂. Al contrario la vigente normativa sulla qualità dell'aria prevede dei valori limite (media annua e massima oraria) espressi come NO₂ e non come NO_x.

Poiché il modello di simulazione utilizzato per l'analisi della dispersione delle concentrazioni di inquinanti in atmosfera non tiene conto dei vari meccanismi chimici di trasformazione che portano alla formazione secondaria degli NO₂ a partire dagli NO, l'analisi modellistica eseguita è stata effettuata per l'NO_x. È difficile prevedere la percentuale di NO₂ contenuta negli NO_x, in quanto come riportato precedentemente questa dipende da molteplici fattori, come la presenza di Ozono (O₃) e di luce. Inoltre, i casi in cui si verificano tali condizioni, generalmente sono caratterizzate da condizioni meteo tali da favorire la dispersione degli inquinanti.

Al fine di potersi rapportare ai limiti normativi vigenti e quindi di individuare la percentuale di NO₂ contenuta negli NO_x si è fatto riferimento a quanto riportato dall' Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale (ARPA) delle seguenti Regioni:

- ARPA Toscana¹¹;
- ARPA Emilia-Romagna¹²;

¹¹ "La micrometeorologia e la dispersione degli inquinanti in aria" redatto dall' Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i servizi Tecnici (APAT) <http://www.arpat.toscana.it/temi-ambientali/aria/modellistica-per-la-qualita-dellaria/linee-guida/apat-micrometeorologia.pdf>

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA Raddoppio Decimomannu - Villamassargia					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R52RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

- ARPA Valle d'Aosta¹³;
- ARPA Lazio¹⁴.

Secondo tali studi, si può ritenere che la produzione di NO₂ sia pari al 10 % dell'ossido di azoto complessivamente generato e pertanto il rapporto NO₂/NO_x è stato assunto pari al 10%.

Metodologia di stima dei fattori di emissione

Per la stima delle emissioni polverulente prodotte dalle attività svolte per la realizzazione del rilevato 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”.

Inoltre, sono state considerate le emissioni prodotte dall'operatività dei mezzi d'opera (attività di escavatori, pale etc. all'interno dell'area di cantiere), assimilate a sorgenti emissive areali.

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.

Per la stima delle emissioni si è fatto ricorso ad un approccio basato su un indicatore che caratterizza l'attività della sorgente (A) e di un fattore di emissione specifico per il tipo di sorgente (E_i). Il fattore di emissione E_i 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:

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

dove:

- Q(E)_i: emissione dell'inquinante i (ton/anno);

¹² https://www.arpae.it/cms3/documenti/_cerca_doc/aria/ossidi_azoto.pdf

¹³ <http://www.arpa.vda.it/it/aria/l-inquinamento-atmosferico/2531-l-ozono>

¹⁴ <http://www.arpalazio.net/main/aria/doc/inquinanti/NOX.php>

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA Raddoppio Decimomannu - Villamassargia					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R52RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

- A: indicatore dell'attività (ad es. consumo di combustibile, volume terreno movimentato, veicolo-chilometri viaggiati);
- Ei: 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, contenuto di limo nel 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 lavorazione previste;
- Aree di movimentazione e stoccaggio dei materiali;
- Attività di scavo e carico dei materiali sui camion;
- N. ro ore lavorative / giorno.

Il dettaglio della stima inerente ai fattori di emissione di interesse per lo scenario in esame è mostrato nel seguito della trattazione andando a considerare tutte le potenziali sorgenti emissive associate al fronte avanzamento lavori per la realizzazione del rilevato.

Metodologia di modellazione della dispersione degli inquinanti in atmosfera

Al fine della implementazione della catena modellistica per la stima dei livelli di concentrazione derivanti dalle attività di cantiere per la realizzazione del rilevato è stato necessario imputare all'interno del software di simulazione AERMOD View i principali dati di input di seguito riportati:

- Parametri meteo climatici
- Parametri orografici
- Parametri progettuali (modellazione delle sorgenti)

Parametri meteo climatici

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA Raddoppio Decimomannu - Villamassargia					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R52RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

Il primo input di calcolo per la stima delle concentrazioni, e di conseguenza per il funzionamento del modello matematico, sono i dati meteorologici. A tal proposito, si è fatto riferimento ai dati forniti dall'aeronautica militare relativi alla stazione di Decimomannu riferiti all'anno 2021.

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.

Tabella 6-20 Esempio di alcune righe di un file scritto in formato "SCRAM"

7777721010100999080050380202
7777721010101999090080390000
7777721010102050100060400202

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 secondo 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 2021 che viene indicato con le ultime due cifre "21";
- 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 $130^\circ = 13$);
- 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.

Per inserire il file caratterizzante la situazione in quota, si è scelto di utilizzare l'upper air estimator fornito dalla Lakes Environmental. Tale strumento consente di fornire, attraverso leggi di regressione, il profilo

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA Raddoppio Decimomannu - Villamassargia					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R52RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

meteorologico in quota. Tale sistema è riconosciuto dalla FAA¹⁵ ed alcune analisi sperimentali hanno dimostrato una buona approssimazione tra le concentrazioni stimate a partire dai dati in quota rispetto a quelle stimate attraverso l'uso dell'Upper Air Estimator¹⁶.

Parametri orografici

Il secondo input da definire è legato all'orografia del territorio in cui l'opera si innesta. Il software AERMOD View, grazie al processore territoriale AERMAP, permette di configurare essenzialmente tre tipologie di territorio così come mostrato in Figura 6-18.

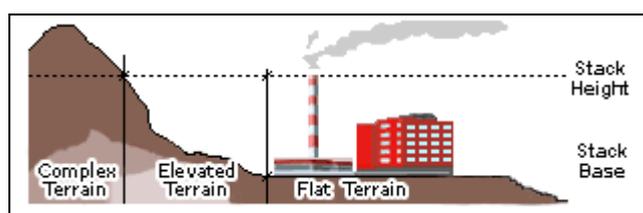


Figura 6-18 Tipologie di configurazioni territoriali

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

Parametri progettuali

Una volta definite le metodologie per la stima dei fattori di emissione è stato possibile implementare all'interno del modello le diverse sorgenti, schematizzandole a seconda che si trattasse di sorgenti convogliate o diffuse, rispettivamente con delle sorgenti puntuali o areali.

In particolare, l'area di lavorazione è stata schematizzata come sorgente areale e in linea generale i dati richiesti dal software sono quelli mostrati in Figura 6-19.

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

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

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA Raddoppio Decimomannu - Villamassargia					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R52RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

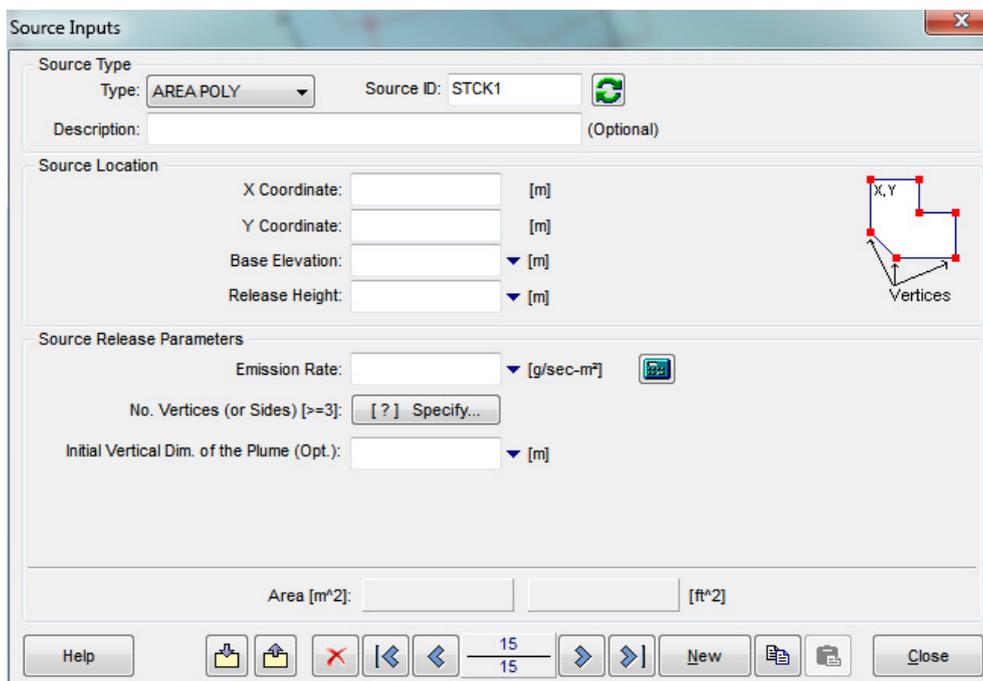


Figura 6-19 Tipologico input per sorgenti areali software AERMOD View

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.

Costruzione dello Scenario modellistico tipologico: Realizzazione del rilevato ferroviario

Caratterizzazione delle sorgenti emissive

Lo scenario esaminato coinvolge il fronte avanzamento lavori relativo alle operazioni per la realizzazione del rilevato.

Alla luce di tali considerazioni, nella successiva Tabella 6-21 sono riassunte le tipologie di sorgenti emissive areali associate al fronte di avanzamento lavori, mentre i mezzi d'opera oggetto del presente scenario modellistico risultano quelli riportati nella seguente Tabella 6-22.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA Raddoppio Decimomannu - Villamassargia					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R52RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

Tabella 6-21: Sorgenti emissive areali associate al fronte avanzamento lavori per la realizzazione del rilevato ferroviario RI.01

ID	Tipologia Sorgenti emissive areali
Area fronte avanzamento lavori	Carico e scarico del materiale polverulento
	Emissione di sostanze inquinanti ad opera dei mezzi di cantiere

Tabella 6-22 Mezzi di cantiere – Fronte avanzamento lavori

Numero	Macchinari
Escavatore	1
Pala meccanica	1
Autocarro	1

Relativamente ai turni di lavoro delle aree di cantiere è stato considerato un turno di lavoro diurno (06-22) da 8 ore.

In virtù di quanto fin qui esposto, una volta definito lo scenario rappresentativo, attraverso il software di simulazione Aermid è stato possibile stimare le concentrazioni di NOx e PM10 generate dalle attività di cantiere sopra menzionate.

Stima dei fattori di emissione

In ragione della tipologia di sorgenti emissive associate al fronte di avanzamento lavori relativo alla realizzazione del rilevato ferroviario, ai fini della stima dei relativi fattori di emissione è stata assunta la seguente schematizzazione:

- Emissioni prodotte da carico e scarico del materiale polverulento (sorgenti areali)
Elaborazioni di AP 42, Quinta Edizione, Volume I Capitolo 13 – “*Miscellaneous Sources*”
Paragrafo 13.2 – “*Introduction to Fugitive Dust Sources*”, con specifico riferimento a:
 - Aggregate Handling and Storage Piles: accumulo e movimentazione delle terre nelle aree di deposito e nel cantiere operativo (EPA AP-42 13.2.4)
- Emissioni prodotte dai gas di scarico dei mezzi d'opera e degli automezzi (sorgenti areali)
Elaborazioni di *South Coast Air Quality Management District*, “*Off road mobile Source emission Factor*”

Nel seguito vengono esplicitate la formulazione ed i parametri adottati per le suddette stime.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA Raddoppio Decimomannu - Villamassargia					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R52RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

Emissioni polverulente prodotte dalle aree di cantiere / aree di lavoro

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 e stoccaggio è legata alle seguenti singole attività:

- carico e scarico dei mezzi;
- traffico dei mezzi nelle aree di stoccaggio, carico e scarico;
- erosione del vento nella fase di carico e scarico.

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 (%).

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

Tabella 6-23 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 6-24.

Tabella 6-24 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:

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA Raddoppio Decimomannu - Villamassargia					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R52RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

- U = velocità media del vento considerando la configurazione più frequente pari a 3,4 m/s (valore desunto dall'analisi meteorologica),
- 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 si sottolinea come per il fronte avanzamento lavori associato alla realizzazione del rilevato è stato considerato un numero di metri cubi giornalieri pari a 130.

Emissioni prodotte dai gas di scarico dei mezzi d'opera e degli automezzi

Sorgenti areali

Con riferimento all'emissione di sostanze inquinanti ad opera dei mezzi meccanici e degli automezzi in circolazione sulle piste di cantiere e sulla viabilità principale, oltre al parametro PM₁₀ si aggiungono anche gli NO_x, tipici inquinanti da traffico veicolare.

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. 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 per i diversi mezzi di cantiere previsti, in funzione dell'inquinante (NO_x e PM₁₀):

Macchine di cantiere	Potenza motore [KW]	EF del PM [lb/h]	EF del NOx [lb/h]	EF del PM10 [g/s]	EF del NOx [g/s]
Escavatore	175	0,017	0,338	0,0021	0,043
Pala meccanica/gommata	175	0,022	0,419	0,0028	0,053
Autocarro	250	0,015	0,438	0,0019	0,005

Sulla scorta dei dati sopra riportati, i fattori di emissione utilizzati per le simulazioni modellistiche sono mostrati nella Tabella 6-26.

Tabella 6-26 Fattori di emissione areali PM10 e NOx per il fronte avanzamento lavori

ID AREE	Fattore di emissione areale			
	PM10 Carico e scarico [g/s]	PM10 [g/s] Mezzi cantiere	TOTALE PM10 [g/s]	NOx [g/s] Mezzi cantiere
Fronte avanzamento lavori	0,0007	0,0070	0,008	0,151

Parametri per la modellazione della dispersione degli inquinanti in atmosfera

Per quanto concerne l'analisi in oggetto, è stata presa in esame una rete di punti di calcolo mobili localizzati lungo tutto il fronte avanzamento lavori, con l'obiettivo di analizzare l'andamento delle concentrazioni in funzione della distanza dall'area emissiva che progressivamente si sposta per procedere alle operazioni di realizzazione del rilevato. In particolare, è stato considerato un totale di n. 12 punti in cui le distanze fissate sono quelle evidenziate nella Figura 6-20. Nella Tabella 6-27 sono invece mostrati i dettagli della maglia di calcolo.

Tabella 6-27 Caratteristiche maglia di calcolo

Coordinate del centro della maglia Asse X	492334,46 [m E]
Coordinate del centro della maglia Asse Y	4350105,32 [m N]
Passo lungo l'asse X	17,62 [m]
Passo lungo l'asse Y	15,51 [m]
N° di punti lungo l'asse X	21
N° di punti lungo l'asse Y	21
N° di punti di calcolo totali	441

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA Raddoppio Decimomannu - Villamassargia					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R52RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

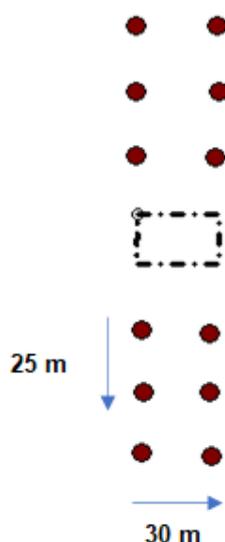


Figura 6-20 Localizzazione della rete di punti di calcolo rispetto all'area di lavorazione per la realizzazione del rilevato (tratteggiata) utilizzata ai fini della simulazione modellistica

Per le valutazioni sui risultati ottenuti si rimanda al paragrafo successivo, in cui gli output del modello sono stati confrontati con i limiti normativi, anche in considerazione del livello di qualità dell'aria registrato dalla centralina selezionata nell'intorno dell'area di progetto.

Risultati del modello di simulazione

Di seguito si riportano le tabelle degli output delle simulazioni con i valori di concentrazione stimati in corrispondenza dei punti di calcolo posti lungo il fronte avanzamento lavori, senza il contributo di fondo. Si ricorda che il software di calcolo restituisce i valori di concentrazione di NO_x e che per trasformarli in NO_2 , come sopra anticipato, si è fatto riferimento ad alcuni studi pubblicati da ARPA che ritengono che la produzione di NO_2 sia pari al 10% dell'ossido di azoto complessivamente generato e pertanto il rapporto NO_2/NO_x è stato assunto pari al 10%.

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

Tali mappe rappresentano la previsione delle concentrazioni dei principali inquinanti previsti dalla normativa vigente (D. Lgs. 155/2010), ossia PM₁₀ ed NO_x (dai quali è stato ricavato il valore di NO₂ per le verifiche normative).

Nello specifico, i dati nel seguito riportati sono elencati in Tabella 6-28.

Tabella 6-28 Quadro riepilogativo dati di output

Parametro	Periodo di mediazione	Tabelle	Mappe
PM ₁₀	Media annua	•	•
	35° valore delle medie giornaliere sull'anno civile	•	•
NO ₂	Media annua	•	-
	18° valore delle medie orarie sull'anno civile	•	-

Tabella 6-29 Concentrazioni stimate in corrispondenza dei punti di calcolo mobili posti lungo il fronte avanzamento lavori [µg/m³]

Ricettore	PM ₁₀		NO ₂	
	Media annua	35° valore delle medie su 24 h	Media annua	18° valore delle medie orarie
R1	0,21	0,60	0,37	10,88
R2	0,09	0,25	0,17	4,55
R3	0,05	0,13	0,09	2,43
R4	0,26	0,72	0,47	12,81
R5	0,11	0,30	0,20	5,25
R6	0,05	0,15	0,10	2,62
R7	0,06	0,18	0,11	2,33
R8	0,11	0,34	0,20	4,76
R9	0,29	0,88	0,51	12,93
R10	0,35	0,90	0,62	12,66
R11	0,13	0,31	0,23	4,39

Ricettore	PM ₁₀		NO ₂	
	Media annua	35° valore delle medie su 24 h	Media annua	18° valore delle medie orarie
R12	0,06	0,16	0,11	2,34

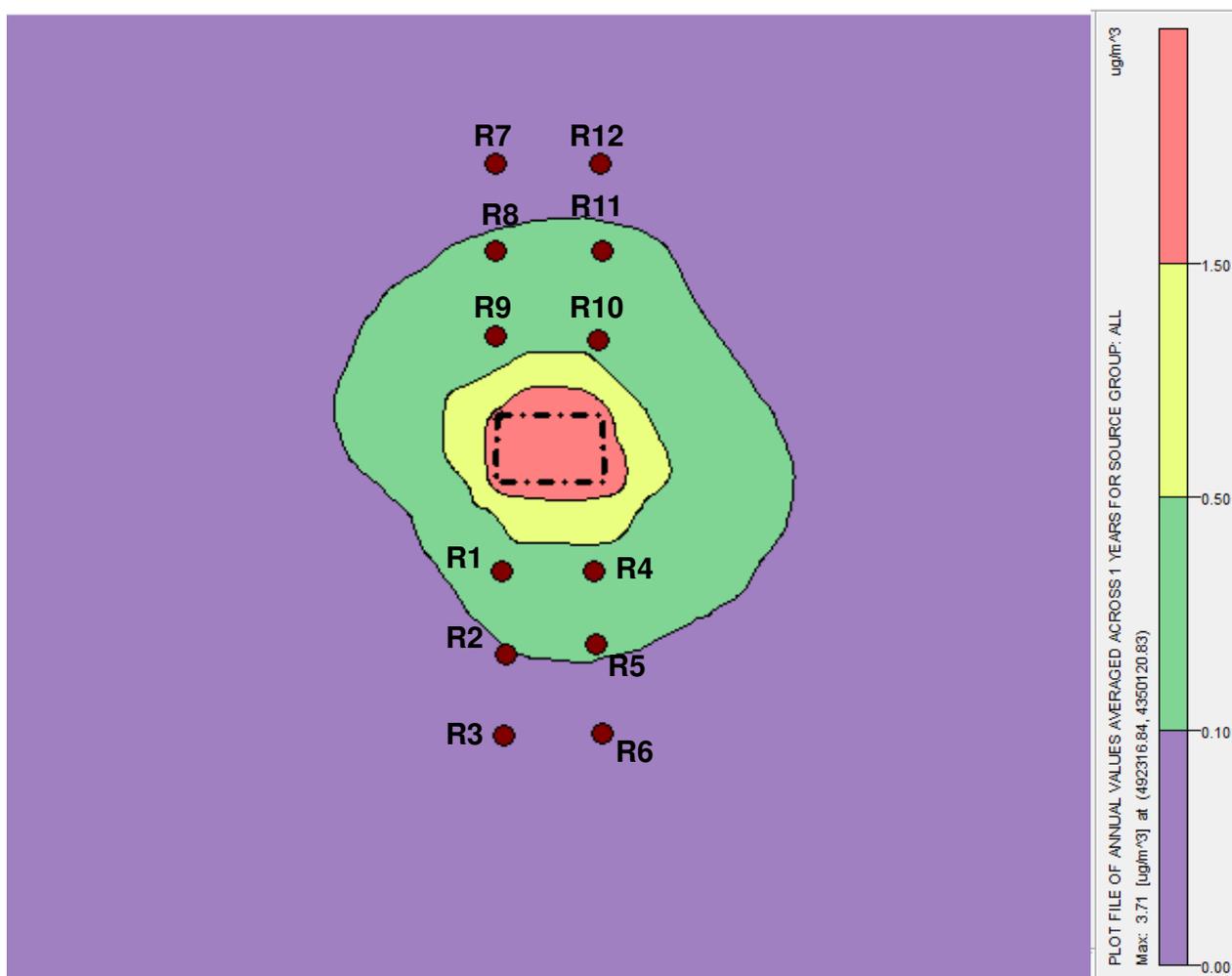


Figura 6-21 Fronte avanzamento lavori: Mappa delle concentrazioni di PM₁₀ - Media annua [µg/m³]

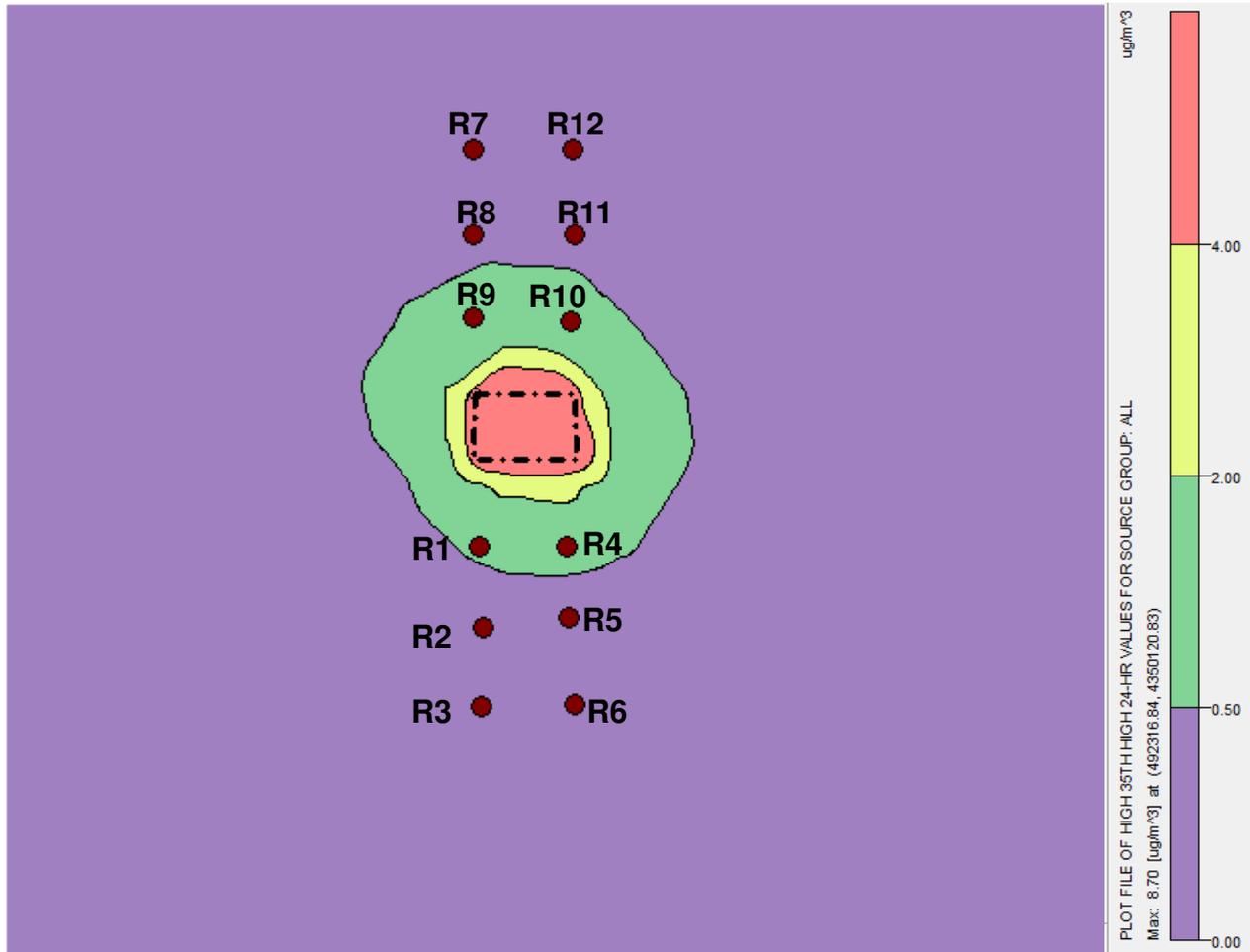


Figura 6-22 Fronte avanzamento lavori: Mappa delle concentrazioni di PM10 - 35° valore delle medie giornaliere sull'anno civile [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RR0P	02	R52RG	CA0000001	A	163 di 213

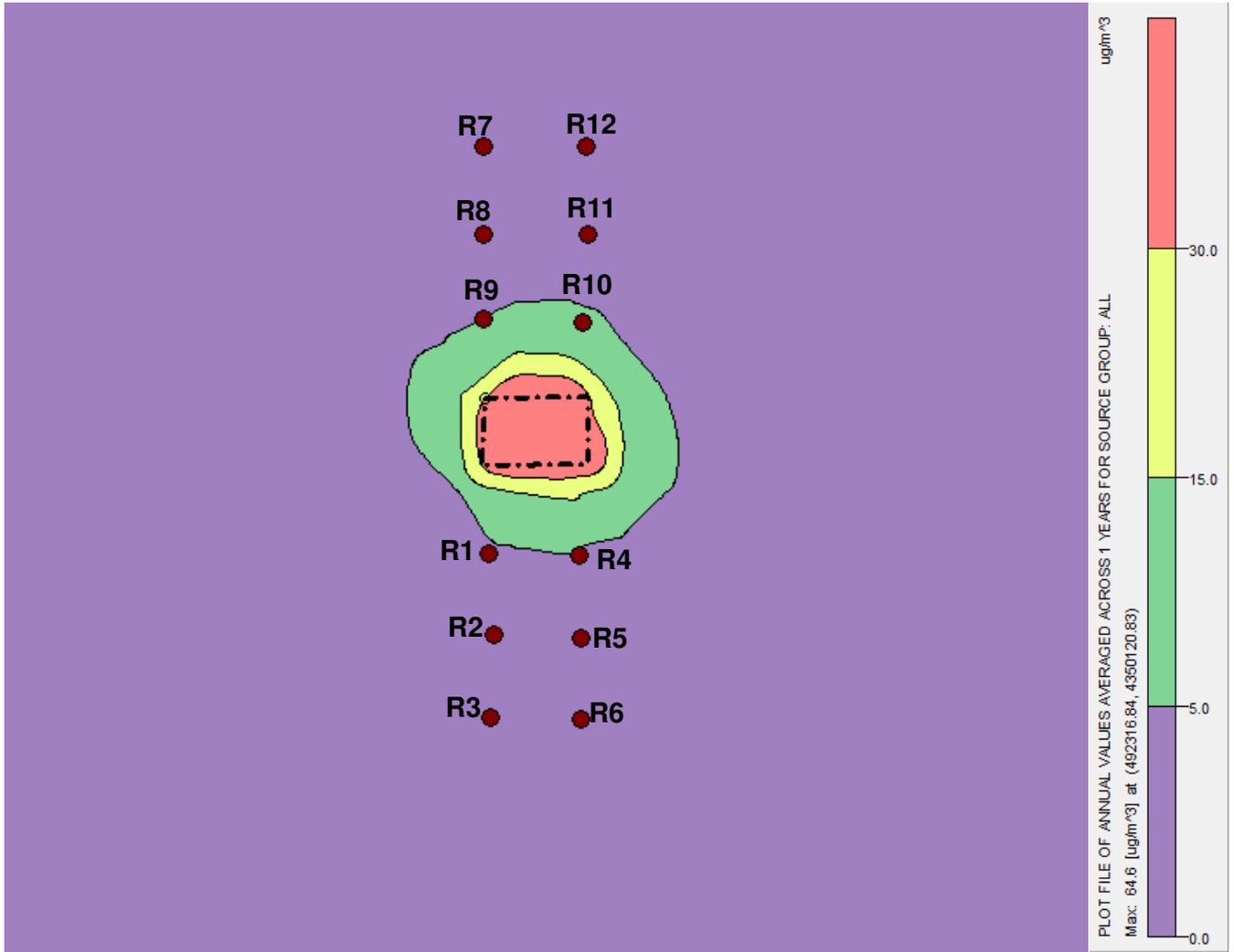


Figura 6-23 Fronte avanzamento lavori: Mappa delle concentrazioni di NOx - Media annua [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

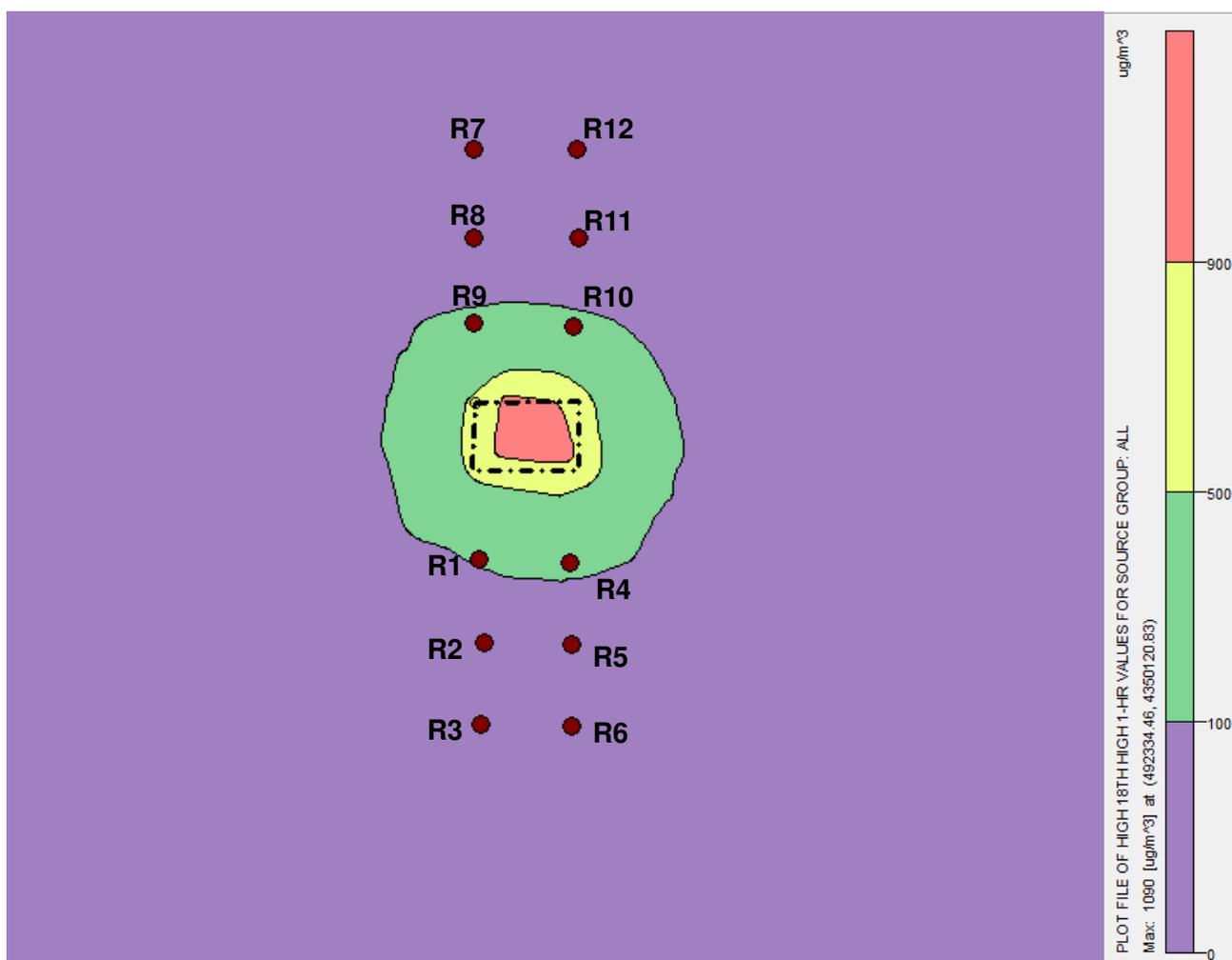


Figura 6-24 Fronte avanzamento lavori: Mappa delle concentrazioni di NOx - 18° valore delle medie orarie sull'anno civile [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

Conclusioni

Livelli di concentrazione attesi

Assunto che i valori risultanti dalle simulazioni rappresentano esclusivamente il contributo sull'atmosfera legato alle attività di cantiere, al fine di confrontare tali valori con le soglie normative è necessario considerare anche il valore di fondo del contesto territoriale dove il progetto si inserisce.

A tal proposito si è fatto riferimento alla centralina della rete di misura per la valutazione della qualità dell'aria della Regione Sardegna appartenente all'agglomerato di Cagliari, denominata CENCA1, le cui caratteristiche e dati sono riportati nella Tabella 6-30.

Denominazione	Tipo	Annualità	PM10 media annua [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	NO2 media annua [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
CENCA 1	Di Traffico	2021	28,40	20,30

Si ricorda inoltre che il software di calcolo restituisce i valori di concentrazione di NO_x . Per trasformare questi valori in NO_2 , come già ampiamente riportato in precedenza, si fa riferimento ad alcuni studi pubblicati da ARPA che ritengono che la produzione di NO_2 sia pari al 10% dell'ossido di azoto complessivamente generato e pertanto il rapporto NO_2/NO_x è stato assunto pari al 10%.

Nella Tabella 6-31 vengono riportati i valori ottenuti in corrispondenza dei punti di calcolo presi in esame mediante il software di simulazione, comprensivi del contributo del fondo.

Tabella 6-31 Qualità dell'aria totale in corrispondenza dei punti di calcolo esaminati

Ricettore	PM10		NO ₂	
	Media annua [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	35° valore delle medie su 24 h [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Media annua [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	18° valore delle medie orarie [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
R1	28,61	29,00	20,67	31,18
R2	28,50	28,65	20,47	24,85
R3	28,45	28,53	20,39	22,73
R4	28,67	29,13	20,77	33,11
R5	28,51	28,70	20,50	25,55
R6	28,46	28,55	20,40	22,92
R7	28,46	28,58	20,41	22,63
R8	28,52	28,75	20,50	25,06
R9	28,69	29,29	20,81	33,23
R10	28,76	29,30	20,92	32,96
R11	28,53	28,72	20,53	24,69

Ricettore	PM10		NO ₂	
	Media annua [µg/m ³]	35° valore delle medie su 24 h [µg/m ³]	Media annua [µg/m ³]	18° valore delle medie orarie [µg/m ³]
R12	28,47	28,56	20,41	22,64
Limite per la protezione della salute umana (D. Lgs. 155/2010)	40	50	40	200

Considerazioni conclusive

Il presente paragrafo si pone l'obiettivo di sintetizzare alcune considerazioni di carattere generale emerse a seguito della simulazione modellistica. Per entrambi i parametri inquinanti indagati, le risultanze emerse dallo studio condotto possono essere sintetizzate rispetto ai due seguenti punti:

- I livelli di concentrazione attesi più elevati, ovviamente riscontrati in corrispondenza dell'area di lavoro, risultano ampiamente al di sotto dei valori limiti imposti dal DLgs 155/2010;
- I livelli di concentrazione attesi decadono rapidamente all'aumentare della distanza dal fronte avanzamento lavori.

Nello specifico, risulta:

PM10

Le concentrazioni medie annue stimate con l'aggiunta del contributo di fondo, considerando i punti di calcolo situati rispettivamente a -75 e +75 metri rispetto all'area emissiva, sono mostrate nella Tabella 6-32 e nella Figura 6-25.

Si specifica come nella figura che segue non sia stato evidenziato graficamente il limite normativo sulla media annua per il PM₁₀ di 40 µg/m³ per poter evidenziare con una scala opportuna le differenze di concentrazione alle varie distanze dall'area emissiva.

Tabella 6-32 Concentrazioni medie annue di PM10 (comprensive del valore di fondo) stimate tramite simulazione modellistica a diverse distanze dall'area emissiva

Distanza dall'area emissiva [m]	Concentrazione [µg/m ³]
---------------------------------	-------------------------------------

Distanza dall'area emissiva [m]	Concentrazione [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
-75	28,46
-50	28,52
-25	28,69
0	30,19
25	28,61
50	28,50
75	28,45

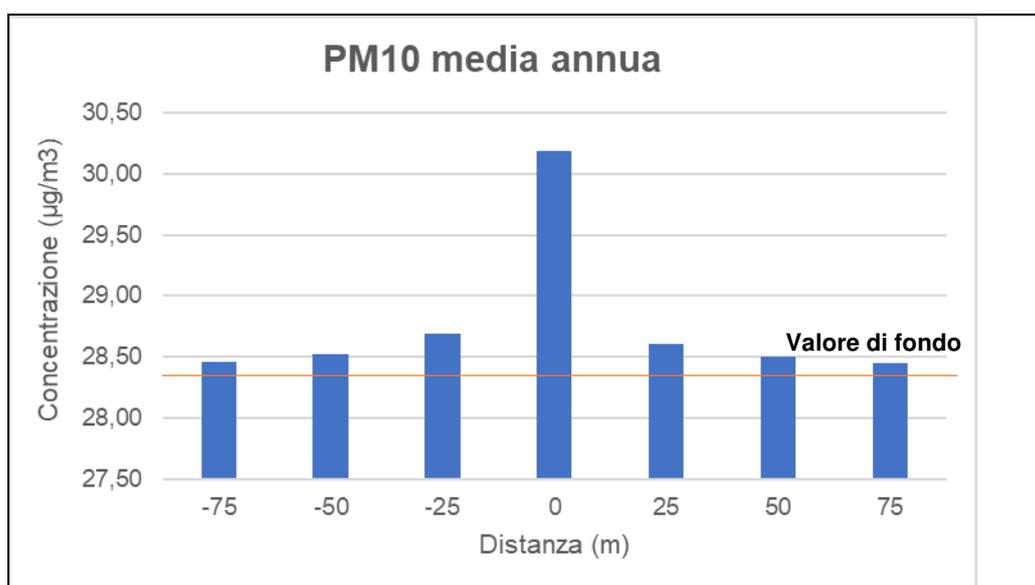


Figura 6-25 Andamento della concentrazione media annua di PM10 comprensiva del valore di fondo al variare della distanza dall'area emissiva (in arancione evidenziato il valore di fondo monitorato dalla centralina di riferimento)

Da quanto appena mostrato si può evincere che:

1. Il più elevato valore di concentrazione, registrato in corrispondenza della sorgente emissiva, è pari a $30,19 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e risulta:
 - inferiore rispetto al limite annuo normativo di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, con uno scarto percentuale che si attesta attorno al 24%;
 - superiore rispetto al valore di fondo (evidenziato in figura e pari a $28,40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) con un incremento percentuale pari a poco più del 6%.
2. Le concentrazioni stimate mostrano un decadimento progressivo all'aumentare della distanza dall'area emissiva ed in particolare risulta:

- a 25 metri una concentrazione pari a 28,61 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, con una differenza percentuale rispetto al valore più elevato (30,19 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) pari a poco più del 5%;
- a 50 metri una concentrazione pari a 28,50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, con una differenza percentuale rispetto al valore più elevato (30,19 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) pari al 5,6%. Si sottolinea come tale stima risulta particolarmente significativa in considerazione del fatto che l'unico ricettore abitativo presente dista poco più di 50 metri dal fronte di avanzamento lavori;
- a 75 metri una concentrazione pari a 28,45 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, con una differenza percentuale rispetto al valore più elevato (30,19 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) pari al 5,8%.

NO₂:

Le concentrazioni medie annue stimate con l'aggiunta del contributo di fondo, considerando i punti di calcolo situati rispettivamente a -75 e +75 metri rispetto all'area emissiva, sono mostrate nella Tabella 6-33 e nella Figura 6-26.

Si specifica come nella figura che segue non sia stato evidenziato graficamente il limite normativo sulla media annua per l'NO₂ di 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per poter evidenziare con una scala opportuna le differenze di concentrazione alle varie distanze dall'area emissiva.

Tabella 6-33 Concentrazioni medie annue di NO₂ (comprensive del valore di fondo) stimate tramite simulazione modellistica a diverse distanze dall'area emissiva

Distanza dall'area emissiva [m]	Concentrazione [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
-75	20,41
-50	20,50
-25	20,81
0	23,30
25	20,67
50	20,47
75	20,39

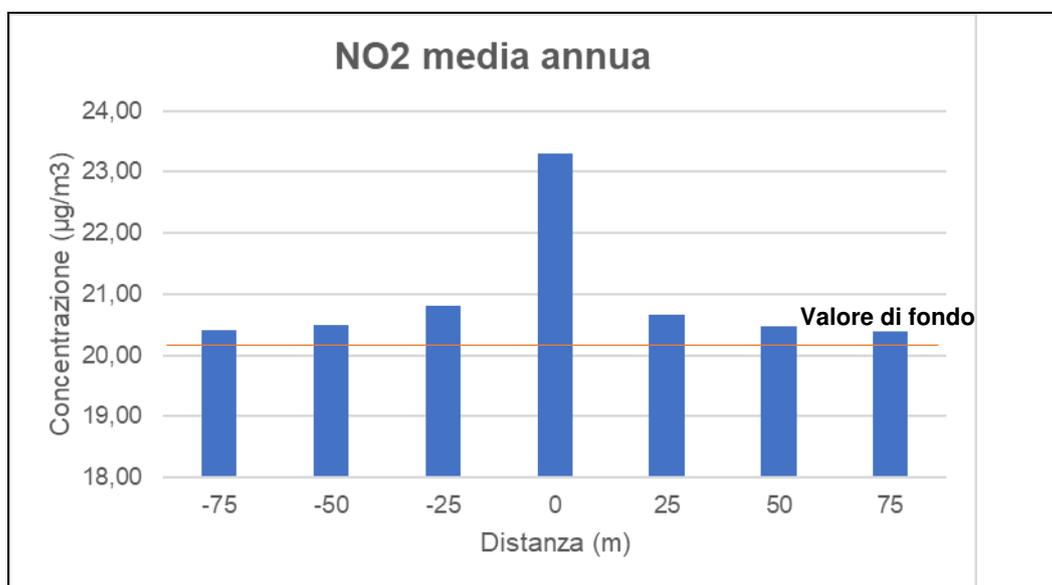


Figura 6-26 Andamento della concentrazione media annua di NO₂ comprensiva del valore di fondo al variare della distanza dall'area emissiva (in arancione evidenziato il valore di fondo monitorato dalla centralina di riferimento)

Da quanto appena mostrato si può evincere che:

- Il valore di concentrazione attesa più elevato, registrato in corrispondenza della sorgente emissiva, è pari a 23,30 µg/m³ e risulta:
 - inferiore rispetto al limite annuo normativo di 40 µg/m³, con uno scarto percentuale che si attesta attorno al 41%;
 - superiore rispetto al valore di fondo (evidenziato in figura e pari a 20,30 µg/m³) con un incremento percentuale pari a circa il 15%;
- Le concentrazioni stimate mostrano un decadimento progressivo all'aumentare della distanza dall'area emissiva ed in particolare risulta:
 - a 25 metri una concentrazione pari a 20,67 µg/m³, con una differenza percentuale rispetto al valore più elevato (23,30 µg/m³) pari all'11%;
 - a 50 metri una concentrazione pari a 20,47 µg/m³, con una differenza percentuale rispetto al valore più elevato (23,30 µg/m³) pari al 12%. Si sottolinea come tale stima risulta particolarmente significativa in considerazione del fatto che l'unico ricettore abitativo presente dista poco più di 50 metri dal fronte di avanzamento lavori;
 - a 75 metri una concentrazione pari a 20,39 µg/m³, con una differenza percentuale rispetto al valore più elevato (23,30 µg/m³) che si attesta attorno al 12,5%.

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA Raddoppio Decimomannu - Villamassargia					
Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R52RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A	FOGLIO 170 di 213

Alla luce di quanto fin qui esposto, oltre alla considerazione che gli effetti indotti dalle attività di cantierizzazione avranno una durata limitata nel tempo e carattere reversibile, il pieno rispetto con i valori limite definiti dal DLgs 155/2010 e smi e, in particolare, lo scostamento che separa detti valori rispetto ai livelli di concentrazione attesi, comprensivi di valori di fondo, consente di ritenere la significatività dell'effetto in questione trascurabile (Livello di significatività B).

6.3.3 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.

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA Raddoppio Decimomannu - Villamassargia					
Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R52RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A	FOGLIO 171 di 213

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 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.

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA Raddoppio Decimomannu - Villamassargia					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R52RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

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.

Tale attività, finalizzata ad impedire il sollevamento di particelle di polvere di parte delle ruote dei mezzi finalizzate a rimuovere le particelle fini, sarà effettuata ogni 2 giorni lavorativi (mediamente, 11 volte al mese) e considerando la durata dei cantieri pari a circa 3,0 anni, circa 802 volte nell'arco della durata dei lavori.

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 carichi 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;

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA Raddoppio Decimomannu - Villamassargia					
Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R52RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A	FOGLIO 173 di 213

- 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.

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 –

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

Opere di impermeabilizzazione	T5	Impiego di stuoie di bitume con scarsa tendenza all'escalazione 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; - 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 troncane, smerigliatrici), vanno adottate misure di riduzione delle polveri (come per es. bagnare, captare, aspirare, separare).

6.4 Rifiuti e materiali di risulta

6.4.1 Stima dei materiali prodotti

La realizzazione delle opere previste determina la produzione complessiva, ossia relativa a terre, pietrisco ferroviario e demolizioni, pari a circa 155.508 m³ (in banco), così articolati:

- Terre e rocce da scavo 139.988m³
 - Perforazione (micropali, pali, diaframmi) 917m³
 - Rimozione rilevato esistente/ gradonatura 46.403 m³
 - Scavo (trincee, bonifiche, piste, fossi e canali, ecc.) 84.490m³
 - Terreno vegetale (Scotico 0,00 - 0,50 m) 8.178m³
- Rimozione pietrisco ferroviario 15.520m³

6.4.2 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.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA Raddoppio Decimomannu - Villamassargia					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R52RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

Le indagini si sono svolte mediante il prelievo e le successive analisi di laboratorio di campioni di terreni/materiali/ballast 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 ambientale dei terreni con l'applicazione del set analitico minimale di parametri previsti dalla Tabella 4.1 del D.P.R. 120/2017, integrato con alcuni ulteriori parametri previsti dalla Tabella 1 dell'Allegato 5 al Titolo V, Parte IV del D. Lgs. 152/06 e s.m.i.)
- 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;

Nelle seguenti Tabelle sono ricapitolate il numero e le tipologie di indagine condotte

Accettazione	Tipologia	Denominazione campione
2151154-011	Suoli Tab 1-A + Tab 1-B	Terre e rocce da scavo "Sondaggio S5bis_L1 da 0 m a -1 m" - PFTE Decimomannu-Villamassargia
2151154-012	Suoli Tab 1-A + Tab 1-B	Terre e rocce da scavo "Sondaggio S5bis_L1 da -1 m a -2 m" - PFTE Decimomannu-Villamassargia
2151154-013	Suoli Tab 1-A + Tab 1-B	Terre e rocce da scavo "Sondaggio S5bis_L1 da -2 m a -3 m" - PFTE Decimomannu-Villamassargia
Accettazione	Tipologia	Denominazione campione
2153566-010	Suoli Tab 1-A + Tab 1-B	Terre e rocce da scavo "Punto C1 da 0 m a -0,5 m" - Lotto 2 - PFTE Decimomannu-Villamassargia
2153566-012	Suoli Tab 1-A + Tab 1-B	Terre e rocce da scavo "Punto C2 da 0 m a -1 m" - Lotto 2 - PFTE Decimomannu-Villamassargia
2153566-014	Suoli Tab 1-A + Tab 1-B	Terre e rocce da scavo "Punto C3 da 0 m a -0,5 m" - Lotto 2 - PFTE Decimomannu-Villamassargia
Accettazione	Tipologia	Denominazione campione
2153566-003	Rifiuti TQ (Art.5,6,tab3+Tab2,5,6,DM186)	Rifiuto costituito da terre e rocce da scavo "Punto SB1 da 0 m a -0,5 m" - Lotto 2 - PFTE Decimomannu-Villamassargia
2153566-005	Rifiuti TQ (Art.5,6,tab3+Tab2,5,6,DM186)	Rifiuto costituito da terre e rocce da scavo "Punto SB3 da 0 m a -0,5 m" - Lotto 2 - PFTE Decimomannu-Villamassargia
2153566-007	Rifiuti TQ (Art.5,6,tab3+Tab2,5,6,DM186)	Rifiuto costituito da terre e rocce da scavo "Punto C1 da 0 m a -0,5 m" - Lotto 2 - PFTE Decimomannu-Villamassargia
2153566-009	Rifiuti TQ (Art.5,6,tab3+Tab2,5,6,DM186)	Rifiuto costituito da terre e rocce da scavo "Punto C3 da 0 m a -0,5 m" - Lotto 2 - PFTE Decimomannu-Villamassargia

Tabella 6-34 Terreni: Riepilogo dei campioni

Accettazione	Tipologia	Denominazione campione
2153566-001	Rifiuti TQ (Art.5,6,tab3+Tab2,5,6,DM186)	Rifiuto da ballast "B1" - Lotto 2 - PFTE Decimomannu-Villamassargia
2153566-002	Rifiuti TQ (Art.5,6,tab3+Tab2,5,6,DM186)	Rifiuto da ballast "B3" - Lotto 2 - PFTE Decimomannu-Villamassargia

Tabella 6-35 Ballast: Riepilogo dei campioni

Sulla base delle indagini svolte si possono formulare le seguenti considerazioni:

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA Raddoppio Decimomannu - Villamassargia					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R52RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

- Il materiale proveniente dai campioni di seguito elencati: 2153566-003, 2153566-005, 2153566-007, 2153566-009 (terreni) potrà essere smaltito come rifiuti speciali non pericolosi con il codice **C.E.R. 17 05 04;**
- Il materiale proveniente dai campioni 2153566-001 e 2153566-002 (Ballast) potrà essere smaltito come rifiuto speciale non pericoloso con il codice **C.E.R. 17 05 08;**

Per quanto attiene ai risultati delle analisi sui terreni, rimandando a quanto più diffusamente riportato nel documento “Piano di gestione dei materiali di risulta” (RR0P02R52RGTA0000001A) e nel “Piano di utilizzo dei materiali ai sensi del DPR 120/2017” (RR0P02R52RGTA0000002A e relative Schede), 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., hanno evidenziato il **rispetto totale dei limiti di cui alla Colonna B** (Siti a destinazione d’uso commerciale e industriale), mentre hanno evidenziato quattro superamenti dei limiti di Colonna A (Siti a destinazione d’uso verde pubblico, privato e residenziale) per i seguenti analiti:

- **Idrocarburi C>12 (C12-C40)** (*limite di legge 50 mg/kg*), in corrispondenza del punto di campionamento C1 e per l’aliquota 0-1m del campione S5bis_L1
- **Cobalto** (*limite di legge 20 mg/kg*), superamento registrato per l’aliquota 2-3 m del campione S5bis_L1.
- **Zinco** (*limite di legge 150 mg/kg*), superamento registrato l’aliquota 1-2 m del campione S5bis_L1.

Con riferimento al Decreto 1° marzo 2019, n. 46 “Regolamento relativo agli interventi di bonifica, di ripristino ambientale e di messa in sicurezza, d’emergenza, operativa e permanente, delle aree destinate alla produzione agricola e all’allevamento, ai sensi dell’articolo 241 del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152”, non sono stati altresì registrati superamenti.

Per quanto concerne gli esiti delle analisi effettuate sui materiali di risulta, 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

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA Raddoppio Decimomannu - Villamassargia					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R52RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

l'Appaltatore dovrà eseguire in fase di realizzazione dell'opera per la corretta scelta degli impianti di destinazione finale.

6.4.3 Modalità di gestione dei materiali di risulta prodotti

In linea con i principi ambientali di favorire il riutilizzo dei materiali piuttosto che lo smaltimento, i materiali di risulta prodotti verranno, ove possibile, riutilizzati nell'ambito dell'intervento in progetto o in siti esterni, mentre i materiali di risulta non riutilizzabili o in esubero rispetto ai fabbisogni del progetto verranno invece gestiti in regime di rifiuto e conferiti presso impianti esterni di recupero/smaltimento autorizzati.

Nello specifico, con particolare riferimento ai materiali terrigeni, sulla base dei risultati ottenuti a seguito delle indagini di caratterizzazione ambientale svolte in fase progettuale, delle caratteristiche geotecniche e dei fabbisogni di progetto che ammontano a 136.863 m³, gli interventi necessari alla realizzazione delle opere in progetto saranno caratterizzati dai seguenti flussi di materiale (cfr. Tabella 6-36):

- Riutilizzo interno all'opera nell'ambito del D.P.R. 120/2017: **30.098m³**, riutilizzabili all'interno della stessa WBS (15.434 m³) o in altra WBS (14.664 m³)
- Riutilizzo all'esterno dell'opera nell'ambito del D.P.R 120/2017: **63.487m³**
- Materiale da gestire come rifiuto ai sensi della Parte IV del D. Lgs.152/2006 e s.m.i.: **46.403m³**

Inoltre, è prevista la produzione di circa **15.520m³** di ballast da gestire come rifiuto ai sensi della Parte IV del D. Lgs.152/2006 e s.m.i.:

Tabella 6-36 Quadro riepilogativo dei quantitativi prodotti e della loro gestione [mc in banco]

Produzione complessiva terre [mc]	Riutilizzo interno [mc] Ai sensi del DPR 120/2017		Utilizzo esterno [mc] Ai sensi del DPR 120/2017	Gestione Rifiuti Ai sensi del D. Lgs. 152/2006	
	Stessa WBS	Altra WBS	Sottoprodotti [mc]	Rifiuti [mc]	Ballast [mc]
139.988	15.434	14.664	63.487	46.403	15.520
	30.098				

Relativamente alle modalità di caratterizzazione da eseguire in corso d'opera ed alla quantificazione del numero dei cumuli da analizzare, nonché all'individuazione dei siti di deposito finale si rimanda al "Piano di utilizzo dei materiali ai sensi del DPR 120/2017" (RR0P02R52RGTA0000002A).

Per quanto riguarda i materiali di risulta che saranno gestiti in regime di rifiuto ai sensi della Parte IV del D. Lgs. 152/06 e s.m.i., sulla scorta delle risultanze emerse a seguito delle caratterizzazioni condotte in

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA Raddoppio Decimomannu - Villamassargia					
Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R52RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A	FOGLIO 181 di 213

fase progettuale, questi saranno conferiti in via preferenziale ad impianti di recupero ovvero a discariche per rifiuti inerti e/o rifiuti non pericolosi.

Per tutti gli altri materiali di armamento da dismettere si prevede una gestione come “materiale tolto d’opera” e restituzione a RFI.

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.

Si ricorda, infatti, che in fase di esecuzione lavori, l’Appaltatore è il produttore dei rifiuti e, come tale, a questo spetta tanto la corretta attribuzione del codice CER quanto la gestione degli stessi; pertanto, le considerazioni riportate nel presente documento si riferiscono alla presente fase di progettazione e allo stato ante operam dei luoghi.

In tal senso, i materiali di risulta prodotti e gestiti in regime di rifiuto dovranno essere caratterizzati ai sensi della normativa vigente, presso il sito di produzione o all’interno delle aree di stoccaggio previste. A tal fine, tali aree saranno adeguatamente allestite ai sensi di quanto prescritto dall’art. 183 del D. Lgs. 152/06 e s.m.i. (opportunamente perimetrate, impermeabilizzate, stoccaggio con materiale omogeneo, etc.).

Anche per le modalità di trasporto si dovrà necessariamente far riferimento alla normativa ambientale vigente.

Stante quanto sopra riportato, nell’elaborato “Piano di gestione dei materiali di risulta” (RR0P02R52RGTA0000001A) è stata condotta la definizione delle analisi e del numero dei campioni di materiali di risulta da eseguire in corso d’opera.

Per quanto concerne gli impianti ed i siti di destinazione finale, si rimanda alla ricognizione documentata nell’ambito dell’elaborato “Siti di approvvigionamento e smaltimento - Relazione generale” (RR0P02R52RHCA0000001A).

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA Raddoppio Decimomannu - Villamassargia					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R52RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

6.5 Scarichi idrici e sostanze nocive

6.5.1 Descrizione del contesto ambientale e territoriale

Per le attività previste all'interno delle diverse aree di lavorazione e di cantiere è possibile avere la necessità di utilizzare e stoccare sostanze pericolose quali sostanze chimiche, olii, vernici, solventi, carburanti. Gli impatti relativi a questo aspetto ambientale sono più apprezzabili in corrispondenza delle aree di cantiere ove vengono stoccate le sostanze stesse.

6.5.2 Valutazione degli aspetti ambientali legati al cantiere

Secondo quanto riportato dall'elaborato specialistico "RS6000R53RGCA0000001A_Relazione di Cantierizzazione – Relazione Generale", le acque trattate potranno essere riciclate per gli usi interni al cantiere, limitando così i prelievi da acquedotto. Inoltre, lo scarico finale delle acque trattate verrà realizzato, in ottemperanza alle norme vigenti.

Per quanto riguarda i lubrificanti, gli olii ed i carburanti utilizzati dagli automezzi di cantiere, questi verranno stoccati in un'apposita area recintata, dotata di soletta impermeabile in calcestruzzo e di sistema di recupero e trattamento delle acque.

Sempre dall'elaborato specialistico "RR0P02R53RGCA0000001A_Relazione di Cantierizzazione – Relazione Generale" al par. 8.4 "Raccolta e smaltimento delle acque nei cantieri", risulta che prima della realizzazione delle pavimentazioni dei piazzali del cantiere saranno predisposte tubazioni e pozzetti della rete di smaltimento delle acque meteoriche. Le acque meteoriche saranno convogliate nella rete di captazione costituita da pozzetti e caditoie collegati ad un cunettone in c.a. e da una tubazione interrata che convoglia tutte le acque nella vasca di accumulo di prima pioggia, dimensionata per accogliere i primi 15 minuti dell'evento meteorico. Un deviatore automatico, collocato all'ingresso della vasca di raccolta dell'acqua di prima pioggia, invia l'acqua in esubero (oltre i primi 15 minuti) direttamente al recapito finale.

Per quanto concerne le acque nere, gli impianti di trattamento delle acque assicureranno un grado di depurazione tale da renderle idonee allo scarico secondo le norme vigenti; pertanto, le stesse potranno essere impiegate per eventuali usi industriali oppure immesse direttamente in fognatura.

Per tali ragioni, vista la tipologia di opere da realizzare e l'assenza di depositi di grandi dimensioni per lo stoccaggio di sostanze pericolose, nonché la dotazione impiantistica prevista a corredo delle aree di

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA Raddoppio Decimomannu - Villamassargia					
Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R52RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A	FOGLIO 183 di 213

cantiere, la probabilità di effetti legati alla dispersione al suolo e nelle acque superficiali e sotterranee di sostanze nocive è da considerarsi solo limitatamente ad eventuali sversamenti accidentali di tali sostanze. Detti effetti potranno essere efficacemente prevenuti e, nell'eventualità di loro determinarsi, mitigati, attraverso il ricorso alle misure gestionali ed operative riportate al successivo paragrafo 6.5.3. Nel complesso la significatività dell'effetto può essere considerata trascurabile (cfr. par. 1.2.3 – Livello di significatività B).

6.5.3 Misure di prevenzione e mitigazione

Gli effetti connessi all'utilizzo di sostanze pericolose non costituiscono impatti "certi" e di dimensione valutabile in maniera precisa a priori, ma piuttosto impatti potenziali. Una riduzione del rischio di impatti significativi connessi all'utilizzo di sostanze pericolose in fase di costruzione dell'opera può essere ottenuta applicando adeguate procedure operative nelle attività di cantiere, relative alla gestione e lo stoccaggio delle sostanze inquinanti e dei prodotti di natura cementizia, alla prevenzione dallo sversamento di oli ed idrocarburi. Tali procedure operative sono dettagliate nel paragrafo delle mitigazioni riferito alle "Acque superficiali e sotterranee".

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA Raddoppio Decimomannu - Villamassargia					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R52RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

7 RISORSE ANTROPICHE E PAESAGGIO

7.1 Patrimonio culturale e beni materiali

7.1.1 Il patrimonio culturale

Come disposto dall'art. 2 del D.Lgs. 42/2004 e smi "Codice dei beni culturali e del paesaggio", Parte Prima, con Patrimonio culturale si è inteso riferirsi sia ai beni culturali, ossia «*le cose immobili e mobili che, ai sensi degli articoli 10 e 11, presentano interesse artistico, storico, archeologico, etnoantropologico, archivistico e bibliografico e le altre cose individuate dalla legge o in base alla legge quali testimonianze aventi valore di civiltà*», sia ai beni paesaggistici, costituiti dagli «*immobili e le aree indicati all'articolo 134, costituenti espressione dei valori storici, culturali, naturali, morfologici ed estetici del territorio, e gli altri beni individuati dalla legge o in base alla legge*».

Con riferimento a dette tipologie di beni, l'area di studio, qui intesa come la porzione territoriale all'interno della quale è collocata l'opera in progetto, presenta sia beni culturali di cui alla parte seconda del D.lgs. 42/2004 e smi sia beni paesaggistici di cui alla parte terza del citato decreto.

Le fonti conoscitive sulla scorta delle quali è stata condotta la ricognizione del patrimonio culturale, inteso nei termini prima chiariti, sono state le seguenti:

- Beni culturali ex art. 10 del D.lgs. 42/2004 e smi
 - Ministero della Cultura, Istituto Superiore per la Conservazione ed il Restauro (portale Vincoli in Rete)
 - Regione Sardegna, Sardegna Geoportale, Repertorio beni 2017 - Beni culturali archeologici ed architettonici
- Beni paesaggistici ex artt. 136, 142 e 143 co. 1 lett. i) del D.lgs. 42/2004 e smi
 - Regione Sardegna, Piano Paesaggistico Regionale, approvato con DGR n. 36/7 del 05/09/2006
 - Regione Sardegna, Sardegna Geoportale, Aree dichiarate di notevole interesse pubblico vincolate con provvedimento amministrativo
 - Regione Sardegna, Sardegna Geoportale, Servizio WFS

Stante quanto premesso, la sintetica descrizione di detti beni, riportata nel presente paragrafo, è stata espressamente riferita, per quanto attiene ai beni culturali, a quelli il cui interesse culturale sia stato dichiarato e, per quelli paesaggistici, a quelli oggetto di vincoli dichiarativi, ossia tutelati ai sensi

dell'articolo 136 del Codice del paesaggio e dei beni culturali. Inoltre, nel condurre detta descrizione, è stata centrata l'attenzione sulle ragioni alla base del riconoscimento dell'interesse pubblico di tali beni, per come riportate nei relativi decreti di vincolo, così da poter offrire una chiara rappresentazione della loro rilevanza.

Con riferimento ai beni di interesse culturale dichiarato, come si evince dalla seguente figura, che riporta i beni archeologici ed architettonici individuati dal portale Vincoli in Rete del MIC, e come riportato dalle informazioni desunte dal PPR di Regione autonoma della Sardegna, nell'area interessata dalle opere di progetto non si rileva la presenza di beni culturali ex art. 10 del D.lgs. 42/2004 e smi.

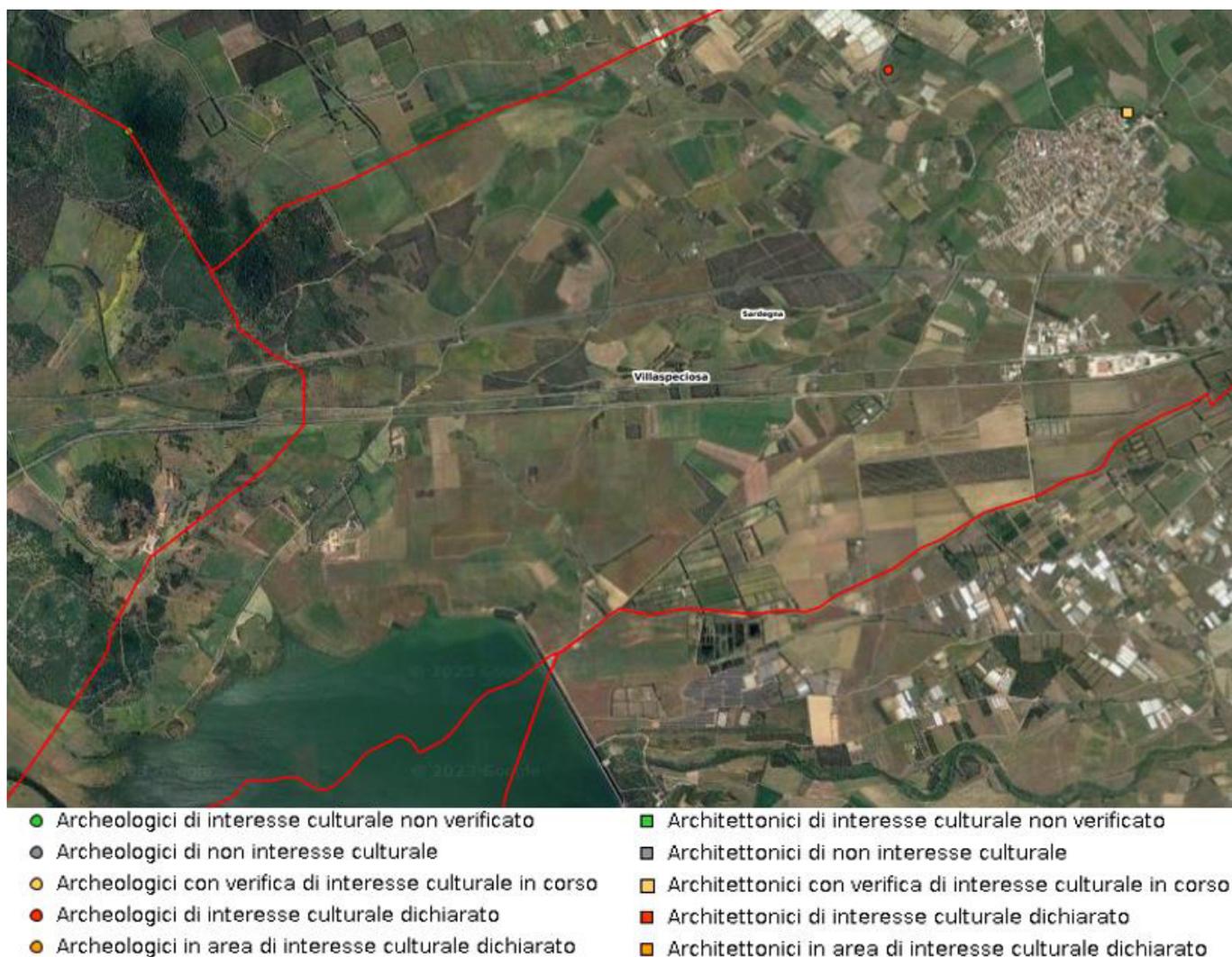


Figura 7-1 Beni culturali individuati da Vincoli in rete

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA Raddoppio Decimomannu - Villamassargia					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R52RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

Per quanto riguarda i beni di cui all'art. 136 del D.lgs. e smi, si evidenzia la presenza dell'Area della Chiesa di S. Maria – Uta riconosciuta con DM 06/04/1990 di notevole interesse pubblico ad una distanza di circa 3 km (cfr. Figura 7-2).

Per tale area, il relativo DM riporta le seguenti motivazioni alla base del notevole interesse pubblico:

«Riconosciuto che la zona predetta ha notevole interesse pubblico perché composta da prati, campi e piantagioni di pioppi e di eucaliptus, costituenti un quadro naturale visibile dalla chiesa di S. Maria che vi è compresa, dagli argini e strade che la delimitano e da infiniti punti di vista compresi nella zona stessa».



Figura 7-2 Beni paesaggistici (ex art. 136) presenti all'interno del contesto territoriale

7.1.2 Il patrimonio storico-testimoniale

Come noto, il D.Lgs 42/2004 e smi, all'articolo 131, individua nel "paesaggio" «il territorio espressivo di identità, il cui carattere deriva dall'azione di fattori naturali, umani e dalle loro interrelazioni» e, sulla base di detta definizione, nel definire le finalità proprie della parte terza del Codice, le individua nel «tutela[re] il paesaggio relativamente a quegli aspetti e caratteri che costituiscono rappresentazione materiale e visibile dell'identità nazionale, in quanto espressione di valori culturali».

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA Raddoppio Decimomannu - Villamassargia					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R52RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

La nozione di patrimonio storico-testimoniale, alla base della presente trattazione, muove da tali riferimenti culturali e normativi, nonché in modo particolare dal rilievo che questi attribuiscono al concetto di identità, operandone una specifica declinazione rispetto al sistema insediativo ed alla valenza locale del suo portato identitario.

In altri termini, nel patrimonio storico-testimoniale si è inteso identificare quell'insieme di manufatti edilizi che, a prescindere dal regime di tutela al quale sono soggetti, rappresentano chiara manifestazione, ossia – come recita il citato articolo del D.Lgs 42/2004 e smi - «rappresentazione materiale e visibile», di modelli insediativi, tipologie edilizie, tecniche costruttive o stilemi che sono espressione dell'identità locale di un determinato contesto territoriale.

Stante tale accezione, nel caso in specie, una fondamentale base conoscitiva ai fini del riconoscimento degli elementi costitutivi il patrimonio storico-testimoniale, sono stati gli elementi costituenti le componenti storico-culturali del Piano paesaggistico regionale della Sardegna.

Interrogando le informazioni disponibili in formato shapefile si evince la presenza di alcuni elementi costituenti il patrimonio storico-testimoniale quali Centri di antica prima formazione, nel caso in specie, riguardano quello di Villaspeciosa a circa 1 km e quello di Uta a circa 2,8 km di distanza.



Figura 7-3 Patrimonio storico-testimoniale (Fonte: Regione autonoma della Sardegna, PPR)

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA Raddoppio Decimomannu - Villamassargia					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R52RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

7.1.3 Valutazione degli aspetti ambientali legati al cantiere

Alterazione fisica dei beni del patrimonio culturale

L'effetto in questione è riferito al patrimonio culturale, per come definito all'art. 2 co.1 del D.Lgs 42/2004 e smi, nonché ai manufatti edilizi a valenza storico-testimoniale. Stante quanto premesso, in ragione del regime normativo, è possibile distinguere un primo gruppo di beni, al quale appartengono quelli archeologici e di interesse architettonico, storico e monumentale verificato, nonché i beni paesaggistici, qui intesi con riferimento a quelli di cui agli articoli 136, 142 e 143 co. 1 lett. i) del DLgs 42/2004 e smi. Fanno invece parte del secondo gruppo quei manufatti edilizi a cui gli strumenti di pianificazione oppure le analisi condotte nell'ambito del presente studio abbiano riconosciuto uno specifico valore storico testimoniale in quanto rappresentativi dell'identità locale sotto il profilo della tipologia edilizia, del linguaggio architettonico, della funzione.

L'effetto è stato inteso in termini di compromissione di tali beni sotto il punto di vista della loro integrità fisica, quale esito delle attività e delle lavorazioni previste in fase di costruzione.

La ricognizione dei beni del patrimonio culturale ai sensi del DLgs 42/2004 e smi, è stata condotta facendo riferimento alle fonti conoscitive di seguito elencate:

Beni culturali ex art. 10 del D.lgs. 42/2004 e smi

- Ministero della Cultura, Istituto Superiore per la Conservazione ed il Restauro (portale Vincoli in Rete)
- Regione Sardegna, Sardegna Geoportale, Repertorio beni 2017 - Beni culturali archeologici ed architettonici

Beni paesaggistici ex artt. 136, 142 e 143 co. 1 lett. i) del D.lgs. 42/2004 e smi

- Regione Sardegna, Piano Paesaggistico Regionale, approvato con DGR n. 36/7 del 05/09/2006
- Regione Sardegna, Sardegna Geoportale, Aree dichiarate di notevole interesse pubblico vincolate con provvedimento amministrativo
- Regione Sardegna, Sardegna Geoportale, Servizio WFS

In merito al riconoscimento degli elementi del sistema insediativo a valenza storico-testimoniale, anche a tal fine si è fatto ricorso al quadro conoscitivo prodotto dalle fonti conoscitive istituzionali, nello specifico conducendo detta attività attraverso la consultazione delle componenti storico-culturali del Piano paesaggistico regionale della Sardegna.

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA Raddoppio Decimomannu - Villamassargia					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R52RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

Per quanto attiene al caso in specie, si pone in evidenza che le opere in progetto e relative aree di cantiere fisso non interessano direttamente:

- Beni di interesse culturale dichiarato di cui all'art. 10 del D.Lgs. 42/2004 e smi
- Immobili ed Aree di notevole interesse pubblico di cui all'art. 136 del D.Lgs. 42/2004 e smi
- Beni individuati dal Piano paesaggistico regionale ai sensi dell'art. 143 co. 1 lett. i) del D.Lgs. 42/2004 e smi

Tenuto conto di quanto premesso, le situazioni di interferenza tra l'opera in progetto, intesa nella sua interezza, ed il sistema dei vincoli è limitato alle sole Aree tutelate per legge, nello specifico, i Fiumi, torrenti, corsi d'acqua iscritti negli elenchi previsti dal testo unico delle disposizioni di legge sulle acque ed impianti elettrici, approvato con regio decreto 11 dicembre 1933, n. 1775, e le relative sponde o piedi degli argini per una fascia di 150 metri ciascuna (Art. 142, comma 1, lett. c, D.lgs. 42/2004 e smi).

La tabella che segue riporta le opere in progetto e le aree di cantiere interessati la suddetta tipologia di bene paesaggistico.

Tabella 7-1 Opere in progetto ed aree di cantiere fisso interessanti i beni paesaggistici ex Art. 142 co. 1 lett. c)

Opere in progetto ed aree di cantiere fisso	
Opere di linea	Pk 2+900 – 3+400 circa Pk 4+850 – 5+450 circa
Opere viarie connesse	NV02
Opere idrauliche	IN04-IN04bis IN07
Aree di cantiere fisso	AT.11 AT.12

Come si evince dalla **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**, escludendo le sole due aree di cantiere fisso, in quanto di carattere temporaneo, e le opere idrauliche, che sono parte integrante del corpo stradale ferroviario oggetto di raddoppio, detto interessamento riguarda la sola fascia di rispetto di 150 m afferente al Riu Spinosu che, allo stato attuale risulta già attraversata dalla linea ferroviaria esistente oggetto di raddoppio e dalla viabilità per la quale è prevista una variante mediante la

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA Raddoppio Decimomannu - Villamassargia					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R52RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

realizzazione della NV02, conseguentemente alla soppressione del passaggio a livello attualmente esistente.

Ai fini dell'analisi, risulta utile considerare come, allo stato attuale, il Riu Spinosu scorra tra le principali vie di comunicazione che attraversano la sua valle: lungo la sua sponda sinistra vi è la SS130, mentre lungo la sua sponda destra vi sono la SP90 seguita dalla linea ferroviaria. Risulta chiaro come l'andamento a meandri del corso d'acqua si contrappone alla rigidità delle infrastrutture di trasporto.

All'interno di tale condizione, dove il raddoppio della linea ferroviaria esistente funge da rafforzamento della infrastruttura esistente, all'opposto, la nuova viabilità NV02, con il suo sviluppo curvilineo, assecondo quello del corso d'acqua.



Figura 7-4 Rapporto tra le opere in progetto e le aree tutelate per legge ai sensi dell'Art. 142 D.lgs. 42/2004

In ultimo, con riferimento al patrimonio storico-testimoniale, come premesso, la presente analisi ha tenuto in considerazione l'insieme dei beni maggiormente rappresentativi del contesto indagato, costituiti dai Centri di antica prima formazione, nel caso in specie, riguardano quello di Villaspeciosa a circa 1 km e quello di Uta a circa 2,8 km di distanza.

Come si evince chiaramente dalla Figura 7-5, i succitati beni risultano localizzati ad una distanza tale da ritenersi del tutto assente ogni loro potenziale modifica da parte delle opere in progetto e relative aree di cantiere fisso.

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA Raddoppio Decimomannu - Villamassargia					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R52RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A



Figura 7-5 Patrimonio storico-testimoniale (Fonte: Regione autonoma della Sardegna, PPR)

Stante quanto considerato sin qui, la potenziale interferenza sul patrimonio culturale, inteso secondo il concetto assunto nella presente indagine, può ragionevolmente considerarsi trascurabile.

Alterazione fisica dei beni

L'effetto potenziale in esame è stato identificato nella compromissione dell'integrità fisica dei manufatti del patrimonio edilizio, inteso nella sua totalità e – pertanto - a prescindere dal regime di tutela ai quali detti manufatti sono sottoposti.

In tal senso, i parametri che concorrono alla stima dell'effetto indagato sono stati identificati nell'entità delle demolizioni dei manufatti edilizi interferenti con l'opera in progetto, letta in relazione alla sua estensione complessiva, nonché rispetto alla tipologia funzionale ed alla qualità architettonica di detti manufatti. A tal riguardo si precisa che il requisito della "qualità architettonica" non è stato in alcun modo riferito ad un giudizio di tipo estetico, criterio che, essendo per sua natura soggettivo, sarebbe opinabile, quanto invece alla loro rispondenza ai tipi edilizi ed al linguaggio architettonico che connotano il tessuto edilizio a valenza storico-testimoniale.

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA Raddoppio Decimomannu - Villamassargia					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R52RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

Il tratto oggetto di raddoppio della linea Decimomannu – Villamassargia indagato si sviluppa all'interno di un territorio la cui struttura insediativa può essere in estrema sintesi ricondotta all'edificato sparso ed isolato di origine rurale, attualmente funzionale alla attività agricola e pastorale.

Le considerazioni nel seguito riportate in merito all'entità degli effetti attesi muovono da detta sintesi interpretativa degli elementi di strutturazione dell'identità del contesto territoriale, ponendola a confronto con le caratteristiche dei manufatti edilizi dei quali il progetto prevede la demolizione individuabili esclusivamente nei manufatti a servizio ferroviario.

Rispetto alla anzidetta tipologia di manufatti, è possibile sin da subito escludere quelli oggetto di demolizione dalle architetture di interesse culturale dichiarato e storico-testimoniale.

Nello specifico, di seguito, mediante immagini d'esempio, sono forniti gli elementi per una più attenta valutazione sulla qualità architettonica dei manufatti in demolizione e sullo stato attuale di conservazione.

Come si evince dalle immagini nel seguito riportate, gli unici fabbricati oggetto di demolizione sono prevalentemente costituiti da piccoli edifici a servizio dei passaggi a livello.



Figura 7-6 Manufatti oggetto di demolizione

In ragione del numero dei manufatti coinvolti e, in particolar modo, della loro tipologia funzionale, rappresentata prevalentemente da manufatti a servizio ferroviario, l'effetto in questione può essere considerato trascurabile.

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA Raddoppio Decimomannu - Villamassargia					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R52RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

7.2 Territorio e patrimonio agroalimentare

7.2.1 Descrizione del contesto ambientale e territoriale

Struttura territoriale e usi del suolo

Il progetto, oggetto del presente studio, ricade all'interno di un territorio caratterizzato da un'ampia pianura (Campidano), delimitata ad ovest, est e nord da dai massicci montuosi. Questo andamento pianeggiante ha favorito fin dai primi insediamenti, un'elevata attività agro-pastorale in tutta l'area. Il paesaggio rurale presenta una bassa densità abitativa accentrata in piccoli nuclei che si sono sviluppati in prossimità delle infrastrutture viarie e ferroviarie presenti.

L'area è solcata dal Rio Cixerri interrotto nel suo percorso dal bacino artificiale Lago del Cixerri.

L'area è solcata da infrastrutture viarie importanti, come la Strada Statale 130 (Inglesiente), la Strada Provinciale 90 e la linea ferroviaria oggetto del presente studio, ferrovia Decimomannu-Iglesia.

In particolare, la località di Villaspeciosa è un comune di pianura, di origine medievale, che alle tradizionali attività agricole ha affiancato anche modeste iniziative industriali. Il settore primario è presente con la coltivazione di seminativi e ortaggi e di colture legnose, ma anche con l'allevamento. Il settore economico secondario è costituito da imprese che operano nei comparti alimentare, dell'estrazione, dei laterizi e metallurgico.

L'altro comune dell'area presa in esame è Siliqua, anch'esso, un centro di pianura, di origine nuragica, che presenta una importante tradizione agricola. Il settore primario è, perciò, presente sia con la coltivazione erbacea e legnosa che con l'allevamento.

Queste attività agro-pastorali, presenti nell'intera area, hanno segnato profondamente il territorio determinando una matrice di segni costituiti dagli elementi strutturanti il paesaggio rurale: recinti, siepi, filari, piantate, percorsi, infrastrutture stradali e idrauliche.

L'area di studio risulta quindi principalmente occupata dal sistema agricolo, con ampie distese di campi coltivati e colture in serra. Altro elemento predominante è la presenza della coltura di eucalipto mirata al recupero di aree degradate o alla produzione di materiale legnoso per l'industria cartaria, si tratta infatti di coltivazioni cedue, con tagli rasi alternati a piantumazione.

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA Raddoppio Decimomannu - Villamassargia					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R52RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

Stabilimenti a Rischio di Incedente Rilevante

Il 4 luglio 2012 è stata emanata, dal Parlamento europeo e dal Consiglio dell'Unione europea, la direttiva 2012/18/UE (Seveso III) sul controllo del pericolo di incidenti rilevanti connessi con sostanze pericolose. Questo provvedimento sostituisce integralmente, a partire dal 1° giugno 2015, la direttiva 96/82/CE (Seveso II) che ha modificato l'originale direttiva Seveso (direttiva 82/501/CEE), a seguito del catastrofico incidente avvenuto nel paese italiano di Seveso nel 1976, che ha condotto alla adozione di una normativa sulla prevenzione e il controllo di simili incidenti.

Il Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica (MASE), tra le funzioni previste dal Dlgs n. 105/2015, ha il compito di coordinare ed indirizzare la predisposizione e l'aggiornamento, da parte dell'ISPRA, dell'inventario degli stabilimenti suscettibili di causare incidenti rilevanti e degli esiti di valutazione dei rapporti di sicurezza e delle ispezioni. L'inventario è utilizzato anche al fine della trasmissione delle notifiche da parte dei gestori e dello scambio delle informazioni tra le amministrazioni competenti.

In tal senso, l'Inventario nazionale degli stabilimenti a rischio di incidente rilevante al quale si è fatto riferimento è quello presente sul sito istituzionale di ISPRA (www.rischioindustriale.isprambiente.gov.it) attraverso il quale è possibile operare la ricerca per ambiti regionale, provinciale e comunale.

Posto che l'opera progettuale oggetto del presente studio ricade in diversi comuni, la ricerca è stata effettuata prima a livello regionale e, successivamente, a livello provinciale e comunale.

Dall'analisi delle informazioni disponibili, si deduce che in ambito regionale sono 34 gli stabilimenti a rischio di incedente rilevante (RIR); 12 di questi sono ubicati in ambito del territorio riconducibile alla Città Metropolitana di Cagliari. In ambito comunale si riportano 2 RIR, di cui 1 ad indice di soglia inferiore nel Comune di Villaspeciosa e 1 ad indice di soglia superiore nel Comune di Siliqua, come specificato dalla tabella seguente.

Tabella 7-2 Stabilimenti RIR presenti all'interno del contesto territoriale indagato

Soglia	Provincia	Comune	Codice Ministero	Ragione Sociale	Attività
Superiore	Cagliari	Siliqua	NV028	PRAVISANI SPA	(39) Altra attività (non specificata altrimenti nell'elenco)
Inferiore	Cagliari	Villaspeciosa	NV029	SEI EPC ITALIA SPA	(11) Produzione, distruzione e stoccaggio di esplosivi

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA Raddoppio Decimomannu - Villamassargia					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R52RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

Patrimonio agroalimentare

Nonostante nel giugno del 2022 sia stato pubblicato dall'ISTAT il 7° Censimento Generale dell'Agricoltura, allo stato attuale i dati disponibili fanno riferimento solamente ad informazioni a livello nazionale e regionale, non consentendo un approfondimento più di dettaglio.

Per tale motivo, per la stesura di questo studio si è fatto ancora riferimento ai dati del 6° Censimento Generale dell'Agricoltura riferito alla Regione Sardegna (2010).

Da tale strato informativo è stato possibile desumere informazioni utili a determinare un quadro relativo alla situazione dell'agricoltura nella Regione e nella Provincia di Cagliari interessata dall'opera in progetto. Più in dettaglio, si è rivolta attenzione all'entità delle aziende presenti sul territorio, alle superfici agricole aziendali (utilizzate e totali), alla tipologia di prodotti ed ai prodotti di qualità.

In base a quanto emerso dall'analisi, i dati aggiornati al 7° censimento hanno mostrato a livello regionale una progressiva diminuzione sia del numero delle aziende che della superficie agricola totale (SAT). In controtendenza, viene registrato rispetto al precedente censimento un aumento della superficie agricola utilizzata (SAU), che accentua una dinamica di crescita della dimensione media aziendale che caratterizza le aziende di tutte le regioni. I risultati sono in linea con la tendenza riscontrata con le differenze del precedente report (2010) con i censimenti passati.

Allo stato attuale la Sardegna si estende su una superficie di 24.090 Km², occupata per il 61,1% dalla SAT e per il 51,3% dalla SAU (2020).

A livello comunale, indagando i due comuni interessati dall'area di studio si nota una prevalenza della componente dei seminativi, che rappresentano il 58% della SAU del comune di Siliqua e l'82% della SAU del comune di Villaspeciosa.

Sia a livello provinciale che comunale le colture legnose e gli orti familiari risultano poco significativi (Tabella 7-3).

Tabella 7-3 Superficie agricola utilizzata, utilizzazione dei terreni - livello comunale

	SAU	seminativi	coltivazioni legnose agrarie	orti familiari	prati permanenti e pascoli
Siliqua	12.303,94	7.170,61	164,91	3,35	4.965,07
Villaspeciosa	1.270,05	1.039,56	55,19	0,14	175,16
Cagliari	203.046,84	82.822,47	14.272,76	157,91	105.793,70

In termini di prodotti agroalimentari certificati o il Regolamento (CEE) n. 2081/92 ed il Regolamento (CEE) n. 2082/92, che definiscono i marchi DOP (Denominazione d'origine protetta) ed IGP (Indicazione

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA Raddoppio Decimomannu - Villamassargia					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R52RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

Geografica Protetta), il marchio STG (Specialità Tradizionale Garantita), e i cosiddetti PAT (Prodotti Agroalimentari Tradizionali), la Sardegna annovera un gran numero di prodotti legati al territorio.

Nell'Elenco delle denominazioni italiane, iscritte nel Registro delle denominazioni di origine protette, delle indicazioni geografiche protette e delle specialità tradizionali garantite (Regolamento UE n. 1151/2012 del Parlamento europeo e del Consiglio del 21 novembre 2012) (aggiornato 30 a gennaio 2023), materiale reperibile sul sito del Masaf, i prodotti ascrivibili all'area in esame sono riportati nella seguente tabella.

Tabella 7-4 Elenco dei prodotti a marchio di qualità, ricadenti nell'area in esame (Fonte: Masaf)

Tipologia	Denominazione	Marchio
Formaggi	Mozzarella	STG
	Pecorino Sardo	DOP
	Fiore Sardo	DOP
	Pecorino Romano	DOP
Vini	Cannonau di Sardegna	DOP
	Cagliari	DOP
	Girò di Cagliari	DOP
	Monica di Sardegna	DOP
	Moscato di Sardegna	DOP
	Nasco di Cagliari	DOP
	Nuragus di Cagliari	DOP
	Sardegna Semidano	DOP
	Vermentino di Sardegna	DOP
	Isola dei Nuraghi	IGP
Oli e grassi	Sardegna	DOP
Carni fresche	Agnello di Sardegna	IGP
Ortofrutticoli e cereali	Carciofo Spinoso di Sardegna	DOP
Prodotti di panetteria, pasticceria, confetteria o biscotteria	Pizza Napoletana	STG
	Culurgionis d'Ogliastra	IGP

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA Raddoppio Decimomannu - Villamassargia					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R52RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

7.2.2 Valutazione degli aspetti ambientali legati al cantiere

L'effetto in esame consiste nella modifica dell'attuale sistema degli impieghi del suolo, conseguente all'occupazione di suolo dovuta alla localizzazione delle aree di cantiere fisso e delle aree di lavoro.

Operativamente i parametri principali che, in termini generali, concorrono a determinare la stima dell'effetto in parola sono rappresentati dalla estensione delle aree di cantiere fisso e dal tipo di uso del suolo interessato.

Le tipologie di uso del suolo interessate dalle aree di cantiere sono state desunte dalla "Carta dell'uso del Suolo" della Regione Sardegna - scala 10:000, integrata mediante gli strati informativi relativi al DBGT10K aggiornati al 2022 disponibili sul portale Open data di Regione Autonoma della Sardegna ed i rilievi satellitari disponibili sul web il cui aggiornamento è al 2023.

Per quanto concerne le tipologie di uso in atto, come già evidenziato in precedenza, l'opera in progetto è collocata in un territorio connotato dalla prevalente presenza di aree e ad uso infrastrutturale e agricolo. Le aree agricole sono caratterizzate dalla prevalenza di colture estensive di seminativi semplici e colture orticole a pieno campo e seminativi in aree non irrigue, in minor parte da eucalitteti ed in misura minore da oliveti e incolti.

Relativamente alle aree di cantiere fisso, la cui superficie complessiva ammonta a circa 79.220 m², la totalità delle superfici ricadono in aree ad uso agricolo (cfr. **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**).

Tabella 7-5 Usi in atto interessati dalle aree di cantiere

Usi in atto		Superficie (m ²)	
		Parziale	Totale
Uso agricolo	2.1.2.1 Seminativi semplici e colture orticole a pieno campo	51.140	79.220
	2.1.1.1 Seminativi in aree non irrigue	28.080	
TOT aree di cantiere fisso		79.220	

In particolare, nell'ambito dell'uso agricolo, nel quale come detto, ricade la totalità delle aree di cantiere, l'uso in atto principale è costituito dai seminativi semplici e colture orticole a pieno campo (cfr. **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**), che, infatti, rappresentano il 65% del totale, il restante 35% è invece associabile a seminativi in aree non irrigue.

LEGENDA

- AS_Area di Stoccaggio
- AT_Area Tecnica
- CB_Cantiere Base
- CO_Cantiere Operativo
- DT_Deposito Temporaneo

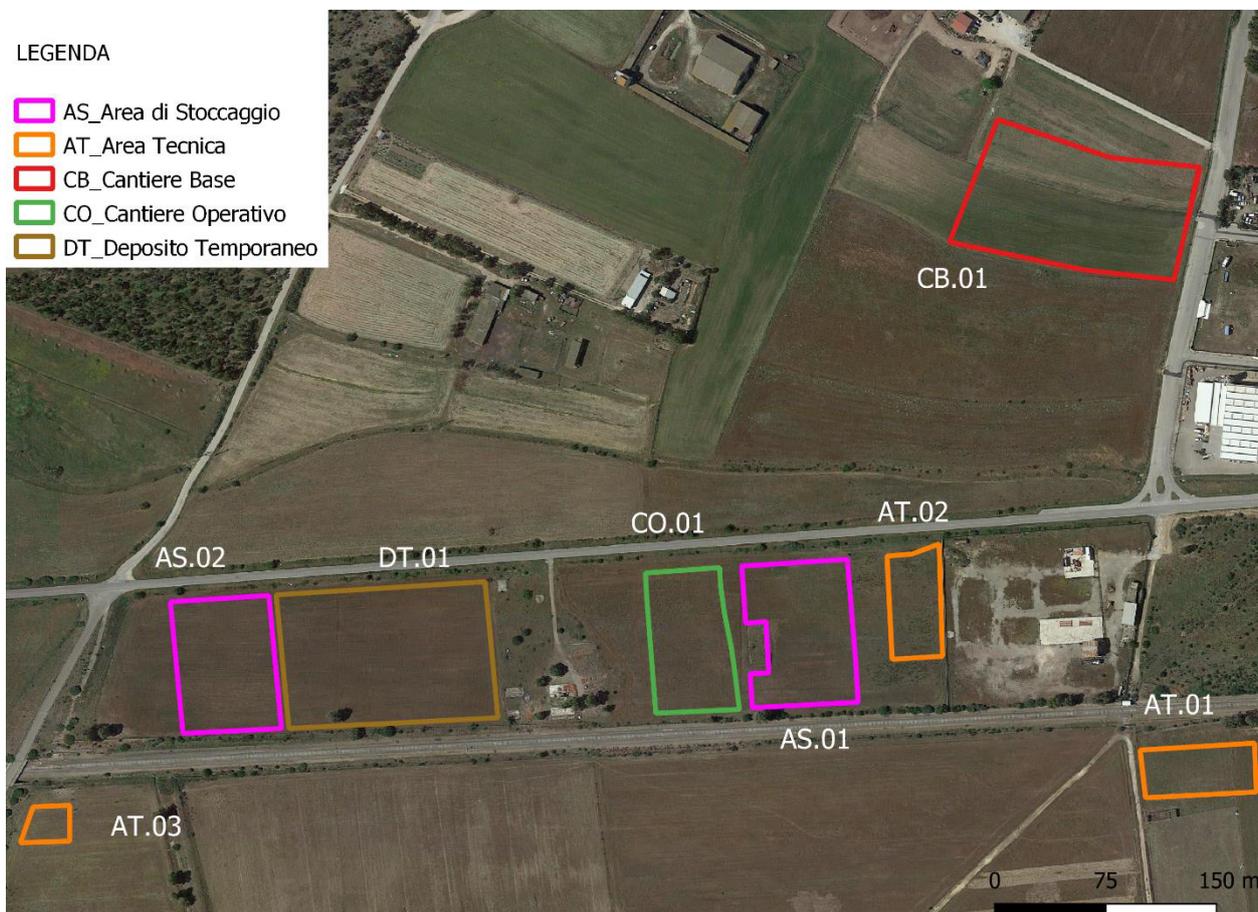


Figura 7-7 Collocazione di alcuni dei cantieri su foto aerea aggiornata al 2022



Figura 7-8 Usi in Atto interessati dalle aree di cantiere: Seminativi semplici e colture orticole a pieno campo



Figura 7-9 Usi in Atto interessati dalle aree di cantiere: Seminativi in aree non irrigue

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA Raddoppio Decimomannu - Villamassargia					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R52RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

A fronte della condizione che vede le aree di cantiere fisso ricadere totalmente all'interno di aree agricole, nello specifico seminativi semplici e colture orticole a pieno campo e seminativi in aree non irrigue, si ritiene opportuno considerare che la durata temporanea della modifica degli usi in atto, unitamente alla possibilità di ripristinare allo stato originario gli usi delle aree interessate dai cantieri fissi a conclusione della fase costruttiva, fa sì che il presente effetto possa essere ritenuto trascurabile.

Si rammenta che al fine di verificare la permanenza delle caratteristiche pedologiche dei terreni nelle aree ad uso agricolo soggette alla localizzazione di aree di cantiere, nell'ambito del Progetto di monitoraggio ambientale sono state previste specifiche campagne di indagini che saranno condotte in fase di ante operam e post operam.

7.3 Paesaggio

7.3.1 Descrizione del contesto ambientale e territoriale

Struttura del paesaggio

L'area di studio rappresenta il dominio spaziale all'interno del quale le *componenti paesaggistiche /ambientali* e le interazioni tra queste, configurano un assetto chiaramente riconoscibile che consente di identificare le *unità di paesaggio*, nonché le categorie gerarchicamente superiori (es. l'ambito in alcune accezioni) ed inferiori ad esse (es subunità).

Al fine di descrivere la struttura del mosaico paesaggistico in cui si collocano le opere, una prima lettura interpretativa della struttura insediativa dell'area si fonda sulla individuazione delle caratteristiche e delle componenti paesaggistiche che possono essere ricondotte alle unità di paesaggio secondo categorie di interpretazione della conformazione.

Per ciascuna di dette categorie di elementi è stata operata una identificazione delle unità di paesaggio secondo categorie di interpretazione della conformazione che possono essere ricondotte alle seguenti tre classi prevalenti:

- Elementi del sistema insediativo,
- Elementi del sistema agricolo,
- Elementi del sistema naturale.

Per ciascuna di dette classi di elementi è stata operata una identificazione delle unità di paesaggio:

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA Raddoppio Decimomannu - Villamassargia					
Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R52RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A	FOGLIO 201 di 213

Elementi del sistema insediativo

Il sistema insediativo di tale ambito territoriale risulta costituito dalle seguenti unità di paesaggio:

- UdP del tessuto di frangia urbana con tipi edilizi minuti e sistema del verde ed agricolo pertinenziale
- UdP del tessuto commerciale e produttivo
- UdP delle infrastrutture

Elementi del sistema

Il sistema agricolo di tale ambito territoriale risulta costituito dalle seguenti unità di paesaggio:

- UdP del Paesaggio Agrario
- UdP delle colture legnose

Elementi del sistema naturale

Il sistema naturale di tale ambito risulta costituito dalle seguenti unità di paesaggio:

- UdP del Sistema Idrografico
- UdP della Macchia Mediterranea

Caratteri percettivi del paesaggio

Il contesto paesaggistico preso in esame è relativo ad una porzione di territorio compreso fra Villaspeciosa e Siliqua e ricade all'interno della valle del Cixerri. Tale contesto da un punto di vista fisico è connotato da un territorio pianeggiante percorso da un reticolo idrografico che spesso presenta un andamento meandriforme, mentre, da un punto di vista dell'uso del suolo è caratterizzato da un'intensa attività agricola.

Perciò, all'interno di questo contesto paesaggistico le visuali maggiormente frequenti sul paesaggio sono ampie e profonde, raramente sono ostacolate dalla presenza della vegetazione (filari arborei o arbustivi, coltivazioni legnose e qualche sporadico manufatto presente all'interno dei latifondi), in questo caso il campo visivo così delimitato si accorcia e si estende lungo le direttrici delle strade di percorrenza.

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA Raddoppio Decimomannu - Villamassargia					
Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R52RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A	FOGLIO 202 di 213

7.3.2 Valutazione degli aspetti ambientali legati al cantiere

Modifica della struttura del paesaggio

L'effetto, con riferimento alla dimensione Costruttiva, si sostanzia nella riduzione / eliminazione di elementi di matrice naturale e/o antropica aventi funzione strutturante e/o caratterizzante il paesaggio, che può derivare dalle attività di scavo per l'approntamento delle aree di cantiere, di scavo e di demolizione di manufatti. In altri termini, l'effetto in questione è riferito a tutti i diversi elementi, quali a titolo esemplificativo manufatti edilizi, tracciati viari, filari arborei o specifici assetti colturali, i quali, a prescindere dal loro essere soggetti a forme di vincolo e tutela, concorrono a diverso titolo a definire la struttura del paesaggio.

Per quanto concerne specifici caratteri della struttura del paesaggio suscettibili di potenziali effetti, questi possono riferirsi all'ambito tipicamente rurale che caratterizza

la valle del Cixerri. Tale ambito ricade all'interno di un territorio prevalentemente pianeggiante solcato da un reticolo di piccoli corsi d'acqua in cui l'urbanizzazione è limitata a piccoli nuclei posti lungo le infrastrutture viarie e ad alcuni manufatti isolati. La maggior parte del territorio è caratterizzato dall'attività agricola, destinata alla coltivazione di seminativi, colture orticole e colture legnose.

In questo ampio territorio le aree che presentano vegetazione naturale rappresentano una minima percentuale rispetto alle aree agricole che occupano la maggior parte del territorio considerato.

Entrando nel merito, la relazione tra l'opera, intesa nella sua dimensione costruttiva, e la struttura del paesaggio, non determina, nel complesso, un effetto rilevante su di esso in considerazione del fatto che, potenziali effetti nella configurazione strutturale di questo paesaggio potrebbero avvenire a seguito di modificazione dei soli elementi identificativi del paesaggio agricolo.

La struttura del paesaggio si compone anche di sporadici ed isolati manufatti edilizi destinati all'attività agricola e pastorale.

Per quanto attiene alla potenziale modifica della struttura del paesaggio derivante dalla demolizione di tali manufatti, possiamo affermare che la tipologia edilizia interessata dalle attività di cantiere risulta del tutto estranea alla rete delle architetture vincolate e dei manufatti a valenza storico testimoniale del territorio, quanto soprattutto privi di qualità del linguaggio architettonico e di qualsiasi riferimento ai valori identitari locali. Stante ciò, si ritiene che non vi siano rilevanti modifiche sulla struttura insediativa dei luoghi.

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA Raddoppio Decimomannu - Villamassargia					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R52RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A

Un altro aspetto importante da tenere in considerazione, al fine di comprendere la relazione tra la dimensione costruttiva dell'opera e la struttura del paesaggio, riguarda l'analisi delle tipologie di cantieri utilizzati che possono essere distinti in aree tecniche (cantieri operativi, cantieri base, aree di stoccaggio e depositi temporanei) e le aree di cantiere fisso. Per ciò che riguarda le prime, queste sono funzionali alla realizzazione di singole opere ed avranno una durata limitata al periodo di realizzazione dell'opera di riferimento, le restanti aree di cantiere fisso, essendo funzionali alle lavorazioni complessive previste, avranno una durata pari alla realizzazione dell'intera opera oggetto del presente studio.

È inoltre opportuno considerare che tutte le aree tecniche, hanno una modesta estensione e saranno collocate in adiacenza al tratto di linea ferroviaria oggetto di intervento, occupando ambiti destinati alla coltivazione di seminativi e colture orticole.

Per l'allestimento dei cantieri fisso (CO.01, CB.01, AS.01, AS.02 e DT.01) sono state individuate delle aree comprese fra l'infrastruttura viaria SP90 e l'infrastruttura ferroviaria, sono perciò, aree prossime a dei nuclei urbani a prevalente destinazione produttiva, e perciò meno soggette ad un'alterazione significativa delle modifiche della struttura del paesaggio.



Figura 7-10 Localizzazione delle aree di cantiere fisso

Inoltre, è opportuno evidenziare che, unitamente al carattere temporaneo dell'opera nella sua dimensione costruttiva, per le aree occupate dai cantieri fissi è previsto il ripristino degli stati originari al termine delle lavorazioni.

A fronte delle considerazioni sin qui esposte, le potenziali modifiche della struttura del paesaggio, riferite alla dimensione costruttiva, possono ragionevolmente considerarsi trascurabili (Livello di significatività B).

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA Raddoppio Decimomannu - Villamassargia					
Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R52RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A	FOGLIO 204 di 213

Modifica delle condizioni percettive e del paesaggio percettivo

L'effetto in questione si sostanzia in due distinte tipologie in ragione della natura della percezione considerata: in termini generali è difatti possibile distinguere tra percezione visiva, riguardante la mera funzione fisica, e percezione mentale, concernente l'interpretazione di tipo concettuale e psicologico di un determinato quadro scenico.

Stante tale distinzione, per quanto riguarda la dimensione Costruttiva, il potenziale effetto che può determinarsi riguarda la percezione visiva e, pertanto, la modifica delle condizioni percettive. Tale effetto si sostanzia nella variazione delle relazioni visive tra fruitore e quadro scenico, derivante dalla presenza delle aree di cantiere.

Entrando nel merito del caso in specie è opportuno ricordare che il contesto paesaggistico all'interno del quale è inserita l'opera oggetto di studio è quello riferibile alla valle del Cixerri, compresa all'interno del territorio del Campidano di Cagliari, che si caratterizza per la morfologia pianeggiante, o sub-pianeggiante e basso collinare.

L'ambito di studio, al di fuori dei nuclei urbani, è contraddistinto da un utilizzo prettamente agricolo, costituito dagli elementi del paesaggio rurale in cui risultano prevalenti le colture erbacee e quelle legnose.

In questa tipologia di paesaggio le visuali prevalenti sono quelle profonde fino a notevoli distanze quando non sono ostacolate o limitate dalla presenza di filari arborei o arbustivi che delimitano le aree agricole oppure dalle masse arboree create dalle culture di oliveti, vigneti eucalipteti, e alberi da frutta.

All'interno di tale contesto, gli unici assi di fruizione visiva, che permettono di percepire la presenza delle aree di cantiere, le quali sono tutte localizzate lungo il tratto ferroviario, sono costituiti dalla Strada Provinciale 90 e dalle viabilità secondarie, che corrono rispettivamente parallele al tratto ferroviario oggetto di raddoppio, e dalla viabilità che si sviluppa ortogonalmente all'asse stradale della SP90 ed alla linea ferroviaria storica.

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA Raddoppio Decimomannu - Villamassargia					
	Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R52RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A



Figura 7-11 - Condizioni percettive delle aree di cantiere fisso dalla percorrenza della SP90

Dalla percorrenza di queste strade la percezione dei cantieri è possibile solo in loro prossimità ed è perciò suscettibile di modifiche in relazione alla distanza intercorrente tra l'area di cantiere e il punto di osservazione, inoltre, i cantieri sono visibili solo in assenza di vegetazione arborea o arbustiva.

Solo l'area di cantiere CB01 è ubicata in una zona più distante dalla ferrovia in un'area industriale in cui la percezione del paesaggio è già compromessa.

Ai fini di queste analisi utili a determinare la stima delle possibili modifiche delle condizioni percettive e del paesaggio percettivo è importante considerare che tali cantieri hanno una durata temporale limitata e che le aree saranno ripristinate secondo lo stato originario.

A seguito delle considerazioni fin qui riportate unitamente alla possibilità di ripristinare allo stato originario il quadro scenico nelle aree interessate dai cantieri fissi a conclusione della dimensione costruttiva, l'effetto in questione può essere ritenuto trascurabile

7.3.3 Misure di prevenzione e mitigazione

Al fine di non modificare l'assetto paesaggistico attuale, sarà necessario che, al termine delle lavorazioni, tutte le aree di cantiere fisso e lungo linea siano restituite nella loro condizionale iniziale.

	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA Raddoppio Decimomannu - Villamassargia					
Progetto ambientale della cantierizzazione Relazione generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R52RG	DOCUMENTO CA0000001	REV. A	FOGLIO 206 di 213

8 ASPETTI AMBIENTALI SIGNIFICATIVI

Si riportano nella tabella che segue, a scopo di riepilogativo, i risultati della fase di valutazione di significatività degli aspetti ambientali.

Ai fini di una corretta interpretazione della seguente tabella si precisa che le valutazioni in essa riportate fanno riferimento al livello di significatività dell'effetto ritenuto più rilevanti tra quelli presi in considerazione nell'ambito di ciascuno dei fattori ambientali indagati.

In altri termini, in tutti i casi in cui le analisi condotte hanno portato ad una stima della significatività diversificata per i diversi effetti potenziali considerati nell'ambito di un medesimo fattore ambientale, le valutazioni riportate nella tabella successiva hanno fatto sempre riferimento al maggiore dei livelli tra quelli stimati.

Tabella 8-1 Livelli significatività effetti

LIVELLI SIGNIFICATIVITÀ EFFETTI	Pianificazione e tutela ambientale		Risorse naturali				Emissione e produzione					Risorse antropiche e paesaggio		
	Pianificazione e tutela ambientale	Popolazione e salute umana	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
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
A														
B	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
C														
D														
E														
Legenda														
A	Effetto assente, stima attribuita sia nei casi in cui si ritiene che gli effetti individuati in via teorica non possano determinarsi, quanto anche laddove è possibile considerare che le scelte progettuali operate siano riuscite ad evitare e/o prevenire il loro determinarsi													
B	Effetto trascurabile, stima espressa in tutti quei casi in cui l'effetto potrà avere una rilevanza non significativa, senza il ricorso ad interventi di mitigazione													
C	Effetto mitigato, giudizio assegnato a quelle situazioni nelle quali si ritiene che gli interventi di mitigazione riescano a ridurre la rilevanza. Il giudizio tiene quindi conto dell'efficacia delle misure e degli interventi di mitigazione previsti, stimando con ciò che l'effetto residuo e, quindi, l'effetto nella sua globalità possa essere considerato trascurabile													
D	Effetto oggetto di monitoraggio, stima espressa in quelle particolari circostanze laddove si è ritenuto che le risultanze derivanti dalle analisi condotte dovessero in ogni caso essere suffragate mediante il riscontro derivante dalle attività di monitoraggio													
E	Effetto residuo, stima attribuita in tutti quei casi in cui, pur a fronte delle misure ed interventi per evitare, prevenire e mitigare gli effetti, la loro rilevanza sia sempre significativa													



PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA

Raddoppio Decimomannu - Villamassargia

Progetto ambientale della cantierizzazione

Relazione generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RR0P	02	R52RG	CA0000001	A	208 di 213

ALLEGATI



PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA

Raddoppio Decimomannu - Villamassargia

Progetto ambientale della cantierizzazione

Relazione generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RR0P	02	R52RG	CA0000001	A	209 di 213

ALLEGATO 1
QUADRO NORMATIVO



PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA

Raddoppio Decimomannu - Villamassargia

Progetto ambientale della cantierizzazione

Relazione generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RR0P	02	R52RG	CA0000001	A	209 di 213

ALLEGATO 1
QUADRO NORMATIVO

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 NORMA TIVE 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 Italferr (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] Italferr, 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] Italferr, 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 DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA

Raddoppio Decimomannu - Villamassargia

Progetto ambientale della cantierizzazione

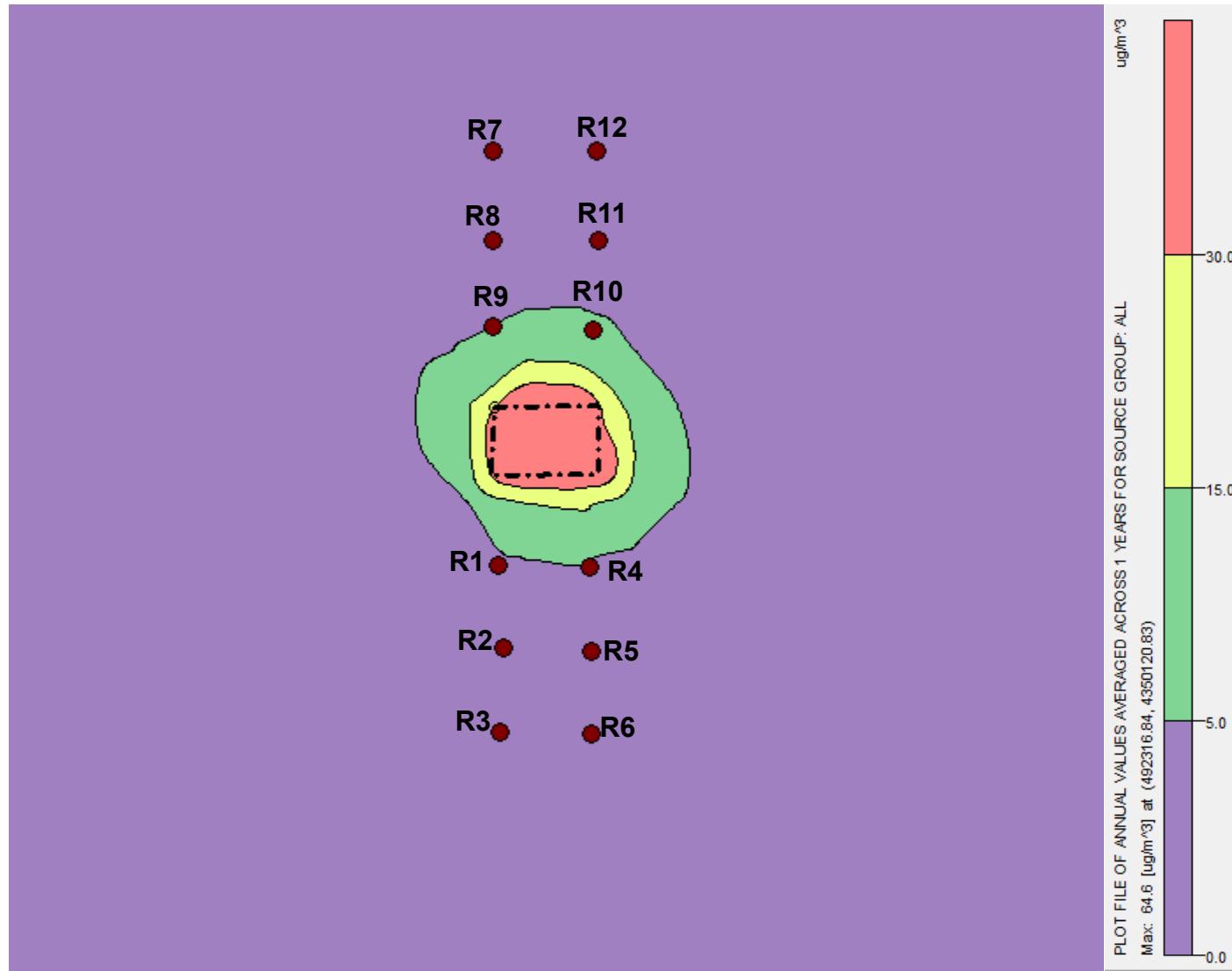
Relazione generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RR0P	02	R52RG	CA0000001	A	210 di 213

ALLEGATO 2

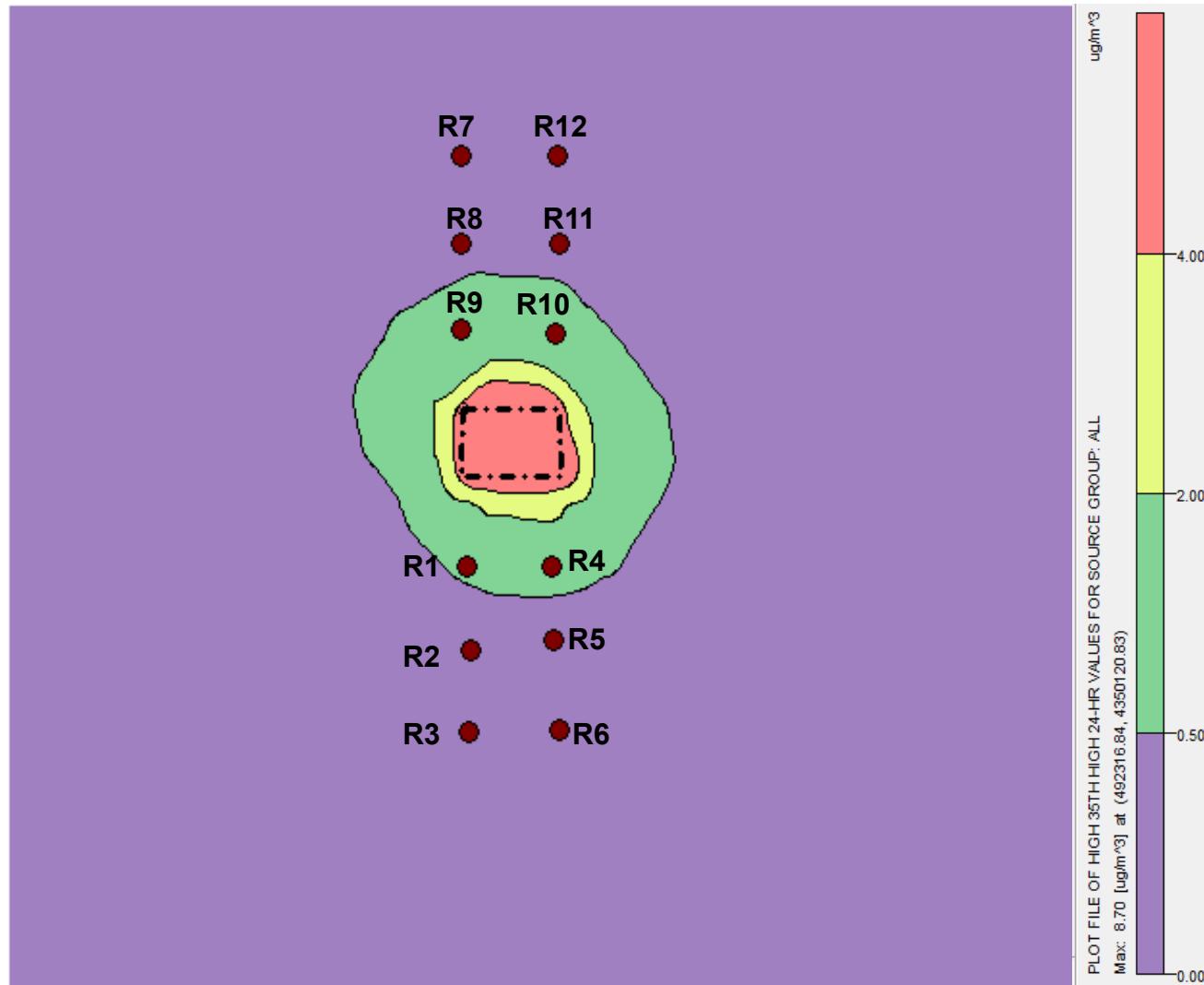
MAPPE DIFFUSIONALI

PM10 - Media annua



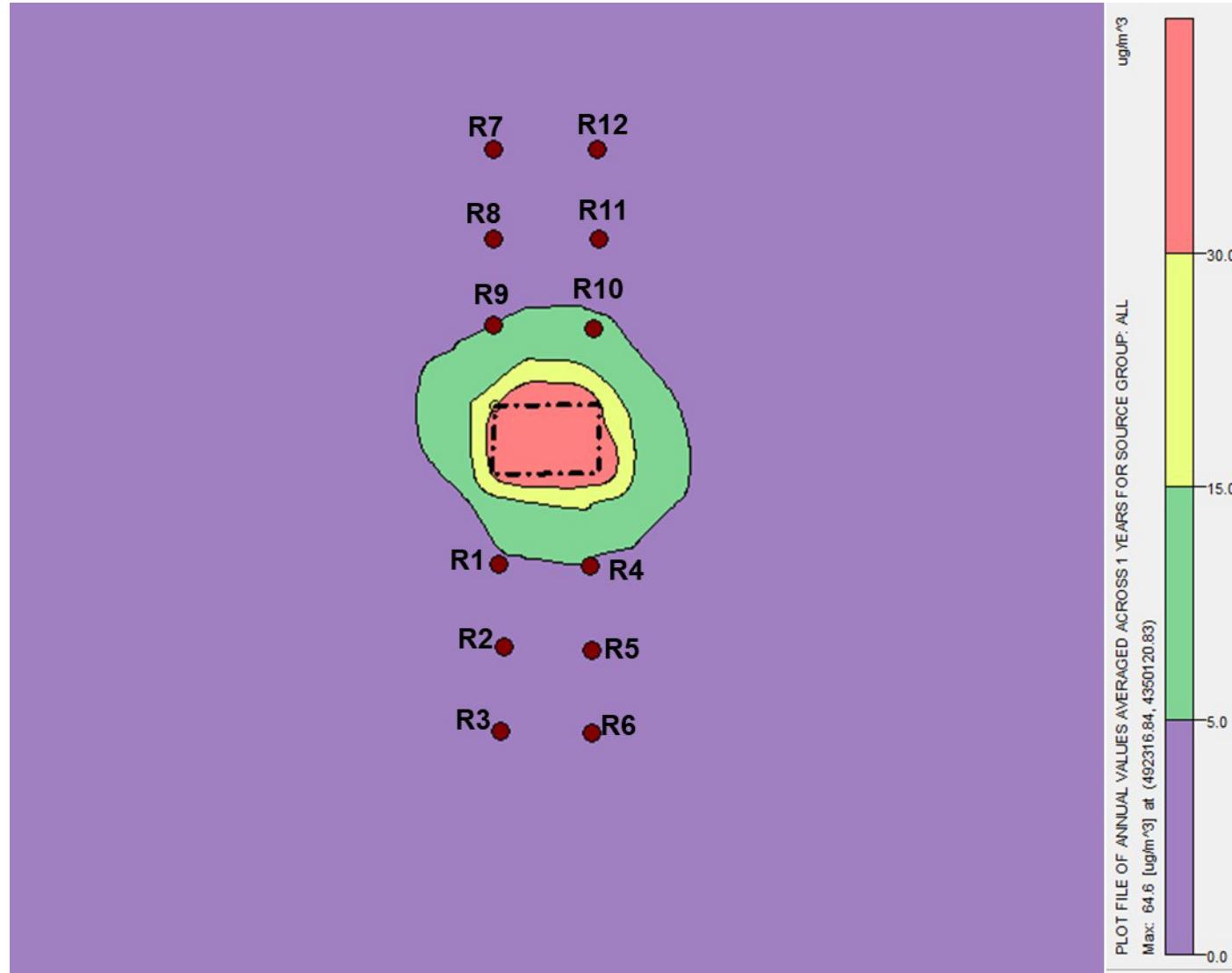
Concentrazione media annua di PM10	
R1	0,21
R2	0,09
R3	0,05
R4	0,26
R5	0,11
R6	0,05
R7	0,06
R8	0,11
R9	0,29
R10	0,35
R11	0,13
R12	0,06

PM10 - 35° massimo della concentrazione giornaliera



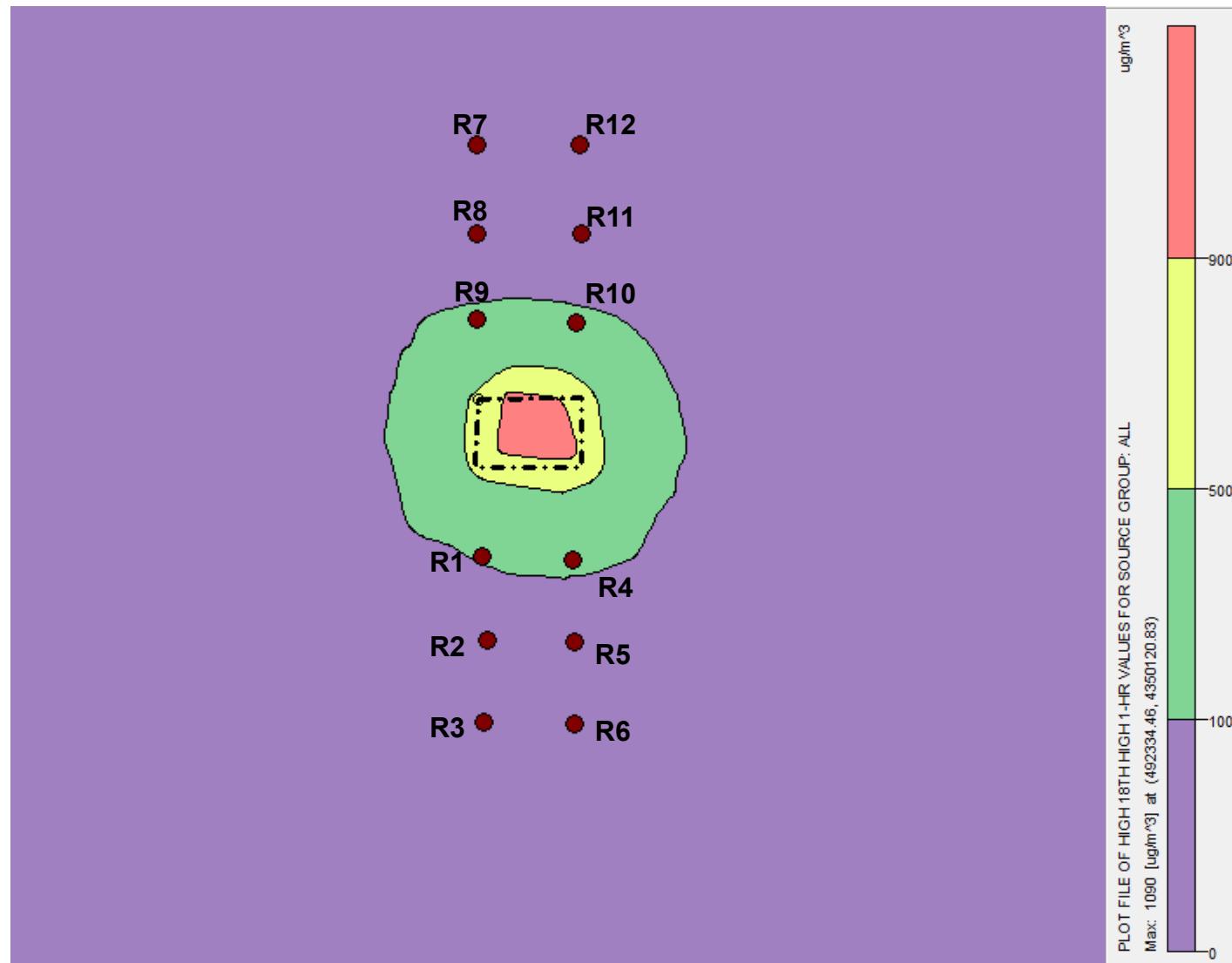
PM10 35° valore delle medie giornaliere	
R1	0,60
R2	0,25
R3	0,13
R4	0,72
R5	0,30
R6	0,15
R7	0,18
R8	0,34
R9	0,88
R10	0,90
R11	0,31
R12	0,16

NOx - Media annua



Concentrazione media annua di NO ₂	
R1	0,37
R2	0,17
R3	0,09
R4	0,47
R5	0,20
R6	0,10
R7	0,11
R8	0,20
R9	0,51
R10	0,62
R11	0,23
R12	0,11

NOx – 18° massimo della concentrazione oraria



R1	10,88
R2	4,55
R3	2,43
R4	12,81
R5	5,25
R6	2,62
R7	2,33
R8	4,76
R9	12,93
R10	12,66
R11	4,39
R12	2,34



PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA

Raddoppio Decimomannu - Villamassargia

Progetto ambientale della cantierizzazione

Relazione generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RR0P	02	R52RG	CA0000001	A	211 di 213

ALLEGATO 3

RISULTATI GRID

X	Y	PM10		NOx	
		Media annua	35° max giornaliero	Media annua	18° max orario
492158,26	4349950,22	0,002	0,005	0,027	2,866
492175,88	4349950,22	0,002	0,006	0,035	3,427
492193,50	4349950,22	0,003	0,008	0,046	4,587
492211,12	4349950,22	0,004	0,010	0,062	4,684
492228,74	4349950,22	0,005	0,014	0,084	5,529
492246,36	4349950,22	0,007	0,018	0,115	6,767
492263,98	4349950,22	0,009	0,022	0,152	6,790
492281,60	4349950,22	0,011	0,027	0,192	7,396
492299,22	4349950,22	0,013	0,031	0,228	7,136
492316,84	4349950,22	0,015	0,035	0,253	7,260
492334,46	4349950,22	0,015	0,038	0,265	7,543
492352,08	4349950,22	0,015	0,040	0,268	7,538
492369,70	4349950,22	0,015	0,043	0,265	7,320
492387,32	4349950,22	0,015	0,043	0,260	7,587
492404,94	4349950,22	0,015	0,042	0,253	7,541
492422,56	4349950,22	0,014	0,040	0,243	6,990
492440,18	4349950,22	0,013	0,039	0,230	6,631
492457,80	4349950,22	0,012	0,036	0,215	5,812
492475,42	4349950,22	0,011	0,034	0,198	5,671
492493,04	4349950,22	0,010	0,030	0,181	5,332
492510,66	4349950,22	0,009	0,027	0,165	5,113
492158,26	4349965,73	0,002	0,005	0,028	3,123
492175,88	4349965,73	0,002	0,006	0,036	3,622
492193,50	4349965,73	0,003	0,009	0,048	4,363
492211,12	4349965,73	0,004	0,011	0,066	5,513
492228,74	4349965,73	0,005	0,016	0,092	6,070
492246,36	4349965,73	0,007	0,021	0,128	7,325
492263,98	4349965,73	0,010	0,026	0,175	8,318
492281,60	4349965,73	0,013	0,031	0,227	8,668
492299,22	4349965,73	0,016	0,037	0,275	8,648
492316,84	4349965,73	0,018	0,043	0,308	8,701
492334,46	4349965,73	0,019	0,046	0,323	8,929
492352,08	4349965,73	0,019	0,050	0,324	8,618
492369,70	4349965,73	0,018	0,052	0,318	8,942
492387,32	4349965,73	0,018	0,051	0,309	8,984
492404,94	4349965,73	0,017	0,049	0,296	8,505
492422,56	4349965,73	0,016	0,046	0,280	8,247
492440,18	4349965,73	0,015	0,043	0,261	7,089
492457,80	4349965,73	0,014	0,040	0,240	6,743
492475,42	4349965,73	0,013	0,037	0,218	6,311
492493,04	4349965,73	0,011	0,033	0,197	6,125
492510,66	4349965,73	0,010	0,028	0,177	5,436
492158,26	4349981,24	0,002	0,006	0,030	3,241

492175,88	4349981,24	0,002	0,007	0,038	3,921
492193,50	4349981,24	0,003	0,009	0,051	4,581
492211,12	4349981,24	0,004	0,013	0,071	6,336
492228,74	4349981,24	0,006	0,018	0,101	6,749
492246,36	4349981,24	0,008	0,025	0,144	8,273
492263,98	4349981,24	0,012	0,032	0,202	10,057
492281,60	4349981,24	0,016	0,038	0,271	10,643
492299,22	4349981,24	0,019	0,046	0,336	10,536
492316,84	4349981,24	0,022	0,054	0,381	10,601
492334,46	4349981,24	0,023	0,057	0,400	10,755
492352,08	4349981,24	0,023	0,062	0,398	10,391
492369,70	4349981,24	0,022	0,064	0,386	10,827
492387,32	4349981,24	0,021	0,060	0,370	10,802
492404,94	4349981,24	0,020	0,057	0,349	9,501
492422,56	4349981,24	0,019	0,054	0,324	9,209
492440,18	4349981,24	0,017	0,049	0,297	8,161
492457,80	4349981,24	0,015	0,044	0,268	7,597
492475,42	4349981,24	0,014	0,040	0,240	7,281
492493,04	4349981,24	0,012	0,035	0,214	6,552
492510,66	4349981,24	0,011	0,030	0,190	5,606
492158,26	4349996,75	0,002	0,006	0,032	3,496
492175,88	4349996,75	0,002	0,008	0,041	4,138
492193,50	4349996,75	0,003	0,010	0,054	4,850
492211,12	4349996,75	0,004	0,013	0,076	6,229
492228,74	4349996,75	0,006	0,020	0,110	8,059
492246,36	4349996,75	0,009	0,030	0,162	9,372
492263,98	4349996,75	0,014	0,040	0,236	11,925
492281,60	4349996,75	0,019	0,049	0,326	12,845
492299,22	4349996,75	0,024	0,059	0,417	13,094
492316,84	4349996,75	0,028	0,069	0,481	12,977
492334,46	4349996,75	0,029	0,074	0,505	13,262
492352,08	4349996,75	0,029	0,078	0,497	13,131
492369,70	4349996,75	0,027	0,076	0,475	13,741
492387,32	4349996,75	0,026	0,072	0,446	12,451
492404,94	4349996,75	0,024	0,069	0,413	12,122
492422,56	4349996,75	0,022	0,063	0,376	10,228
492440,18	4349996,75	0,019	0,055	0,337	9,333
492457,80	4349996,75	0,017	0,049	0,300	8,808
492475,42	4349996,75	0,015	0,042	0,264	8,070
492493,04	4349996,75	0,013	0,037	0,233	7,012
492510,66	4349996,75	0,012	0,031	0,204	5,954
492158,26	4350012,26	0,002	0,007	0,035	3,714
492175,88	4350012,26	0,003	0,009	0,044	4,359
492193,50	4350012,26	0,003	0,012	0,059	5,325
492211,12	4350012,26	0,005	0,016	0,082	6,538
492228,74	4350012,26	0,007	0,022	0,119	9,220

492246,36	4350012,26	0,010	0,035	0,181	10,584
492263,98	4350012,26	0,016	0,049	0,275	13,658
492281,60	4350012,26	0,023	0,062	0,398	15,860
492299,22	4350012,26	0,030	0,079	0,529	16,359
492316,84	4350012,26	0,036	0,091	0,624	16,507
492334,46	4350012,26	0,037	0,097	0,653	17,249
492352,08	4350012,26	0,036	0,098	0,634	17,292
492369,70	4350012,26	0,034	0,096	0,593	16,610
492387,32	4350012,26	0,031	0,090	0,545	16,052
492404,94	4350012,26	0,028	0,081	0,492	13,932
492422,56	4350012,26	0,025	0,071	0,438	11,767
492440,18	4350012,26	0,022	0,062	0,384	10,887
492457,80	4350012,26	0,019	0,053	0,335	9,909
492475,42	4350012,26	0,017	0,046	0,290	8,798
492493,04	4350012,26	0,014	0,038	0,252	7,195
492510,66	4350012,26	0,013	0,032	0,218	6,453
492158,26	4350027,77	0,002	0,008	0,040	3,895
492175,88	4350027,77	0,003	0,011	0,050	4,863
492193,50	4350027,77	0,004	0,013	0,065	5,907
492211,12	4350027,77	0,005	0,019	0,090	7,116
492228,74	4350027,77	0,007	0,025	0,131	9,289
492246,36	4350027,77	0,012	0,038	0,201	12,668
492263,98	4350027,77	0,018	0,061	0,319	16,442
492281,60	4350027,77	0,028	0,083	0,492	19,385
492299,22	4350027,77	0,039	0,106	0,688	21,248
492316,84	4350027,77	0,048	0,124	0,834	21,917
492334,46	4350027,77	0,050	0,130	0,872	22,631
492352,08	4350027,77	0,048	0,130	0,829	22,622
492369,70	4350027,77	0,043	0,123	0,755	20,272
492387,32	4350027,77	0,039	0,110	0,673	19,207
492404,94	4350027,77	0,034	0,096	0,591	15,799
492422,56	4350027,77	0,029	0,082	0,511	14,480
492440,18	4350027,77	0,025	0,069	0,438	12,718
492457,80	4350027,77	0,021	0,058	0,373	11,255
492475,42	4350027,77	0,018	0,047	0,318	9,029
492493,04	4350027,77	0,016	0,039	0,271	7,708
492510,66	4350027,77	0,013	0,033	0,232	6,504
492158,26	4350043,28	0,003	0,009	0,048	4,134
492175,88	4350043,28	0,003	0,012	0,060	5,150
492193,50	4350043,28	0,004	0,014	0,077	6,436
492211,12	4350043,28	0,006	0,023	0,103	8,344
492228,74	4350043,28	0,008	0,031	0,146	10,310
492246,36	4350043,28	0,013	0,045	0,225	14,657
492263,98	4350043,28	0,021	0,072	0,368	19,447
492281,60	4350043,28	0,035	0,110	0,609	24,346
492299,22	4350043,28	0,053	0,145	0,919	28,389

492316,84	4350043,28	0,067	0,169	1,164	29,449
492334,46	4350043,28	0,070	0,179	1,216	31,228
492352,08	4350043,28	0,064	0,177	1,121	31,197
492369,70	4350043,28	0,056	0,154	0,983	27,255
492387,32	4350043,28	0,048	0,134	0,844	23,171
492404,94	4350043,28	0,041	0,112	0,714	19,797
492422,56	4350043,28	0,034	0,094	0,597	16,403
492440,18	4350043,28	0,029	0,076	0,498	14,335
492457,80	4350043,28	0,024	0,062	0,414	11,451
492475,42	4350043,28	0,020	0,051	0,346	9,633
492493,04	4350043,28	0,017	0,040	0,290	7,925
492510,66	4350043,28	0,014	0,035	0,244	6,820
492158,26	4350058,79	0,003	0,011	0,060	4,811
492175,88	4350058,79	0,004	0,014	0,076	5,691
492193,50	4350058,79	0,006	0,017	0,096	7,020
492211,12	4350058,79	0,007	0,023	0,126	9,306
492228,74	4350058,79	0,010	0,037	0,173	11,994
492246,36	4350058,79	0,015	0,054	0,257	15,958
492263,98	4350058,79	0,024	0,087	0,423	23,345
492281,60	4350058,79	0,043	0,142	0,754	31,077
492299,22	4350058,79	0,073	0,212	1,269	38,971
492316,84	4350058,79	0,099	0,254	1,724	44,528
492334,46	4350058,79	0,103	0,270	1,804	46,791
492352,08	4350058,79	0,091	0,255	1,589	42,680
492369,70	4350058,79	0,076	0,210	1,320	34,305
492387,32	4350058,79	0,062	0,161	1,076	27,617
492404,94	4350058,79	0,050	0,133	0,867	22,987
492422,56	4350058,79	0,040	0,105	0,697	19,123
492440,18	4350058,79	0,032	0,083	0,562	15,308
492457,80	4350058,79	0,026	0,065	0,455	12,005
492475,42	4350058,79	0,021	0,054	0,371	9,769
492493,04	4350058,79	0,017	0,044	0,304	8,427
492510,66	4350058,79	0,014	0,036	0,252	6,977
492158,26	4350074,30	0,004	0,014	0,077	5,165
492175,88	4350074,30	0,006	0,018	0,099	6,222
492193,50	4350074,30	0,007	0,025	0,128	7,694
492211,12	4350074,30	0,010	0,031	0,168	10,189
492228,74	4350074,30	0,013	0,039	0,225	14,021
492246,36	4350074,30	0,018	0,062	0,317	20,005
492263,98	4350074,30	0,029	0,103	0,498	29,911
492281,60	4350074,30	0,053	0,198	0,923	45,170
492299,22	4350074,30	0,104	0,319	1,815	60,386
492316,84	4350074,30	0,160	0,427	2,796	73,293
492334,46	4350074,30	0,169	0,446	2,952	75,407
492352,08	4350074,30	0,139	0,385	2,416	69,673
492369,70	4350074,30	0,106	0,294	1,842	52,695

492387,32	4350074,30	0,080	0,206	1,388	37,392
492404,94	4350074,30	0,060	0,152	1,049	28,028
492422,56	4350074,30	0,046	0,116	0,802	19,947
492440,18	4350074,30	0,036	0,089	0,622	15,614
492457,80	4350074,30	0,028	0,070	0,488	12,779
492475,42	4350074,30	0,022	0,057	0,388	10,382
492493,04	4350074,30	0,018	0,046	0,312	8,396
492510,66	4350074,30	0,015	0,038	0,255	7,219
492158,26	4350089,81	0,006	0,018	0,099	5,901
492175,88	4350089,81	0,008	0,023	0,131	7,213
492193,50	4350089,81	0,010	0,032	0,176	8,993
492211,12	4350089,81	0,014	0,045	0,238	11,454
492228,74	4350089,81	0,019	0,061	0,324	15,423
492246,36	4350089,81	0,026	0,087	0,448	24,244
492263,98	4350089,81	0,038	0,125	0,655	37,042
492281,60	4350089,81	0,066	0,212	1,148	65,047
492299,22	4350089,81	0,157	0,521	2,733	101,355
492316,84	4350089,81	0,305	0,816	5,312	141,051
492334,46	4350089,81	0,330	0,875	5,748	154,476
492352,08	4350089,81	0,233	0,623	4,062	116,995
492369,70	4350089,81	0,152	0,400	2,650	71,521
492387,32	4350089,81	0,102	0,259	1,771	44,698
492404,94	4350089,81	0,071	0,175	1,236	30,915
492422,56	4350089,81	0,051	0,126	0,894	21,457
492440,18	4350089,81	0,038	0,094	0,665	16,342
492457,80	4350089,81	0,029	0,073	0,506	12,403
492475,42	4350089,81	0,023	0,056	0,393	10,305
492493,04	4350089,81	0,018	0,044	0,311	8,406
492510,66	4350089,81	0,014	0,036	0,250	7,037
492158,26	4350105,32	0,007	0,022	0,126	6,478
492175,88	4350105,32	0,010	0,030	0,171	7,890
492193,50	4350105,32	0,014	0,043	0,237	9,562
492211,12	4350105,32	0,019	0,059	0,335	12,400
492228,74	4350105,32	0,028	0,084	0,483	17,419
492246,36	4350105,32	0,041	0,130	0,714	26,967
492263,98	4350105,32	0,063	0,205	1,091	45,048
492281,60	4350105,32	0,104	0,337	1,818	87,594
492299,22	4350105,32	0,262	0,832	4,576	209,276
492316,84	4350105,32	0,857	2,311	14,942	378,647
492334,46	4350105,32	0,959	2,594	16,722	476,483
492352,08	4350105,32	0,443	1,154	7,717	206,831
492369,70	4350105,32	0,214	0,531	3,729	91,897
492387,32	4350105,32	0,124	0,302	2,154	51,679
492404,94	4350105,32	0,079	0,190	1,379	31,971
492422,56	4350105,32	0,054	0,132	0,942	22,559
492440,18	4350105,32	0,039	0,096	0,674	15,968

492457,80	4350105,32	0,029	0,071	0,500	12,752
492475,42	4350105,32	0,022	0,056	0,381	10,308
492493,04	4350105,32	0,017	0,044	0,298	8,678
492510,66	4350105,32	0,014	0,036	0,237	7,417
492158,26	4350120,83	0,009	0,027	0,154	6,522
492175,88	4350120,83	0,012	0,036	0,212	7,994
492193,50	4350120,83	0,017	0,051	0,299	9,870
492211,12	4350120,83	0,025	0,075	0,435	12,808
492228,74	4350120,83	0,038	0,116	0,654	18,601
492246,36	4350120,83	0,059	0,180	1,036	29,751
492263,98	4350120,83	0,103	0,315	1,789	50,689
492281,60	4350120,83	0,210	0,622	3,668	110,024
492299,22	4350120,83	0,719	2,077	12,541	353,680
492316,84	4350120,83	3,706	8,701	64,635	1023,542
492334,46	4350120,83	3,642	8,513	63,512	1089,874
492352,08	4350120,83	0,734	1,776	12,794	288,822
492369,70	4350120,83	0,256	0,639	4,463	109,203
492387,32	4350120,83	0,131	0,339	2,290	55,848
492404,94	4350120,83	0,079	0,204	1,377	32,351
492422,56	4350120,83	0,052	0,133	0,908	22,012
492440,18	4350120,83	0,036	0,094	0,636	16,897
492457,80	4350120,83	0,027	0,071	0,466	13,552
492475,42	4350120,83	0,020	0,054	0,353	10,493
492493,04	4350120,83	0,016	0,041	0,274	8,256
492510,66	4350120,83	0,012	0,034	0,218	6,764
492158,26	4350136,34	0,010	0,031	0,179	6,483
492175,88	4350136,34	0,014	0,042	0,246	8,129
492193,50	4350136,34	0,020	0,058	0,347	10,124
492211,12	4350136,34	0,029	0,086	0,503	13,451
492228,74	4350136,34	0,043	0,130	0,756	18,605
492246,36	4350136,34	0,068	0,205	1,194	29,594
492263,98	4350136,34	0,117	0,350	2,049	52,183
492281,60	4350136,34	0,237	0,710	4,131	104,099
492299,22	4350136,34	0,707	2,097	12,324	289,861
492316,84	4350136,34	2,557	7,049	44,586	943,116
492334,46	4350136,34	2,348	5,868	40,944	879,373
492352,08	4350136,34	0,519	1,398	9,047	258,500
492369,70	4350136,34	0,204	0,586	3,552	99,746
492387,32	4350136,34	0,110	0,318	1,919	51,733
492404,94	4350136,34	0,068	0,190	1,182	30,432
492422,56	4350136,34	0,045	0,124	0,789	21,733
492440,18	4350136,34	0,032	0,088	0,557	16,316
492457,80	4350136,34	0,024	0,063	0,411	12,406
492475,42	4350136,34	0,018	0,051	0,312	9,802
492493,04	4350136,34	0,014	0,041	0,243	7,907
492510,66	4350136,34	0,011	0,033	0,194	6,494

492158,26	4350151,85	0,011	0,034	0,199	6,281
492175,88	4350151,85	0,015	0,045	0,270	7,717
492193,50	4350151,85	0,021	0,064	0,373	10,522
492211,12	4350151,85	0,030	0,092	0,527	13,990
492228,74	4350151,85	0,044	0,135	0,765	19,428
492246,36	4350151,85	0,066	0,198	1,149	27,817
492263,98	4350151,85	0,104	0,309	1,808	42,636
492281,60	4350151,85	0,176	0,542	3,075	76,920
492299,22	4350151,85	0,325	0,968	5,667	152,529
492316,84	4350151,85	0,564	1,602	9,836	210,841
492334,46	4350151,85	0,558	1,421	9,740	187,094
492352,08	4350151,85	0,283	0,738	4,937	133,869
492369,70	4350151,85	0,133	0,376	2,326	73,060
492387,32	4350151,85	0,079	0,234	1,380	41,554
492404,94	4350151,85	0,052	0,156	0,907	27,642
492422,56	4350151,85	0,036	0,108	0,631	20,664
492440,18	4350151,85	0,026	0,080	0,459	15,736
492457,80	4350151,85	0,020	0,058	0,345	12,319
492475,42	4350151,85	0,015	0,044	0,266	9,927
492493,04	4350151,85	0,012	0,036	0,210	8,102
492510,66	4350151,85	0,010	0,029	0,169	6,663
492158,26	4350167,36	0,012	0,037	0,213	6,613
492175,88	4350167,36	0,016	0,049	0,283	8,414
492193,50	4350167,36	0,022	0,068	0,382	10,623
492211,12	4350167,36	0,030	0,092	0,522	13,708
492228,74	4350167,36	0,042	0,128	0,725	17,973
492246,36	4350167,36	0,059	0,178	1,026	24,442
492263,98	4350167,36	0,085	0,259	1,487	34,568
492281,60	4350167,36	0,125	0,404	2,187	57,342
492299,22	4350167,36	0,182	0,561	3,172	80,906
492316,84	4350167,36	0,247	0,690	4,306	94,939
492334,46	4350167,36	0,260	0,663	4,531	88,714
492352,08	4350167,36	0,183	0,451	3,190	71,792
492369,70	4350167,36	0,101	0,275	1,755	50,090
492387,32	4350167,36	0,059	0,181	1,037	33,718
492404,94	4350167,36	0,040	0,127	0,690	23,779
492422,56	4350167,36	0,028	0,088	0,493	18,080
492440,18	4350167,36	0,021	0,069	0,368	13,992
492457,80	4350167,36	0,016	0,052	0,283	10,986
492475,42	4350167,36	0,013	0,040	0,223	9,256
492493,04	4350167,36	0,010	0,032	0,179	7,973
492510,66	4350167,36	0,008	0,026	0,146	6,437
492158,26	4350182,87	0,013	0,039	0,222	6,661
492175,88	4350182,87	0,017	0,051	0,289	8,208
492193,50	4350182,87	0,022	0,068	0,379	10,096
492211,12	4350182,87	0,029	0,089	0,500	12,649

492228,74	4350182,87	0,038	0,119	0,666	16,316
492246,36	4350182,87	0,051	0,155	0,895	20,326
492263,98	4350182,87	0,069	0,215	1,203	28,419
492281,60	4350182,87	0,091	0,290	1,593	37,856
492299,22	4350182,87	0,117	0,369	2,043	48,869
492316,84	4350182,87	0,142	0,386	2,471	57,344
492334,46	4350182,87	0,150	0,382	2,608	51,262
492352,08	4350182,87	0,123	0,306	2,149	44,351
492369,70	4350182,87	0,081	0,209	1,405	34,412
492387,32	4350182,87	0,049	0,137	0,861	26,080
492404,94	4350182,87	0,032	0,095	0,562	20,308
492422,56	4350182,87	0,023	0,073	0,398	15,079
492440,18	4350182,87	0,017	0,056	0,299	12,519
492457,80	4350182,87	0,013	0,045	0,234	10,526
492475,42	4350182,87	0,011	0,038	0,187	8,772
492493,04	4350182,87	0,009	0,028	0,152	6,832
492510,66	4350182,87	0,007	0,024	0,125	5,779
492158,26	4350198,38	0,013	0,041	0,226	6,532
492175,88	4350198,38	0,016	0,051	0,288	7,966
492193,50	4350198,38	0,021	0,066	0,367	9,815
492211,12	4350198,38	0,027	0,084	0,470	11,899
492228,74	4350198,38	0,035	0,107	0,602	13,938
492246,36	4350198,38	0,044	0,137	0,769	17,238
492263,98	4350198,38	0,056	0,171	0,972	21,906
492281,60	4350198,38	0,069	0,214	1,198	25,990
492299,22	4350198,38	0,082	0,247	1,426	32,499
492316,84	4350198,38	0,093	0,263	1,614	35,306
492334,46	4350198,38	0,096	0,244	1,679	33,679
492352,08	4350198,38	0,086	0,206	1,491	30,603
492369,70	4350198,38	0,063	0,159	1,107	25,913
492387,32	4350198,38	0,042	0,113	0,739	21,501
492404,94	4350198,38	0,028	0,082	0,488	17,098
492422,56	4350198,38	0,020	0,055	0,341	12,983
492440,18	4350198,38	0,014	0,045	0,253	10,281
492457,80	4350198,38	0,011	0,038	0,197	8,484
492475,42	4350198,38	0,009	0,033	0,158	7,197
492493,04	4350198,38	0,007	0,026	0,130	6,588
492510,66	4350198,38	0,006	0,022	0,108	5,860
492158,26	4350213,89	0,013	0,040	0,226	6,375
492175,88	4350213,89	0,016	0,050	0,281	7,518
492193,50	4350213,89	0,020	0,061	0,350	8,942
492211,12	4350213,89	0,025	0,076	0,434	10,562
492228,74	4350213,89	0,031	0,096	0,537	12,179
492246,36	4350213,89	0,038	0,116	0,657	15,143
492263,98	4350213,89	0,045	0,139	0,790	17,103
492281,60	4350213,89	0,053	0,161	0,925	19,717

492299,22	4350213,89	0,060	0,180	1,046	22,188
492316,84	4350213,89	0,065	0,184	1,133	25,005
492334,46	4350213,89	0,066	0,171	1,159	24,133
492352,08	4350213,89	0,061	0,147	1,068	22,320
492369,70	4350213,89	0,049	0,117	0,861	20,254
492387,32	4350213,89	0,036	0,088	0,625	17,366
492404,94	4350213,89	0,025	0,067	0,433	14,289
492422,56	4350213,89	0,017	0,051	0,303	11,609
492440,18	4350213,89	0,013	0,039	0,223	9,219
492457,80	4350213,89	0,010	0,032	0,172	7,466
492475,42	4350213,89	0,008	0,025	0,138	6,417
492493,04	4350213,89	0,007	0,023	0,113	5,576
492510,66	4350213,89	0,005	0,020	0,095	4,757
492158,26	4350229,40	0,013	0,039	0,222	5,944
492175,88	4350229,40	0,016	0,047	0,270	6,903
492193,50	4350229,40	0,019	0,058	0,328	8,421
492211,12	4350229,40	0,023	0,071	0,396	9,460
492228,74	4350229,40	0,027	0,084	0,474	10,743
492246,36	4350229,40	0,032	0,098	0,560	12,592
492263,98	4350229,40	0,037	0,114	0,647	13,723
492281,60	4350229,40	0,042	0,129	0,729	15,051
492299,22	4350229,40	0,045	0,138	0,793	16,522
492316,84	4350229,40	0,048	0,136	0,833	18,233
492334,46	4350229,40	0,048	0,125	0,839	17,760
492352,08	4350229,40	0,045	0,108	0,787	16,742
492369,70	4350229,40	0,038	0,090	0,669	15,854
492387,32	4350229,40	0,030	0,072	0,519	14,272
492404,94	4350229,40	0,022	0,052	0,381	12,443
492422,56	4350229,40	0,016	0,041	0,275	10,360
492440,18	4350229,40	0,012	0,034	0,202	8,606
492457,80	4350229,40	0,009	0,029	0,155	7,177
492475,42	4350229,40	0,007	0,023	0,123	5,833
492493,04	4350229,40	0,006	0,018	0,101	5,080
492510,66	4350229,40	0,005	0,017	0,085	4,410
492158,26	4350244,91	0,012	0,038	0,215	5,696
492175,88	4350244,91	0,015	0,045	0,257	6,849
492193,50	4350244,91	0,017	0,054	0,305	7,357
492211,12	4350244,91	0,021	0,064	0,359	8,356
492228,74	4350244,91	0,024	0,074	0,417	9,296
492246,36	4350244,91	0,027	0,083	0,478	10,415
492263,98	4350244,91	0,031	0,093	0,535	11,534
492281,60	4350244,91	0,033	0,105	0,584	12,024
492299,22	4350244,91	0,035	0,108	0,617	13,287
492316,84	4350244,91	0,036	0,104	0,634	14,251
492334,46	4350244,91	0,036	0,097	0,630	14,314
492352,08	4350244,91	0,034	0,082	0,595	13,439

492369,70	4350244,91	0,030	0,070	0,523	12,978
492387,32	4350244,91	0,025	0,057	0,428	11,915
492404,94	4350244,91	0,019	0,043	0,330	10,569
492422,56	4350244,91	0,014	0,034	0,248	9,172
492440,18	4350244,91	0,011	0,029	0,186	7,921
492457,80	4350244,91	0,008	0,024	0,142	6,609
492475,42	4350244,91	0,006	0,021	0,113	5,547
492493,04	4350244,91	0,005	0,017	0,092	4,695
492510,66	4350244,91	0,004	0,014	0,077	4,105
492158,26	4350260,42	0,012	0,036	0,207	5,492
492175,88	4350260,42	0,014	0,042	0,242	5,941
492193,50	4350260,42	0,016	0,050	0,281	6,710
492211,12	4350260,42	0,019	0,058	0,323	7,251
492228,74	4350260,42	0,021	0,066	0,367	7,914
492246,36	4350260,42	0,023	0,072	0,409	8,698
492263,98	4350260,42	0,026	0,079	0,446	9,507
492281,60	4350260,42	0,027	0,086	0,474	9,805
492299,22	4350260,42	0,028	0,087	0,490	10,902
492316,84	4350260,42	0,028	0,084	0,495	11,372
492334,46	4350260,42	0,028	0,075	0,487	11,572
492352,08	4350260,42	0,026	0,064	0,460	11,279
492369,70	4350260,42	0,024	0,054	0,414	10,716
492387,32	4350260,42	0,020	0,046	0,352	9,860
492404,94	4350260,42	0,016	0,036	0,284	9,087
492422,56	4350260,42	0,013	0,030	0,221	8,200
492440,18	4350260,42	0,010	0,023	0,171	7,163
492457,80	4350260,42	0,008	0,021	0,132	6,125
492475,42	4350260,42	0,006	0,019	0,105	5,106
492493,04	4350260,42	0,005	0,016	0,085	4,500
492510,66	4350260,42	0,004	0,013	0,071	3,843

R1	492309,18	4350086,05	0,210	0,601	3,668	108,800
R2	492310,45	4350060,31	0,095	0,252	1,650	45,533
R3	492309,40	4350034,38	0,051	0,132	0,893	24,273
R4	492337,23	4350086,41	0,270	0,727	4,705	128,102
R5	492337,48	4350062,95	0,115	0,302	2,004	52,496
R6	492339,60	4350034,93	0,057	0,150	1,000	26,216
R7	492307,11	4350214,12	0,062	0,184	1,085	23,277
R8	492307,37	4350186,46	0,117	0,349	2,041	47,639
R9	492307,39	4350159,70	0,291	0,890	5,076	129,333
R10	492338,39	4350158,76	0,358	0,903	6,237	126,577
R11	492339,85	4350186,51	0,130	0,318	2,275	43,888
R12	492339,10	4350214,16	0,065	0,164	1,142	23,351



PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA

Raddoppio Decimomannu - Villamassargia

Progetto ambientale della cantierizzazione

Relazione generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RR0P	02	R52RG	CA0000001	A	212 di 213

ALLEGATO 4

MAPPE DIFFUSIONALI



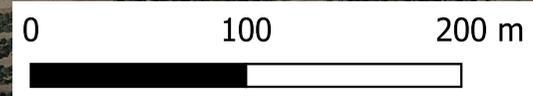
Edificio

 Edifici senza superamento

 Edifici con superamento

 Area cantiere

Google Hybrid





PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA

Raddoppio Decimomannu - Villamassargia

Progetto ambientale della cantierizzazione

Relazione generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RR0P	02	R52RG	CA0000001	A	213 di 213

ALLEGATO 5

RISULTATI GRID

Edificio

- Edifici senza superamento
- Edifici senza superamento grazie a barriere antirumore
- Barriera antirumore
- Area Tecnica AT.04
- Area cantiere

Google Hybrid

