

S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389

PROGETTO DEFINITIVO

COD. CA22

PROGETTAZIONE: ANAS – DIREZIONE PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE LAVORI

PROGETTISTA E RESPONSABILE INTEGRATORE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE

Ing. M. RASIMELLI
Ordine Ingegneri Provincia di Perugia n. A632

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

Ing. D. BONADIES Ing. M. PROCACCI
Ing. P. LOSPENNATO Ing. R. CERQUIGLINI
Ing. S. PELLEGRINI Ing. M. CARAFFINI
Ing. A. POLLI Geom. M. BINAGLIA
Ing. M. MARELLI
Ing. A. LUCIA

IL RESPONSABILE DEL S.I.A.

Arch. E. RASIMELLI

IL GEOLOGO

Dott. S. PIAZZOLI

COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE

Ing. L. IOVINE

VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO

Ing. F. RUGGIERI

PROTOCOLLO

DATA:

IL GRUPPO DI PROGETTAZIONE:



MANDATARIA



PINI SWISS ENGINEERS SA
Via Borsari 7 - 41013 Lussemburgo - Svizzera

MANDANTE



PINI SWISS ENGINEERS Srl
Via Cavallotti 3 - 00044 (Lanusei) - Italia

MANDANTE

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE RELAZIONE S.I.A.

CODICE PROGETTO

PROGETTO:

D	P	C	A	2	2
---	---	---	---	---	---

 LIV. PROG.:

D

 N. PROG.:

2	0	0	2
---	---	---	---

NOME FILE

T00_IA00_AMB_RE01_A

REVISIONE

PAG.

CODICE ELAB.

T	0	0
---	---	---

I	A	0	0
---	---	---	---

A	M	B
---	---	---

R	E	0	1
---	---	---	---

A

1 di 227

D					
C					
B					
A	PRIMA EMISSIONE	SETT. 2020	STRANI	LOSPENNATO	RASIMELLI
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

INDICE

1	PREMESSA	6
1.1	Il metodo ed i contenuti generali dello studio	6
1.2	Inquadramento territoriale del progetto	7
1.3	Finalità e motivazioni strategiche del progetto	9
1.4	Il progetto e le ricadute socio -economiche	10
1.5	Legislazione e normativa di riferimento	12
2	ANALISI DEGLI STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE	14
2.1	L'individuazione degli strumenti di pertinenza all'opera	14
2.1.1	Il sistema dei vincoli e gli ambiti di tutela ambientale e naturalistica	14
2.2	Verifica di conformità e coerenza	17
2.2.1	Verifica di coerenza con gli obiettivi degli strumenti di pianificazione	17
2.2.2	Conformità e coerenze con le disposizioni di tutela	23
3	STUDIO TRASPORTISTICO	25
4	DESCRIZIONE DEL PROGETTO	28
4.1	Alternative tecnologiche e localizzative del progetto	28
4.2	Caratteristiche morfologiche e dimensionali del progetto	31
4.3	Descrizione dei metodi produttivi, della natura e della quantità dei materiali impiegati	36
4.4	Descrizione delle soluzioni tecniche scelte con riferimento alle migliori tecnologie disponibili	37
4.5	Cantierizzazione	48
4.6	Caratterizzazione ambientale acque e suolo	50

4.6.1	Set analitico su terreni e rocce _____	53
4.6.2	Set analitico sulle acque _____	54
4.6.3	Set analitico ai fini dell'omologa rifiuto _____	55
4.6.4	Risultati delle indagini ambientali _____	55
4.7	Bilancio delle materie _____	61
4.8	Percorsi per il trasporto del materiale _____	63
4.9	Analisi incidentale e di rischio _____	69
4.10	L'impatto visivo dell'opera _____	71
4.11	Simulazione dell'impatto paesaggistico dell'intervento _____	73
5	DESCRIZIONE DEI FATTORI POTENZIALMENTE INTERESSATI DAL PROGETTO _	76
5.1	Inquadramento socio-economico _____	76
5.1.1	Premessa _____	76
5.1.2	Popolazione _____	77
5.1.3	Le attività produttive _____	80
5.1.4	Ambiente urbano e rurale _____	83
5.1.5	Patrimonio storico – culturale _____	86
5.1.6	Conclusioni _____	90
5.2	Atmosfera _____	92
5.2.1	Elementi del clima _____	92
5.2.2	Direzione ed intensità dei venti _____	95
5.2.3	Temperature _____	99
5.2.4	Pluviometria _____	101
5.2.5	Inquadramento ricettori _____	105
5.2.6	Qualità dell'aria stato attuale _____	106
5.2.7	Fattori di emissione _____	112
5.2.8	Simulazione qualità dell'aria allo stato di progetto _____	115
5.2.9	Impatto derivante dalla fase di cantiere _____	118
5.2.10	Mitigazioni nella fase di cantiere _____	123
5.3	Rumore _____	129
5.3.1	Strumenti di pianificazione _____	129

5.3.2	Censimento ricettori _____	135
5.3.3	Clima acustico da traffico stradale _____	136
5.3.4	Modello di propagazione acustica _____	143
5.3.5	Taratura del modello _____	147
5.3.6	Impatto acustico post operam _____	149
5.3.7	Impatto acustico di cantiere _____	151
5.3.8	Mitigazioni acustiche _____	154
5.4	Vibrazioni _____	156
5.5	Acque superficiali e sotterranee _____	157
5.5.1	Quadro descrittivo _____	157
5.5.2	Impatto dell'opera _____	157
5.5.3	Impatto in fase di cantiere _____	158
5.6	Suolo e sottosuolo _____	161
5.6.1	Quadro geopedologico _____	161
5.6.2	Impatto dell'opera _____	166
5.6.3	Mitigazioni in fase di cantiere _____	168
5.7	Componenti biotiche: fauna e vegetazione _____	177
5.7.1	Aspetti generali e normativi _____	177
5.7.2	Fauna _____	178
5.7.2.1	Scelta degli indicatori _____	180
5.7.2.2	Analisi degli indicatori positivi _____	181
5.7.2.3	Indicatori negativi _____	189
5.7.3	La vegetazione _____	193
5.7.3.1	Analisi della vegetazione _____	193
5.8	Inquadramento geologico, geomorfologico e idrogeologico _____	201
5.8.1	Geologia _____	201
5.8.2	Idrogeologia _____	202
5.8.3	Inquadramento geomorfologico _____	203
5.8.4	Valutazione del rischio _____	203
5.8.5	Impatto dell'opera stradale _____	204
5.9	Paesaggio _____	205
5.9.1	Il contesto paesaggistico d'area vasta _____	205
5.9.2	La struttura del paesaggio nell'area di intervento ante e post operam _____	206

5.9.3	Aspetti percettivi ante e post operam _____	217
5.9.4	Analisi delle alterazioni inducibili in fase di cantiere _____	225
6	VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI _____	228
6.1	Descrizione dei fattori di impatto ed annesse mitigazioni _____	229
6.1.1	Impatti negativi _____	229
6.1.2	Impatti positivi _____	235
6.2	Le matrici _____	237
6.2.1	La matrice complessiva _____	237
6.2.2	Le matrici a singola componente _____	242

1 PREMESSA

1.1 Il metodo ed i contenuti generali dello studio

Il metodo seguito per la predisposizione dello Studio di Impatto Ambientale della variante alla SS 389, tra gli svincoli di Villagrande Strisaili e di Arzana, persegue l'obiettivo di valutare la coerenza tra l'attività di costruzione e di utilizzo della strada e i caratteri di sensibilità delle componenti ambientali, socioeconomiche e storico culturali del contesto territoriale in cui si inserisce.

Lo studio di impatto, fa riferimento al progetto definitivo della strada suddetta; l'opera è stata già progettata negli anni 2007-2009 a livello di progetto definitivo, il cui iter si è poi interrotto per decadenza dei termini. L'attuale progetto definitivo, analizzato nel presente Studio di Impatto Ambientale, riprende alcuni temi sviluppati all'epoca, adeguandoli alle nuove soluzioni progettuali ed alle normative vigenti.

L'opera oggetto di studio è sottoposta a V.I.A., ai sensi del D. Lgs. 152/2006 e delle disposizioni correttive del D. Lgs. 128/2010 e del D.lgs. 16 giugno 2017 n. 104 che con la D.G.R. 45/24 del 27.09.2017, ha ridefinito le procedure e la modulistica per la presentazione di istanze di "VIA".

Nello specifico, il progetto in esame è compreso nell'Allegato II bis alla Parte II del D. Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii, punto 2 "Progetti di infrastrutture" lettera c: "*Strade extraurbane secondarie di interesse nazionale*", quindi dovrebbe essere sottoposto a procedimento di assoggettabilità a VIA di competenza statale. Vista la presenza nell'area di studio di un SIC di interesse comunitario, il procedimento diviene di VIA ai sensi del Codice Ambiente, Art. 6, punto 7, lettera b).

In merito alla compatibilità ambientale, l'intervento in esame prevede la realizzazione di un'infrastruttura di categoria C1 "strada extraurbana secondaria" ex DM 05/11/2001, **che interferisce** come detto con aree naturali protette e Siti Natura 2000 e che, pertanto, ai sensi del Dlgs 152/2006 e ss.mm.ii. è da sottoporre a VIA.

In merito alla competenza di tale procedura, come evidenziato in precedenza, così come regolamentata dallo stesso D.Lgs 152/2006 e ss.mm.ii., gli atti legislativi di individuazione della rete stradale ed autostradale di interesse nazionale – costituiti dal D.Lgs. 461/1999 e successivo DPCM 21.09.2001 (ulteriori DPCM 20.02.2018 di aggiornamento non hanno modificato gli elenchi per la regione Sardegna) – **comprendono** la S.S. 389 di Buddiso' e del Corr'e Boi, per il tratto interessato dal progetto, nell'elenco delle strade di interesse nazionale, così come indicato nelle tabelle ad essi allegate. Il procedimento di VIA è di competenza statale ai sensi del D. Lgs 152/2006, Parte seconda Allegato II bis.

Lo studio, redatto secondo quanto contenuto nell'Allegato VII alla Parte Seconda del D. lgs 152, consiste in:

- descrizione del progetto su scala territoriale e locale;
- studio dettagliato dei processi territoriali in atto;
- valutazione degli effetti di interferenza indotti dai fattori di impatto sulle singole componenti ambientali;
- valutazione degli effetti complessivi del progetto sull'ambiente.

Ai fini del progetto di variante, sono analizzate le seguenti componenti:

- atmosfera e clima;
- rumore e vibrazioni;
- suolo e sottosuolo (quadro geologico strutturale, quadro geomorfologico, quadro geopedologico);
- acque superficiali e sotterranee;
- flora e fauna;
- paesaggi sociali, insediativi e storico -culturali;

La caratterizzazione delle componenti viene effettuata mediante l'analisi dello stato attuale, la previsione degli impatti e delle misure di mitigazione.

La costruzione della strada viene valutata in tre momenti:

- stato attuale ed annessa ipotesi della "no action" (alternativa zero);
- periodo di realizzazione dell'opera;
- utilizzo dell'opera finita.

1.2 Inquadramento territoriale del progetto

L'area interessata dal progetto è situata geograficamente nella regione dell'Ogliastra (parte centro orientale della Sardegna) e ricade nelle zone a ovest dell'alto Flumendosa, nella vallata del Rio Sicaderba. I Comuni interessati territorialmente dal progetto sono Villagrande Strisaili e Arzana, entrambi in Provincia dell'Ogliastra.

Su scala più vasta si può identificare la zona compresa tra valle del Rio Sicaderba, che rappresenta un importante punto di passaggio verso Nuoro e la SS 131 DIR, la costa ed in direzione della Strada Orientale Sarda, per le popolazioni dei paesi interni dell'Ogliastra.

Il tratto più significativo è quello che si sviluppa lungo il percorso del Rio Sicaderba andando da una quota di 852 s.l.m. a 820 s.l.m., che è compreso all'interno dell'omonimo Sito di Interesse Comunitario ITB 002215.

Dal punto di vista cartografico l'area ricade nella carta d'Italia in scala 1:25.000 I.G.M.I., Foglio 531, sez. 4 "Villanova Strisaili".

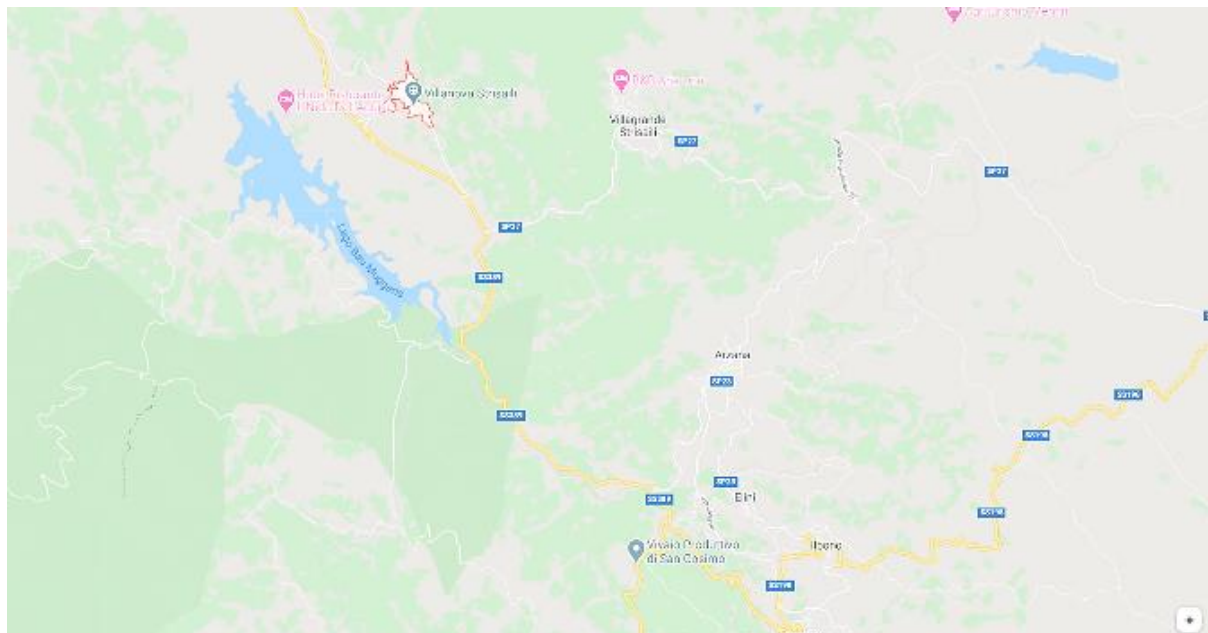


Figura 1 – Inquadramento territoriale

Il progetto attraversa marginalmente un sito di interesse comunitario, ITB0022515 "Riu Sicaderba", e il Parco Nazionale del Gennargentu e del Golfo di Orosei, istituito con D.P.R. del 30/03/1998, pubblicato sulla G.U. serie generale n. 110 del 14/05/1998, che risulta essere attualmente sospeso. Nell'immagine seguente si riporta la scheda del sito ITB022215; il sito in rapporto al tracciato di progetto dell'opera è meglio rappresentato nella tavola T00-IA00-AMB-CT13-A Carta Ecosistemi.

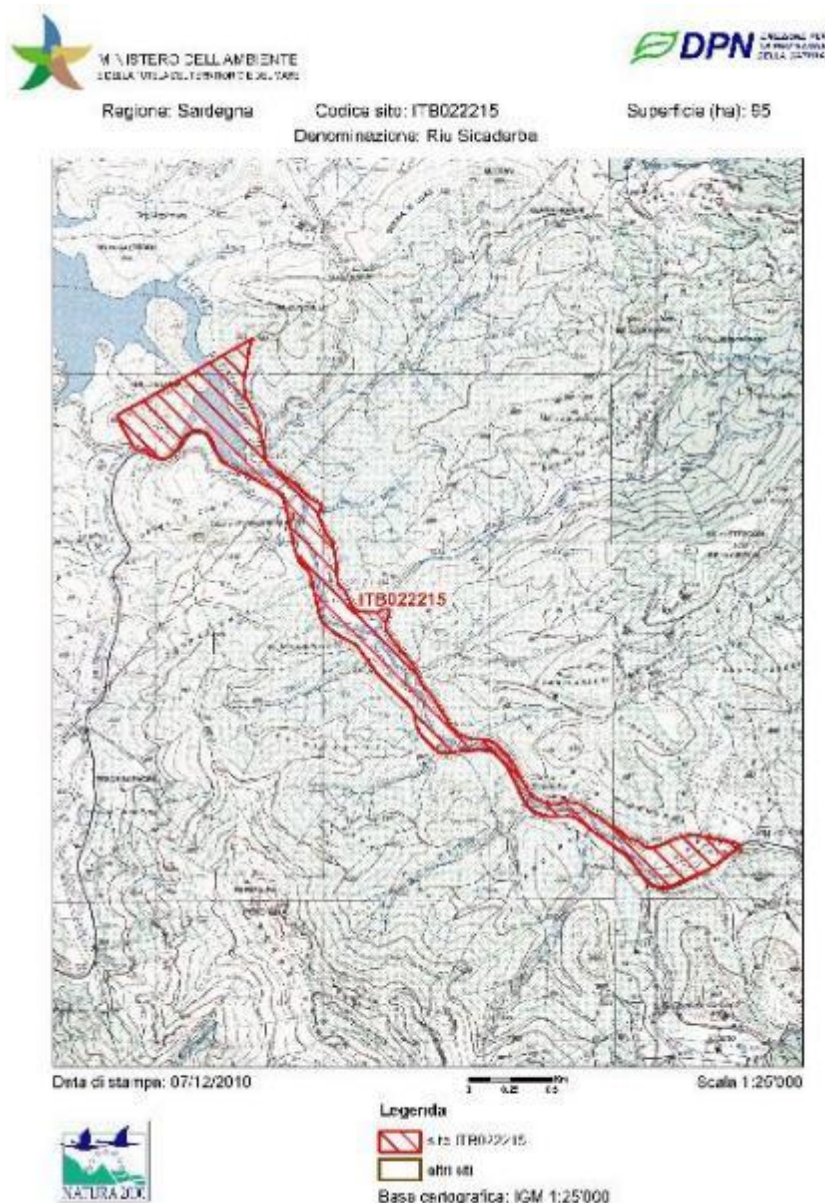


Figura 2 – Area SIC ITB022215

1.3 Finalità e motivazioni strategiche del progetto

L'indirizzo economico scelto negli ultimi anni dalla Sardegna, è prevalentemente, quello turistico. Le zone costiere, ormai da tempo basano quasi completamente la loro economia sul turismo, ed ultimamente sul turismo ambientale. Solo negli ultimi anni, si sta tentando di estendere questo tipo di sviluppo anche alle zone interne, valorizzandone le peculiarità sotto diversi aspetti e rendendole accessibili e quindi fruibili a tutti.

Caso emblematico da questo punto di vista rappresenta l'Ogliastra; tale zona, famosa per le bellissime coste, è particolarmente disagiata per ciò che riguarda i collegamenti e questo ha

causato una scarsa conoscenza delle bellezze delle zone interne e delle attività economiche tradizionali.

Alla luce di quanto esposto, risulta evidente che, un collegamento stradale più agevole e sicuro non può che essere considerato utile sotto diversi punti di vista.

Gli abitanti del luogo avranno maggiore facilità negli spostamenti, tutte le attività economiche, comprese le tradizionali, saranno agevolate negli scambi, i turisti potranno fruire di Monumenti Naturali, Parchi ed Aree Archeologiche dei quali è ricca la regione; infine, la difesa del territorio dagli incendi, dramma particolarmente sentito in questa zona, sarà più rapida ed efficace.

L'obiettivo primario dell'opera in esame, è il miglioramento dei livelli di servizio del tratto della SS 389 compreso tra lo svincolo di Villagrande Strisaili e lo svincolo di Arzana permettendo così una continuità viaria con opere già in fase di realizzazione.

Un altro tratto della strada (circa 35 km) è già stato realizzato e sostituendosi al vecchio tracciato ha portato la velocità di percorrenza da 40/45 km/h sino a 80/100 km/h, dimezzando i tempi di percorrenza e garantendo all'utenza migliori condizioni di percorrenza in termini di confort e sicurezza.

L'obiettivo è quello di portare tutta la strada ad una velocità di percorrenza nell'ordine di 80/100 km/h in modo da ridurre le distanze sia tra i comuni montani dell'Ogliastra che con Lanusei e Tortolì che costituiscono i centri principali della nuova provincia, determinando quindi un rafforzamento del sistema insediativo locale.

Inoltre, l'ammodernamento della SS 389 riveste un importante ruolo anche su scala regionale costituendo il collegamento tra la SS 131 DCN e la nuova SS 125, passando attraverso Tortolì; ciò consentirà un collegamento tra la provincia di Nuoro e quella dell'Ogliastra con il capoluogo regionale in tempi ragionevoli ed equi per tutti i comuni, anche quelli più interni.

E' dunque molto forte l'importanza strategica del completamento della strada anche in previsione dello sviluppo della zona, perché porterebbe ad un riassetto territoriale-transportistico con delle ricadute positive sul sistema socio-economico, le cui difficoltà, a detta delle comunità locali, derivano dalle criticità della rete viaria.

1.4 Il progetto e le ricadute socio-economiche

Il quadro socio-economico è un valido strumento per valutare i cambiamenti, positivi e negativi, che la realizzazione del progetto potrebbe apportare alle popolazioni residenti. L'Ogliastra, e più in generale la Sardegna Centro-Orientale, è una zona geografica che soffre maggiormente il fenomeno dello spopolamento, principalmente dovuto all'abbandono delle aree interne a favore delle coste o dei centri urbani di maggiori dimensioni. Lo spopolamento,

già di per se di elevata gravità, amplifica i vari problemi delle realtà rurali interne, tra cui la mancanza o perdita di servizi pubblici, l'aumento della disoccupazione, diminuzione del reddito pro capite e rallentata diversificazione dell'attività produttiva.

Nei comuni interni persiste in prevalenza un'attività primaria di tipo tradizionale (agricoltura e allevamento); l'alternativa a questa attività è la dipendenza da alcuni servizi non vendibili, soprattutto della pubblica amministrazione (servizi pubblici primari e enti regionali addetti alla sistemazione idraulico -forestale).

Una delle cause importanti dell'impoverimento economico e demografico può essere indicata nella mancanza di importanti reti di comunicazione e di conseguenza nel forte isolamento geografico.

Le realtà territoriali più povere, pur occupando la maggior superficie geografica e avendo molte risorse ambientali di pregio, risultano strutturalmente più deboli, soprattutto in ragione di una forte dipendenza rispetto ai poli insediativi e produttivi maggiori. Si riscontrano, infatti, i più bassi valori di reddito pro-capite e la più alta percentuale di disoccupati.

I Comuni di Arzana e Villagrande Strisaili e i restanti Comuni che gravitano nell'area in oggetto, rientrano senza dubbio nelle aree soggette a questo genere di problemi.

I dati relativi alla popolazione, secondo l'ultimo censimento ISTAT del 2016, indicavano per i comuni di Villagrande Strisaili e Arzana una popolazione rispettivamente di 3.243 e 2.431 abitanti, con una densità di popolazione rispettivamente di 17,0 abitanti per Km² e 15,0 abitanti per Km², rispetto all'intera provincia di Nuoro con una densità di popolazione pari a 27,8 abitanti per Km².

La tipologia di attività imprenditoriale più diffusa nel territorio dei due comuni è quella relativa al commercio destinato sia all'ingrosso che al dettaglio, che nel comune di Arzana è rappresentata all'incirca dal 36%, sul totale delle attività presenti, con 56 addetti occupati mentre in quello di Villagrande da circa il 37% con 91 addetti occupati.

Nonostante la presenza di un paesaggio particolarmente suggestivo, tra i settori meno sviluppati c'è quello turistico, infatti, dalle statistiche risulta che i due comuni sono estremamente carenti di strutture ricettive.

A questi si aggiunge la presenza di altre attività turistiche che contano diverse migliaia di presenze annuali e, sempre dal punto di vista naturalistico, le escursioni con visite guidate a carattere archeologico-naturalistico, e le vie di arrampicata libera e i percorsi di trekking.

Considerata la vicinanza con le strutture aeroportuali e portuali di Tortolì e Arbatax, questo settore potrebbe rappresentare una fonte di sviluppo alternativa ai settori tradizionali.

In questo contesto, la realizzazione dell'opera in progetto può rappresentare un passo in avanti per lo sviluppo economico della zona, in quanto permetterebbe un miglioramento significativo e un della rete viaria esistente ed in fase di realizzazione.

1.5 Legislazione e normativa di riferimento

Lo Studio di Impatto Ambientale si inquadra nell'ambito delle norme europee nazionali e regionali in materia di Valutazione di Impatto Ambientale elencate di seguito.

Normativa Europea

Direttiva 85/337/CEE del Consiglio del 27 Giugno 1985

Concernente la valutazione di impatto ambientale di determinati progetti pubblici e privati

Direttiva 97/11/CEE del Consiglio del 3 Marzo 1997

Modifiche alla Direttiva 85/337/CEE

Normativa Nazionale

D.P.C.M. 10 Agosto 1988 n.377

Regolamentazione delle pronunce di compatibilità ambientale di cui all'articolo 6 della legge dell'8 luglio 1986, n.349, recante istituzione del Ministero dell'Ambiente e norme in materia di danno ambientale.

D.P.C.M. 27 Dicembre 1988

Norme tecniche per la redazione degli studi di impatto ambientale e la formulazione del giudizio di compatibilità di cui all'art. 6, L. 8 Luglio 1986, n. 349, adottate ai sensi dell'art 3 del D.P.C.M. 10 Agosto 1988, n. 377.

Art. 40, comma I della legge del 22 Febbraio 1994, n. 146

Concernente disposizioni in materia di valutazione di impatto ambientale.

D.P.R. 12 Aprile 1996

Atto di indirizzo e coordinamento per l'attuazione dell'art. 40, comma I della legge 22/02/94 n. 146, concernente disposizioni in materia di valutazione di impatto ambientale.

D.P.R. 11 Febbraio 1998.

Disposizioni integrative al D.P.C.M. 10 Agosto 1988, n. 377, in materia di disciplina delle pronunce di compatibilità ambientale, di cui alla L. 8 luglio 1986, n. 349, art 6.

D.P.C.M. 3 settembre 1999

Atto di indirizzo e coordinamento che modifica ed integra il precedente atto di indirizzo e coordinamento per l'attuazione dell'art. 40 comma 1, della L.22 febbraio 1994, n.146, concernente disposizioni in materia di valutazione di impatto ambientale.

D.P.C.M. 1 settembre 2000

Modificazioni ed integrazioni del D.P.C.M. 3 settembre 1999, per l'attuazione dell'art 40, comma 1 della L 22 febbraio 1994, n.146, in materia di impatto ambientale.

Normativa regionale

L.R. del 22/12/89 n.45 art. 19 lettera i

Recante norme per la tutela e l'uso del territorio regionale.

L.R. del 05/09/00 n.17, art. 17

Valutazione di impatto ambientale, modifiche all'art. 31 della L. R. n. 1 del 1999.

D.G.R n.36/39 del 22/08/99

Procedure per l'attuazione dell'art. 31 della L.R. 18/01/99 n.1 recante Norma transitoria in materia di valutazione di impatto ambientale.

Norme tecniche

- **Norme tecniche CNR fascicolo n. 4/1953** "norme tecniche per l'accettazione dei pietrischi, pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie, e degli additivi per costruzioni stradali".
- **C.N.R.-U.N.I. n.10005/1963** "Costruzione e manutenzione delle strade- caratteristiche geometriche".
- **C.N.R.-U.N.I. n.10006/1963** "Costruzione e manutenzione delle strade- Tecniche d'impiego delle terre".
- **C.N.R.-U.N.I. n.10007/1963** "Costruzione e manutenzione delle strade- opere murarie".
- **Circolare ANAS 10 ottobre 1968, n. 59** sulle strade.
- **C.N.R. 28 marzo 1973 n.31.**
- **B.U. C.N.R. 5 maggio 1980, n.77** "Istruzioni per la redazione di progetti di strade".
- **D.Lgs. 30 aprile 1992 n. 285, art.231** "Nuovo codice della strada".
- **D.Lgs. 15 gennaio 2002 n. 9** "Disposizioni correttive e integrate dal nuovo codice della strada".

2 ANALISI DEGLI STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE

2.1 L'individuazione degli strumenti di pertinenza all'opera

Il contesto pianificatorio di riferimento preso in esame, in quanto utile a determinare informazioni ed elementi pertinenti all'opera di progetto viene riassunto di seguito.

AMBITO	STRUMENTO	ESTREMI
REGIONALE	Piano Paesaggistico Regionale della Sardegna (PPR)	Approvato con DGR n. 36/7 del 5/9/2006
PROVINCIALE	Piano Urbanistico Provinciale (PUP)	D.C.P. n. 131 del 07/11/2003
COMUNALE)	Piano Fabbricazione del 1981 TAV 1 Villagrande Strisaili	D.P.G.R. n. 313 del 30/09/1976
COMUNALE	PRG Comune di Arzana	Decreto Assessoriale 562/U del 29/04/1988

Tabella 1 Strumenti di pianificazione ordinaria generale

2.1.1 Il sistema dei vincoli e gli ambiti di tutela ambientale e naturalistica

L'analisi del contesto pianificatorio di riferimento preso in esame, assieme al sistema dei vincoli e delle tutele, permette di stabilire le relazioni intercorrenti tra gli elementi del suddetto quadro e l'area oggetto dell'intervento di progetto.

Per quanto concerne il sistema dei vincoli e delle tutele le verifiche condotte sono in riferimento alle tipologie di beni nel seguito descritti rispetto alla loro natura e riferimenti normativi:

- Beni culturali di cui alla parte seconda del D.lgs. 42/2004 e smi e segnatamente quelli di cui all'articolo 10 del citato decreto
- 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" e 142 "Aree tutelate per legge", nonché gli "Ulteriori contesti" diversi da quelli indicati dall'art. 134, individuati dai piani paesaggistici ai sensi dell'art. 143 e sottoposti a specifiche misure di salvaguardia e di utilizzazione
- Aree naturali protette, così come definite dalla L 394/91, ed aree della Rete Natura 2000

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

- MiC, Istituto Superiore per la Conservazione ed il Restauro (portale Vincoli in Rete)
- Piano Paesaggistico Regionale e nella fattispecie la cartografia di Piano alla scala 1:50.000 foglio 540 resa disponibile on line sul Geoportale della Regione Sardegna, al fine di individuare i Beni di cui alla Parte II del DLgs 42/2004 e Beni di cui alla Parte III dello stesso primo Decreto
- MiTE, file vettoriali della Rete Natura 2000 aggiornamento del 2020 e Regione Sardegna, portale Open Data file vettoriali delle Aree gestione ente foreste per l'individuazione di siti della Rete Natura 2000 e delle Aree Naturali protette, nonché delle aree di interesse naturalistico istituzionalmente tutelate

In riferimento al su citato elaborato “Carta dei vincoli” (T00-IA00-AMB-CT49) è possibile osservare che nessun Bene Culturale tutelato ai sensi della Parte II del D.Lgs 42/2004 risulta interessato, come ulteriormente evidenziato nell'immagine estrapolata dal portale Vincoli in Rete sotto riportata.

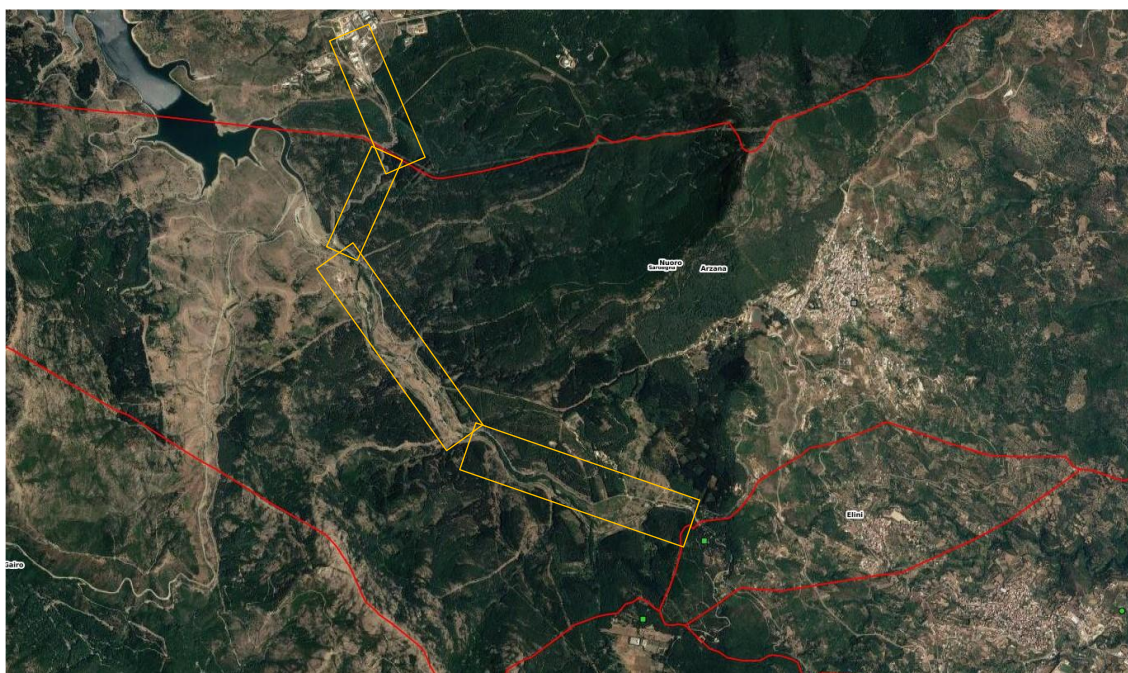


Figura 3 Verifica presenza Beni Culturali. MiC: portale Vincoli in rete

Per quanto attiene i Beni paesaggistici di cui alla Parte III del DLgs 42/2004, così come è possibile osservare alla “Carta dei vincoli” (T00-IA00-AMB-CT49) allegata alla presente relazione, le opere in progetto ricadono in:

- Aree tutelate per legge ai sensi dell’art. 142 co. 1 DLgs 42/2004 e nella fattispecie in:
 - Lett. c) fiumi, torrenti e corsi d’acqua e relative sponde per una fascia di 150 m ciascuna;
 - Lett. f) parchi e riserve;
 - Lett. g) territori coperti da boschi e foreste

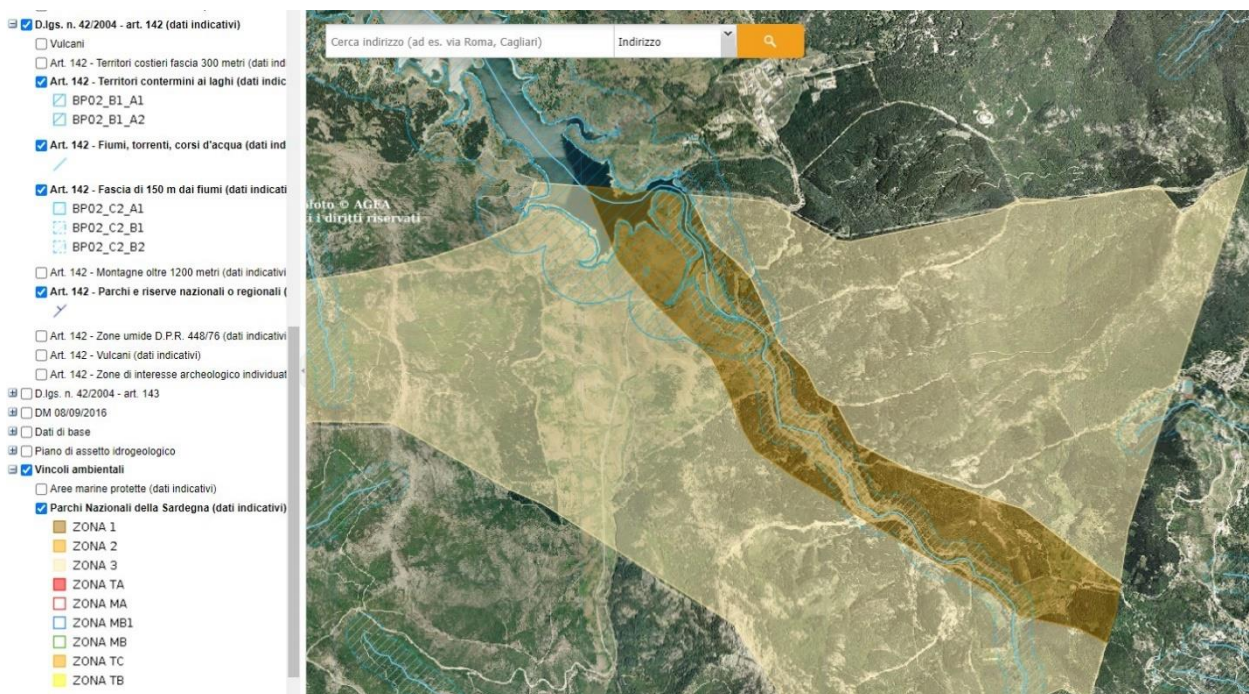


Figura 4 Evidenza dei vincoli incidenti su area di intervento - Geoportale Regione Sardegna

Per quanto riguarda le aree naturali protette e siti appartenenti alla Rete Natura 2000 il progetto ricade all’interno di ZSC (ITB022215).

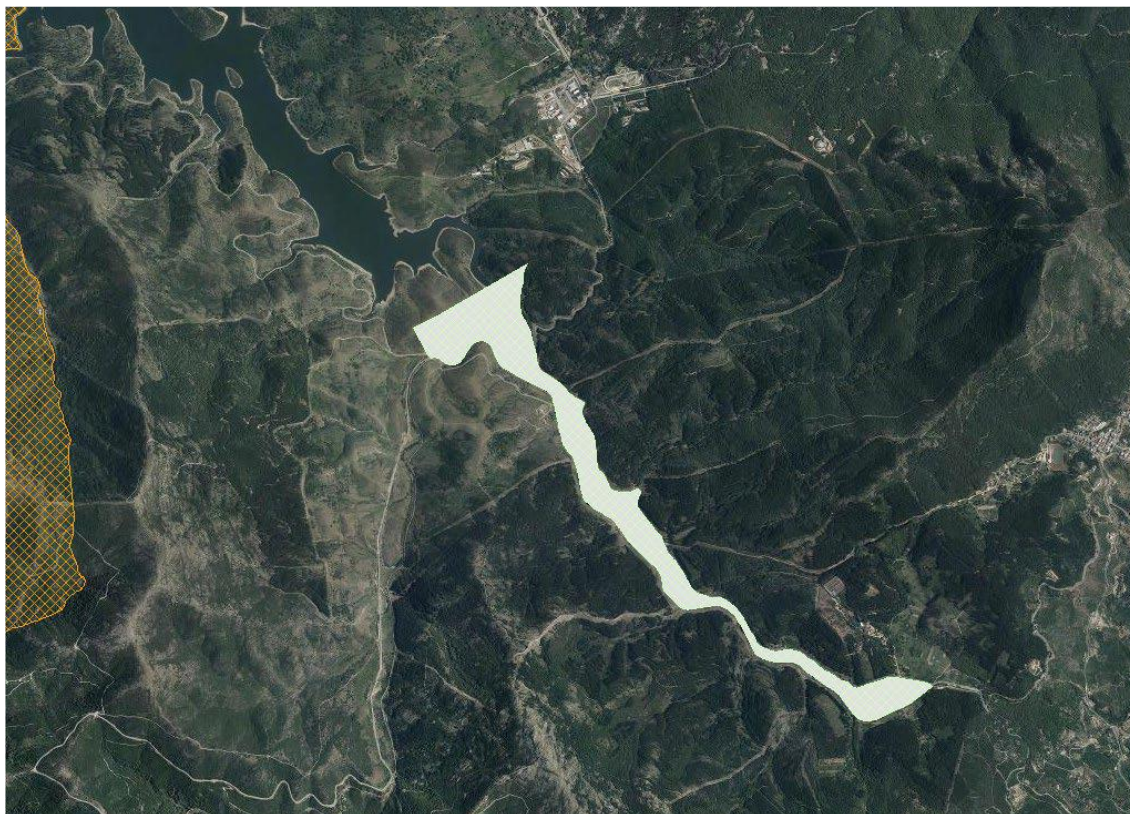


Figura5 Ubicazione della tratta stradale rispetto all'area ZSC- Geoportale Regione Sardegna

2.2 Verifica di conformità e coerenza

2.2.1 Verifica di coerenza con gli obiettivi degli strumenti di pianificazione

L'obiettivo dell'analisi dei rapporti di coerenza si struttura, non soltanto nell'individuazione delle congruenze tra gli obiettivi del progetto e la previsione degli strumenti di pianificazione, ma anche nell'elaborazione ed interpretazione dei rapporti tra i primi ed il modello di assetto territoriale che emerge dalla lettura degli atti di pianificazione e programmazione.

Relativamente alle verifiche di coerenza con gli obiettivi di piani e strumenti della pianificazione ordinaria il Piano Paesaggistico Regionale della Sardegna, ha tra i suoi obiettivi quelli di preservare, tutelare, valorizzare l'identità ambientale, storica, culturale e insediativa del territorio sardo, coerente con quello di progetto di tipo ambientale di conservare e promuovere la qualità dell'ambiente locale, percettivo e culturale per il riequilibrio territoriale. Inoltre, il piano persegue la protezione e la tutela del paesaggio culturale e naturale e la relativa biodiversità in accordo con l'obiettivo di progetto di conservare ed incrementare la biodiversità e ridurre la pressione antropica sui sistemi naturali. Con tale intento il PPR Sardegna prescrive agli articoli:

Art. 26 - Aree seminaturali.

Nelle aree seminaturali sono vietati gli interventi edilizi o di modificazione del suolo ed ogni altro intervento, uso od attività suscettibile di pregiudicare la struttura, la stabilità o la funzionalità ecosistemica o la fruibilità paesaggistica, fatti salvi gli interventi di modificazione atti al miglioramento della struttura e del funzionamento degli ecosistemi interessati, dello status di conservazione delle risorse naturali biotiche e abiotiche, e delle condizioni in atto e alla mitigazione dei fattori di rischio e di degrado.

1. In particolare nelle aree boschive sono vietati:

- a. gli interventi di modificazione del suolo, salvo quelli eventualmente necessari per guidare l'evoluzione di popolamenti di nuova formazione, ad esclusione di quelli necessari per migliorare l'habitat della fauna selvatica protetta e particolarmente protetta, ai sensi della L.R. n. 23/1998;
- b. ogni nuova edificazione, ad eccezione di interventi di recupero e riqualificazione senza aumento di superficie coperta e cambiamenti volumetrici sul patrimonio edilizio esistente, funzionali agli interventi programmati ai fini su esposti;
- c. gli interventi infrastrutturali (viabilità, elettrodotti, infrastrutture idrauliche, ecc.), che comportino alterazioni permanenti alla copertura forestale, rischi di incendio o di inquinamento, con le sole eccezioni degli interventi strettamente necessari per la gestione forestale e la difesa del suolo;

2. rimboschimenti con specie esotiche

3. Le fasce parafuoco per la prevenzione degli incendi dovranno essere realizzate preferibilmente attraverso tecniche di basso impatto e con il minimo uso di mezzi meccanici.

4. Nelle zone umide costiere e nelle aree con significativa presenza di habitat e di specie di interesse conservazionistico europeo, sono vietati:

- a) gli interventi infrastrutturali energetici, in una fascia contigua di 1000 metri, che comportino un rilevante impatto negativo nella percezione del paesaggio ed elevati rischi di collisione e di elettrocuzione per l'avifauna protetta dalla normativa comunitaria eregionale (L.R. n. 23/1998);
- b) impianti eolici;
- c) l'apertura di nuove strade al di sopra dei 900 metri;

5. Nei sistemi fluviali e delle fasce latistanti comprensive delle formazioni riparie sono vietati:

- a) interventi che comportino la cementificazione degli alvei e delle sponde e l'eliminazione della vegetazione riparia;

- b) opere di rimboschimento con specie esotiche;
 - c) prelievi di sabbia in mancanza di specifici progetti che ne dimostrino la compatibilità e la possibilità di rigenerazione.
6. Nei complessi dunali e nei litorali sabbiosi soggetti a fruizione turistica sono vietati:
- a) il transito di mezzi motorizzati sui litorali e sui complessi dunali;
 - b) asportazioni di materiali inerti;
 - c) coltivazioni agrarie e rimboschimenti produttivi, ad eccezione dei vigneti storici;
7. Nei siti di riproduzione recente della tartaruga marina comune (*Caretta caretta*) è vietata la concessione di aree per la fruizione turistica.
8. Nelle aree precedentemente forestate con specie esotiche dovranno essere previsti interventi di riqualificazione e di recupero con specie autoctone;

l'art. 29 Aree ad utilizzazione agro-forestale che la pianificazione settoriale e locale si conforma alle seguenti prescrizioni:

1. Vietare trasformazioni per destinazioni e utilizzazioni diverse da quelle agricole di cui non sia dimostrata la rilevanza pubblica economica e sociale e l'impossibilità di localizzazione alternativa, o che interessino suoli ad elevata capacità d'uso, o paesaggi agrari di particolare pregio o habitat di interesse naturalistico, fatti salvi gli interventi di trasformazione delle attrezzature, degli impianti e delle infrastrutture destinate alla gestione agro-forestale o necessarie per l'organizzazione complessiva del territorio, con le cautele e le limitazioni conseguenti e fatto salvo quanto previsto per l'edificato in zona agricola;
- a) promuovere il recupero delle biodiversità delle specie locali di interesse agrario e delle produzioni agricole tradizionali, nonché il mantenimento degli agrosistemi autoctoni e dell'identità scenica delle trame di appoderamento e dei percorsi interpoderali, particolarmente nelle aree perturbate e nei terrazzamenti storici.

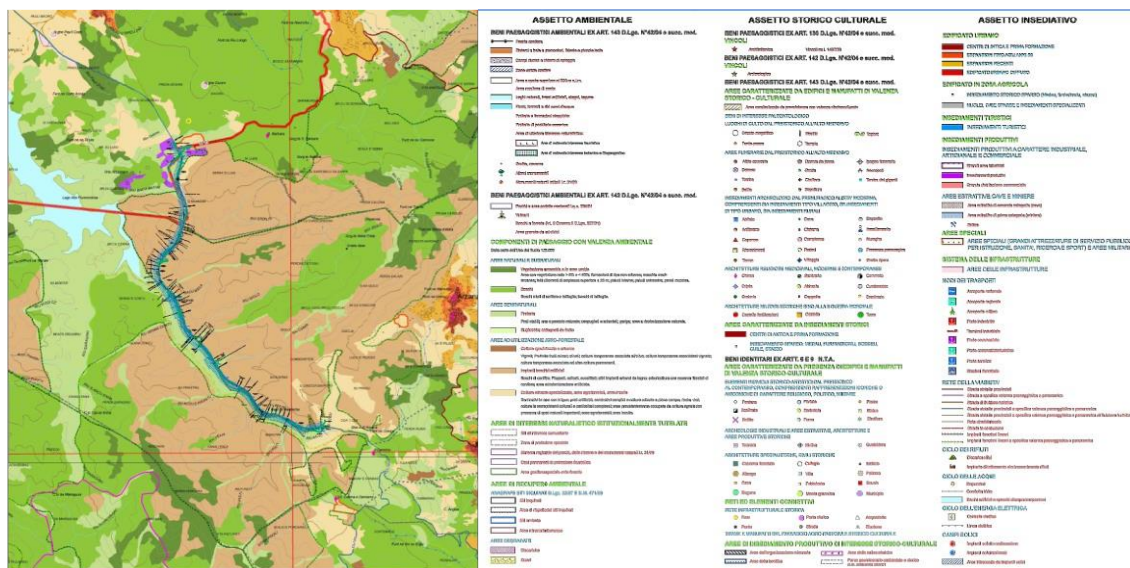


Figura 6 PPR Sardegna T00IA00AMBCT46A

In tali aree, come esplicito all'articolo 21 comma 4 delle NTA del Piano possono essere realizzati interventi pubblici del sistema delle infrastrutture di cui all'art. 102 - Sistema delle infrastrutture - ricompresi nei piani di settori di cui è parte il tracciato esistente della Strada Statale SS389 il cui adeguamento è programmato nell'ambito degli strumenti del settore trasporti.

La tabella riepiloga rispetto alla progressiva di progetto le aree ricadenti negli ambiti individuati dal PPR e le prescrizioni relative ai rispettivi interventi.

Progressiva chilometrica [pk]	Componenti del paesaggio a valenza ambientale	NTA [art. n°]	Prescrizioni specifiche in relazione all'intervento
Da pk 0 a pk 300,000	Aree seminaturali - Praterie	26	*NOTE
Da pk 320,000 a pk 480,000	Aree ad utilizzazione agroforestale - Colture erbacee specializzate, aree agroforestali, aree incolte	29	Assenti
Da pk 480,000 a pk 3060,000	Aree ad utilizzazione agroforestale - Impianti boschivi artificiali	29	Assenti
Da pk 3060,00 a pk 3180,000	Aree seminaturali - Praterie	26	*NOTE

Progressiva chilometrica [pk]	Componenti del paesaggio a valenza ambientale	NTA [art. n°]	Prescrizioni specifiche in relazione all'intervento
Da pk 3180,00 a pk 3480,00	Aree ad utilizzazione agroforestale - Impianti boschivi artificiali	29	Assenti
Da pk 3480,00 a pk 3520,00	Aree seminaturali - Praterie	26	*NOTE
Da pk 3520,00 a pk 4660,00	Aree ad utilizzazione agroforestale - Impianti boschivi artificiali	29	Assenti
Da pk 4660,00 a pk 4880,00	Aree seminaturali - Praterie	26	*NOTE
Da pk 4880,00 a pk 5320,00	Aree ad utilizzazione agroforestale - Impianti boschivi artificiali	29	Assenti
Da pk 5320,00 a pk 5440,00	Aree ad utilizzazione agroforestale - Colture specializzate e arboree	29	Assenti
Da pk 5440,00 a pk 5550,000	Aree ad utilizzazione agroforestale - Impianti boschivi artificiali	29	Assenti
Da pk 5550,00 a pk 5533,383	Aree ad utilizzazione agroforestale - Colture erbacee specializzate, aree agroforestali, aree incolte	29	Assenti
Da pk 3520,00 a pk 4660,00	Aree ad utilizzazione agroforestale - Impianti boschivi artificiali	29	Assenti
Da pk 4660,00 a pk 4880,00	Aree seminaturali - Praterie	26	*NOTE
Da pk 4880,00 a pk 5320,00	Aree ad utilizzazione agroforestale - Impianti boschivi artificiali	29	Assenti
Da pk 5320,00 a pk 5440,00	Aree ad utilizzazione agroforestale - Colture specializzate e arboree	29	Assenti
Da pk 5440,00 a pk 5550,000	Aree ad utilizzazione agroforestale - Impianti boschivi	29	Assenti

Progressiva chilometrica [pk]	Componenti del paesaggio a valenza ambientale	NTA [art. n°]	Prescrizioni specifiche in relazione all'intervento
	artificiali		
Da pk 5550,00 a pk 5533,383	Aree ad utilizzazione agro-forestale - Colture erbacee specializzate, aree agroforestali, aree incolte	29	Assenti
*NOTE	<p>L'art. 26 al punto n. 1 lettera c) vieta: gli interventi infrastrutturali (viabilità, elettrodotti, infrastrutture idrauliche, ecc.), che comportino alterazioni permanenti alla copertura forestale, rischi di incendio o di inquinamento, con le sole eccezioni degli interventi strettamente necessari per la gestione forestale e la difesa del suolo; In considerazione di questo si precisa che l'opera pur ricadente nell'ambito che prevede le suddette prescrizioni nei tratti specificatamente interessati non comporta alterazione permanenti alle componenti del paesaggio naturale interessate dall'infrastruttura il cui tracciato è in adeguamento.</p> <p>Si precisa inoltre che gli interventi previsti, oltre quanto detto, rientrano in quadro complessivo di adeguamento e miglioramento dell'attuale sedime della SS389.</p> <p>Come si evince dalla tabella nessun articolo delle NTA che definisce gli ambiti territoriali presenta divieti o impedimenti rispetto agli interventi previsti sulla SS389.</p>		

Tabella 2 Interventi proposti e prescrizioni specifiche PPR Sardegna.

Dal punto di vista della pianificazione urbanistica locale si riporta di seguito le verifiche condotte sulla compatibilità delle opere con le previsioni degli strumenti urbanistici.

Come prima, in Tabella 3 si riporta la correlazione tra interventi proposti Zone Territoriali Omogenee dei PRG e le eventuali prescrizioni specifiche in relazione alla natura degli interventi.

Progressiva chilometrica	ZTO PRG Villagrande Strisaili	NTA [art. n°]	Prescrizioni specifiche in relazione all'intervento
Da pk 0 a pk 380,000	E	Punto 6 NTA Divisione del territorio in zone omogenee.	Assente
Progressiva chilometrica	ZTO PRG Arzana	NTA [art. n°]	Prescrizioni specifiche in relazione all'intervento
Da pk 380,000 a pk 5533,383	E – Aree Agricole	15	Assente

Tabella 3 Interventi proposti e prescrizioni specifiche degli strumenti urbanistici comunali.

Come messo in evidenza l'analisi condotta, non si evidenziano prescrizioni specifiche in merito alla natura degli interventi proposti, pertanto, si ritiene che gli stessi siano da considerarsi conformi al dettato normativo dei piani e degli strumenti urbanistici vigenti.

2.2.2 Conformità e coerenze con le disposizioni di tutela

In merito al sistema vincolistico si riporta quanto segue in merito alle disposizioni di tutela per le aree ed i beni interessati dall'opera di progetto.

Per quanto attiene i Beni paesaggistici di cui alla Parte III del DLgs 42/2004, così come è possibile osservare alla "Carta dei vincoli" (T00IA00AMBCT49A) allegata alla presente Relazione, le opere in progetto ricadono in:

- Aree tutelate per legge ai sensi dell'art. 142 co. 1 DLgs 42/2004 e nella fattispecie in:
 - Lett. c) fiumi, torrenti e corsi d'acqua e relative sponde per una fascia di 150 m ciascuna;
 - Lett. f) parchi e riserve;
 - Lett. g) territori coperti da boschi e foreste

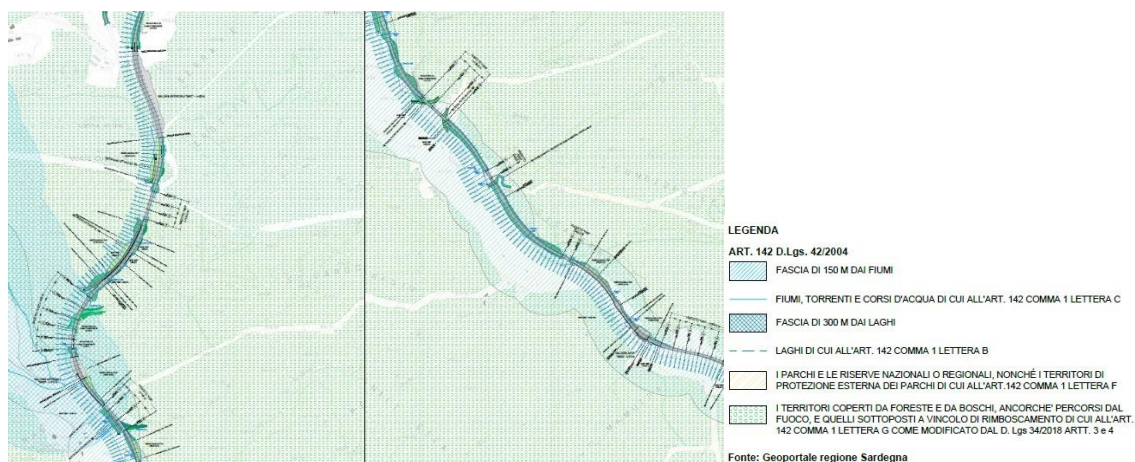


Figura 7 Stralcio Tavola dei vincoli (T00-IA00-AMB-CT49)

Secondo il disposto normativo, per quanto specificatamente attiene alla disciplina di tutela dei beni paesaggistici interessati dall'opera in progetto si fa riferimento alle Norme Tecniche di Attuazione allegate alla Delibera di approvazione DGR n. 36/7 del 5/9/2006 del Piano Paesaggistico Regionale in quanto, comunque, soggetti alla disciplina di Piano (art. 4 co. 5 NTA) sulla base della ricognizione dell'assetto territoriale articolato in:

- Assetto ambientale
- Assetto storico culturale
- Assetto insediativo

Sulla base di tale articolazione il Piano individua i beni paesaggistici, i beni identitari e le componenti di paesaggio e la relativa disciplina costituita da indirizzi e prescrizioni. Data la tipologia di beni interessati dalle opere le misure di tutela nel seguito riportate fanno riferimento alla Parte II Titolo I delle NTA del PPR relative all'Assetto Ambientale.

All'art. 17 co.3 delle NTA del PPR "Rientrano nell'assetto territoriale ambientale regionale le seguenti categorie di beni paesaggistici, tipizzati e individuati nella cartografia del P.P.R. di cui all'art. 5 e nella tabella Allegato 2, ai sensi dell'art. 143, comma 1, lettera i) del decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42, come modificato dal decreto legislativo 24 marzo 2006, n. 157", nelle lettere: g), h).

Per quanto specificatamente attiene alle Aree tutelate per legge ai sensi dell'art. 142 co.1 lett. g) DLgs 42/2004 queste, stante le disposizioni del PPR, sono definite ai sensi dell'articolo 2 co. 6 del DLgs 227/2001, nonché dalla Legge Forestale della Sardegna LR n.8 del 26/04/2016, individuate dagli strumenti urbanistici comunali.

Per tali aree e come più dettagliatamente esposto al precedente paragrafo in merito alla verifica di coerenza con gli obiettivi e le norme del Piano Paesaggistico della Regione Sardegna e con specifico riferimento agli interventi oggetto della presente Relazione, non si evidenziano difformità o incongruenze con il dettato normativo o le esigenze di tutela dei beni interessati dalla SS389.

Per i tratti d'opera ricadenti in siti Natura 2000 si precisa che è stato redatto specifico studio di incidenza VInCA.

3 STUDIO TRASPORTISTICO

Per l'opera SS389 Villanova – Lanusei – Tortolì, nel tratto bivio Villagrande-svincolo Arzana, è stato prodotto uno studio di traffico a giugno 2020.



Figura 8 - Rete ANAS regionale e localizzazione intervento

Lo Studio di Traffico si basa sui risultati forniti dal Modello Trasportistico Stradale DSS opportunamente adattato ad una scala territoriale locale, più dettagliata e funzionale per la valutazione dei risultati che esso fornisce.

Per stimare i flussi attratti dalla nuova infrastruttura è stato estratto un modello regionale a partire dal Modello Trasportistico DSS su scala nazionale implementato da ANAS. Il modello è stato calibrato su 93 sezioni di conteggio di traffico distribuite sul territorio regionale relative al censimento annuale ANAS del traffico del 2018.

I flussi simulati da modello all'attualità sul tratto della S.S.389 sotteso dalla nuova variante di progetto (all'incirca dal km 171+200 al km 178+000) restituiscono dei valori di 2.121 veicoli/giorno, espressi in veicoli efficaci.

Per veicoli efficaci si intende il volume di traffico medio in grado di fornire le percorrenze complessive sull'intera infrastruttura ($\sum \text{veicoli} \cdot \text{Km} / \sum \text{Km}$).

All'entrata in esercizio (anno 2027) sul nuovo asse, sulla base della crescita di domanda adottata, si stima ci sia un traffico giornaliero medio totale di circa 2.939 veicoli/giorno.

Mentre sul tratto della S.S.389 esistente, sotteso dall'intervento, si stima che rimanga solo una piccola quota di traffico locale pari a 52 veicoli/giorno.

Tabella 4 - Flussi di traffico al 2027

Strada	Estesa (km)	Leggeri (veic./giorno)	Pesanti (veic./giorno)	Totali (veic./giorno)	Anno
Nuova variante alla S.S.389	5,6	2.828	111	2.939	2027
Tratto esistente S.S.389	5,8	52	0	52	2027

Al fine di valutare l'entità dei flussi che potranno interessare i territori compresi nell'Area di Studio, si sono ricostruiti gli orizzonti temporali futuri di crescita della domanda.

Come periodo temporale di previsione della domanda di trasporto complessiva merci e passeggeri sono stati considerati diversi orizzonti temporali a partire dai traffici stimati all'attualità. In particolare, si sono ricostruiti gli orizzonti temporali di crescita della domanda all'anno 2027, in cui si prevede l'entrata in esercizio dell'infrastruttura di progetto, fino a 10 anni dall'entrata in esercizio dell'intervento.

Complessivamente, dal 2018 (anno dei dati di rilievo di traffico a cui è stato calibrato il modello) all'entrata in esercizio dell'infrastruttura di progetto, si stima una crescita del 3,8% della domanda passeggeri e dell'8,23% di quella merce.

Lo scenario a 10 anni dall'entrata in esercizio, quindi al 2037, prevede un flusso veicolare immutato rispetto alla previsione 2027 come riportata in tabella precedente.

La verifica del Livello di Servizio (LoS), effettuata seguendo la procedura indicata, al tratto di progetto in variante, sia in asse, sia alle due intersezioni, ha restituito un buon livello di servizio sia all'entrata in esercizio, sia a dieci anni dall'entrata in esercizio.

I Livelli di Servizio sono soddisfatti anche nel periodo a più elevata stagionalità, considerando la modesta entità dei traffici che interessa l'asse di progetto.

Pertanto, la configurazione di progetto ipotizzata adottando una sezione tipo C1 del nuovo asse e con gli schemi di intersezione a rotatoria restituisce un indice della qualità della circolazione in linea con le richieste della norma.

Tale impostazione di flussi veicolari è alla base delle analisi specialistiche di impatto acustico ed impatto atmosferico post operam.

4 DESCRIZIONE DEL PROGETTO

4.1 Alternative tecnologiche e localizzative del progetto

La scelta localizzativa della variante alla SS 389 tra gli svincoli di Villagrande Strisaili e di Arzana, è stata dettata da differenti considerazioni. Prima fra tutte i vantaggi, sia per la realizzazione che per l'ambiente, legati alla scelta di fiancheggiare, e in alcuni tratti di sovrapporsi, al vecchio tracciato della SS 389.

La possibilità di seguire il vecchio tracciato, consente di mantenere l'attuale 389 come strada di servizio, e di tutelare il percorso del torrente (sia da un punto di vista naturalistico, che per evitare rischi idrogeologici) realizzando le opportune opere di scavalco. Laddove la variante andrà a sovrapporsi sul vecchio tracciato, e sarà necessario solo un allargamento parziale, la necessità di tagli della vegetazione circostante sarà contenuta.

I movimenti di materia complessivi sono stati studiati in modo da garantire un bilancio delle terre tale da dover acquisire solo modeste quantità di materiale dalle cave di prestito presenti nel territorio di Arzana.

L'andamento planimetrico non presenta grandi irregolarità, gran parte del tracciato si adagia nella vallata del Riu Sicaderba, con possibilità di passaggi a raso, oltre che in rilevato e in trincea. Infine, il mantenimento della variante in prossimità della SS 389 esistente garantirà tutti quei vantaggi, da un punto di vista dell'impatto, che verrebbero a cadere se il tracciato fosse realizzato in un sito, dove non esistesse già una strada o che non avesse caratteristiche tipologicamente simili.

Ignorando tutti questi vantaggi, si potrebbe pensare di spostare la realizzazione della strada altrove, ma le caratteristiche del territorio, rendono qualsiasi alternativa sconveniente.

Ad esempio, si potrebbe pensare di sviluppare il tracciato completamente nuovo, partendo sempre dallo svincolo di Villagrande, ma aggirando il comune di Arzana per ricongiungersi alla vecchia 389 nei pressi di Elini. Il tracciato attraverserebbe diverse zone boschive di proprietà del comune, tra cui quella di S.Barbara per cui l'asportazione di boschi naturali, prevalentemente leccio, assumerebbe dimensioni di notevole entità.

La realizzazione comporterebbe l'onere di gravi costi, legati alla preparazione di un tracciato ex novo, nonché un impatto ambientale consistente legato ai numerosi ed inevitabili tagli di vegetazione che porterebbero alla frammentazione degli habitat presenti, ed alle modifiche della morfologia del paesaggio; vi sarebbero inoltre problemi di vincolo ideologico e un forte impatto visivo.

Le alte acclività dei versanti che il tracciato si troverebbe ad attraversare, porterebbero a costruire alti rilevati in terra con conseguente impatto visivo su una fascia altimetrica caratterizzata da scarsa copertura vegetale.

Qualsiasi altra ipotesi di tracciato si scontrerebbe sempre con le problematiche precedentemente indicate a causa delle caratteristiche ambientali, geologiche e orografiche dei territori che andrebbe ad attraversare.

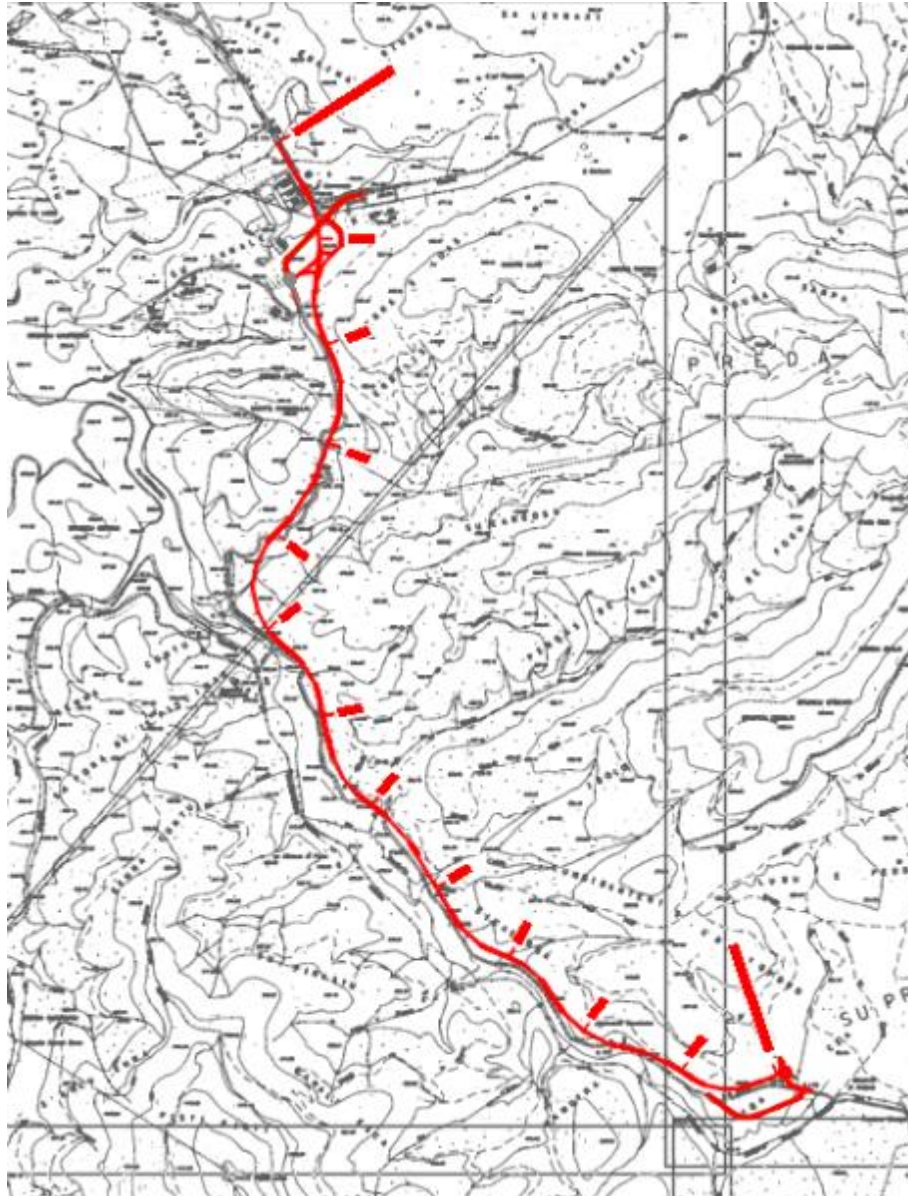


Figura 9 - Alternativa 1 di progetto

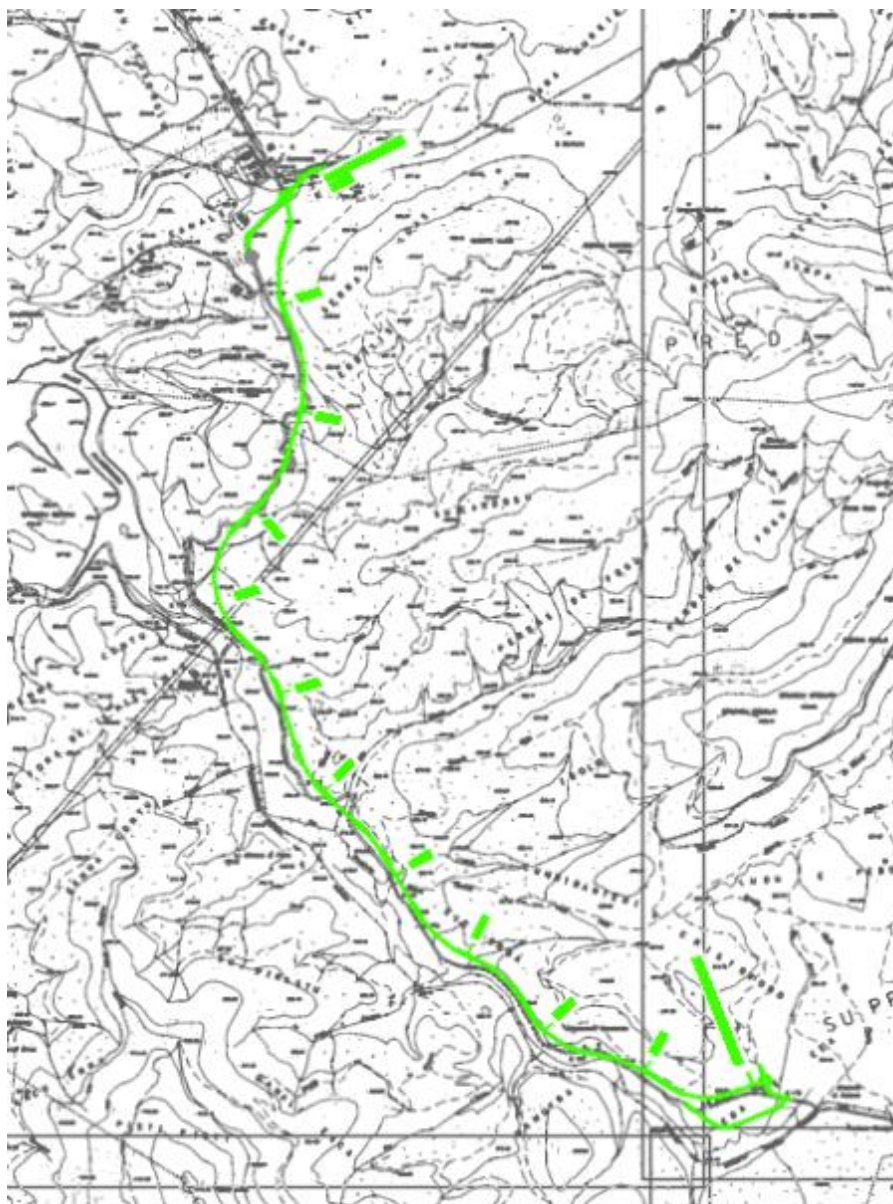


Figura 10 - Alternativa 2 di progetto

Tutte queste ipotesi evidenziano come la scelta di fiancheggiare il vecchio tracciato, sia l'alternativa più idonea in assoluto. Dal punto di vista ambientale, per il contenimento degli impatti, dal punto di vista della realizzazione, per una più rapida esecuzione dei lavori e dal punto di vista economico, per i costi ridotti.

Si rende necessario valutare, inoltre, l'ipotesi "zero" ovvero la non realizzazione dell'opera.

L'analisi del quadro socio-economico ha evidenziato dei segnali negativi rispetto a tutta la zona, dati da una forte disoccupazione, da una tendenza all'emigrazione soprattutto della componente lavorativa più attiva, costituita dai giovani e dal calo di molte attività economiche. Inoltre, tutta una serie di servizi fondamentali come, le scuole superiori, il distributore di

benzina, e i servizi sanitari, sono ubicati nei comuni di Villagrande e Arzana, e soprattutto nelle due uniche strutture insediative di tipo urbano: Lanusei e Tortoli, e sono assenti nei restanti comuni della zona, costringendo i cittadini a doversi spostare necessariamente verso questi centri, fattore questo penalizzante soprattutto per i comuni più interni.

Ciò è dovuto principalmente all'insufficienza e alla cattiva viabilità delle vie di comunicazione che ha costretto i paesi della zona ad un "isolamento geografico".

Non realizzare questo intervento significherebbe privare il territorio dell'Ogliastra di un itinerario, che collegandosi con la nuova SS 125, costituirebbe una via di collegamento privilegiata con il capoluogo regionale. Inoltre, innestandosi sull'asse attrezzato di integrazione e riequilibrio Lanusei-Tortoli-Arbatax (SS 198 e 125) e su quello in direzione sud-nord Barisardo-Tortoli-Baunei (SS 125) determinerebbe un effetto virtuoso che porterebbe alla nascita di :

- un asse attrezzato a servizio del traffico portuale (Arbatax) e aeroportuale (Tortoli) che verrebbe immediatamente interconnesso alla rete di livello regionale;
- un asse attrezzato di supporto allo sviluppo delle attività locali, in particolare nel settore primario, e allo sviluppo del settore turistico che, in virtù di un notevole incremento della domanda, può rappresentare una valida e concreta alternativa di sviluppo per l'intera area.

Si aggiunga, a questo, il mancato beneficio per tutti coloro che, da altre zone, potrebbero arrivare a questi paesi, per turismo o per lavoro, che sono comunque penalizzati da tempi di percorrenza lunghissimi e dalla qualità delle strade scarsa.

Il mantenere una condizione di isolamento involontario, dovuto esclusivamente a carenze nella viabilità, determinerà nel tempo, una accelerazione del degrado già innescato e la condanna all'"estinzione" di tutta una serie di attività di artigianato tradizionale che in altri luoghi rappresentano una grande risorsa economica e sociale.

4.2 Caratteristiche morfologiche e dimensionali del progetto

Il progetto in esame consiste nella variante alla SS 389 tra gli svincoli di Villagrande Strisaili e di Arzana; si sviluppa per una lunghezza di circa 5600 m e sono previsti due svincoli per l'accesso ai due centri urbani.

La variante ha origine con lo svincolo per l'abitato di Villagrande che si innesta sulla strada comunale di collegamento alla vecchia SS 389, che a sua volta sarà oggetto di un intervento di miglioramento.

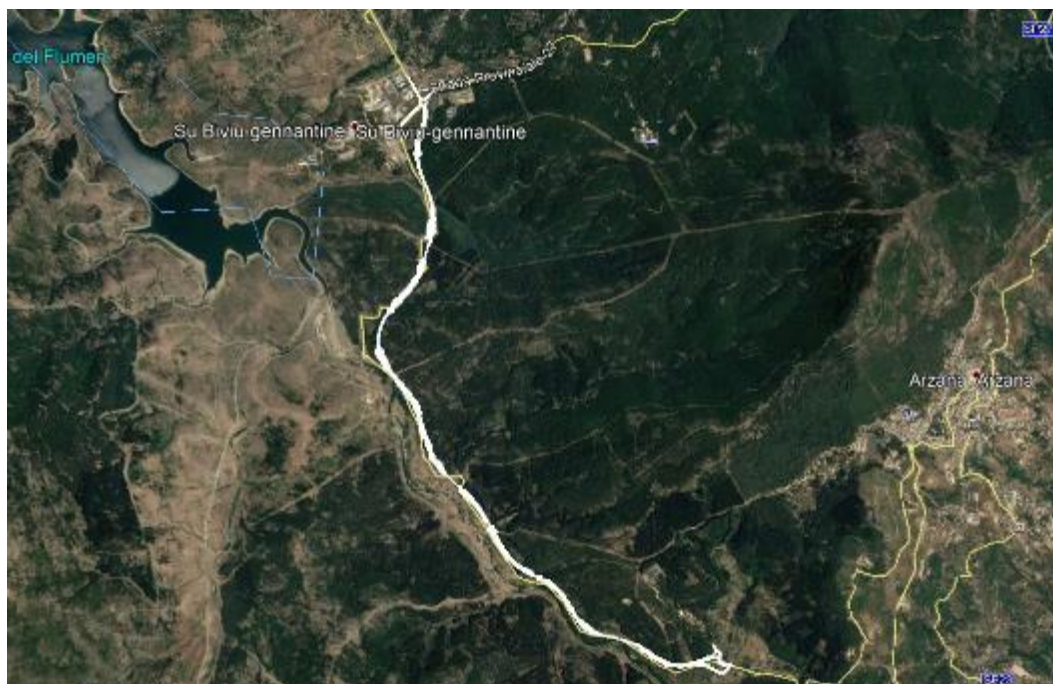


Figura 11 - Tracciato di progetto su ortofoto

Il tracciato si sviluppa successivamente ad est del lago Alto del Flumendosa, fiancheggiando la vecchia SS 389. Entrata nel comune di Arzana, dopo circa 2 km, la strada si immette nella vallata del Rio Sicaderba intrecciandosi con il vecchio tracciato, che comunque rimane inalterato.

Successivamente sono previsti due svincoli: uno di raccordo con la vecchia SS 389 e per il collegamento con i centri di Arzana e Elini.

Il tratto in progettazione riprende le caratteristiche tecniche dei lotti già realizzati a nord dello stesso. La piattaforma stradale è relativa alle **strade extraurbane di tipo C1**, costituita da una carreggiata a due corsie di 3,75 mt per senso di marcia e due banchine laterali bitumate di 1,50 mt ciascuna, per complessivi 10,50 mt, ed in aggiunta si prevedono due arginelli in terra vegetale di 0,50 mt con il cordolo per l'installazione delle barriere metalliche, ad eccezione che nelle sezioni sulle opere d'arte.

La pendenza trasversale della carreggiata, comprese le banchine, è del 2.5%, sufficiente a garantire un rapido smaltimento delle acque meteoriche. Pendenza che varia nei tratti in curva fino a raggiungere il 7% per il raggio minimo adottato.

L'andamento altimetrico parte da una quota di 840 m. s.l.m. ad inizio tracciato, per arrivare ad una quota di 843 m s.l.m. a fine tracciato con un dislivello complessivo di 3 m. La pendenza longitudinale massima è del 4.55% e, per tratti inferiori a 500 m, del 5.88%, il raccordo

verticale concavo e convesso minimo di 5.00 m, e il raggio di curvatura planimetrico minimo di 260 m.

Ad intervalli di 1.000 metri l'una dall'altra e per entrambi i lati, sono previste regolari piazzole di sosta, da ubicarsi in fase di esecuzione nei tratti in cui risulti minimo lo scavo o il rilevato, per contenere al massimo i movimenti di materia e quindi gli impatti e i costi.

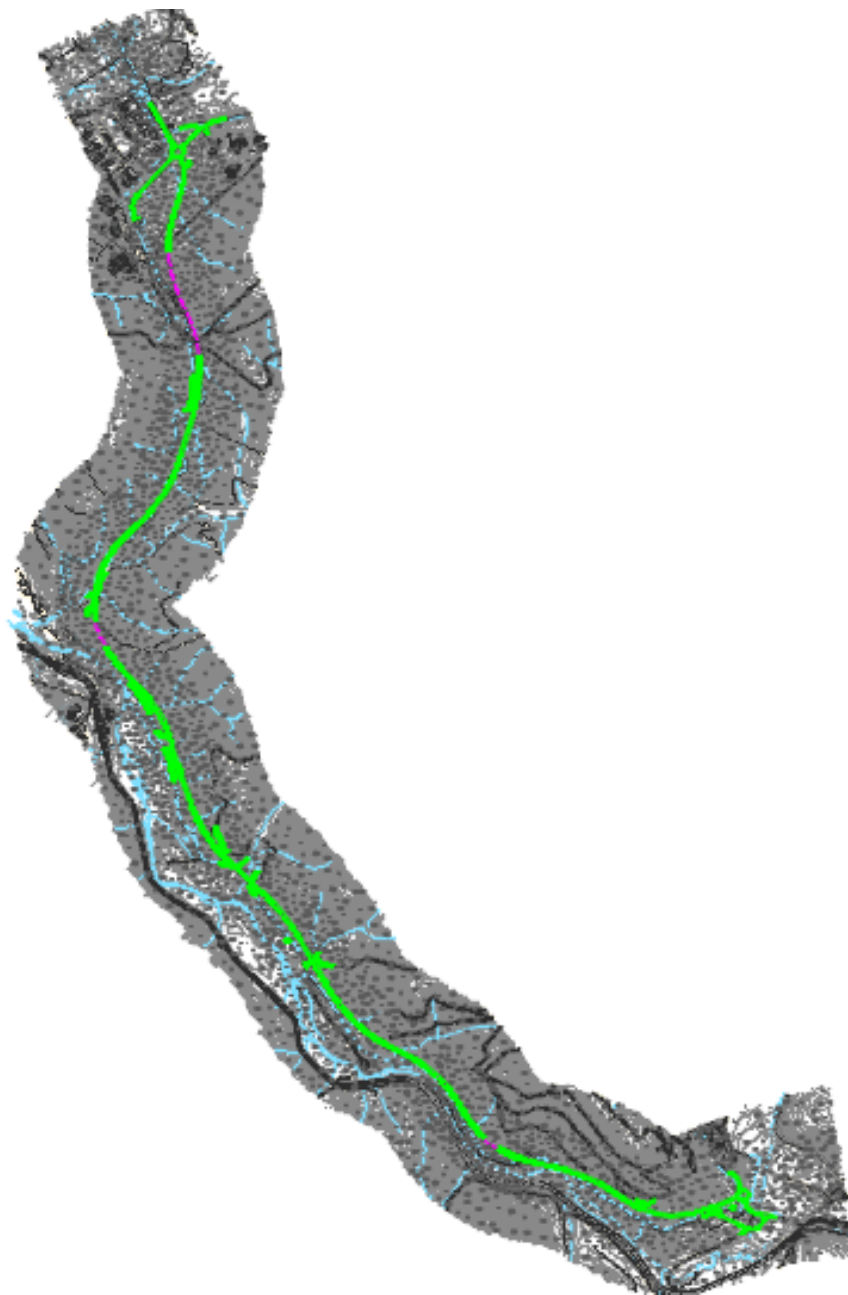


Figura 12 - Tracciato di progetto su CTR

Sono previsti lungo il tracciato:

- sette viadotti, di lunghezza variabile tra 40 e 300 m, per complessivi 1080 m;
- tre gallerie artificiali di lunghezza rispettivamente 420, 132 e 70 m, per complessivi 622 m;
- opere d'arte minori per lo smaltimento delle acque, per attraversamenti della viabilità locale e per il contenimento delle terre;
- tombini circolari di 1,50 m di diametro, scatoletti 3x3, 4x4, 5x5, 9x5;
- opere idrauliche di presidio: fossi di guardia, cunette a ciglio strada, cabalette sulle banchine delle trincee, cabalette di scarico sulle scarpate dei rilevati, canali rivestiti, drenaggi e briglie.

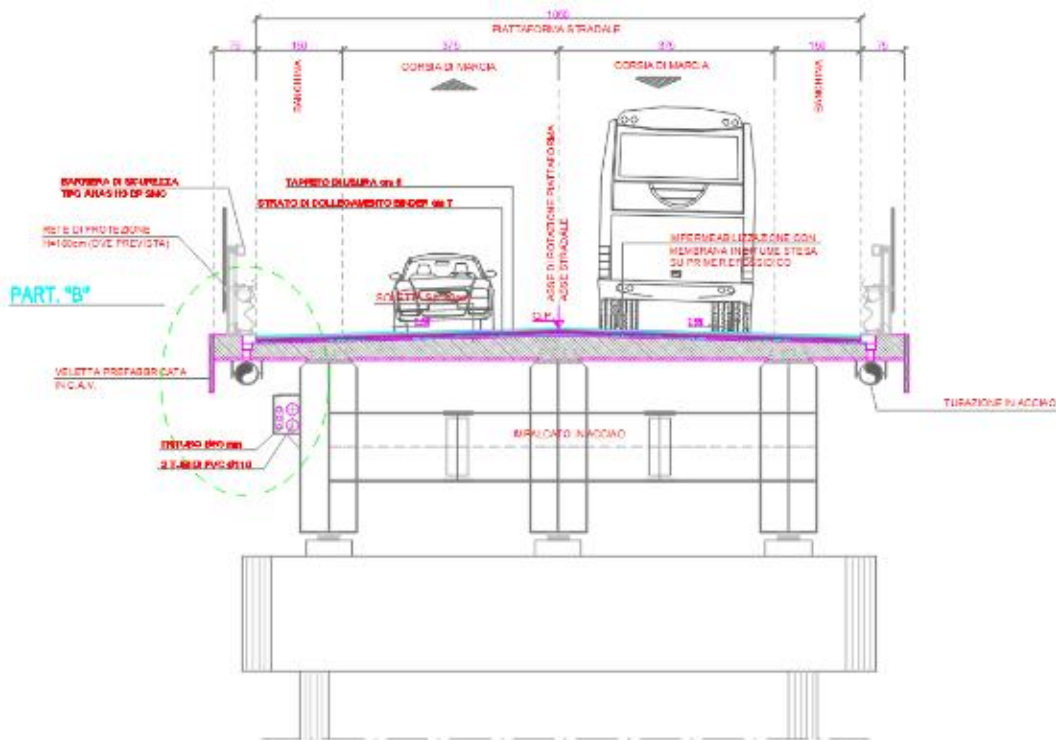


Figura 13- Sezione tipo impalcato su viadotto

4.3 Descrizione dei metodi produttivi, della natura e della quantità dei materiali impiegati

Gli interventi necessari per la realizzazione dell'opera in esame, che si svilupperà in un arco di tempo di circa due anni, prevedono differenti attività:

- sbancamento della roccia e dei terreni che costituiscono il versante;
- allargamento della carreggiata attraverso la costruzione dei rilevati;
- sistemazione e livellamento del basamento stradale;
- compattazione del basamento stradale;
- taglio o estirpazione di specie vegetali e loro trasporto;
- trasporto materiali esterni per la copertura stradale;
- bitumazione della strada;
- realizzazione delle opere d'arte maggiori e minori e di quelle di presidio idraulico;
- posizionamento delle barriere, della cartellonistica stradale e della segnaletica orizzontale.

I differenti tipi di attività, necessiteranno dell'utilizzo di mezzi per il movimento terra differenti, ma tutti accomunati dall'obbligo di rispettare le norme di sicurezza previste dalla legislazione vigente.

Tali mezzi dovranno essere omologati, soggetti a continua manutenzione e frequenti controlli da parte di personale qualificato e dotati di tutti i dispositivi di sicurezza per la salvaguardia della salute umana ed ambientale.

Diamo di seguito una breve descrizione dei principali mezzi utilizzati per la realizzazione di strade.

Escavatori

- cucchiaio spingente: Macchina robusta, sia a cingoli, con pressione unitaria sul terreno inferiore a 1kg/cmq, sia a pneumatici. Può muoversi anche su terreni acquitrinosi, adatta per scavo con trasporto di terreno di qualsiasi consistenza, in generale per scavi al di sopra del piano di lavoro. Può avere motore elettrico o diesel;
- benna trascinata: caratteristiche simili al cucchiaio, ma indicata per scavi al di sotto del piano di campagna;
- pala da livellare: per rendere orizzontali terreni irregolari, per lavori stradali e per disfare vecchie massicciate;

Macchine caricatrici, scavatrici, livellatrici

- scrapers o ruspe: in generale traccinate da trattore semovente, servono a caricare, trasportare, distribuire materiale sciolto, scavandolo su spessori relativamente sottili. E'

costituito da una benna trascinata a lama continua ad inclinazione regolabile con coperchio oscillante.

- bulldozers: trattore cingolato che porta anteriormente una robusta lama che serve a scavarlo superficialmente suolo e a spingere avanti o lateralmente il prodotto dello scavo. Servono per lavori di preparazione del terreno, decapaggio in superficie con riporto laterale, scavo trincee, tracciamento strade e piste specialmente in mezza costa, accumulo di materiali sciolti;

- livellatrici: a due o tre assi, oscillanti indipendentemente con lama centrale orientabile in tutti i sensi, per traino con trattore, equipaggiabili con attrezzatura ausiliare, rulli di compattamento, dozer, ecc. oltremodo elastiche, servono per decapaggi leggeri, livellamento strade e piste in terra a completamento dei bulldozer.

Macchine speciali

- compattatrici statiche trainate e semoventi, ottengono l'addensamento grazie al loro peso statico;

- compattatrici vibranti trainate e semoventi: ottengono l'addensamento sommando l'azione vibrante al peso statico. la massa vibrante è un cilindro d'acciaio o una piastra, o putrella, isolata dalla macchina;

- caricatori, per il rapido carico di materiali di scavo o di materiali sciolti sui mezzi di trasporto, semoventi o da traino, a tazza o a nastro. possono essere su cingolato o pneumatico;

- dumpers, camion a cassoni. servono per il trasporto dei materiali scavati;

- martelloni o motopicco per la frantumazione del materiale roccioso in parete, per la creazione di scarpate e per la preparazione dei massi per le gabbionate.

4.4 Descrizione delle soluzioni tecniche scelte con riferimento alle migliori tecnologie disponibili

Come già messo in luce dalle precedenti fasi descrittive, per la realizzazione dell'opera si fiancheggerà la vecchia SS 389, intersecandola in alcuni punti con le opportune opere di sovrappasso.

I tratti in cui la variante si sovrapporrà alla strada esistente, verranno allargati per risultare uniformi al resto del tracciato e alla sezione di tipo C1.

Per regimare i diversi rigagnoli che si creano in caso di forti piogge, sono previsti una serie di tubolari, degli scatolari e dei viadotti che, oltre a preservare l'opera dall'azione distruttrice dell'acqua, limiteranno l'instabilità ed il carico erosivo di tutto il versante e costituiranno dei "corridoi" per il passaggio di animali da un lato all'altro della strada.

Infine, sono previste le ripiantumazioni di tutte le aree di scarpata, dei rilevati, le aree di cantiere e tutto il tratto lungo strada, per ripristinare quanto la fase di cantiere ha logorato, per limitare l'impatto visivo e la frammentazione degli habitat

Muri di sostegno

I muri di sostegno vengono costruiti per sostenere i rilevati elevandosi sino al piano della carreggiata e nello specifico verranno realizzati in pannelli prefabbricati di cemento armato. La tipologia strutturale sarà costituita staticamente da una parte angolare a L, poggiata su un cordolo continuo di fondazione gettato in opera. Il manufatto risulterà costituito da una successione di pannelli prefabbricati, monolitici per l'intera altezza, posati in opera sul cordolo di fondazione preventivamente gettato contro terra. Ogni pannello sarà stabilizzato mediante il getto di una platea continua, che, ad opera compiuta, risulterà sottostante il terrapieno: ad essa si ancora mediante alcuni suoi ferri che costituiscono parte dell'armatura della platea.

Le verifiche effettuate, sono quelle convenzionali e per esse non si è tenuto conto, sempre ai fini della sicurezza, del contributo favorevole dovuto alla coesione.

In base alle caratteristiche strutturali del materiale costituente le scarpate si è deciso in alcuni tratti di realizzare muri in cemento armato di altezza variabile da 1,50 a 7,50 mt.

Per mitigare l'impatto visivo dei muri in cemento armato, si provvederà al rivestimento delle pareti con pietra locale.

Opere idrauliche

Lo studio idrologico del territorio ha evidenziato l'esistenza di diversi rigagnoli a differenti portate, che devono essere regimati per il tratto che interessa la costruzione della strada. Si prevede, per questo motivo, di predisporre in corrispondenza delle intersezioni dei compluvi con il tracciato, la posa al disotto della piattaforma viaria di tubolari in lamiera ondulata o degli scatolari in calcestruzzo con pareti interne ben lisce di dimensioni tali da poter raccogliere sia i volumi di piena che le acque di piattaforma.

La scelta del diametro dei tubolari e delle sezioni degli scatolari più adatti è stata fatta in seguito ai calcoli rispetto alla 'scala delle portate'.

- Nel nostro caso risulta necessario tener conto dei seguenti fattori:
 - i tubolari all'arrivo della piena possono essere parzialmente ostruiti da materiale depositatosi in precedenza e dai detriti trasportati dalla piena stessa;
- i volumi d'acqua pervengono in condizioni di moto lontano dallo stato uniforme, si potranno per cui creare situazioni di moto turbolento con formazione di onde che possono occludere la sezione e rinserrare sacche d'aria fra il pelo libero d'acqua e la volta causando gravi ostacoli al regolare svolgimento del moto;
- il franco minimo tra il piano viabile ed il massimo livello idrico raggiunto dalla piena di progetto, non dovrà mai essere inferiore ad 1 m;

Sulla base di queste considerazioni si è ritenuto opportuno adottare diametri tali da non avere gradi di riempimento con h_0 superiori a $0.6 D$, con D il diametro della tubazione.

La pendenza di posa del tubolare atta a garantire un corretto efflusso delle acque è stata scelta pari al 3%, solo in alcuni casi per poter contenere il valore del grado di riempimento senza aumentare notevolmente il diametro, si è adottato un valore superiore pari al 3.5%.

La pendenza di posa degli scotolari sarà compresa tra l'1% e il 2% alla fine di garantire un corretto deflusso delle acque ed un agevole passaggio a tutte le specie faunistiche che dovranno attraversare la strada.

Complessivamente risulta necessario la posa in opera di:

- N ° 2 tubolari in lamiera ondulata di diametro pari a 1,5 m;
- N ° 8 tubolari: n° 3 4x4 m, n° 3 3x3 m, n°1 5x5 e 9x5,50.

Viadotti

Lungo il tracciato vi sono complessivamente sette viadotti, di lunghezza variabile tra i 40m e i 300m, per complessivi 1080 m.

La struttura dell'impalcato sarà realizzata con travi in c.a.p. precompresso costituite da conci che verranno collegati fra loro con cavi in acciaio. La pendenza massima longitudinale sarà del 7%.

I conci saranno realizzati con calcestruzzo di alta qualità additivato con fluidificanti al fine di ridurre il necessario rapporto acqua/cemento (riduzione dell'acqua del 20%) ottenendo un manufatto meno permeabile all'umidità e, in definitiva, maggiormente durevole, così come le pile.

Dal punto di vista dell'analisi statica la connessione impalcato-pila è costituita da un incastro per le pile centrali e da una cerniera per le 2 pile agli estremi, mentre le 2 campate estreme sono vincolate da semplice appoggio sulle spalle. Si ottiene così una progressiva riduzione delle azioni flettenti sulle campate estreme, ottimizzando l'utilizzo della sezione resistente di calcestruzzo.

Le spalle sono realizzate con terre armate e completate da una piastra flottante, necessaria per annullare l'influenza degli assestamenti del terreno a tergo.

Le necessarie barriere di sicurezza laterali sono costituite da "safety shape" in acciaio, equivalenti a quelle in calcestruzzo per quanto attiene la capacità di trattenere i veicoli, ma meno pesanti (rapporto di 1 a 5). Sono costituite da nervature in acciaio di interasse 3 o 6 metri e piastra in acciaio collegati da cerniere nel lato posteriore.

L'obiettivo che si intende conseguire è l'attenuazione degli impatti dovuti alla presenza dei viadotti lungo il tracciato.

Gli impatti analizzati sono i seguenti:

- Scomparsa diretta ed indiretta di vegetazione
- Impatto visivo
- Diminuita irradiazione solare

La scomparsa diretta e permanente della vegetazione è determinata dalle opere realizzate (pile e plinti) dove non sarà possibile alcun intervento di ripristino. In questo caso l'unica soluzione proponibile è la realizzazione di interventi compensatori su aree immediatamente adiacenti e nel rispetto rigoroso della composizione floristica della vegetazione naturale.

L'effetto compensatorio sarà ottenuto aumentando le specie di più alto valore naturalistico (elementi della macchia e della boscaglia termoxerofila mediterranea), incrementando la densità di impianto ed eventualmente favorendo la ripresa della vegetazione naturale con interventi migliorativi delle caratteristiche pedologiche (impiego di ammendanti, torba stallatico etc.).

La scomparsa diretta e indiretta, ma non permanente, della vegetazione è dovuta alla realizzazione delle aree di cantiere, piste di accesso etc.

Il ripristino del manto vegetale sarà ottenuto con tipologia di intervento simile a quella della "Fascia vegetazionale" i, realizzando gli opportuni adattamenti a seconda delle variazioni locali di substrato, disponibilità idrica etc.

L'impatto visivo dell'opera sul paesaggio è un elemento di notevole importanza, poiché determina un effetto barriera (più psicologica che fisica), in particolare per l'osservatore lontano dalla strada più che per l'utente che la percorre.

E' preferibile pertanto evitare l'effetto siepe" con piantagione di alberi lungo il tracciato, che aumenterebbe e non attenuerebbe la componente fisica del tracciato.

Viene confermata pertanto la realizzazione della "Fascia vegetazionale", adattandola allo scopo, ed aumentando l'effetto "mosaico" e di collegamento tra le biocenosi poste ai due lati del tracciato.

Per quanto riguarda la realizzazione di un "mascheramento", questo è ipotizzabile unicamente per le pile di minore altezza e sarà ottenuto aumentando l'impianto di alberi da alto fusto e crescita rapida nelle immediate vicinanze delle pile.

Gli effetti della diminuita irradiazione solare saranno minimi poiché nelle zone d'ombra saranno privilegiate le piante che, pur essendo eliofile, sono spesso rinvenibili nel sottobosco della lecceta e che pertanto si adattano a condizioni di ridotta luminosità.

Sono previste tre gallerie artificiali di lunghezza variabile tra 420 e 0 m, per complessivi 622 m.

Tutte le strutture verranno verificate utilizzando come riferimento la seguente normativa:

- Legge 5 Novembre 1971 n°1086: “Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato e precompresso ed a struttura metallica”;
- D.M. 11 Marzo 1988: “Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii, l’esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione”;
- D.M. 4 Aprile 1992: “Norme tecniche per la progettazione, la costruzione e il collaudo dei ponti stradali”;
- D.M. LL.PP. 14 Febbraio 1992: “Norme tecniche per l’esecuzione delle opere in cemento armato normale e precomprese e per le strutture metalliche”;
- Circolare LL.PP. 24 Giugno 1993: “Istruzioni relative alle norme tecniche per l’esecuzione in c.a. normale e precompresso e per le strutture metalliche” di cui al D.M. LL.PP. 14/02/92;
- D.M. LL.PP. 16 Gennaio 1996: “Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi”;
- Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3519 del 28 aprile 2006 “Criteri generali per l’individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l’aggiornamento degli elenchi delle stesse zone”.
- Decreto Ministeriale n. 58 del 28 febbraio 2017 “Linee guida per la classificazione del rischio sismico delle costruzioni e relativi allegati” - Allegato A, Linee guida, e Allegato B, Asseverazione;
- Decreto Ministeriale n. 65 del 7 marzo 2017 “Linee guida per la classificazione del rischio sismico delle costruzioni e relativi allegati” - Allegato A, Linee guida, e Allegato B, Asseverazione;
- Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018: “Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni” (di seguito denominato NTC);
- Circolare del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti 21 gennaio 2019, n. 7 del Consiglio superiore dei Lavori Pubblici recante “Istruzioni per l’applicazione dell’«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018” (di seguito denominata Circolare 7/19);
- Norma UNI 9858 del 1 Giugno 1991: “Calcestruzzo. Prestazioni, produzione, posa in opera e criteri di conformità.”;
- Norma UNI 8981/1/2/3/5/6/7 del 1 Maggio 1987 e seguenti : “Curabilità delle opere e manufatti in calcestruzzo”;

- Norma UNI EN 206: “: “Calcestruzzo. Prestazioni, produzione, posa in opera e criteri di conformità”.

Barriere di sicurezza

I cigli della piattaforma stradale necessiteranno della messa in opera di barriere di sicurezza stradali, secondo le caratteristiche e le modalità tecniche costruttive previste dalla Normativa vigente.

Le zone ai margini della carreggiata stradale, da proteggere mediante l'installazione di barriere, sono quelle previste dall'art. 3 delle istruzioni tecniche allegate al D.M. 08/06/1998 e dal D.M. 18/02/1992, n. 223 .

Per garantire le migliori condizioni di sicurezza agli utenti della strada ed ai terzi, assicurare la protezione delle zone limitrofe della carreggiata stradale e impedirne la fuori uscita dei veicoli, per elevare il livello di servizio della strada e la qualità delle sue pertinenze, le barriere stradali di sicurezza dovranno essere progettate e realizzate a norma secondo le disposizioni e le istruzioni e ai relativi aggiornamenti.

Le barriere devono avere caratteristiche tali da resistere ad urti di veicoli e da presentare una deformabilità pressoché costante in qualsiasi punto.

Inoltre devono assicurare il “contenimento” dei veicoli collidenti sulla barriera (e tendenti alla fuoriuscita dalla carreggiata stradale) nelle migliori condizioni di sicurezza possibile.

L'impatto visivo dei viadotti sarà ridotto attraverso l'inserimento di opere di vegetazione che possono portare, da alcuni punti di vista ad un occultamento quasi completo.

Barriere acustiche

All'esito dello studio acustico dell'opera non si ravvisa la necessità di barriere acustiche.

Opere in verde

Il progetto delle opere a verde dovrà garantire un risultato sia un punto di vista percettivo e tecnico, oltre che da un punto di vista ecologico; in questo senso assume notevole importanza la redazione di un "progetto integrato" tra le diverse componenti citate. Tale approfondimento è indispensabile per individuare le principali specie da utilizzare, che pertanto sono state scelte a seguito di un'accurata analisi botanica e paesaggistica dell'area e nell'ottica di un armonico inserimento dell'infrastruttura e dei diversi impatti che questa comporta.

Sulla base dei risultati degli studi preliminari e delle esigenze di carattere tecnico, si utilizzeranno fundamentalmente le specie spontanee dell'area al fine di equilibrare le esigenze ambientali, percettive e funzionali

Inoltre, la rinaturalizzazione delle aree circostanti l'opera in esame, sarà basata su quanto, gli studi meteo-climatici, pedologici, e vegetazionali hanno messo in evidenza. Il clima caratteristico dell'area è arido, con forte deficit idrico nel periodo estivo, circa per quattro mesi. Il regime pluviometrico individua due stagioni: autunno-inverno ad elevata piovosità e primavera-estate a bassa piovosità.

Considerate le necessità idriche delle specie vegetali in fase di attecchimento, i lavori per le opere in verde si dovranno svolgere durante il periodo autunnale, in modo tale da consentire alle piante di usufruire immediatamente dei benefici derivanti dalle piogge invernali, e poter quindi giungere al periodo di siccità in condizioni potenzialmente ottimali.

Si sottolinea peraltro la necessità di effettuare comunque l'irrigazione delle piante soprattutto in periodi di siccità prolungata, attraverso lo spargimento di acqua tramite l'utilizzo di un'autobotte. Tutte le piante verranno fornite e piantate con una garanzia di attecchimento di dieci mesi a decorrere dalla data in cui queste vengono coltivate.

La preparazione del terreno

Sotto l'azione del passaggio delle macchine, durante la fase di cantiere e delle piogge, il terreno diventa più compatto, manca di macropori e quindi ha aerazione scadente. La lavorazione del terreno cercherà di ripristinarne la struttura, ricreando la consistenza grumosa e non costipata, ideale per l'attecchimento delle piantine.

La preparazione del terreno prevede, inoltre, la concimazione di fondo, con concimi organici, fosfatici, e potassici. Questi concimi devono essere ben interrati durante la stesura e preparazione del terreno.

Le caratteristiche chimico - fisiche ideali del terreno devono rientrare nei parametri elencati di seguito:

- impasto privo di ciottoli o cocci;
- assenza di metalli pesanti;
- conducibilità elettrica inferiore a 2 mmhos a 25° C;
- contenuto in azoto superiore al 2%;
- contenuto in sostanza organica superiore al 2%;
- contenuto in calcare attivo inferiore al 2 %.

Si creeranno quindi, tutte le condizioni ideali per la posa in opera e l'attecchimento delle piantine.

Sistemazione a verde dei rilevati e delle scarpate

Le scarpate e le trincee lungo il tracciato in esame possono essere la causa di gravi processi di erosione accelerata, che compromettono la stabilità del terreno che le costituisce e di quello circostante.

Gli obiettivi che si intendono conseguire sono pertanto i seguenti:

- Eliminazione dei fenomeni erosivi superficiali;
- Consolidamento del terreno;
- Rivegetazione.

Sulle scarpate in rilevato con pendenza 2/3, con presenza di substrato di buone caratteristiche pedologiche, tutti gli obiettivi prefissati verranno raggiunti con la piantagione di arbusti della macchia mediterranea.

La tecnica proposta, infatti, consente di stabilizzare e consolidare il terreno suscettibile di erosione, attraverso il ripristino della copertura vegetale con specie a chioma folta, e facendo ricorso ad un apporto equilibrato tra piante a radicazione superficiale e profonda. E' risaputo che lo sviluppo radicale di associazioni di arbusti e cespugli nani avviene sui diversi strati di terreno, grazie alla presenza di apparati radicali fittonanti e fascicolati delle diverse specie.

Tuttavia, vista la possibilità di riscontrare condizioni pedologiche sfavorevoli anche nelle scarpate in rilevato, in particolare nel caso che il terreno riportato sia particolarmente sterile o sassoso, in situazioni particolari potranno essere utilizzate specie pioniere della macchia bassa o della gariga.

Muri di sostegno.

L'obiettivo principale che si intende conseguire è il mascheramento della struttura in cemento dei muri di tipo "Eco – Wall", già realizzati con il precedente tratto della SS 389.

Vista la tipologia dell'opera (presenza di nicchie, cassoni e gradini) è ipotizzabile la piantumazione dei gradoni con piante cespugliose infiorescenti e rampicanti, in maniera tale da ottenere un rinverdimento diretto delle superfici oltre che un effetto schermante prodotto dalla vegetazione stessa.

Viene proposto pertanto l'utilizzo di piante quali il Rosmarino *Officinalis*, la Lavandula *stoechas* e *Halimum Halinifolium*, con marcate caratteristiche ornamentali, che si espandono rapidamente grazie alla elevata capacità di propagazione vegetativa e che si adattano alle più svariate condizioni di terreno e contenuto idrico.

Inoltre, queste specie sono ben rappresentata in tutto il territorio circostante (muretti, bordi stradali, piccoli torrenti), e costituiscono pertanto un ottimo legame con il tessuto paesaggistico dell'area.

Sistemazione delle aree di svincolo.

Il progetto di ripristino delle aree adiacenti agli svincoli è finalizzato al raggiungimento di due obiettivi principali:

- la ricostruzione della continuità del paesaggio circostante e degli habitat;
- la realizzazione di un'area di valore estetico ed ornamentale. Il primo obiettivo sarà raggiunto mediante l'utilizzo di specie arbustive ed arboree presenti nella
- macchia e nella boscaglia del territorio limitrofo alle aree di intervento.

Il secondo sarà raggiunto con l'impiego di specie arboree ed ornamentali con chioma elegante e con vistose fioriture.

Al fine di equilibrare le esigenze percettive, ambientali e funzionali sono stati modificati i rapporti quantitativi tra le piante osservabili nel territorio, privilegiando l'utilizzo di un numero basso di specie ed un numero elevato di individui della stessa specie, onde evitare interventi radi e localizzati tra loro.

Per quanto riguarda le scarpate dei rilevati, di altezza e pendenza moderate, si è ritenuto opportuno privilegiare la coerenza floristico-strutturale, utilizzando specie che garantiscano la stabilità meccanica del terreno, cercando allo stesso tempo di ottenere una variabilità cromatica durante le stagioni.

Da un punto di vista ecologico si è ritenuto necessario rispettare le condizioni fisiche ed idriche della stazione, valutando le condizioni climatiche e pedologiche. Nelle aree pianeggianti si avrà sempre una maggiore disponibilità idrica ed un terreno più profondo rispetto alle superfici inclinate. Nelle prime saranno maggiori i flussi di energia e sostanza organica, di conseguenza è stato privilegiato l'impianto di specie eliofile che, grazie alla completa esposizione ai raggi solari, potranno favorire la produzione di biomassa e di conseguenza l'arricchimento del terreno.

Tipologie delle opere

1) Ricostruzione della macchia bassa pioniera

Questa tipologia di intervento viene proposta principalmente nelle scarpate dove la pendenza e le caratteristiche chimico fisiche del terreno suggeriscono l'impiego di specie pioniere con limitate esigenze idriche e nutrizionali.

La composizione vegetale prevede, infatti, arbusti e suffrutici tipici delle garighe mediterranee, in abbinamento a specie caratteristiche della macchia mediterranea e voluta in percentuale ridotta. L'efficacia tecnica di questo intervento è dovuta alla buona copertura della superficie, grazie ad un sesto d'impianto di 1 x 1 metri, ed all'impiego di specie (*Inula viscosa*, *Artemisia arborescens*, *Helichrysum italicum*, *Cistus monspeliensis*, *Cistus incanus*, *Cistus salvifolius*,

lavandula stocchas etc.) dotate di semi ad alto potere germinativo, anche in condizioni di povertà del suolo, che determina una stabilità ed incremento nel tempo della copertura vegetale.

Dal punto di vista ecologico la notevole diversità della flora garantisce la possibilità dell'evoluzione della serie verso stadi più maturi, mentre assicura la stabilità in caso di eventi regressivi (sovrapascolo, incendi, etc.).

L'effetto finale è la realizzazione di una copertura vegetale molto naturale, simile alla gariga o alla macchia bassa, che difficilmente evolverà in tempi brevi a causa dei notevoli fattori limitanti.

2) Ricostruzione della macchia evoluta

Questo tipo di intervento viene proposto primariamente per le scarpate in rilevato e generalmente quando la pendenza e le caratteristiche chimico fisiche del terreno consentono l'utilizzo di specie con specifiche esigenze idriche e nutrizionali.

La composizione vegetale è caratterizzata da specie della macchia mediterranea evoluta, ed in subordine da arbusti e suffrutici delle macchie e garighe mediterranee.

Dal punto di vista tecnico la validità di questo intervento è dovuta alla ottima protezione del terreno dagli agenti erosivi, data dal sesto d'impianto abbastanza denso (1 x 1 metri); dall'aumento nel tempo della copertura delle chiome, grazie alla capacità di accostamento delle specie proposte; al consolidamento effettuato dagli apparati radicali.

Dal punto di vista ecologico l'utilizzo di piante tipiche della macchia mediterranea costituisce un punto di progresso verso gli stadi maturi della formazione vegetale climax dell'area.

L'impiego di specie arboree costituisce una premessa per un'ulteriore evoluzione del manto vegetale verso formazioni naturali di altissimo valore naturalistico. Questo risultato potrà essere ottenuto in un lasso di tempo piuttosto lungo ed in condizioni di limitato disturbo antropico.

3) Creazione di fascia vegetazionale.

La fascia vegetazionale ha lo scopo di ridurre l'impatto ambientale atmosferico, acustico e visivo determinato dalla realizzazione della strada. E' prevista pertanto lungo tutto lo sviluppo del tracciato, ad eccezione dei punti in cui sono previsti altri tipi di intervento.

La funzione estetica assume un notevole rilievo in questa area di indubbio interesse paesaggistico; tuttavia, la funzione di protezione presenta un'importanza strategica all'interno di una logica di corretta gestione del territorio e, in ultima analisi, tale funzione comprende e soddisfa anche la precedente.

Inoltre, poiché la fascia vegetazionale costituisce un'interfaccia con l'ambiente circostante, questo deve dare, per quanto possibile, un senso di continuità e di collegamento con la vegetazione naturale. L'intento è quindi quello di ottenere un "filtro" e non una "barriera".

Anche se il sesto d'impianto proposto (0.8 x 0.8 metri) è alquanto fitto, non si tratta di un classico rimboschimento ma di una sorta di "imboschimento intensivo". Questa tipologia di impianto consente infatti di evitare "l'effetto siepe" e "l'effetto frutteto" poiché le difficili condizioni pedologiche, la mancanza di cure colturali e possibili fattori esterni, ridurranno sicuramente la percentuale di attecchimento, diradando la vegetazione naturalmente e selezionando le specie e gli individui più idonei alle condizioni microclimatiche delle singole aree.

La validità ecologica di questo intervento è data pertanto da questo criterio di scelta delle specie e l'elasticità della composizione floristica sarà molto evidente. Per citare un unico esempio, in corrispondenza di vallecicole con substrato con maggiore disponibilità idrica, sono state privilegiate piante tipiche della vegetazione riparia, (Ontano), anche se con limitata funzione di filtro.

I criteri tecnici di progettazione si sono invece basati sulla composizione specifica e sui parametri strutturali.

Nella scelta della composizione specifica si è tenuto conto sia delle condizioni in cui si deve operare, che della disponibilità del materiale vegetale; in ogni caso occorre sottolineare che in questa situazione la composizione fortemente polispecifica presenta una maggiore versatilità e funzionalità.

Gli elementi delle specie considerati sono stati:

- Natura delle superfici assorbenti (corteccia, rami e foglie), rugosità spugnosità.
- Area fogliare, determinato dalla superficie unitaria delle foglie e dalla densità della chioma.
- Effetto interstizio che facilita la deposizione secca di inquinanti e polveri nei microambienti (spazi fra foglia e foglia) che si creano all'interno della chioma. Appare evidente che l'effetto interstizio è maggiormente presente in chiome molto dense e con foglie piccole come la maggior parte delle piante mediterranee.
- Distinzione tra piante sempreverdi e caducifoglie, con evidente preferenza per le prime che mantengono costante la superficie assorbente e non trasferiscono il particolato al terreno con la caduta delle foglie.

I parametri strutturali considerati sono:

- Altezza e stratificazione verticale. L'efficienza aumenta con il numero di strati e, di conseguenza, con l'altezza della barriera. La stratificazione verticale deve assicurare un'adeguata massa fogliare su ogni livello.
- Compattezza. E' data dalla superficie assorbente complessiva per unità di volume. Questo risultato viene raggiunto con un sesto d'impianto denso, relativamente alle specie usate, e grazie a cure colturali che favoriscono la ramificazione secondaria, anche nelle parti inferiori del fusto.
- Posizionamento e spessore. La fascia è stata posizionata vicino all'asse stradale con uno spessore di circa trenta metri per lato. Tale profondità è stata determinata non solo in base alla funzione di barriera (che in effetti svolge tutta la sua efficacia di filtro solo nei primi metri di spessore), ma per potenziare la funzione di collegamento con l'ambiente limitrofo.

4.5 Cantierizzazione

L'organizzazione del cantiere prevede l'individuazione di un'area di cantiere base ad inizio intervento, in prossimità dello svincolo verso Villanova Strisaili (nord), ed un cantiere sud a fine intervento nei pressi del bivio Arzana.

Le aree scelte per il cantiere e le aree logistiche, si sviluppano su terreni agricoli o incolti regolari, a lieve pendenza e di agevole accessibilità dalla strada principale; tali aree dovranno essere rinaturalizzate alla fine del cantiere.



Figura 16- Area cantiere nord

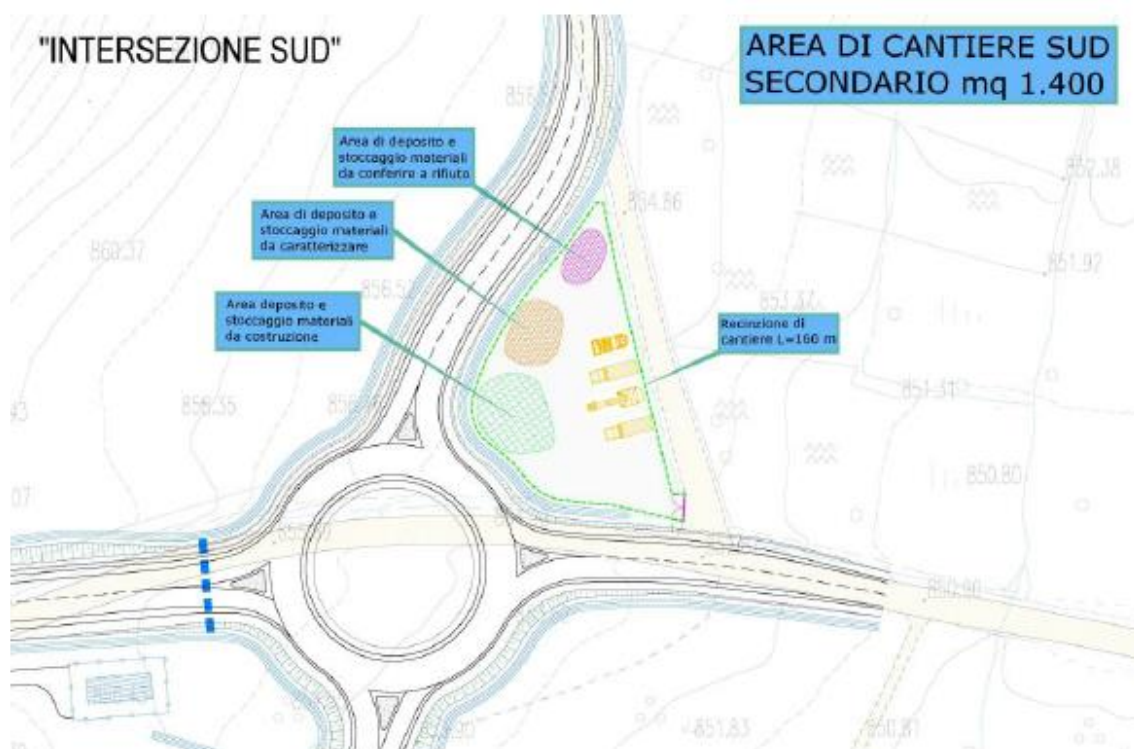


Figura 17- Area cantiere sud

La logistica interna di cantiere prevede un'area attrezzata con tutte le strutture di supporto sia tecniche che operative, necessarie allo svolgimento delle attività lavorative e a disposizione degli addetti ai lavori, intesi sia come maestranze che di direzione tecnica, costituite da appositi locali prefabbricati, oltre che da aree per lo stazionamento dei mezzi d'opera.

All'interno delle aree logistiche, di superficie rispettivamente 3.900 m² e 1.400 m², sono previsti il ricovero mezzi e il deposito materiali.

Per quanto riguarda la recinzione di cantiere, da predisporre perimetralmente, dovrà essere costituita da rete metallica plastificata e paletti di sostegno in acciaio ed avere un'altezza minima pari a mt 2,00 dal piano campagna, completa di impianto luminoso di segnalazione notturno.

In prossimità degli accessi saranno collocati i cartelli di cantiere e lungo la strada di accesso al cantiere, saranno poste apposite segnalazioni di cantiere e lavori in corso con l'indicazione, in corrispondenza dell'accesso/uscita "USCITA AUTOMEZZI", il tutto secondo quanto previsto dal codice della strada.

La pista di cantiere è prevista della larghezza pari a 5,00 m costituita da una fondazione in materiale arido A2-6 dello spessore di 60 cm con sovrastante strato in frantumato di cava A2-4 di spessori 50 cm.

La pista viene realizzata seguendo il piano campagna senza rettifiche piano altimetriche; si procede allo scotico di 30 cm superficiale seguito da bonifica per ulteriori 80 cm.

Lateralmente vengono eseguiti fossi in terra di 50 cm di profondità con sagoma trapezoidale; lungo gli stessi, ad intervalli di circa 100 metri, vengono realizzati “pozzetti” disperdenti di dimensioni 1,0x1,0 m profondi 1,0 m riempiti con ciotto-lame da smaltire a fine lavori.

Lungo le piste, ad intervalli di circa 200 metri, sono previste piazzole di inter-scambio per l'incrocio dei mezzi d'opera.

In corrispondenza delle gallerie artificiali sono previste piste in entrambi i lati per la realizzazione dei pali di fondazione; le altre piste sono previste in affiancamento a tutti i viadotti per l'avvicinamento agli stessi, il trasporto e il varo degli impalcati.

Nei casi in cui la pista incrocia i fossi esistenti, si prevede il tombamento provvisorio mediante l'utilizzo di tombini in lamiera zincata ondulata tipo “Armco”.

L'indicazione delle piste, come di tutte le demolizioni, sono state dettagliate nelle tavole specifiche allegate al progetto.

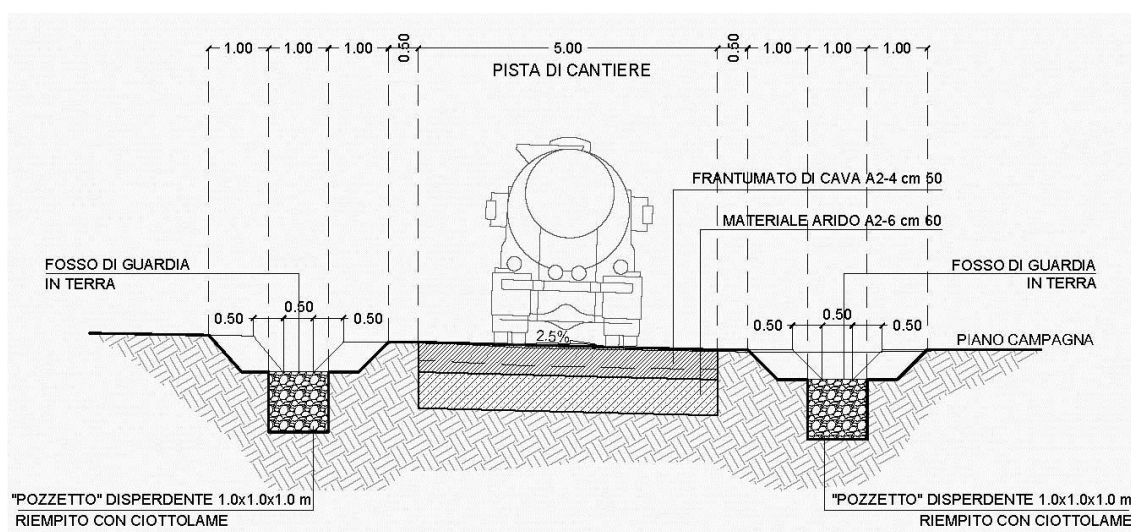


Figura 18- Sezione tipologica pista di cantiere

4.6 Caratterizzazione ambientale acque e suolo

Nel mese di luglio 2020, sono state eseguite una serie di indagini geoambientali nell'area di progetto della SS389; i dettagli della campagna di indagini sono riportati nel documento di progetto T00-SG00-AMB-RE01-A. Si riporta nel seguito una sintesi delle indagini eseguite ai fini della caratterizzazione ambientale delle acque e del suolo interessati dall'opera. Nella figura seguente sono indicati i punti di campionamento eseguiti.

L'indagine è stata articolata nella esecuzione di tre sondaggi geognostici spinti a profondità comprese tra 14 e 20 mt dal p.c. (SA1, SA2, SA3), due fori sono stati strumentati con

piezometri a tubo aperto in PVC (SA2, SA3). Durante i lavori sono stati prelevati campioni di terre ed acqua per analisi chimiche. E' stata inoltre eseguita una campagna di 21 pozzetti geoambientali con prelievo di campioni per analisi chimiche.

A perforazione ultimata, prima dello spurgo e prima dello spurgo per il campionamento, sono state eseguite misure piezometriche come riportato in tabella seguente.

Tabella 5- Letture piezometriche dal piano di campagna

Sondaggio	Metri totali	Falda ad ultimazione foro	Falda pre-spurgo iniziale	Falda pre-spurgo campionamento
SA2	14,00	-12,60	Assente	Assente
SA3	20,00	-10,80	-11,10	-11,10

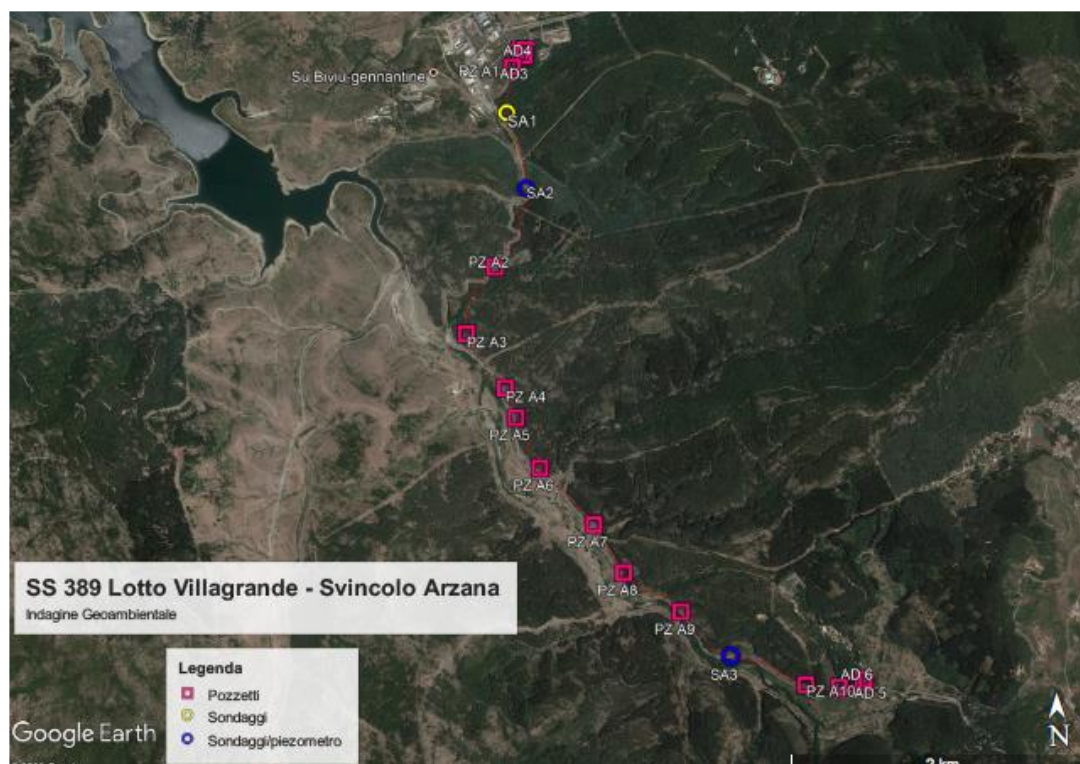


Figura 19- Posizione indagini geoambientali

Nel corso dei sondaggi e durante l'esecuzione dei pozzetti geognostici sono stati prelevati campioni di "terre" e spezzoni di carota lapidei. La tabella seguente riporta l'elenco dei campioni consegnati al laboratorio.

Tabella 6- Tabella campioni per analisi chimiche

Sondaggio	Prof. camp. (m da p.c.)	Tipologia
------------------	--------------------------------	------------------

SA1	0.00-1.00	Terre in barattolo vetro+vial
SA1	4.50-5.50	Spezzoni lapidei
SA1	9.80-10.80	Spezzoni lapidei
SA2	0.00-1.00	Terre in barattolo vetro+vial
SA2	6.00-7.00	Spezzoni lapidei
SA2	12.00-13.00	Spezzoni lapidei
SA3	0.00-1.00	Terre in barattolo vetro+vial
SA3	5.50-6.50	Spezzoni lapidei
SA3	10.10-11.10	Spezzoni lapidei
SA3	11.10	2 bott. vetro lt 1, 2 barattoli PE lt 1, 2 vials vetro da 40 ml, 1 barattolo PE da 100 ml "acidificato"
Pozzetto	Prof. camp.	Tipologia scavo e tipologia campione
PZ A1	C1 0.00-1.00 C2 1.00-2.00	Escavatore meccanico 2 barattolo vetro da 1 lt+2 barattolo vetro da 0,5 lt
PZ A2	C1 0.00-1.00 R1 0.00-1.00	Scavo manuale 2 barattolo vetro da 1 lt+2 barattolo vetro da 0,5 lt
PZ A3	C1 0.00-0.70	Escavatore meccanico Barattolo vetro da 1 lt+barattolo vetro da 0,5 lt
PZ A4	C1 0.00-0.50	Scavo manuale Barattolo vetro da 1 lt+barattolo vetro da 0,5 lt
PZ A5	C1 0.00-0.50 At1 0.00-0.50	Scavo manuale 2 barattolo vetro da 1 lt+2 barattolo vetro da 0,5 lt
PZ A6	C1 0.00-1.00 C2 1.00-2.00 R1 0.00-2.00	Escavatore meccanico 3 barattolo vetro da 1 lt+3 barattolo vetro da 0,5 lt
PZ A7	C1 0.00-1.00 C2 1.00-2.00	Escavatore meccanico 2 barattolo vetro da 1 lt+2 barattolo vetro da 0,5 lt
PZ A8	C1 0.00-1.00 C2 1.00-2.00 R1 0.00-2.00	Escavatore meccanico 3 barattolo vetro da 1 lt+3 barattolo vetro da 0,5 lt
PZ A9	C1 0.00-1.00	Scavo manuale Barattolo vetro da 1 lt+barattolo vetro da 0,5 lt
PZ A10	C1 0.00-1.00 C2 1.00-2.00	Escavatore meccanico 2 barattolo vetro da 1 lt+2barattolo vetro da 0,5 lt
PZ A11	C1 0.00-1.00 C2 1.00-2.00 R1 0.00-2.00	Escavatore meccanico 3 barattolo vetro da 1 lt+3 barattolo vetro da 0,5 lt
PZ AD1	C1 0.00-1.00	Escavatore meccanico Barattolo vetro da 1 lt+barattolo vetro da 0,5 lt
PZ AD2	C1 0.00-1.00	Escavatore meccanico Barattolo vetro da 1 lt+barattolo vetro da 0,5 lt
PZ AD3	C1 0.00-1.00	Escavatore meccanico Barattolo vetro da 1 lt+barattolo vetro da 0,5 lt

PZ AD4	C1 0.00-1.00	Escavatore meccanico Barattolo vetro da 1 lt+barattolo vetro da 0,5 lt
PZ AD5	C1 0.00-1.00	Escavatore meccanico Barattolo vetro da 1 lt+barattolo vetro da 0,5 lt
PZ AD6	C1 0.00-1.00	Escavatore meccanico Barattolo vetro da 1 lt+barattolo vetro da 0,5 lt
PZ AD7	C1 0.00-1.00	Escavatore meccanico Barattolo vetro da 1 lt+barattolo vetro da 0,5 lt

Riepilogando il set di campionamenti eseguiti, sono stati prelevati i seguenti campioni:

⇒ n. 33 di terre/rocce ai fini ambientali

⇒ n. 4 di terre/rocce per smaltimento

⇒ n. 1 di acqua ai fini ambientali

oltre a:

⇒ n. 4 di terre/rocce per l'aggressività del calcestruzzo

⇒ n. 1 di acqua per l'aggressività del calcestruzzo

4.6.1 Set analitico su terreni e rocce

In tutti i campioni sono stati ricercati i parametri del set analitico minimale di cui alla Tabella 4.1 dell'Allegato 4 al D.M. 120/2017. Nello specifico:

❖ Metalli

- Arsenico
- Cadmio
- Cobalto
- Cromo totale
- Cromo VI
- Mercurio
- Nichel
- Piombo
- Rame
- Zinco

❖ Amianto

❖ Idrocarburi pesanti

❖ Organici aromatici policiclici (IPA)

- Benzo(a)antracene
- Benzo(a)pirene
- Benzo(b)fluorantene
- Benzo(k)fluorantene
- Benzo(g,h,i)perililene
- Dibenzo(a,l)pirene
- Dibenzo(a,i)pirene

- Dibenzo(a,h)pirene
 - Dibenzo(a,h)antracene
 - Indeno(1,2,3-c,d)pirene
 - Pirene
 - Sommatoria
- ❖ Organici aromatici (BTEX)
- Benzene
 - Etilbenzene
 - Stirene
 - Toluene
 - m-Xilene
 - o-Xilene
 - p-Xilene
 - Xileni
 - Sommatoria

Il set completo è stato determinato in n. 11 dei n. 33 campioni prelevati e nei restanti solo metalli, C > 12 ed amianto.

4.6.2 Set analitico sulle acque

Nell'unico campione di acqua prelevato (**SA3 AF1**), sono stati ricercati i seguenti analiti:

- ❖ Metalli
- Arsenico
 - Cadmio
 - Cobalto
 - Cromo totale
 - Cromo VI
 - Mercurio
 - Nichel
 - Piombo
 - Rame
 - Zinco
- ❖ Idrocarburi totali
- ❖ Organici aromatici (BTEX)
- Benzene
 - Etilbenzene
 - Stirene
 - Toluene
 - p-Xilene
- ❖ Organici aromatici policiclici (IPA)
- Benzo(a)antracene
 - Benzo(a)pirene
 - Benzo(b)fluorantene
 - Benzo(k)fluorantene
 - Benzo(g,h,i)perililene
 - Crisene
 - Dibenzo(a,h)antracene

- Indeno(1,2,3-c,d)pirene
- Pirene
- Sommatoria

4.6.3 Set analitico ai fini dell'omologa rifiuto

Nell'ipotesi di gestire le terre e rocce scavo in regime di rifiuto sono state eseguite determinazioni su n. 4 campioni (**PZA2-R1**, **PZA6-R1**, **PZA8-R1** e **PZA11-R1**) "compositi", ovvero rappresentativo di tutto l'intervallo di profondità, allo scopo di valutarne le corrette modalità di smaltimento.

La valutazione della pericolosità è stata eseguita coerentemente ai dettami di cui alla Decisione della Commissione 2014/955/UE, dei Regolamenti UE N. 1357/2014, N. 1021/2019 e N. 997/2017, con particolare riferimento ai parametri di seguito specificati:

- ❖ per il tal quale:
 - Residuo a 105°C
 - Residuo a 600°C
 - Colore
 - Stato fisico
 - pH
 - Metalli (As, Sb, Ba, Cd, Cr, Cu, Hg, Se, Sb, Co, Be, Zn, Ba, V, St, Mo, Ta, Cr^{VI})
 - Idrocarburi totali
 - Idrocarburi leggeri
 - Isopropilbenzene
 - dipentene
 - BTEX
 - IPA
 - amianto
- ❖ Per l'eluato (test di cessione in acqua deionizzata):
 - Metalli (As, Ba, Be, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Zn, V)
 - Anioni (Cloruri, Fluoruri, Cianuri, Solfati)
 - Carbonio organico disciolto (DOC)
 - Solidi totali disciolti (TDS)
 - COD
 - Conducibilità
 - pH
 - Amianto

4.6.4 Risultati delle indagini ambientali

Rimandando alle tabelle schematiche per i rapporti delle prove di laboratorio chimico, riportate nelle tabelle seguenti, si riassume di seguito l'esito della caratterizzazione ambientale sui terreni.

Dall'analisi dei valori di concentrazione, emerge la conformità di tutti gli analiti rispetto alle CSC di cui all'Allegato 5 alla parte IV Tabella 1 Colonna A ("siti ad uso verde pubblico, privato

e residenziale”), ad esclusione di due “lievi” esuberi nel campione **PZA9-C1**(0,00÷1,00m), come di seguito specificato:

- Arsenico ⇒ 23±4 mg/kg s.s. C.S.C. = 20 mg/kg
- Zinco ⇒ 188±31 mg/kg s.s. C.S.C. = 150 mg/kg

Le due concentrazioni citate, rientrano comunque nel limite di accettabilità del laboratorio ed attengono comunque ad una situazione puntuale.

Le analisi chimiche condotte sul campione rappresentativo delle acque, che verranno intercettate durante i lavori di scavo, prelevato dal sondaggio SA3 (**SA3 AF1**), non hanno ravvisato nessuno superamento dei valori “soglia di contaminazione” ai sensi dell’Allegato 5 del D.Lgs. 152/2006.

Le omologhe rifiuto hanno fornito i risultati esposti schematicamente in Tabella 7.

Tutti sono risultati "non pericolosi", ammissibili anche a procedure semplificate di recupero ai sensi del D.M. 05.02.1988 (D.M. 186/2006).

CAMPIONE	TIPOLOGIA DISCARICA			RECUPERO	
	RIFIUTI			PARZIALE	COMPLETO
INERTI	NON PERICOLOSI	PERICOLOSI			
PZA2 R1(0,00÷1,00 m)		X			X
PZA6 R1(0,00÷2,00 m)		X			X
PZA8 R1(0,00÷2,00 m)		X			X
PZA11 R1(0,00÷2,00 m)		X			X

Tabella 7 – Classificazione dei terreni come rifiuto e relativo impianto/discarica di destinazione.

7.31-bis.3 Attività di recupero (D.M. 186/2006)

- a)** industria della ceramica e dei laterizi [R5];
- b)** utilizzo per recuperi ambientali (il recupero è subordinato all'esecuzione del test di cessione sul rifiuto tal quale secondo il metodo in allegato 3 al presente decreto) [R10];
- c)** formazione di rilevati e sottofondi stradali (il recupero è subordinato all'esecuzione del test di cessione sul rifiuto tal quale secondo il metodo in allegato 3 al presente decreto) [R5].

I campioni di terreno superficiali prelevati nelle due aree ove si prevede di depositare temporaneamente i prodotti degli sbancamenti, non hanno evidenziato alcun tipo di eccedenza rispetto alle C.S.C. Colonna A, così come le acque sotterranee.

Ai fini della classificazione dei materiali di scavo per una possibile gestione in ambito dei rifiuti, sulla base delle analisi effettuate su n. 2 campioni sono risultati ascrivibili al Codice CER 17.05.04 che comprende «Terra e rocce, diverse da quelle di cui alla voce 17.05.03*», pertanto smaltibili in discarica per rifiuti non pericolosi.

VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA
DAL KM 51+100.00 DELLA S.S. 389 VAR AL KM 177+930.00 DELLA S.S. 389

ANALISI CHIMICHE SULLE TERRE AI SENSI DEL D.P.R. 120/2020

		PZ A8 C1		PZ A8 C2		PZ A8 C1		PZ A10 C1		PZ A10 C2		PZ A11 C1		PZ A11 C2	
Quota di prelievo		0,00+1,00		1,00+2,00		0,00+1,00		0,00+1,00		1,00+2,00		0,00+1,00		1,00+2,00	
Data prelievo		08/07/2020		09/07/2020		08/07/2020		08/07/2020		08/07/2020		08/07/2020		08/07/2020	
Data inizio prova		14/07/2020		14/07/2020		14/07/2020		14/07/2020		14/07/2020		14/07/2020		14/07/2020	
COORDINATE GAUSS BOAGA		EST WORD		1 541 663 4 417 785		1 542 071 4 417 526		1 542 799 4 417 071		1 543 011 4 417 051		1 543 011 4 417 051			
PARAMETRO	U. M.	D.Lgs. 152/2006 art. 5 lett. f Colonna A Colonna B		20L413404	20L413405	20L413389	20L413407	20L413402	20L413399	20L413326					
Matrice				terreno	terreno	terreno	terreno	terreno	terreno	terreno					
scheletro (2 cm - 2 mm)	% pp			425,7	398	136,5	210,9	210,7	243,3	52,9					
Residuo secco a 105 °C	% pp			95,9	96,5	97,7	99,3	98,6	97,4	97,3					
Metalli															
Argento	mg/kg s.s.	20	50	1,2	5,1	20	< 1	< 1	< 1	< 1					
Cadmio	mg/kg s.s.	2	10	< 0,1	< 0,1	0,45	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1					
Cobalto	mg/kg s.s.	70	250	3,6	4,2	14	1,4	1,2	1,8	1,5					
Cromo totale	mg/kg s.s.	150	500	6,7	11	15	3	1,7	2,6	2,2					
Cromo esavalente	mg/kg s.s.	2	10	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2					
Mercurio	mg/kg s.s.	1	5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1					
Nichel	mg/kg s.s.	120	500	13	14	66	2,2	1,6	0,8	2					
Piombo	mg/kg s.s.	100	1000	14	16	30	11	10	12	15					
Rame	mg/kg s.s.	120	600	7,1	7,5	17	1,1	1,2	2,3	< 1					
Zinco	mg/kg s.s.	150	1500	37	42	138	26	28	26	43					
COMPOSTI ORGANICI AROMATICI															
Benzene	mg/kg s.s.	0,1	10			< 0,01			< 0,01	< 0,01					
Etilbenzene	mg/kg s.s.	0,5	50			< 0,05			< 0,05	< 0,05					
Stirene	mg/kg s.s.	0,5	50			< 0,05			< 0,05	< 0,05					
Toluene	mg/kg s.s.	0,5	50			< 0,05			< 0,05	< 0,05					
m-Xilene	mg/kg s.s.					< 0,05			< 0,05	< 0,05					
p-Xilene	mg/kg s.s.					< 0,05			< 0,05	< 0,05					
o-Xilene	mg/kg s.s.					< 0,05			< 0,05	< 0,05					
Bfenil	mg/kg s.s.	0,5	50												
Sommatoria organici aromatici (BTEX)	mg/kg s.s.	0,5	50			< 0,01			< 0,01						
IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI															
Benzofluorantene	mg/kg s.s.	0,5	10			< 0,01			< 0,01	< 0,01					
Benzofluorene	mg/kg s.s.	0,1	10			< 0,01			< 0,01	< 0,01					
Benzofluorantene	mg/kg s.s.	0,5	10			< 0,01			< 0,01	< 0,01					
Benzofluorantene	mg/kg s.s.	0,5	10			< 0,01			< 0,01	< 0,01					
Benzofluorantene	mg/kg s.s.	0,1	10			< 0,01			< 0,01	< 0,01					
Chisene (3a)	mg/kg s.s.	5	50			< 0,01			< 0,01	< 0,01					
Ubenzo(a,e)pirene	mg/kg s.s.	0,1	10			< 0,01			< 0,01	< 0,01					
Ubenzo(a,i)pirene	mg/kg s.s.	0,1	10			< 0,01			< 0,01	< 0,01					
Ubenzo(a,i)pirene	mg/kg s.s.	0,1	10			< 0,01			< 0,01	< 0,01					
Ubenzo(a,i)pirene	mg/kg s.s.	0,1	10			< 0,01			< 0,01	< 0,01					
Ubenzo(a,h)antracene	mg/kg s.s.	0,1	10			< 0,01			< 0,01	< 0,01					
Indeno(1,2,3-cd)pirene	mg/kg s.s.	0,1	5			< 0,01			< 0,01	< 0,01					
Pirene	mg/kg s.s.	5	50			< 0,01			< 0,01	< 0,01					
Sommatoria (da 25 a 34)	mg/kg s.s.	10	100			< 0,01			< 0,01	< 0,01					
IDROCARBURI															
Idrocarburi aromatici (C⁷-2)	mg/Kg s.s.	50	750	< 5	< 5	75	9	< 5	8	< 5					
ALTRE SOSTANZE															
Amianto (SEM)	mg/kg	1.000	1.000	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100					

Limiti di sensi de D.Lgs. 152/2006 parte IV Allegato V tabella 1A (solo ad uso verde pubblico e orviale, res. benzale).

Limiti di sensi de D.Lgs. 152/2006 parte IV Allegato V tabella 1D (soli ad uso commerciale ed industriale).

4.7 Bilancio delle materie

Per le terre e rocce da scavo prodotte dalle varie lavorazioni, fatto salvo il possesso dei requisiti di "sottoprodotto" è stato previsto il loro utilizzo nell'ambito dello stesso cantiere ("*in situ*") che all'esterno ("*ex situ*") per quanto concerne gli esuberi.

Saranno sempre gestiti come rifiuti:

- le terre e rocce da scavo anche con un solo esubero delle CSC per lo specifico impiego,
- i materiali provenienti dalle demolizioni della struttura stradale o delle superfici artificiali in generale,
- le terre naturali rimaneggiate con contenuto di elementi antropici 20% in peso,

I materiali, intesi come terre e rocce da scavo, non comprese in queste categorie purché in possesso dei requisiti prestazionali dal punto di vista geotecnico, saranno impiegate per nell'ambito del medesimo cantiere per le seguenti lavorazioni:

- costruzione dei rilevati;
- esecuzione di rinterri e riempimenti;
- all'interno dei processi produttivi in sostituzione dei materiali di cava come gli aggregati costituenti il misto stabilizzato granulare ed il misto cementato;

Gli esuberi saranno conferiti presso soggetti esterni autorizzati al ricevimento dello stesso ed i deficit compensati con approvvigionamento da cava.

RIEPILOGO	
SCAVI	781 130,21
DEMOLIZIONI	13 223,06
RILEVATI E RINTERRI CON MATERIALE DI CAVA	211 950,81
RINTERRI CON MATERIALE PROVENIENTE DAGLI SCAVI	311 895,43
MATERIALE DA PORTARE A DISCARICA	482 457,84

Figura 20- Bilancio complessivo scavi/riporti (m³)

Per la tipologia di opere in programma gli scavi potranno essere eseguiti con escavatori, pale meccaniche, martelloni demolitori, senza il ricorso a opere specialistiche di preconsolidamento o di stabilizzazione. Pertanto, si potrà operare senza l'ausilio di cementi e/o additivi, esplosivi, sostanze chimiche o qualsiasi altra tecnica potenzialmente in grado di contaminare il terreno sottoposto a lavoro, tale da garantire il reimpiego delle terre e rocce da scavo prodotte fin dalla fase di produzione.

Dai computi di progetto sono state ricavate le seguenti volumetrie di scavo:

➤ scavi	781.130,21 m³
➤ demolizioni	13.223,06 m³

Le terre prodotte dalla realizzazione degli scavi, opportunamente selezionate, saranno conferite presso il sito di deposito temporaneo e gestiti secondo il seguente schema:

- accantonamento del materiale di primo scotico eliminando dall'accumulo i materiali terrigeni da riutilizzare per l'inerbimento delle aree a verde, il cotico erboso, le ceppaie, il legname e quant'altro legato alla vegetazione esistente abbattuta non riconferibile in alcuna misura in loco,
- selezione di eventuali materiali di rifiuto e loro conferimento a discarica autorizzata,
- riutilizzo in situ,
- conferimento presso il deposito di destinazione per ripristino morfologico.

I terreni con le migliori caratteristiche meccaniche, di cui si prevede un'elevata percentuale di riutilizzo "tal quale", sono quelli prodotti dagli scavi nei depositi alluvionali e nelle litologie lapidee. Le suddette, trattate come "sottoprodotto", saranno impiegate per la costituzione dei nuovi rilevati e per i rinterri.

I volumi di terre e rocce da scavo che si prevede di reimpiegare in situ sono **311.895,43 m³**.

Salvo che non si tratti di materiali da gestire come rifiuti e smaltire ai sensi di legge, per le volumetrie in esubero è stato previsto il riutilizzo "ex situ" per interventi di ripristino morfologico e/o colmata.

I volumi risultanti dai computi di progetto sono **469.234,78 m³**.

Per i materiali di scavo non annoverabili alla tipologia di "terre e rocce da scavo", quali quelli derivanti dalle demolizioni (**13.223,06 m³**), è stato previsto in conferimento in discarica piuttosto che in impianto di riciclo.

<p>ANAS S.p.A. S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389 Studio Impatto Ambientale</p>	<p>File: T00-IA00-AMB-RE01_A.docx Data: Settembre 2020 Pag. 63 di 252</p>
--	---

Di fatto i rapporti analitici della caratterizzazione ai sensi del D.Lgs. 152/2006 non hanno evidenziato la presenza di criticità, ma non si dispone al momento di riscontri specifici sulla categoria dell'eventuale rifiuto. Indicativamente, sulla base di pregresse esperienze maturate in lavori simili, i codici CER che verosimilmente potranno essere attribuiti ai materiali prodotti dal cantiere in argomento sono:

- ⇒ CER 17 01 01 cemento;
- ⇒ CER 17 01 07 miscugli o scorie di cemento, mattoni, mattonelle e ceramiche, diverse da quelle di cui alla voce 17 01 06;
- ⇒ CER 17 04 05 ferro e acciaio;
- ⇒ CER 17 09 04 rifiuti misti dell'attività di costruzione e demolizione, diversi da quelli di cui alle voci 17 09 01, 17 09 02 e 17 09 03.
- ⇒ CER 17 05 04 terra e rocce, diverse da quelle di cui alla voce 17 05 03*

In ogni caso l'impresa esecutrice (produttore) avrà l'obbligo di effettuare la caratterizzazione di base di ciascuna tipologia di materiale inerte conferita in impianto, secondo la vigente normativa in materia di rifiuti. Il materiale, classificato come rifiuto speciale, dovrà essere valutato ai fini della classificazione di pericolosità e sarà identificato con il relativo Codice Europeo dei Rifiuti (CER).

Per i dettagli sulla caratterizzazione ante operam delle terre, si rimanda alla relazione specialistica T00GE00GEORE04A "Piano di utilizzo delle terre".

4.8 Percorsi per il trasporto del materiale

Per il conferimento dei materiali presso i siti di destinazione, per ottimizzare il numero dei viaggi, si utilizzeranno autoarticolati 4 assi di capacità 20 m³, prediligendo percorsi esterni alle arterie di maggior traffico.

Indicativamente le distanze min/max dai siti individuati di seguito esplicitate.

Cave di approvvigionamento

■ Cava "Su Tetti" ad Elini ⇒ 21,0÷29,1 km

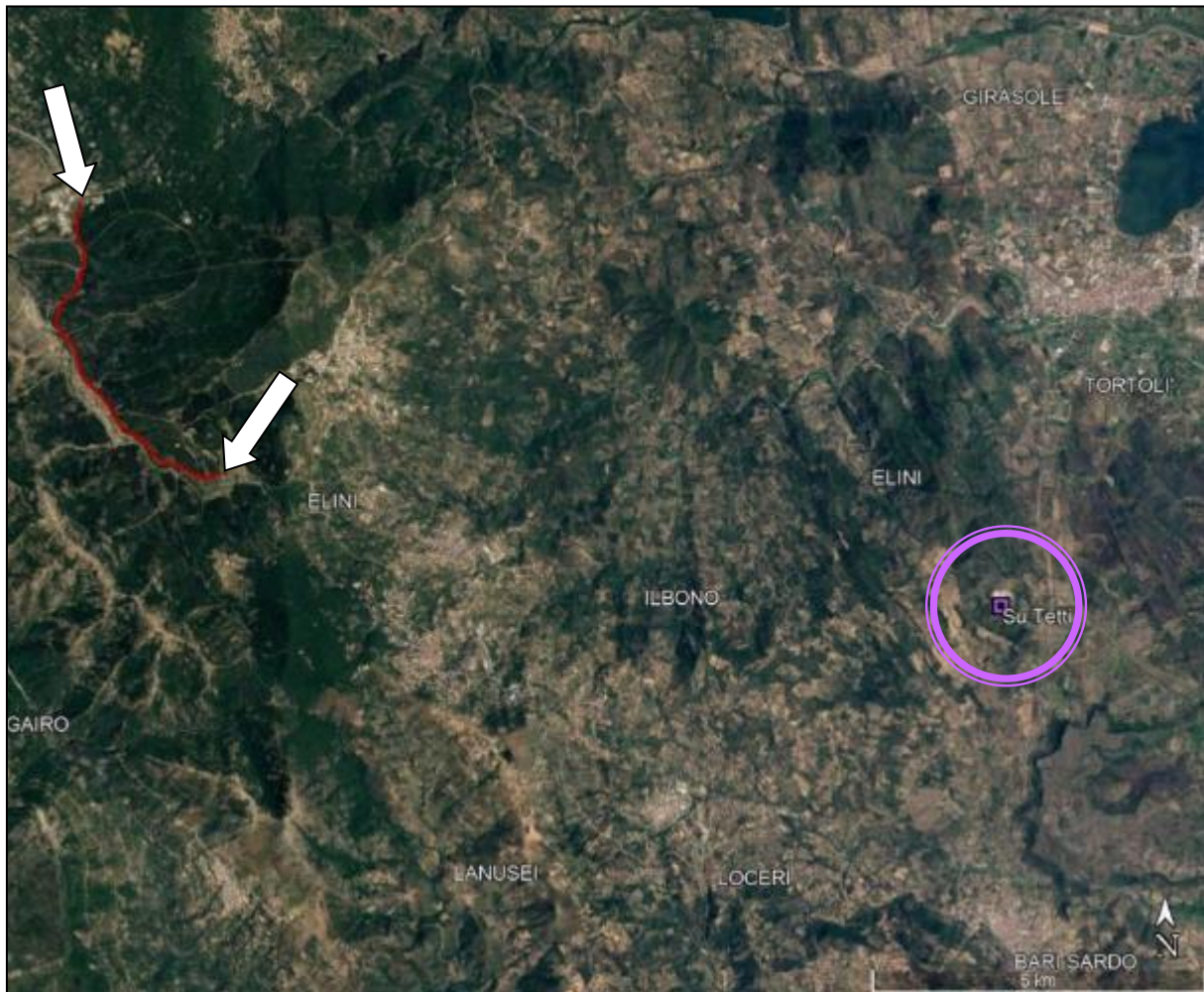


Figura 21 – Distanza dell'intervento da possibile sito di approvvigionamento materiali da costruzione.

Siti di destinazione definitiva per ripristino morfologico

■ T Cava "Su Tetti" ad Elini ⇒ 21,0÷29,1 km

■ A Cava "Monte Attu" a Tortolì ⇒ 24,8÷32,4 km

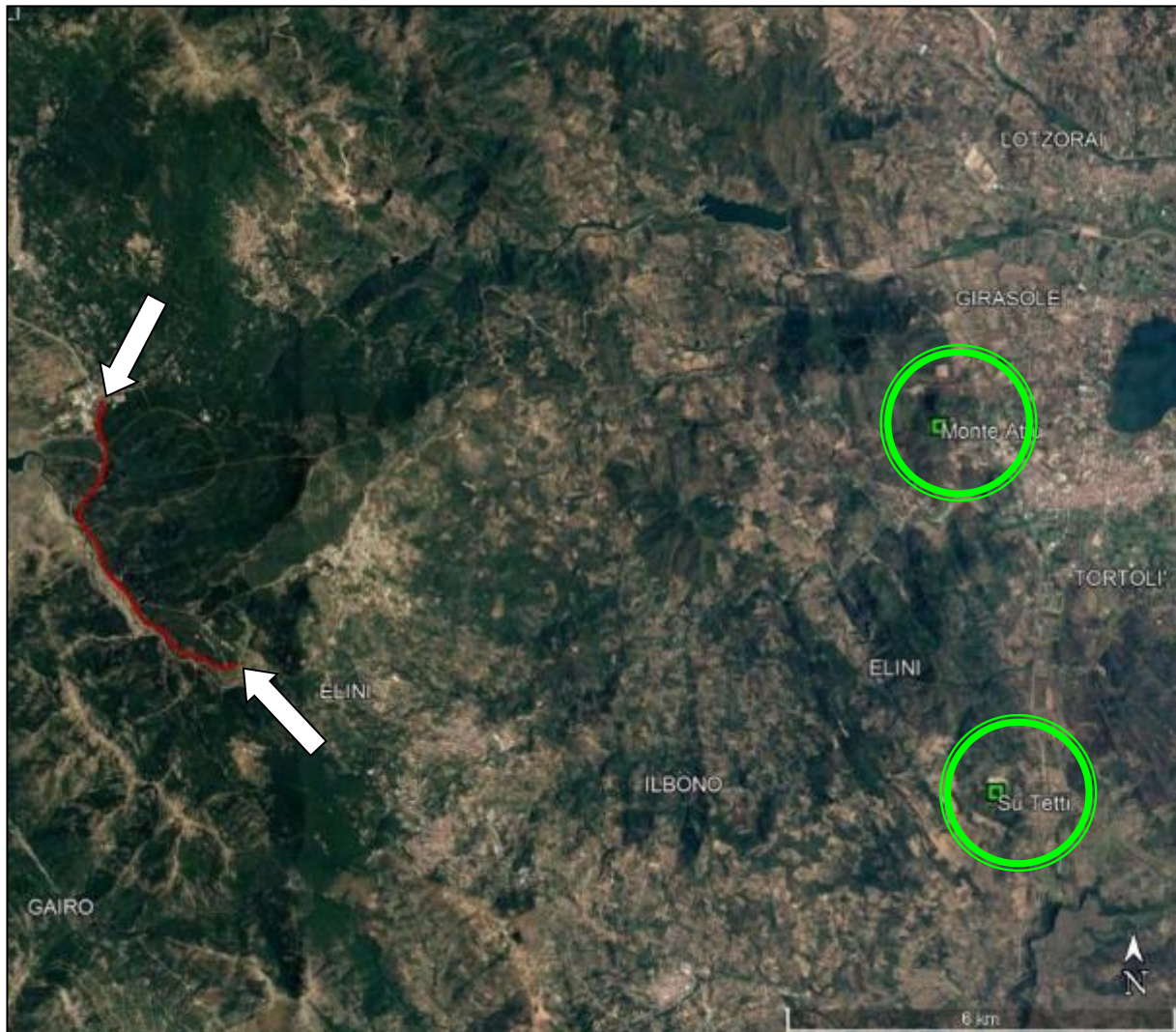


Figura 22 – Distanza dell'intervento dai siti di destinazione per ripristino morfologico.

Impianti per rifiuti inerti

- | | | | |
|----------|-------------------------------|---|--------------|
| A | Cava "Monte Attu" a Tortolì | ⇒ | 24,8÷32,4 km |
| C | località Corte Manna ad Elini | ⇒ | 18,1÷29,9 km |

B Via Baccasara, Zona Industriale di Tortoli ⇒ 26,2÷33,4 km



Figura 23 – Distanza dell'intervento da impianti di conferimento definitivo.

L'impianto di Monte Attu è ubicato in località Costa Arangius entro lo stesso sito di cava, nel settore nord-occidentale del territorio comunale Tortoli, prolungamento Via Fra Locci Becciu, a monte della S.S. N. 125.

Trattasi di una discarica 2A per il trattamento di rifiuti inerti, dotato anche di un impianto di recupero inerti.



Figura 24 - Ubicazione del sito su immagine Google earth (data di acquisizione 26.07.2019).

L'impianto di Corte Manna è ubicato in Comune di Elini (Provincia di Nuoro), località Corte Manna, alle falde occidentali del rilievo di Su Idili, ove il Baccu Esorgius afferisce al Rio Corongiu. Trattasi di un sito dismesso di cava, attualmente adibito a discarica 2A.

Il sito non è gravato da alcun vincolo idrogeologico R.D.L. 3267/1923, paesaggistico, archeologico o ambientale.

l'impianto ricade in Zona Industriale di Tortolì (Provincia di Nuoro), Via Baccasara / Via Paolo Marras, nel settore compreso tra il porto di Arbatax, lo stagno e la S.S. N. 125.

Il gestore è Arbatax Domani S.c.a.r.l..

l'impianto ricade in Zona Industriale di Tortolì (Provincia di Nuoro), Via Baccasara / Via Paolo Marras, nel settore compreso tra il porto di Arbatax, lo stagno e la S.S. N. 125.

Il gestore è Arbatax Domani S.c.a.r.l..

l'impianto ricade in Zona Industriale di Tortolì (Provincia di Nuoro), Via Baccasara / Via Paolo Marras, nel settore compreso tra il porto di Arbatax, lo stagno e la S.S. N. 125.

Il gestore è Arbatax Domani S.c.a.r.l..



Figura 25 - Ubicazione del sito su immagine Google earth (data di acquisizione 26.07.2019).

L'impianto Baccasara ricade in Zona Industriale di Tortolì (Provincia di Nuoro), Via Baccasara / Via Paolo Marras, nel settore compreso tra il porto di Arbatax, lo stagno e la S.S. N. 125.

Il gestore è Arbatax Domani S.c.a.r.l..

Trattasi di un impianto per la frantumazione ed il recupero di inerti non pericolosi per una capacità superiore a 10 t/giorno.

Il sito non è gravato da alcun vincolo idrogeologico R.D.L. 3267/1923, paesaggistico, archeologico o ambientale, ne da perimetrazione P.A.I.



Figura 26 - Ubicazione su immagine Google Earth (data di acquisizione 26.07.2019)

4.9 Analisi incidentale e di rischio

La normativa riguardante la sicurezza sul lavoro per le persone e l'ambiente, è costituita, principalmente, dai seguenti decreti:

- D.P.R. 547/1955, D.P.R. 303/1956, D.Lgs. 626/1994, D.Lgs. 81/2008.

L'introduzione nel nostro ordinamento del D.Lgs. 626/1994 di recepimento di ben otto direttive comunitarie ha comportato sicuramente l'effetto di adeguare progressivamente la nostra legislazione agli standard europei in materia di salute e sicurezza.

Per il progetto in esame, è necessario prendere in considerazione il testo integrale del D.Lgs. n.81 del 09 aprile 2008 versione aggiornata al luglio 2018 con specifico riferimento ai Titoli I Capo III, Titolo I, Capo II, Titolo III, Titolo IV, Titolo VIII, Capo II, IV e V.

La sicurezza sul lavoro, sia per le persone che per l'ambiente, oltre che essere un'esigenza comune, è divenuta, attraverso una serie di normative, un obbligo.

La costruzione di una strada, in particolare nella fase di cantiere, è soggetta all'esposizione ad una serie di incidenti e quindi di rischi, per le persone e l'ambiente, che di seguito analizzeremo onde darne una valutazione e cercare una serie di possibili interventi di minimizzazione.

Attività soggette ad incidente sono quelle collegate, innanzi tutto, all'utilizzo dei mezzi; il rischio è associato alla possibilità che un mezzo, durante il lavoro o in area di parcheggio, si incendi, causando danno a chi lo maneggia, al mezzo stesso, ed all'ambiente circostante.

Questo tipo di rischio può essere ridotto alla probabilità scarsa dotando, come di legge, tutti i mezzi e le aree di cantiere di dispositivi antincendio (estintori e fasce parafuoco), provvedendo ad una costante e qualificata manutenzione, assicurando una adeguata preparazione del personale e creando un diretto collegamento con le strutture preposte al servizio anti incendi e di soccorso.

Altro incidente connesso all'utilizzo dei mezzi, è quello collegato alla loro manutenzione: il rischio è quello di inquinare, per sversamento di olii o carburante, il suolo o le acque superficiali e sotterranee. Tale rischio si deve rendere scarso attraverso l'allestimento di un'area del cantiere per la raccolta differenziata dei rifiuti, collegata ad un sistema di smaltimento idoneo.

Un ulteriore incidente nella fase di cantiere riguarda la possibilità di frane nelle fasi di scavo delle scarpate e di allestimento dei rilevati. Questo tipo di incidente comporta il rischio di non poter rispettare la modellazione prevista in progetto, e di dover modificare il tracciato adeguandolo alla nuova situazione. Questo rischio può essere minimizzato attraverso l'utilizzo di materiali appropriati ed il rispetto dei margini di sicurezza previsti.

Altro possibile incidente riguarda la fase di ripristino della copertura vegetale; si potrebbero arrecare danni alle specie vegetali presenti ed all'intero ecosistema attraverso l'introduzione di specie alloctone, infestanti, o peggio all'abbandono della ripiantumazione stessa. Il rischio è, dunque, quello della ripiantumazione parziale o non rispondente ai programmi. Per minimizzare tale rischio il recupero delle aree deve avvenire contestualmente e con modalità consone alle caratteristiche dell'ambiente da ripristinare.

Per l'impresa che conduce i lavori, e direttamente per il personale addetto, possono verificarsi incidenti di vario tipo, collegati al rischio diretto per la salute. Questi rischi devono essere minimizzati rispettando fedelmente quanto imposto dalla normativa vigente riguardante la sicurezza sul lavoro.

Anche per la fase di esercizio dell'opera, a cantiere chiuso, l'analisi incidentale evidenzia la possibilità di incidenti di vario tipo connessi con l'utilizzo della strada che sono obbligatoriamente minimizzati dall'osservanza della normativa ed in particolare del Codice della Strada.

Sintesi dell'analisi incidentale e di rischio

<p>ANAS S.p.A. S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389 Studio Impatto Ambientale</p>	<p>File: T00-IA00-AMB-RE01_A.docx Data: Settembre 2020 Pag. 71 di 252</p>
--	---

Tabella 8- Schematizzazione dell'analisi incidentale e di rischio

Attività	Possibilità di incidente	Rischio	Provvedimenti presi per minimizzare il rischio	Rischio residuo per l'ambiente esterno
Utilizzo dei mezzi	Incendio di un mezzo	Propagazione dell'incendio	Fasce tagliafuoco, estintori	Fumo dell'incendio del mezzo
Uso e manutenzione dei mezzi	Sversamento di olio o gasolio	Inquinamento del terreno o della falda	Raccolta periodica e differenziata dei rifiuti	Nullo
Modellazione dei versanti (scarpate e rilevati)	Incidenti nello scavo, frane, etc.	Impossibilità di rispettare la modellazione prevista	Materiali congrui e margini di sicurezza	Nullo
Rinverdimento delle pareti	Danni alla vegetazione	Rinverdimento parziale non rispondente ai programmi	Recupero contestuale con modalità adeguate	Da tenere sotto controllo
Lavoro del personale addetto	Danni fisici	Consequente malattia o invalidità	Rispetto della normativa per la sicurezza sul lavoro	Nullo
Utilizzo della strada a lavoro finito	Incidenti stradali	Malattia o invalidità	Rispetto della normativa e del codice della strada	Nullo

4.10L' impatto visivo dell'opera

La costruzione dell'opera porterà alla realizzazione di diversi interventi identificabili in:

- costruzione di scarpate e rilevati;
- costruzione di muri di sostegno
- costruzione di opere d'arte;
- allargamento della carreggiata attuale e conseguente taglio vegetazionale.

Mascheramento di tratti in rilevato

I tratti in rilevato saranno oggetto innanzitutto di un intervento di rimodellamento teso ad imprimere alle scarpate una pendenza di 2 m in altezza su 3 in larghezza per permettere un efficace inserimento delle specie arbustive ed erbacee, impedire l'innescò di processi erosivi e raccordare il profilo a quello del terreno circostante.

Nei casi di maggior estensione vengono interrotte da una banchina orizzontale intermedia. Sia a monte che a valle possono essere dotate di canalette per il drenaggio delle acque meteoriche. Il rivestimento delle scarpate viene effettuato utilizzando piante a portamento basso-arbustivo, per evitare lo sviluppo di piante in grado di sbilanciarsi o ingombrare con le parti aeree le carreggiate e permettere una manutenzione frequente. Le piante alto-arbustive e arboree vengono impiegate in scarpate multiple o alla base delle scarpate singole all'esterno della canaletta di drenaggio.

La scarpata verrà inerbita con miscele di specie erbacee resistenti all'aridità e ad alta similitudine con le cotiche erbose limitrofe.

Mascheramento di tratti in trincea

I tratti in trincea presentano problematiche di inserimento ambientale analoghe a quelli in rilevato, dal momento che richiedono il rivestimento di scarpate, singole o a più stadi. Anche in questo caso verranno profilate con una pendenza di 2 su 3. Essendo derivate da escavazioni del versante, è anche possibile la distribuzione del terreno vegetale in modo non uniforme, lasciando scoperto, per alcuni tratti, il fondo roccioso che può venire comunque ricolonizzato da specie pioniere erbacee cespitose e suffruticose, quali *Lygeum spartium*

Mascheramento di tratti a mezza costa

Il rivestimento vegetale delle scarpate dei tratti con trincea a monte e rilevato a valle non comporta sostanziali differenze metodologiche rispetto ai casi visti nei paragrafi precedenti, salvo i casi in cui siano presenti strutture di rinforzo quali muri di controripa o muri di sottoscarpa in calcestruzzo.

Mascheramento di tratti in viadotto

Il tronco stradale in progetto comprende sette viadotti, di varie lunghezze, sia nell'attraversamento di valli fluviali che di piccoli impluvi dei contrafforti collinari.

L'impatto visivo di tali manufatti può risultare ridotto dall'inserimento di vegetazione che può portare, da alcuni punti di vista, ad un occultamento quasi completo. Le tipologie di vegetazione annesse ai viadotti sono essenzialmente le seguenti:

- inerbitamento delle scarpate;
- rivegetazione degli intorni delle spalle con cespugliati e/o mosaici di gruppi arborei e arbustivi;

<p>ANAS S.p.A. S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389 Studio Impatto Ambientale</p>	<p>File: T00-IA00-AMB-RE01_A.docx Data: Settembre 2020 Pag. 73 di 252</p>
--	---

- impianto di filari almeno doppi, lungo la piattaforma stradale, da spalla a spalla;
- impianto di vegetazione intorno alle pile del viadotto, in settori dove si ritiene importante mantenere la continuità visiva della copertura vegetazionale.

Nonostante queste misure di mitigazione, la percezione di queste opere d'arte può essere inevitabile da taluni punti. Al fine di ottenere comunque un certo grado di inserimento visuale si farà ricorso a interventi di rifinitura dei manufatti, tesi a snellire la sagoma del viadotto.

Le tecniche adottate consistono in:

- pigmentazione superficiale del calcestruzzo e degli elementi in metallo dei guard-rails con colori studiati sulla base dei colori dominanti nelle litologie locali;
- trattamento delle superfici lisce in calcestruzzo in modo da aumentare la rugosità e smorzare la riflessione della luce;
- il rivestimento delle spalle con pietra locale di colore simile a quello delle rocce affioranti; - la colorazione.

4.11 Simulazione dell'impatto paesaggistico dell'intervento

Per la valutazione dell'impatto paesaggistico dell'intervento è stata redatta una specifica "Relazione descrittiva degli interventi di inserimento paesaggistico ed ambientale". (cod. elaborato T00-EG00-AMB-RE01-A).

Sono state analizzate principalmente le relazioni di intervisibilità delle opere con il contesto e specificato i dovuti interventi di mitigazione. Nel complesso le relazioni di intervisibilità fra il lotto di intervento e l'ambiente a grande distanza non sono significative e strettamente limitate a minime porzioni di territorio circostante, sia per la particolare natura altimetrica dell'intervento che per le caratteristiche costruttive dello stesso.

In linea generale l'impostazione della nuova SS389, si ispira ad un principio di inserimento ambientale e paesaggistico volto a minimizzare la necessità di sbancamento, realizzazione di rilevati e opere d'arte della vecchia SS389, impostando i diversi manufatti, muri e viadotti e gallerie in modo naturalmente schermato o poco impattante rispetto alla vista dal tracciato, dalle colline circostanti e dai fondovalle.



Figura 27- Vista del Viadotto VI03 dal fondovalle, ante e post opera

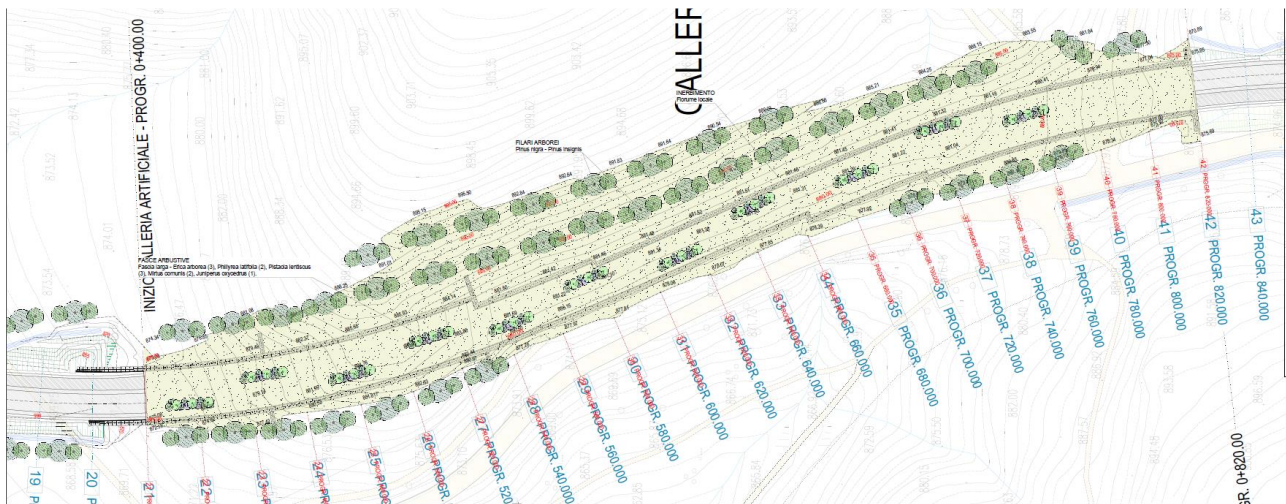
In dettaglio, considerato che il tracciato in progetto ricade per la quasi totalità in area vincolata ai sensi dell'art. 142 del D.Lgs 42/2004 l'insieme delle opere risulta essere progettato in modo da ridurre al minimo l'impatto e la modifica delle attuali condizioni, tuttavia, prevedendo il progetto la realizzazione di numerose opere d'arte, maggiori e minori, sotto il profilo della tutela del paesaggio, lo studio sin qui prodotto determina la necessità di insediare sull'intero tracciato opere di mitigazione soprattutto relativamente agli aspetti vegetazionali e cromatici ad essi legati. E' prevista la piantumazione di differenti essenze e quantità in funzione delle caratteristiche esistenti, sia con intento di ricucitura che di mitigazione vera e propria degli impatti visivi.

In particolare si è privilegiato in primis l'aspetto visivo dei viadotti dal bacino del Flumendosa e dall'alveo del Sicaderba, prevedendo piante ad alto e medio fusto in posizione tale da limitare la vista delle pile e degli impalcati dei viadotti.

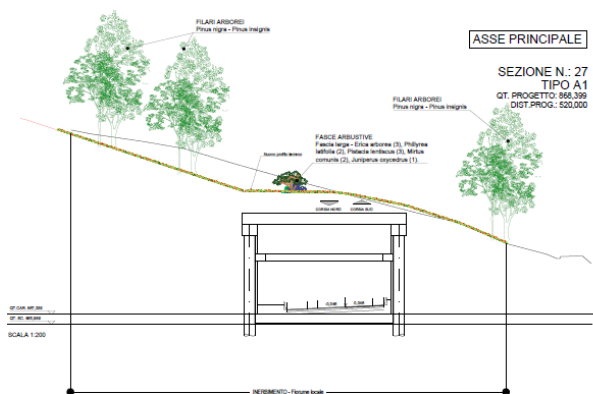


Figura 28- Vista del Viadotto VI04 dalla vecchia SS389 che costeggia l'alveo del Sicaderba, ante e post opera

Per quanto riguarda le gallerie artificiali le opere di piantumazione che riguarderanno la parte superiore consentono di ricucire la continuità dell'area boscata dal punto di vista visuale e ricreare i necessari attraversamenti faunistici.



SEZIONE TIPO A1 scala 1:250



SEZIONE TIPO D1 scala 1:250

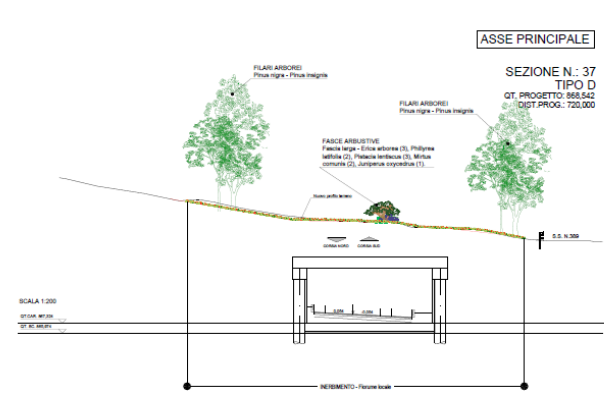


Figura 29- Vista della Galleria GA01, intervento di rinverdimento della parte sommitale, corridoi naturalistici e continuità visuale.

5 DESCRIZIONE DEI FATTORI POTENZIALMENTE INTERESSATI DAL PROGETTO

5.1 Inquadramento socio-economico

5.1.1 Premessa

L'inquadramento socio-economico è un valido strumento per valutare i benefici che la realizzazione del progetto potrebbe apportare alle popolazioni residenti. L'Ogliastra, all'interno della Sardegna centro-orientale, come molte aree centrali dell'Isola è soggetta al fenomeno dello spopolamento, dovuto principalmente all'abbandono delle aree interne a favore delle coste o dei centri urbani di maggiori dimensioni, causato dall'elevato tasso di disoccupazione e di isolamento che costringe gran parte della popolazione di giovani a cercare lavoro in altre realtà.

<p>ANAS S.p.A. S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389 Studio Impatto Ambientale</p>	<p>File: T00-IA00-AMB-RE01_A.docx Data: Settembre 2020 Pag. 77 di 252</p>
--	---

Per delineare un quadro completo dell'area di studio è stata condotta una breve indagine per descrivere la condizione socio-economica presente nel territorio. Poiché la natura del progetto comporterà potenziali miglioramenti nella viabilità della zona, utilizzando principalmente i dati forniti dall'ultimo Censimento ISTAT (2011) e quelli dell'Osservatorio Industriale, è stato definito un quadro di riferimento utile per la definizione degli stessi. I Comuni di Villagrande Strisaili, Arzana, e i restanti Comuni che gravitano nell'area in oggetto, rientrano senza dubbio nelle aree soggette ai problemi citati innanzi.

L'analisi di tutte le componenti soggette ad un impatto positivo o negativo del progetto, come la popolazione, l'ambiente urbano rurale e il patrimonio storico-culturale-artistico, porterà alla costruzione di un quadro conoscitivo che permetterà la valutazione delle relazioni esistenti tra tali componenti e gli impatti derivanti dalla costruzione della strada.

5.1.2 Popolazione

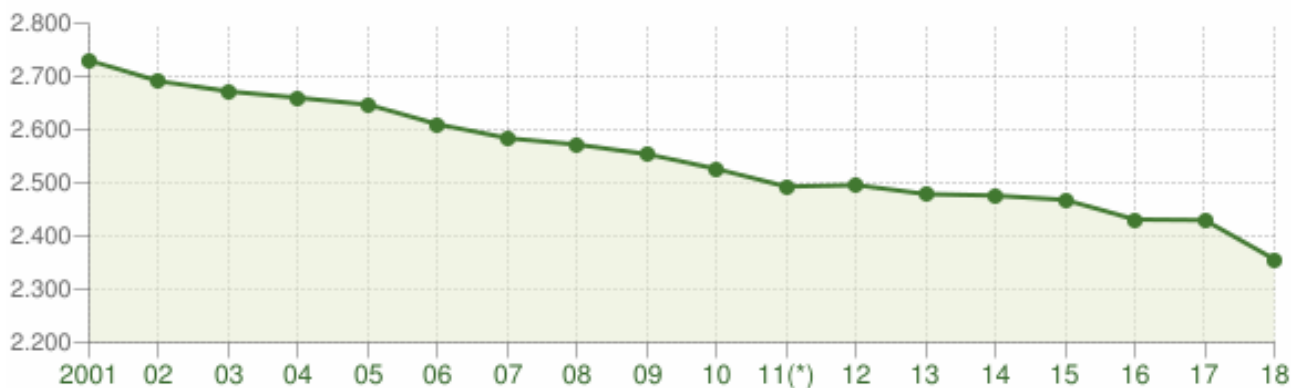
I dati relativi alla popolazione, secondo l'ultimo censimento ISTAT del 2016, indicavano per i comuni di Villagrande Strisaili e Arzana una popolazione rispettivamente di 3.243 e 2.431 abitanti, con una densità di popolazione rispettivamente di 15,4 abitanti per Km² e 15,0 abitanti per Km², rispetto all'intera provincia di Nuoro con una densità di popolazione pari a 27,8 abitanti per Km². I dati si riferiscono alla precedente Provincia di Nuoro non essendo disponibili quelli della neo Provincia dell'Ogliastra.

Tabella 9 - Popolazione residente nell'anno 2016 nei comuni in cui ricade l'area del progetto (Fonte dati: ISTAT 2016)

	Comune di Arzana	Comune di Villagrande	Provincia di Nuoro
Popolazione	2.431	3.243	207.420
Densità (abitanti per Km ²)	15,0	15,4	36,78

Nelle tabelle seguenti si riportano gli andamenti in dettaglio per la popolazione riferita ai due comuni interessati dal progetto.

Tabella 10 - Andamento popolazione residente nel Comune di Arzana (Fonte dati: ISTAT)



Andamento della popolazione residente

COMUNE DI ARZANA (NU) - Dati ISTAT al 31 dicembre di ogni anno - Elaborazione TUTTITALIA.IT

(*) post-censimento

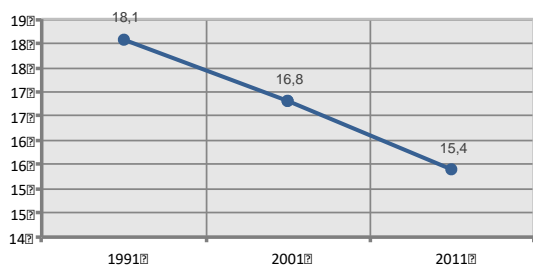
ARZANA

POPOLAZIONE | Dinamica demografica e territorio

INDICATORI AI CONFINI DEL 2011

Indicatore	1991	2001	2011
Popolazione residente	2.940	2.730	2.501
Variazione intercensuaria annua	-1,1	-0,7	-0,9
Variazione intercensuaria popolazione con meno di 15 anni	-	-2,9	-2,4
Variazione intercensuaria popolazione con 15 anni ed oltre	-	-0,3	-0,6
Incidenza superficie centri e nuclei abitati	0,5	0,5	0,6
Incidenza della popolazione residente nei nuclei e case sparse	0,4	1,0	1,4
Densità demografica	18,1	16,8	15,4

Densità demografica per kmq



Variazione intercensuaria annua

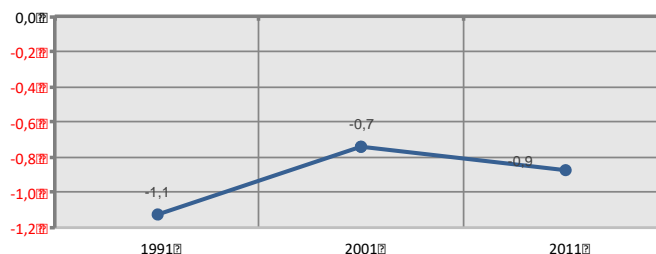
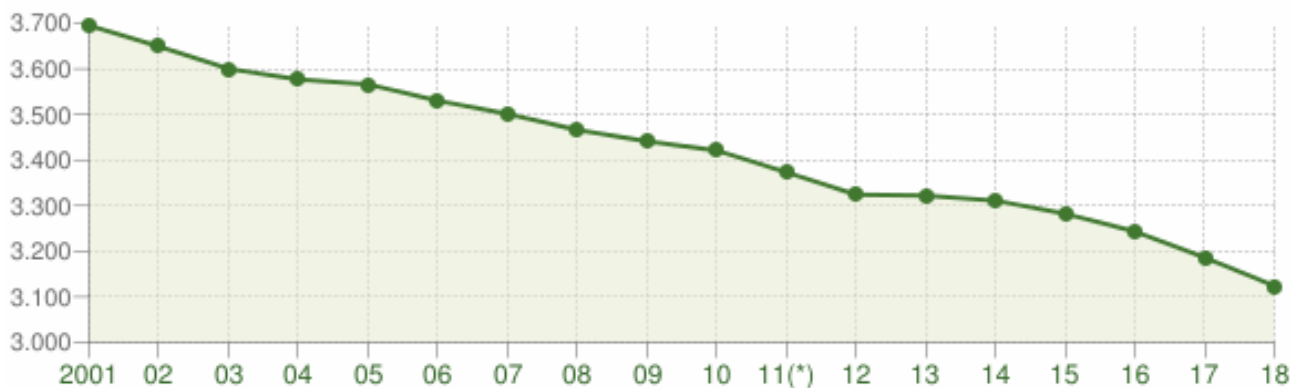


Tabella 11 - Andamento popolazione residente nel Comune di Villagrande Strisaili (Fonte dati: ISTAT)



Andamento della popolazione residente

COMUNE DI VILLAGRANDE STRISAILI (NU) - Dati ISTAT al 31 dicembre - Elaborazione TUTTITALIA.IT

(*) post-censimento

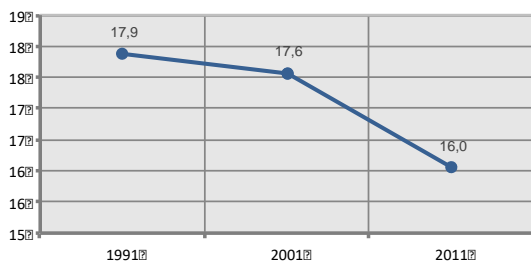
VILLAGRANDE STRISAILI

POPOLAZIONE | Dinamica demografica e territorio

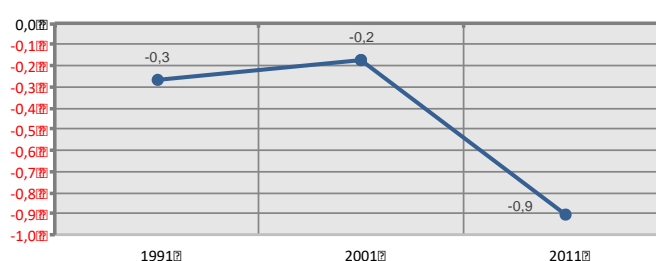
INDICATORI AI CONFINI DEL 2011

Indicatore	1991	2001	2011
Popolazione residente	3.761	3.697	3.376
Variazione intercensuaria annua	-0,3	-0,2	-0,9
Variazione intercensuaria popolazione con meno di 15 anni	-	-1,3	-3,2
Variazione intercensuaria popolazione con 15 anni ed oltre	-	0,0	-0,5
Incidenza superficie centri e nuclei abitati	0,4	0,5	0,5
Incidenza della popolazione residente nei nuclei e case sparse	1,1	1,2	1,3
Densità demografica	17,9	17,6	16,0

Densità demografica per kmq



Variazione intercensuaria annua



Dai dati emerge, per i comuni di Villagrande Strisaili e Arzana, una più bassa densità di popolazione rispetto all'intera provincia di Nuoro. Questo è spiegato sicuramente dal forte spopolamento che ha interessato queste zone interne dell'Ogliastra, dovuto principalmente all'esodo della componente lavorativa più attiva, costituita dai giovani, a causa di una

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ</p> <p>LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA</p> <p>DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389</p> <p>Studio Impatto Ambientale</p>	<p>File: T00-IA00-AMB-RE01_A.docx</p> <p>Data: Settembre 2020</p> <p>Pag. 80 di 252</p>
--	---

condizione non molto prospera del mercato del lavoro, ad un forte e penalizzante isolamento geografico, dovuto all'insufficienza delle vie di comunicazione.

5.1.3 Le attività produttive

Per evidenziare la tipologia delle attività produttive presenti nei comuni di Arzana e Villagrande Strisaili è stata condotta un'analisi sui dati derivati dall'Archivio Statistico Regionale delle Imprese (ASTRI) del 1999.

La classificazione delle imprese è stata fatta identificando 15 differenti tipologie di attività presenti nel territorio. Nella tabella n. 6 vengono indicati i risultati dell'analisi:

Tabella 12 - Imprese suddivise per tipologia di attività dei comuni di Arzana e Villagrande (Fonte dati: ASTRI 1998)

Numero attività	Tipologia di attività	Imprese presenti nel comune di Arzana	Imprese presenti nel comune di Villagrande
1	Agricoltura, caccia, silvicoltura	7	3
2	Pesca, piscicoltura e servizi connessi	/	1
3	Estrazione di minerali	/	1
4	Attività manifatturiere	13	20
5/6	Produzione e distribuzione energia elettrica, gas e acqua Costruzioni	2/21	2/31
7	Commercio ingrosso, dettaglio	38	53
8	Alberghi e ristoranti	10	11
9/10	Trasporti, magazzinaggio e comunicazioni Intermediazione monetaria e finanziaria	5 /-	10/1
11	Attività immobiliari, noleggio, informatica, ricerca	1	6
12	Istruzione	/	1
13	Sanità e altri servizi sociali	/	/
14	Altri servizi pubblici, sociali e personali	6	4
15	Servizi domestici presso famiglie e convivenze	/	/

<p>ANAS S.p.A. S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389 Studio Impatto Ambientale</p>	<p>File: T00-IA00-AMB-RE01_A.docx Data: Settembre 2020 Pag. 81 di 252</p>
--	---

	Totale imprese	103	144
--	----------------	-----	-----

Nelle tabelle seguenti sono riportati dati ISTAT aggiornati, sulla suddivisione dell'occupazione per settore d'impresa

Dai dati emerge che la tipologia di attività imprenditoriale più diffusa nel territorio dei due comuni è quella relativa al commercio destinato sia all'ingrosso che al dettaglio, che nel comune di Arzana è rappresentata all'incirca dal 36%, sul totale delle attività presenti, con 56 addetti occupati mentre in quello di Villagrande da circa il 37% con 91 addetti occupati.

Tabella 13 - Imprese ed addetti per tipologia di attività Comune di Arzana (Fonte dati: ISTAT)

Industrie:	13	Addetti:	50	Percentuale sul totale:	12,08%
Servizi:	52	Addetti:	70	Percentuale sul totale:	16,91%
Amministrazione:	10	Addetti:	129	Percentuale sul totale:	31,16%
Altro:	53	Addetti:	165	Percentuale sul totale:	39,85%

Tabella 14 - Imprese ed addetti per tipologia di attività Comune di Villagrande Strisaili (Fonte dati: ISTAT)

Industrie:	57	Addetti:	183	Percentuale sul totale:	30,45%
Servizi:	67	Addetti:	109	Percentuale sul totale:	18,14%
Amministrazione:	31	Addetti:	104	Percentuale sul totale:	17,30%
Altro:	77	Addetti:	205	Percentuale sul totale:	34,11%

Per quanto riguarda in particolare lo sviluppo del settore turistico, questo è molto carente, solo negli ultimi anni si è iniziato con l'apertura di Bed & Breakfast e di attività legate più strettamente a questo settore. Relativamente al turismo è stata condotta un'analisi non solo sui paesi di Arzana e Villagrande Strisaili ma anche su tutti i paesi che gravitano in quest'area dell'Ogliastra e che verranno investiti positivamente dalla realizzazione della strada. Dai dati del 2004, forniti dall'EPT (Ente Provinciale per il Turismo di Nuoro) è emersa la presenza in tutti questi paesi di un certo numero di servizi ricettivi, elencati in tabella:

<p>ANAS S.p.A. S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389 Studio Impatto Ambientale</p>	<p>File: T00-IA00-AMB-RE01_A.docx Data: Settembre 2020 Pag. 82 di 252</p>
--	---

Tabella 15 - Numero di posti letto presenti nei servizi ricettivi dei paesi della zona.

Paesi	Bed & Breakfast	n. posti letto	Alberghi	n. posti letto
Arzana	-	-	2	oltre 70
Villagrande Strisaili	1	10 oltre 12	1	16
Osini	3	oltre 12	-	-
Gairo	2	12	-	-
Ulassai	-	-	1	24
Ussassai	-	-	-	-
Jerzu	-	-	3	oltre 70
Perdasdefogu	1	4	1	25
Totale	9	oltre 50	9	oltre 230

A questi si aggiunge la presenza di altre attività turistiche che contano diverse migliaia di presenze annuali e, sempre dal punto di vista naturalistico, le escursioni con visite guidate a carattere archeologico-naturalistico, e le vie di Arrampicata libera e i percorsi di trekking. Un particolare aspetto del territorio, a valenza turistica, è rappresentato dal trenino verde che attraversa la zona dell'Ogliastra da Arbatax a Mandas. Tale percorso su ferrovia a scartamento ridotto permette al visita di territori incontaminati, definito "*The train in the wilderness*" dagli operatori turistici inglesi.



Figura 30- Tracciato di ferrovia Arbatax – Mandas

5.1.4 Ambiente urbano e rurale

Il territorio del comune di Villagrande Strisaili è sito su di un'area caratterizzata dal contrapporsi di piccoli altipiani calcarei e valli incassate con fianchi scoscesi a circa 700 metri sul livello del mare; gode di una felice posizione geografica, in quanto è riparato da venti da alcune montagne che raggiungono i 1300 metri e, ad est si affaccia sul mare, in direzione dell'isolotto d'Ogliastra.

Gran parte del territorio del comune, di superficie pari a 21.000 ettari, è ricoperto da foreste centenarie di lecci e querce. A circa 7 km dall'abitato si trova il lago dell'Alto Flumendosa, che rappresenta il bacino più importante dell'Ogliastra, perchè le sue acque, oltre ad alimentare alcune centrali per la produzione dell'energia elettrica, vengono sfruttate per fini agricoli e industriali.

Il territorio di Arzana si estende per circa 16.200 ettari, dal mare fino alle punte del Gennargentu (Punta la Marmora), e il suo centro abitato sorge ai piedi del monte Idolo con una popolazione di circa 3000 abitanti.

Tra le risorse del paese si deve annoverare l'abilità delle ultime artigiane del telaio, oltre all'immensa ricchezza del suo patrimonio idrico rappresentato soprattutto dalla sorgente montana di Funtana Orrubia e all'aria particolarmente salubre, alla quale soprattutto va attribuito il merito della longevità dei suoi abitanti.

Il sistema agricolo dei due paesi, è molto limitato come il numero di aziende agricole presenti come visto dai dati precedenti. Infatti, il territorio per la maggior parte è interessato da zone a pascolo, aree a ricolonizzazione artificiale e solo a tratti da seminativi. Le coltivazioni arboree più importanti e più rappresentate sono la vite e l'olivo.



Figura 31- Limiti amministrativi comuni di Arzana e Villagrande Strisaili

Viabilità e servizi pubblici

È importante fare un'analisi relativa alle vie di comunicazione, non solo dei comuni di Arzana e Villagrande Strisaili, ma di tutti i paesi che gravitano nella parte centrale dell'Ogliastra e che saranno investiti positivamente dalla realizzazione del progetto.

Allo stato attuale i comuni di Villagrande Strisaili, Arzana, Gairo, Ussassai e Seui, hanno quattro vie di collegamento per i principali capoluoghi di provincia, Nuoro, Cagliari e Sassari: una strada è la S.S.125, oggi via preferenziale che collega i paesi alla città di Cagliari e a tutta la Sardegna centro-orientale, la S.S. 198 che li collega alla zona centrale della regione, la S.S.389 che funge da collegamento preferenziale con il capoluogo della provincia e infine la S.P. 11 che collega, per la maggior parte, i paesi alla città di Nuoro, agevolando di conseguenza anche il collegamento con Sassari. È da sottolineare anche la presenza del nuovo tratto stradale, realizzato pochi anni fa, che collega il centro abitato di Gairo Taquisara con la stazione di Villagrande Strisaili e del tratto, ancora in fase di riqualificazione, ma già percorribile, tra Jerzu e il bivio di Genna' e Cresia, che insieme al nuovo tratto in progetto formerà una via di comunicazione preferenziale per i paesi dell'interno, come Ussassai e Seui, verso la costa e la S.S. 125, con un avvicinamento a tutta la provincia di Cagliari e al capoluogo stesso.



Figura 32- Assetto stradale Arzana e Villagrande Strisaili

Un'altra considerazione, derivante principalmente dai collegamenti e di conseguenza dallo stato delle strade, è relativa ad un più forte "legame" dei paesi interni dell'Ogliastra con la città di Cagliari, rispetto al capoluogo di provincia. Infatti, c'è sempre stato ed è presente ancora oggi, un maggior numero di collegamenti sia con i mezzi pubblici, come gli autobus, sia con i mezzi privati, come gli autonoleggiatori, verso la città di Cagliari; questo è dovuto probabilmente alla maggiore richiesta di spostamenti da parte degli abitanti di questi paesi, grazie alla molteplicità dei servizi presenti, come ospedali, università, punti vendita ma anche ad una più agevole viabilità.

Un dato interessante viene anche dall'analisi dei mezzi di collegamento pubblici al servizio della popolazione, gli autobus, unici nella zona non essendoci da tempo il collegamento ferroviario, che collegano queste realtà con la città di Nuoro. L'altra considerazione importante deriva da un'analisi dello stato delle strade, per la maggior parte ricche di curve che portano inevitabilmente ad un rallentamento nella guida e di conseguenza a tempi di percorrenza molto lunghi. Non dimentichiamo che solo da pochi anni è stata realizzata la strada a scorrimento veloce che dal bivio di Villagrande Strisaili, porta alla città di Nuoro e la cui assenza costringeva mezzi pubblici e privati al passaggio per il valico di Corr'e Boi, con tutte le difficoltà legate alle difficili condizioni della viabilità, soprattutto durante i mesi invernali.

Alla luce di quanto detto, si può sicuramente affermare la presenza della grave situazione di "isolamento geografico" delle zone interne, rispetto al capoluogo di provincia e alla costa orientale. La realizzazione della variante agevolerebbe i collegamenti con il resto della regione e con centri principali dell'Ogliastra, Lanusei e Tortolì, dove sono ubicati diversi servizi pubblici importanti per lo sviluppo socio-economico dell'intera zona: scuole superiori; ufficio di collocamento; unità sanitaria locale (servizio di Igiene pubblica, servizio Veterinario, servizio di prevenzione e sicurezza sul lavoro, servizio di Medicina di base e Poliambulatorio); ospedale; con un vantaggio sia per gli studenti che decidono di frequentare gli istituti superiori, sia per tutti quei cittadini che hanno bisogno di assistenza sanitaria. Tutto questo con un miglioramento della condizione socio - economica dell'intera zona.

5.1.5 Patrimonio storico – culturale

Il paesaggio

Arzana e Villagrande Strisaili si inseriscono in un paesaggio di elevato pregio ambientale, dato soprattutto dalla presenza di boschi di conifere e leccete, all'interno dei quali si possono trovare querce secolari di grande pregio, che sorgono sui rilievi montuosi che racchiudono

questo territorio. La presenza del lago alto del Flumendosa, del Rio Sicaderba che corre lungo l'omonima vallata su cui confluiscono il Rio Baccu Mela e il Rio Idolo, che nasce dall' omonimo monte, conferiscono a questi luoghi un alto valore paesaggistico.

Non bisogna dimenticare la presenza di aree a macchia mediterranea e gariga, evidente segno della degradazione, data dall'eccessivo sovrappascolo e dal ripetuto passaggio degli incendi, a opera dell'uomo, intervallate da tratti a seminativo.

Di particolare interesse per la nostra indagine è la evoluzione storica del tracciato,

Di seguito si riporta una nota fotografica aerea relativa alla presenza del tracciato a partire dall'immediato dopoguerra, prima della costituzione del lago alto della Flumendosa, il rio Siccaderba e il loro raccordo con la viabilità locale e rurale

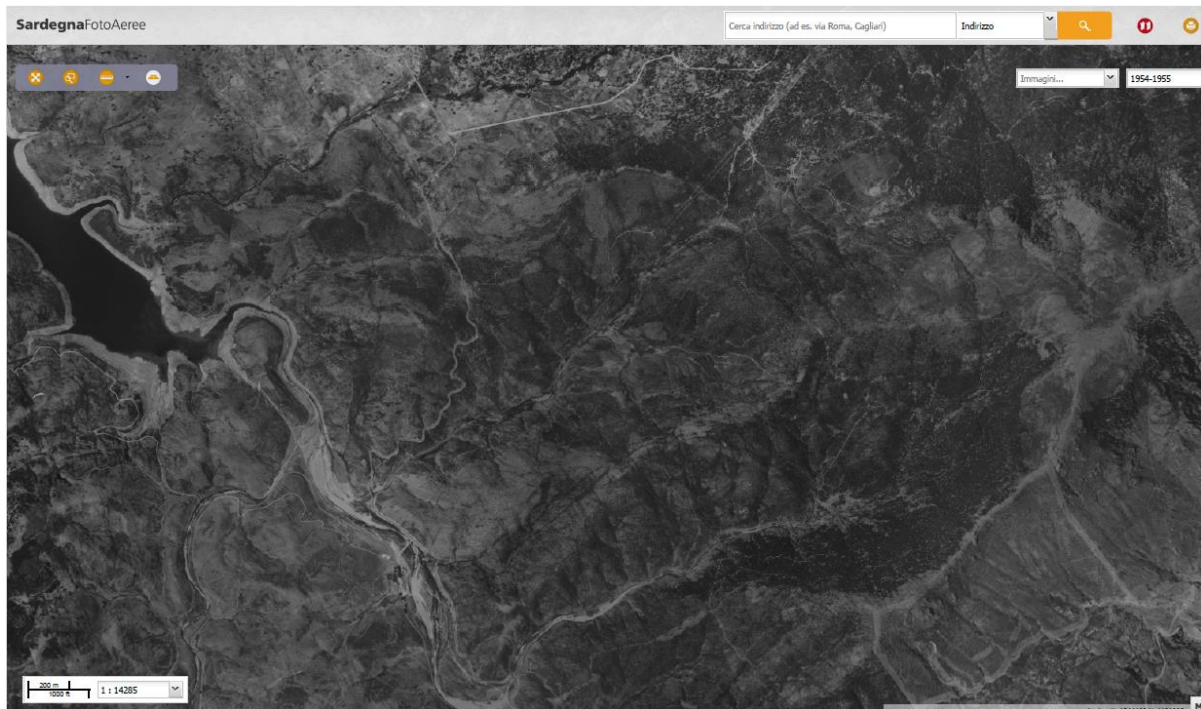


Figura 33 – Aerofoto 1958 – SS389 (parte nord, Villagrande)

In particolare nell'immagine seguente del 1958 si evidenzia come il tracciato fosse individuabile come già fortemente integrato e caratterizzante la cresta montana percorsa per raccordare l'abitato di Esterzilli e l'alveo del Flumendosa ancora sgombro e a vocazione agricola.



Figura 34 – Aerofoto 1958 – SS389 (parte sud, Arzana)

Di seguito è evidenziato nelle riprese aeree del 2013 (ultime presenti in cartografica GIS regionale) come il rapporto con il completato bacino del lago alto Flumendosa, riu Sicaderba e con la copertura vegetazionale sia di fatto immutato.

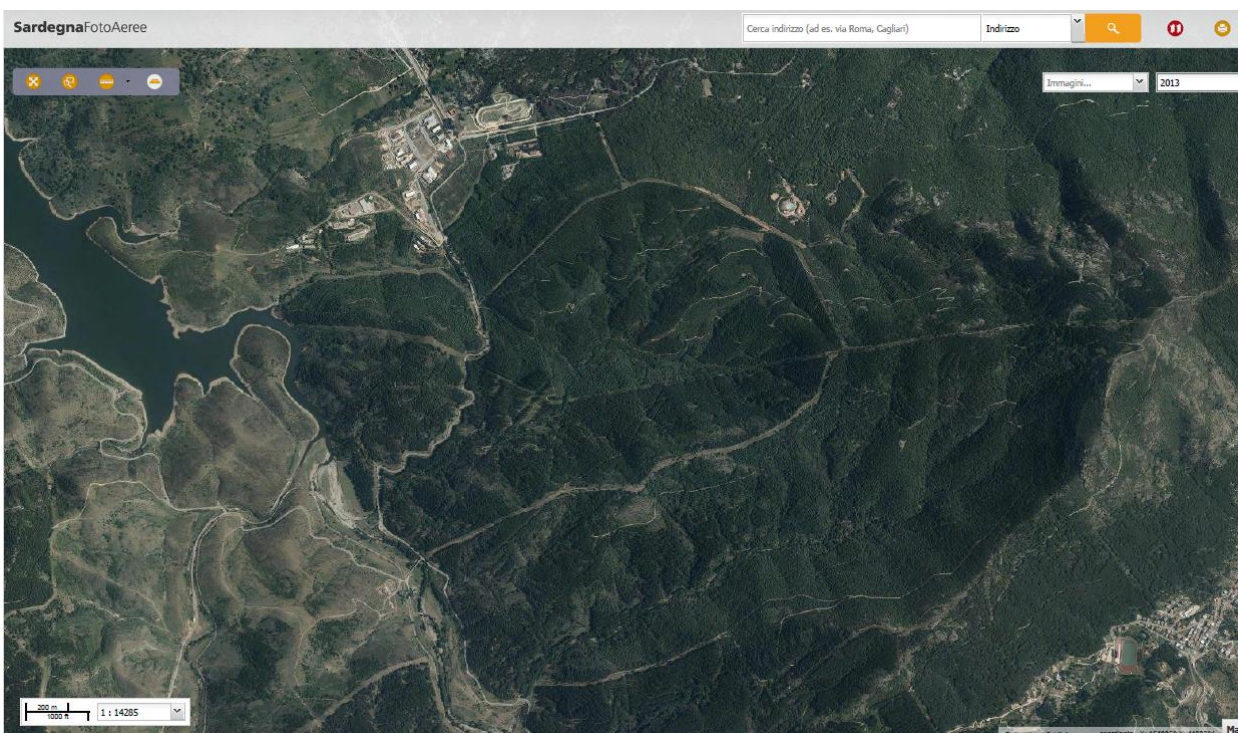


Figura 35 – Aerofoto 2013– SS389 (parte nord, Villagrande) e lago alto Flumendosa

Le immagini mostrano altresì come non vi siano stati significative variazioni di valore antropico nelle immediate vicinanze del tracciato mentre la porzione di territorio circostante risulti, sia rispetto al primo che al secondo stralcio, maggiormente strutturata e antropizzata, a ovest e a nord.

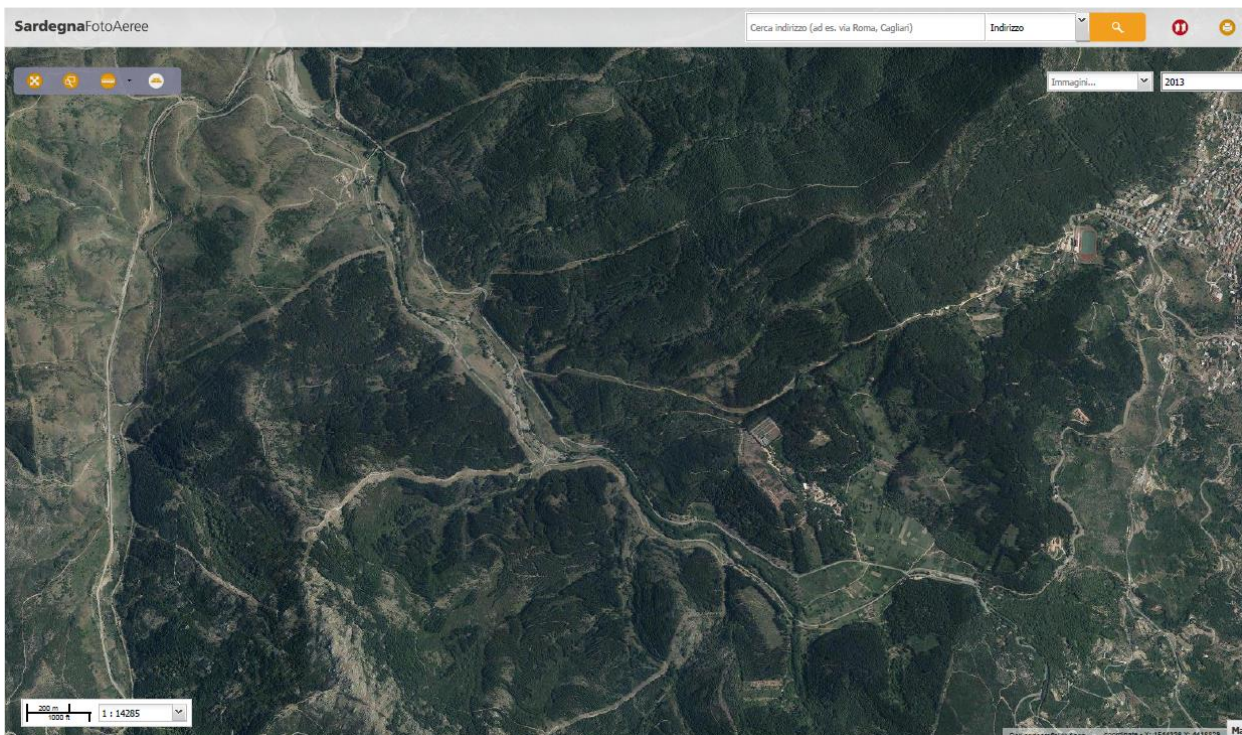


Figura 36 – Aerofoto 2013– SS389 (parte sud, Arzana) e rio Sicaderba

Storia e archeologia

Arzana, il cui nome, "Arthana", significa brezza fredda, conta poco più di 3000 abitanti. Stupendo centro posto ai piedi del Monte Idòlo, fu fondato dalle genti che abitavano gli antichi villaggi di Silisei e Ruinas. Di notevole interesse archeologico sono i monumenti di pietra, da quelli neolitici delle domus de janas di Perdixi alle numerose testimonianze nuragiche di Unturgiadore, Sa' e Corrocce, Sa Tanca, Ruinas, a cui si associano i meno evidenti resti di villaggi di capanne e i ruderi di tombe megalitiche in rovina. A Tedderieddu e nel villaggio scomparso di Silisé permangono tracce di insediamenti di età romana come l'impianto termale venuto alla luce dentro il paese nella zona di Su Bangiu. Nel XVI secolo, era stato abbandonato il villaggio medioevale che ha lasciato tracce cospicue vicino al complesso nuragico di Ruinas. Medioevale è anche la croce di bronzo, conservata nella chiesa della parrocchia, che si vuole sia stata trovata a Silisé. Dentro la chiesa, intitolata a San Giovanni

Battista, si conserva un ostensorio del Seicento, attribuito al maestro cagliaritano Antioco Canavera, di particolare valore artistico. Tra le risorse del paese si deve annoverare l'abilità delle ultime artigiane del telaio, oltre all' immensa ricchezza del suo patrimonio idrico rappresentato soprattutto dalla sorgente montana di Funtana Orrubia e all'aria particolarmente salubre.

Nel comune di Villagrande Strisaili per lungo tempo la definizione dei confini con Fonni hanno portato non pochi lutti nel mondo pastorale e discordie che interessarono secondo la tradizione il re Vittorio Emanuele I. Le tracce di un abitato medioevale si conservano a sud di Piraonni non lontano dall'area nuragica di Murru Longu. Sono diverse le testimonianze di insediamenti preistorici del Neolitico e dell' età del Bronzo: Monte Giuro e i suoi villaggi nuragici; Sa Conca 'e Pira Onne di Su Pradu; Marruscu con il suo nuraghe; Colle Abbruxau con alcune domus de janas e una tomba megalitica; Serra 'e Troccùlu, con un nuraghe a corridoio; S'arcu 'e is Forros, con il tempio a "megaron" che conserva un ricco deposito di bronzi votivi: Porcu Abba e sa Carcaredda con altre tombe di giganti; Sa Sedda er Janas con una tomba ipogeica; Su Strumpu, con capanne nuragiche, domus de janas e menhirs. Il paese si è completamente rinnovato, del paese d'una volta restano solo le leggende. Alle leggende e alla fantasia popolare è affidata anche la nascita della chiesa del patrono San Gabriele. patrono al quale viene dedicata la sagra nei primi due giorni d' agosto. La precede, nella seconda domenica di luglio, un'altra sagra, quella in onore di Santa Barbara, cui è intitolata una chiesetta costruita di recente.

Tutti i rinvenimenti archeologici del territorio appena descritto, sottoposti a tutela di interesse artistico e storico, secondo la Legge n. 1089 del 01/06/1939, ora D.L.g.s. del 29/10/1999, n. 490 (Testo Unico delle disposizioni legislative in materia di beni culturali e ambientali, a norma dell'art. 1 della Legge del 08/10/1997, n. 352), non ricadono nell'area interessata dal progetto. Un censimento con localizzazione cartografica degli elementi principali del patrimonio architettonico, è presente nel Piano Urbanistico Provinciale di Nuoro, dal quale è stata ricavata una carta tematica, in scala 1:10.000, delle valenze artistiche, architettoniche e storiche, in allegato al presente studio. (T00-IA00-AMB-CT12-A)

5.1.6 Conclusioni

Da quanto detto, relativamente alla popolazione e alle attività produttive, emerge la "volontà" di questi paesi di uscire "dall'isolamento geografico" che li ha sempre caratterizzati. Questo, sicuramente, si può ovviare con il miglioramento della viabilità stradale, motivo per cui è di notevole importanza la costruzione dell'opera in progetto che agevolerà di gran lunga la

vicinanza con l'attuale capoluogo di provincia, il resto della regione e i centri principali dell'Ogliastra stessa.

Da non dimenticare la recente riqualificazione del tratto Genna' e Cresia-Jerzu che con la costruzione del tracciato in progetto, creerà una via di comunicazione preferenziale, riducendo notevolmente l'isolamento dell'Ogliastra interna verso la costa e la Sardegna meridionale e favorendo nel futuro la vicinanza dei paesi interni con i futuri capoluoghi di provincia (Lanusei-Tortoli). Il significativo miglioramento e completamento della rete viaria dell'Ogliastra interna, porterà ad un indiscutibile vantaggio su tutte le componenti socio-economiche.

Per quanto riguarda i beni storico-culturali e ambientali, la ricca presenza di questi nel territorio, anche se per la maggior parte non direttamente ricadenti nell'area interessata dal progetto, rappresenta una notevole risorsa fruibile per tutto il territorio.

La compresenza di questi con l'opera in progetto, in termini di paesaggio, riguarda soprattutto l'alterazione della percezione visiva del contesto vegetazionale, già in parte alterato dalla presenza della vecchia SS 389, dall'attività antropica, dovuta all'eccessivo sovra pascolo e al ripetuto passaggio del fuoco. Le azioni per contrastare gli impatti sul paesaggio vanno intese non solo come azioni di mimetizzazione degli impatti visivi (svolgendo una azione dal punto di vista strutturale), derivanti dalla realizzazione dell'opera, ma come azioni di mitigazione che porteranno alla riqualificazione ambientale dell'area. Infatti, con la piantumazione delle specie vegetali, tipiche della macchia mediterranea, si cercherà (svolgendo una azione dal punto di vista funzionale) nel lungo periodo di favorire il ritorno alla vegetazione potenziale.

E' prevista la piantumazione di differenti essenze e quantità in funzione delle caratteristiche esistenti, sia con intento di ricucitura che di mitigazione vera e propria degli impatti visivi. In particolare si è privilegiato in primis l'aspetto visivo dei viadotti dal bacino del Flumendosa e dall'alveo del Sicaderba, prevedendo piante ad alto e medio fusto in posizione tale da limitare la vista delle pile e degli impalcati dei viadotti. Per quanto riguarda le gallerie artificiali le opere di piantumazione che riguarderanno la parte superiore consentono di ricucire la continuità dell'area boscata dal punto di vista visuale e ricreare i necessari attraversamenti faunistici.

Le aree di cantiere principali, le piste e i cantieri operativi lungo il tracciato saranno oggetto di ripristino mediante piantumazione di essenze locali per il manto erboso e piante tipiche dei luoghi per la continuità visuale nei quadri paesaggistici.

5.2 Atmosfera

5.2.1 Elementi del clima

Un fattore molto importante per la conoscenza e la comprensione di tutti i fenomeni che generano, modellano, e a volte stravolgono l'ambiente naturale è il clima.

I caratteri climatici della porzione di territorio interessata dal progetto rappresentano un aspetto significativo da tenere in considerazione per ciò che riguarda la valutazione complessiva dei potenziali impatti indotti sull'ambiente dall'opera.

Tali caratteri sono, prima di tutto, ottimi descrittori del quadro ambientale precedente alla costruzione della strada, oltre ad essere i fattori determinanti sulle interazioni tra ambiente e opera realizzata.

Nello specifico, il momento in cui le interazioni citate si fanno più intense è il periodo di realizzazione della strada (due anni circa); momento in cui temperature, venti e piogge, hanno maggiori effetti sull'area di realizzazione del progetto.

Per quanto riguarda la Sardegna, che per la posizione geografica, si può inserire nella fascia detta temperata, l'elemento distintivo è costituito dal fatto di essere un'isola.

Questo carattere modifica sostanzialmente dal quadro climatico generale i parametri di temperatura ed umidità a causa dello stretto rapporto terra - mare.

Per avere quindi un quadro completo della zona è necessario verificare i dati di pluviometria, anemometria, e umidità.

I dati sono stati ricavati da diverse fonti:

- per quanto attiene l'anemometria sono stati considerati i dati ricavati dal sito internet www.eurometeo.com della stazione Capo Bellavista che si riferiscono al trentennio 1961 – 1990. Inoltre, sono riportati i dati della stazione di controllo dell'Aeronautica Militare di Capo Bellavista (Lat 39,56 Lon 9,43 Alt 138) relativi al periodo 01/51 09/77;
- per la pluviometria, la termometria e l'umidità, sono stati consultati i dati forniti dal sito internet www.eurometeo.com della stazione di Capo Bellavista relativi al trentennio 1961 – 1990.

In Sardegna il clima è influenzato da vari fattori, che hanno portato (Arrigoni 1968) a definire il regime irregolare delle precipitazioni come "infedeltà pluviometrica". Questa definizione trova la sua origine dall'azione delle forme del rilievo e dalle traiettorie delle masse cicloniche sotto cui la Sardegna viene a trovarsi; questa irregolarità è particolarmente pronunciata nelle zone più elevate e piovose. La particolare posizione occupata dall'isola nel Mediterraneo, in una

zona in cui dominano le correnti occidentali nella circolazione atmosferica, causa una diversità di clima tra la parte occidentale (sopravento) più ventilata e piovosa, e quella orientale (sottovento) meno piovosa. Il tipo di clima che meglio definisce le caratteristiche del settore sommitale del Gennargentu, ossia la fascia altimetrica superiore alla isoipsa dei 1.500 metri, è conosciuto con il nome di mediterraneo montano⁴ ed è particolarmente indicato per descrivere le condizioni del versante, compreso tra i 1.500 ed i 1.800 metri di quota. Gli elementi principali mostrano una decisa tendenza alla riduzione del lungo periodo caldo, tipico delle zone costiere e di pianura, ed un sensibile aumento dei valori medi di precipitazione. Ne risulta un tipo di clima caratterizzato da un periodo “freddo”, che generalmente inizia nel mese di novembre e si protrae sino alla prima metà del mese di maggio e da un periodo “caldo” comprendente i mesi di giugno, luglio, agosto e settembre.

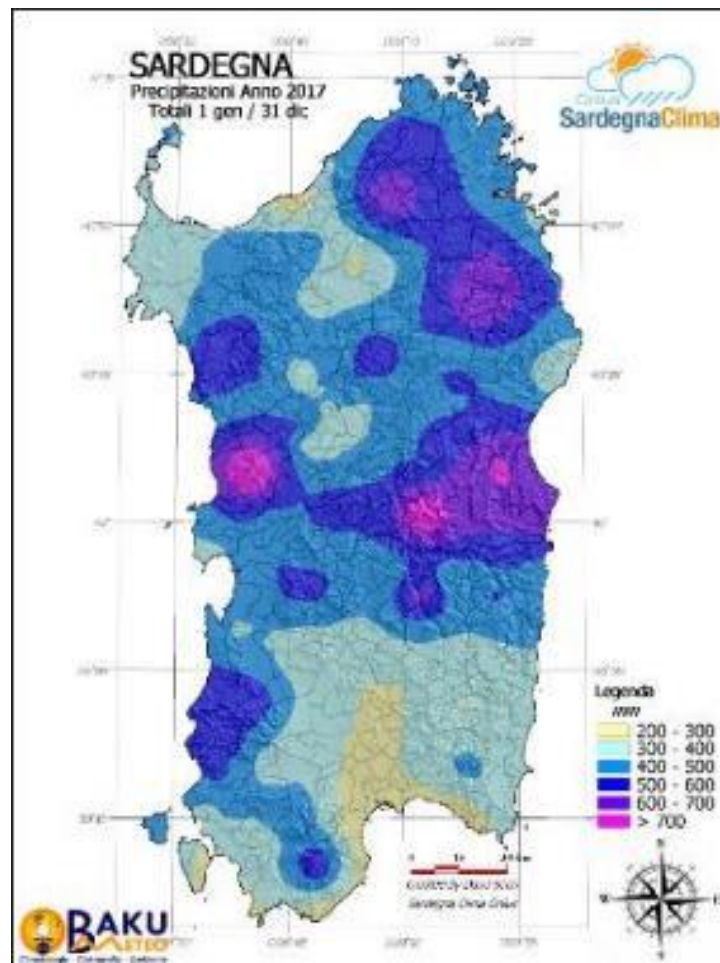


Figura 37 - Carta delle precipitazioni annuali della Sardegna

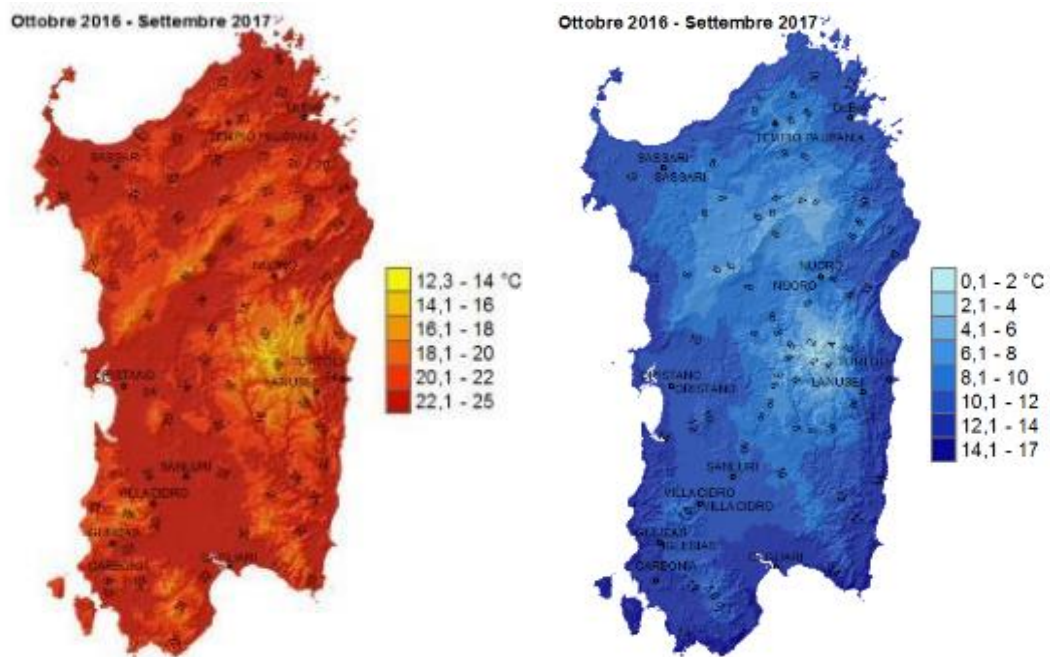


Figura 38 – Carte delle temperature massime e minime annuali della Sardegna

Sull'area del Gennargentu non risultano presenti stazioni di rilevamento riconosciute, rispondenti alle norme di omologazione previste dalla Organizzazione Meteorologica Mondiale, pertanto si è provveduto alla individuazione delle principali caratteristiche climatiche e meteorologiche del sito tramite:

- elaborazione e correzione in funzione della quota dei dati registrati dalle stazioni di Fonni (mt. 992), Desulo (mt. 895) e Genna Silana (mt. 1010), che possono essere considerate rappresentative delle caratteristiche climatiche delle quote medio-basse del massiccio montuoso;
- analisi dei dati meteorologici registrati nel corso delle campagne di rilevamento nivologico svolte per oltre dieci anni e riferiti in modo particolare ai versanti interessati;
- ricerca bibliografica dei dati e delle determinazioni esistenti in campo climatico, meteorologico e fito-climatico. Nell'area di intervento, posta a quote tra i 600-700 metri, il clima è prettamente montano con valori di temperature medie inferiori a quelle registrate nelle stazioni di riferimento considerate e precipitazioni più abbondanti. Tali fattori meteorologici hanno una duplice azione: disgregazione del substrato e il dilavamento del materiale inerte. Ai fini della stabilità del suolo giocano un ruolo rilevante le basse temperature, l'effetto gelo-disgelo ed il regime di precipitazioni.

Le variazioni di temperatura al di sopra e al di sotto del punto di congelamento, in presenza d'acqua determina la frantumazione meccanica delle rocce per effetto della gelivazione, produzione di detrito prevalentemente grossolano (gelivazione: processo innescato dal ghiaccio che cristallizza all'interno delle fessure, aumenta di volume esercitando così una certa pressione sulla roccia, con lo scioglimento del ghiaccio, l'acqua penetra più in profondità, lo sgretolamento della roccia sarà più intenso quanto più sono numerosi i cicli di gelo-disgelo). Si ha cognizione che a queste altitudini le oscillazioni termiche sono frequenti nella stagione fredda, e si ripetono ogni giorno per diversi mesi. L'altra causa di disgregamento del substrato è l'azione della pioggia battente laddove è assente la copertura vegetale che attenui l'effetto. Si illustra nel seguito quanto incida l'intensità e il regime delle precipitazioni. Nel Gennargentu cadono mediamente 1.300 mm. di pioggia all'anno, con un regime di tipo IAPE ed una distribuzione pari al 39% in inverno, 25% in primavera, 5% in estate e 31% in autunno. Nel solo periodo autunno-inverno cade il 70% della precipitazione annua, con intensità spesso molto elevate. Sono precipitazioni con un'elevata capacità erosiva che si traduce in una degradazione specifica notevole

5.2.2 Direzione ed intensità dei venti

Il regime dei venti e le dinamiche eoliche in generale rappresentano fattori di sostanziale rilevanza soprattutto per quanto attiene l'influenza che essi esercitano sui processi di dispersione nell'atmosfera e nell'ambiente dei prodotti inquinanti e in particolare delle polveri. La circolazione dei venti nel Mediterraneo occidentale, e quindi sulla Sardegna, può venire schematizzata in base al comportamento della media delle pressioni atmosferiche nel corso dell'anno. Di solito, durante l'inverno, si crea una depressione a debole gradiente orizzontale centrata tra la Sardegna e il Mar Tirreno, compresa tra i due anticicloni atlantico ed asiatico. Tale depressione tende ad accentuarsi ulteriormente a causa delle alte temperature delle acque superficiali. In estate si espande l'anticiclone atlantico, mentre quello asiatico scompare; il Mediterraneo occidentale cade allora sotto l'influenza dell'anticiclone atlantico, con campo di pressione relativamente alta ed un debole gradiente barico orizzontale. In media la Sardegna viene a trovarsi in una zona depressionaria a cui si associa una determinata circolazione troposferica. Il susseguirsi di questi eventi climatici nel corso dell'anno, fa sì che durante i mesi invernali prevalgano i venti orientali e nord-orientali, mentre nei mesi estivi prevalgono quelli occidentali e nord-occidentali. In generale, nella maggior parte dell'anno, sulla Sardegna prevalgono correnti troposferiche con direzione ovest nord-ovest ed est sud-est. Nel corso dell'anno si ha una generale prevalenza dei venti provenienti da ovest, con una

<p>ANAS S.p.A. S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389 Studio Impatto Ambientale</p>	<p>File: T00-IA00-AMB-RE01_A.docx Data: Settembre 2020 Pag. 96 di 252</p>
--	---

frequenza complessiva di circa il 50%, costituita per il 35% dal vento di Ponente e per il 15% dal Libeccio.

In oltre il 45% dei casi, i venti raggiungono una velocità compresa tra i 5 e i 15 m/s; punte superiori ai 20 m/s si registrano, durante l'anno, con una frequenza inferiore all'1%, mentre le giornate di calma (velocità del vento inferiore a 1,5 m/s) si registrano con una frequenza pari al 20%. Va ricordato che il regime dei venti risulta fortemente condizionato, oltre che dalla circolazione prevalente, anche da fattori strettamente locali legati alla situazione orografica e ai caratteri morfologici dell'area considerata. Nostre elaborazioni su dati pubblicati dall'ARPAS, relativi al vento di massima intensità misurato nell'arco delle 24 ore, ovvero nell'istante della giornata in cui tale fenomeno ha raggiunto il suo massimo, mostrano per la stazione anemometrica di Fonni una frequenza di venti massimi provenienti da Ovest e da Sud-Ovest superiore rispetto al dato medio regionale; viceversa, presso la stazione anemometrica di Fonni appare inferiore rispetto alla media regionale la frequenza di venti massimi provenienti dai quadranti orientali e meridionali.

Quasi nel 54% dei casi i venti registrati presso la stazione anemometrica di Fonni sono di debole intensità (velocità compresa tra 1,5 e 8 m/s), nel 31% dei casi sono di intensità intermedia (velocità compresa tra 8 e 13,5 m/s), nel 13% dei casi di intensità forte (velocità superiore a 13,5 m/s) e solo nel 2% dei casi si registrano condizioni di calma di vento. In tale ambito, i venti di intensità forte quasi nel 43% dei casi provengono da Ovest.

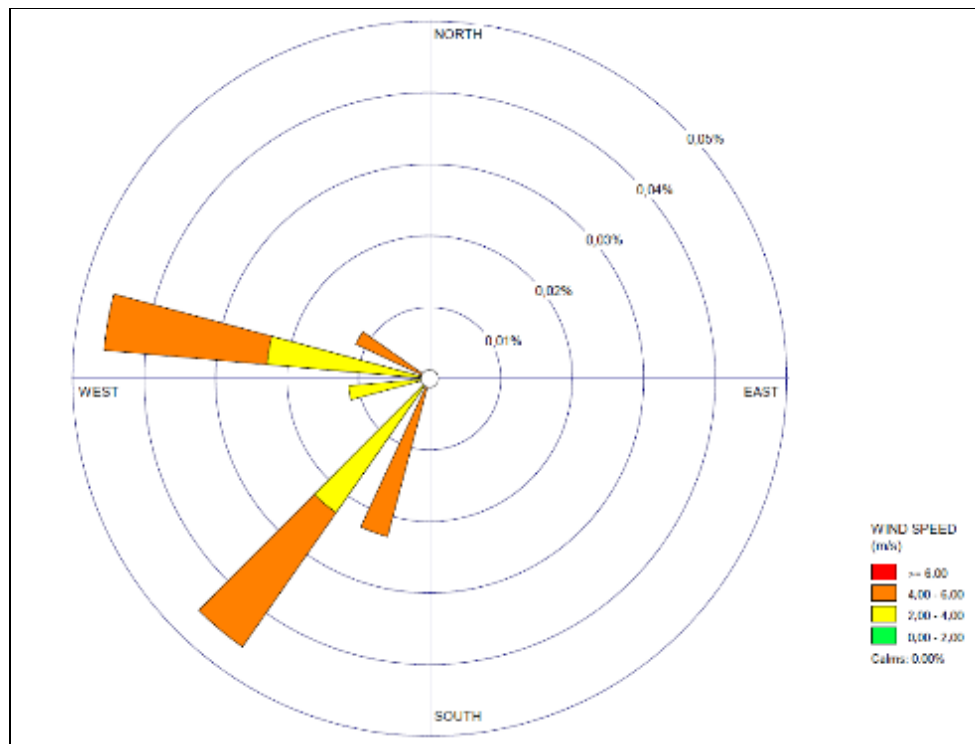


Figura 39 - Direzione del vento nella stazione meteorologica di Forni

Le differenti condizioni orografiche del territorio in esame, rispetto a quello dove è ubicata la stazione anemometrica di Forni, rendono ipotizzabile per l'ambito di intervento, una più elevata incidenza al suolo di venti provenienti da nord-ovest (maestrale), sia in termini di frequenza che di intensità, con valori massimi misurati sulle cime superiori ai 140 km/h.

Tabella 16 - Classi di velocità del vento.

settori		classi di velocità (nodi)						
n°	gradi	0 - 1	2 - 4	5 - 7	8 - 12	13 - 23	24 - 99	totale
1	0.0 – 22.5		4.94	6.43	7.73	9.13	5.99	34.22
2	22.5– 45		7.66	9.68	11.73	15.16	8.05	52.28
3	45 – 67.5		8.77	9.70	10.56	10.05	2.66	41.74
4	67.5 – 90		11.01	10.89	9.03	5.96	1.16	38.05
5	90 –112.5		14.95	15.34	8.31	3.55	1.24	43.39
6	112.5-135		15.39	19.19	12.03	5.61	1.31	53.53
7	135– 157.5		14.24	16.20	17.41	8.42	1.58	57.85
8	157.5–180		12.00	12.87	17.64	13.16	2.48	58.15
9	180 –202.5		9.72	10.91	14.25	11.70	2.38	48.96
10	202.5-225		9.51	11.85	11.84	8.09	0.93	42.22
11	225 –247.5		7.02	8.08	7.49	6.82	0.92	30.33
12	247.5–270		9.08	12.25	11.07	9.02	2.61	44.03
13	270–292.5		16.22	27.40	27.41	17.04	5.74	93.81
14	292.5–315		13.84	26.96	35.22	20.10	5.33	101.45
15	315 –337.5		8.46	12.31	19.50	15.37	4.88	60.52
16	337.5–360		5.14	7.36	8.92	9.13	4.58	35.13
	variabili		0.38	0.45	0.33	0.19	0.12	1.47
	0 - 1 nodo	162.85						162.85
	totale	162.9	168.33	217.87	230.47	168.50	51.9€	1000.0

Tabella 17 - Dati anemometrici di Capo Bellavista, periodo 1961-1990

MESE	DIREZIONE	VELOCITA' (nodi)
gennaio	WNW	8,5
febbraio	SSE	8,5
marzo	ESE	5
aprile	SSE	8,5
maggio	SSE	5
giugno	SSE	5

luglio	SSE	5
agosto	SSE	5
settembre	SSE	5
ottobre	SSE	5
novembre	S	5
dicembre	WNW	5

L'osservazione della tabella evidenzia come il regime anemometrico in questo tratto di territorio si discosti parzialmente dal quadro generale, dando come direzione prevalente la SSE, associata a velocità abbastanza contenute. Solo nel cuore dell'inverno, nei mesi di Gennaio e Febbraio, venti di Ponente e Maestrale danno un forte contributo con velocità più sostenute.

5.2.3 Temperature

L'andamento annuo della temperatura in Sardegna non presenta caratteri originali rispetto agli altri paesi mediterranei; si può solo notare che la particolare posizione astronomica dell'isola e soprattutto la lontananza dai continenti fanno sì, che il suo territorio goda di un tipico regime termico mediterraneo.

L'isola risente appieno dell'evoluzione termica delle acque del Mediterraneo che, raggiungendo la temperatura massima nelle prime settimane dell'autunno e la minima in primavera, temperano i freddi invernali ed i caldi estivi.

Le temperature mostrano che i valori massimi diurni nel periodo caldo sono normalmente compresi tra 25 e 28 °C, con punte (talvolta per diversi giorni consecutivi) superiori a 30 °C, determinate anche dal forte riscaldamento degli strati bassi conseguente alla mancanza di vegetazione ad alto fusto in alcune aree. Per contro le minime si attestano tra 10 e 14 °C, ma non sono eccezionali valori di 7-8 °C dovuti al forte irraggiamento notturno. Si possono pertanto considerare come "normali", nel periodo caldo, escursioni termiche dell'ordine dei 20 C tra il giorno e la notte. Dalla fine di settembre le temperature massime mostrano una graduale diminuzione, passando da 20-25 °C a 14-18 °C alla metà di ottobre ed a 5-10 °C a metà novembre. Da questo periodo in poi i primi "veri" afflussi di aria fredda possono far calare le temperature massime su valori inferiori a 5 °C e prossimi allo zero. Normalmente tali valori massimi si registrano a partire dalla seconda metà di dicembre per abbassarsi ulteriormente nei mesi di gennaio e febbraio quando non di rado risultano inferiori a 0 °C. Nel mese di marzo

si verifica una risalita delle temperature fino ai 3-6 °C della seconda metà del mese. Le massime salgono ulteriormente nel mese di aprile portandosi dai 4-7 °C di inizio mese ai 7-10 °C dell'ultima decade. Con maggio si assiste ad un deciso aumento dei valori che alla fine del mese sono compresi tra 15 e 20 °C e si ritorna nel "periodo caldo". Le temperature minime mostrano una analoga evoluzione: i valori tipici della metà di settembre sono intorno ai 9-12 °C e scendono a 4-7 °C nella seconda decade di ottobre; in novembre si posizionano su valori dapprima di alcuni gradi sopra lo zero poi oscillano intorno a questo. Dal mese di dicembre si osserva un ulteriore calo che, di norma, porta a medie di -4 °C in gennaio. Una leggera risalita si nota in febbraio con -3 °C. In marzo i valori più frequenti sono compresi tra -3 °C e -1 °C alla fine del mese. In aprile, complici anche dei tardivi afflussi di aria fredda, si registrano spesso temperature minime intorno allo zero fino alla terza decade. Maggio vede i valori salire fino a portarsi a 6-9 °C e giugno a 8-12 °C.

Per comprendere meglio l'interdipendenza tra le temperature e l'umidità, è stato costruito un diagramma ombro-termico (secondo Bagnouls-Gausson) rappresentante le precipitazioni mensili e le temperature. Il diagramma, attraverso la larghezza dell'intervallo tra le due curve, evidenzia sia i periodi in cui si ha un prevalere delle precipitazioni sui consumi dovuti all'evapotraspirazione che i periodi in cui le perdite per evapotraspirazione superano gli afflussi. L'area racchiusa tra le due curve rappresenta la stagione siccitosa, con inizio a maggio e termine a settembre. Durante questo periodo, pressoché tutta l'acqua che cade sul terreno evapora rapidamente a causa dei complessi fenomeni legati all'evapotraspirazione. Nei mesi estivi l'alta temperatura atmosferica contribuisce dunque a smaltire attraverso l'evapotraspirazione la quasi totalità delle acque superficiali.

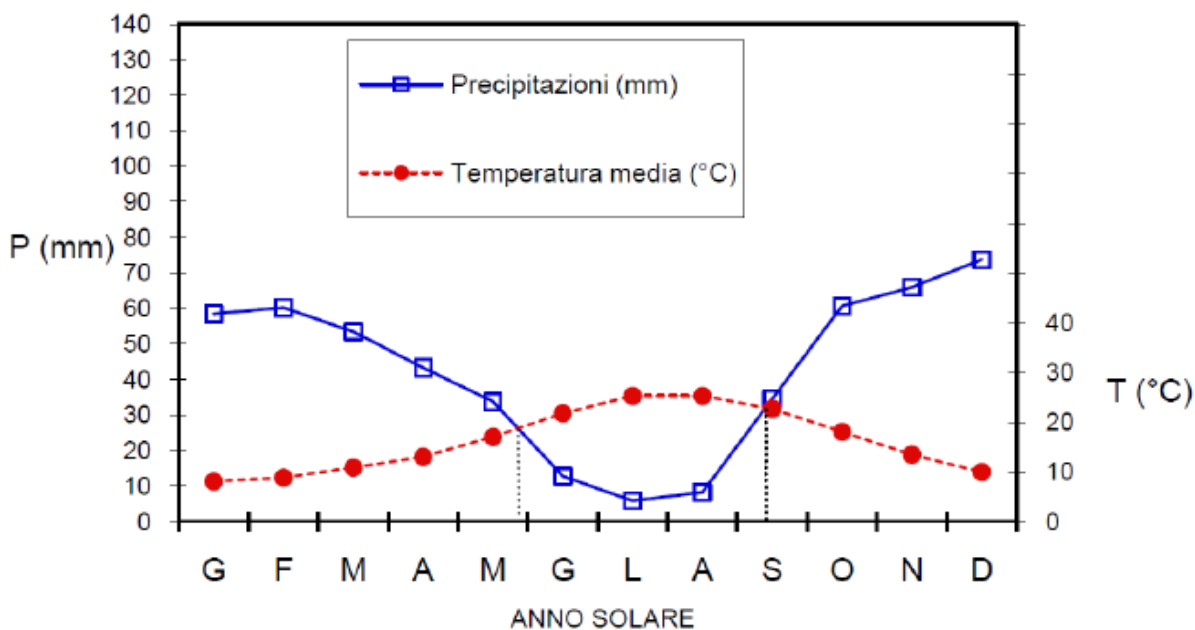


Figura 40 - Diagramma ombro-termico

La figura successiva riporta il grafico dei valori, in gradi °C, delle temperature medie misurate durante l'anno 2017.

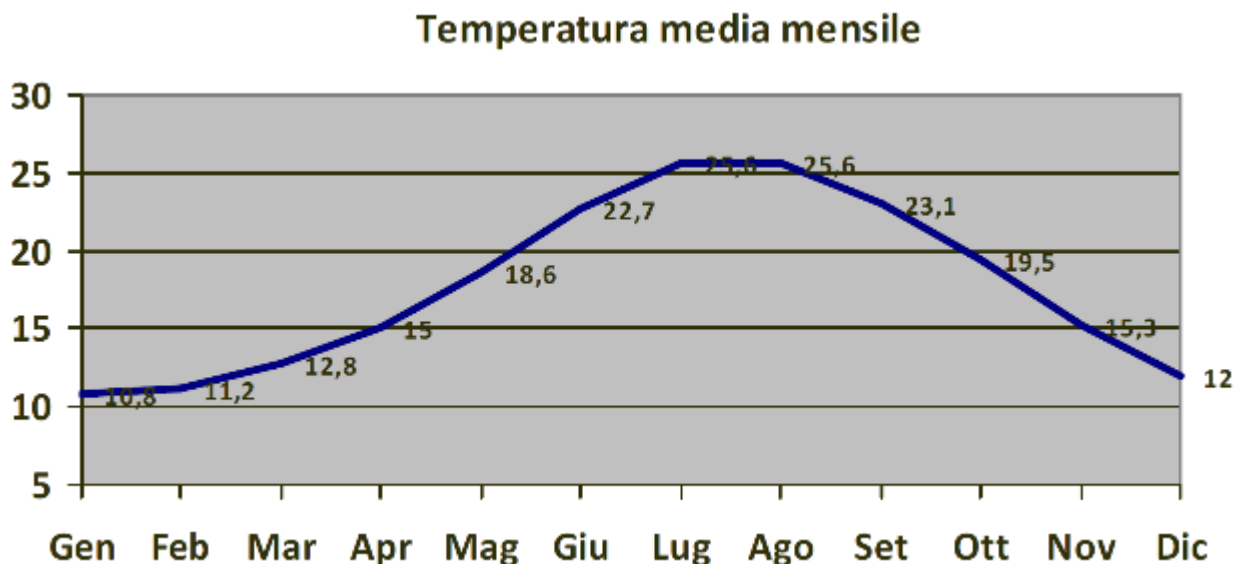


Figura 41 – Temperature medie mensili stazione di Fonni

5.2.4 Pluviometria

La stretta relazione che lega i valori termometrici a quelli igrometrici è particolarmente evidente nell'area considerata. Così l'umidità è generalmente elevata nel periodo compreso

tra la fine di ottobre e l'inizio di giugno, quando le temperature determinano il frequente raggiungimento del punto di saturazione dell'aria. A questo si aggiungono sia le frequenti precipitazioni solide/liquide sia le cosiddette "precipitazioni occulte". In inverno, valori molto bassi di umidità relativa, con percentuali comprese tra 20 e 30%, si manifestano in occasione dell'instaurarsi di regimi anticiclonici di ampia estensione e/o dell'afflusso di masse d'aria dal primo quadrante. Per contro, con venti a forte componente meridionale, possono permanere per più giorni stati igrometrici prossimi alla saturazione con frequenti valori superiori all'85-90%. Successivamente a tale periodo e per tutta la stagione calda i valori dell'umidità tendono a diminuire e seguono la normale evoluzione giornaliera che vede valori piuttosto contenuti di giorno e più elevati nelle ore notturne.

Nell'area di studio, le caratteristiche dominanti del clima mediterraneo vengono in parte mitigate anche per quanto riguarda le precipitazioni. Sebbene sia ben evidente un tipico andamento con due massimi, uno tardo-autunnale e uno primaverile, si assiste ad una decisa riduzione del periodo secco estivo che non di rado viene interrotto da temporali locali dovuti alla interazione tra l'aria ed il rilievo. Nel periodo in cui le "famiglie" di cicloni delle medie latitudini interessano maggiormente la Sardegna, il Gennargentu esercita una discreta azione di blocco sui fronti, producendo un aumento nei valori e nella durata delle precipitazioni sulle aree circostanti. Pertanto, come mostrato dalla sottostante figura, l'area oggetto dell'intervento si caratterizza in ambito regionale per i più alti valori medi annui di precipitazioni piovose.

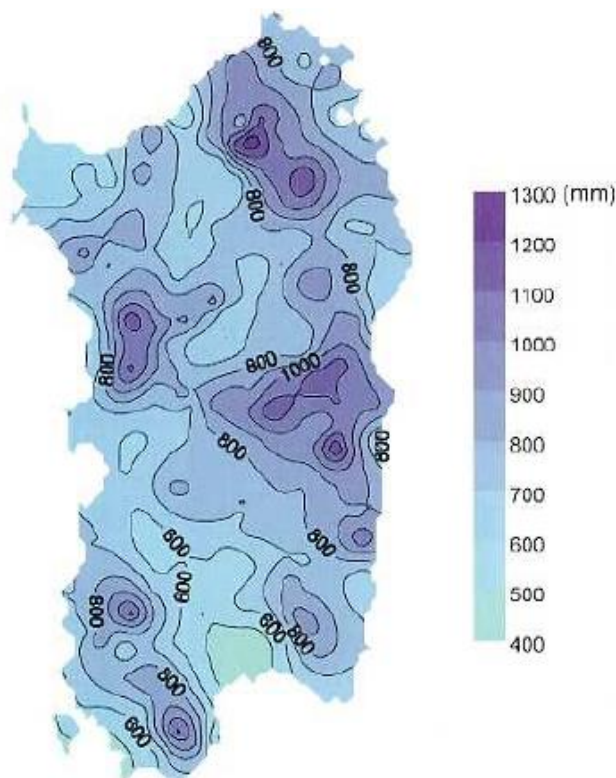


Figura 42 - Valore medio delle precipitazioni (Fonte ARPAS)

L'analisi delle condizioni pluviometriche è stata eseguita utilizzando i dati rilevati nelle stazioni pluviometriche di Fonni, posta a quota 992 metri s.l.m., e di Desulo, a 920 metri s.l.m

Tabella 18 - Precipitazioni medie mensili Fonni-Desulo (Fonte Arpas)

Stazione	Quota	Precipitazioni medie mensili rilevate nell'anno 2017 (mm)												Media annua	Media mensile
		gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic		
Fonni	992 m	129	88	74	65	67	32	21	28	63	89	125	159	940	78,33
Desulo	920 m	147	93	96	87	75	29	22	32	76	102	138	168	1065	88,75

I mesi più piovosi risultano dicembre, novembre e gennaio, mentre quello meno piovoso è luglio. La stagione piovosa ha mediamente inizio a settembre e prosegue, sempre con aumenti graduali nei valori mensili, fino a dicembre; gennaio, febbraio e marzo mantengono valori di precipitazione più o meno costanti. A giugno si registra una netta diminuzione che continua quasi regolarmente fino a luglio. La stagione estiva è la meno piovosa dell'anno. La figura seguente rappresenta il grafico dei valori, in mm di pioggia, delle precipitazioni annue misurate nell'arco del periodo di osservazione nelle due stazioni pluviometriche.

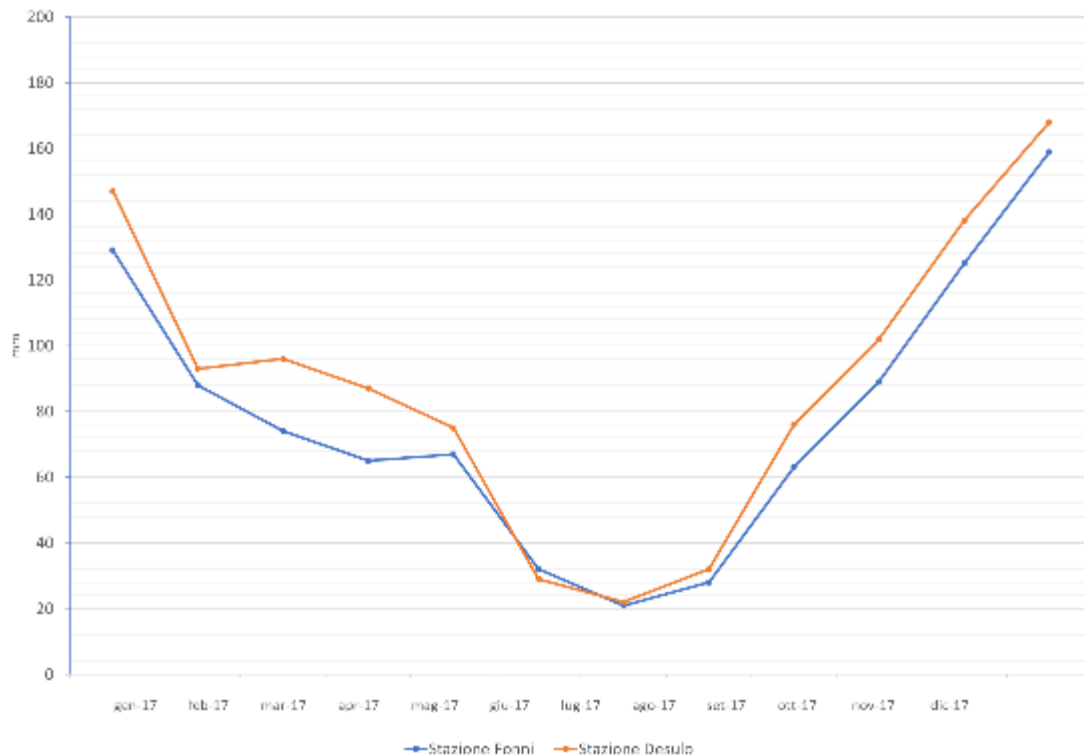


Figura 43 - Precipitazioni medie mensili Fonni e Desulo

Come mostrato dalle sottostanti figure, l'area montuosa a nord della zona oggetto dell'intervento si caratterizza in ambito regionale per i più alti valori medi annui di precipitazioni nevose e numero medio annuo di giorni con neve sul terreno.

Infatti, nel periodo compreso tra novembre e la fine di aprile le precipitazioni assumono molto spesso forma nevosa che, nei mesi più freddi dell'inverno, tende a permanere formando una coltre che alla quota di 1.700 metri varia tra i 40 ed i 70 cm. Nelle aree dove il vento, quasi sempre di rilevante intensità nelle fasi precipitative, riduce la sua capacità di trasporto della neve, si possono formare accumuli anche superiori ai 200 cm.

Senza entrare nel dettaglio delle caratteristiche nivologiche, si può osservare che la maggior parte delle precipitazioni nevose è costituita da cristalli irregolari, neve pallottolare e sferette di ghiaccio.

Queste forme sono sintomatiche del fatto che le nevicate più abbondanti si verificano generalmente in condizioni di atmosfera fortemente instabile e perturbata come nel tipico caso del passaggio di un fronte freddo.

Va inoltre notata la frequente presenza di addensamenti nuvolosi (nubi cumuliformi) che, producendo un effetto simile a quello della nebbia, riducono la visibilità a valori non superiori a

qualche decina di metri. Si devono a questo fenomeno i suggestivi depositi di galaverna che, nel periodo invernale, ricoprono gli oggetti posti sulle cime.

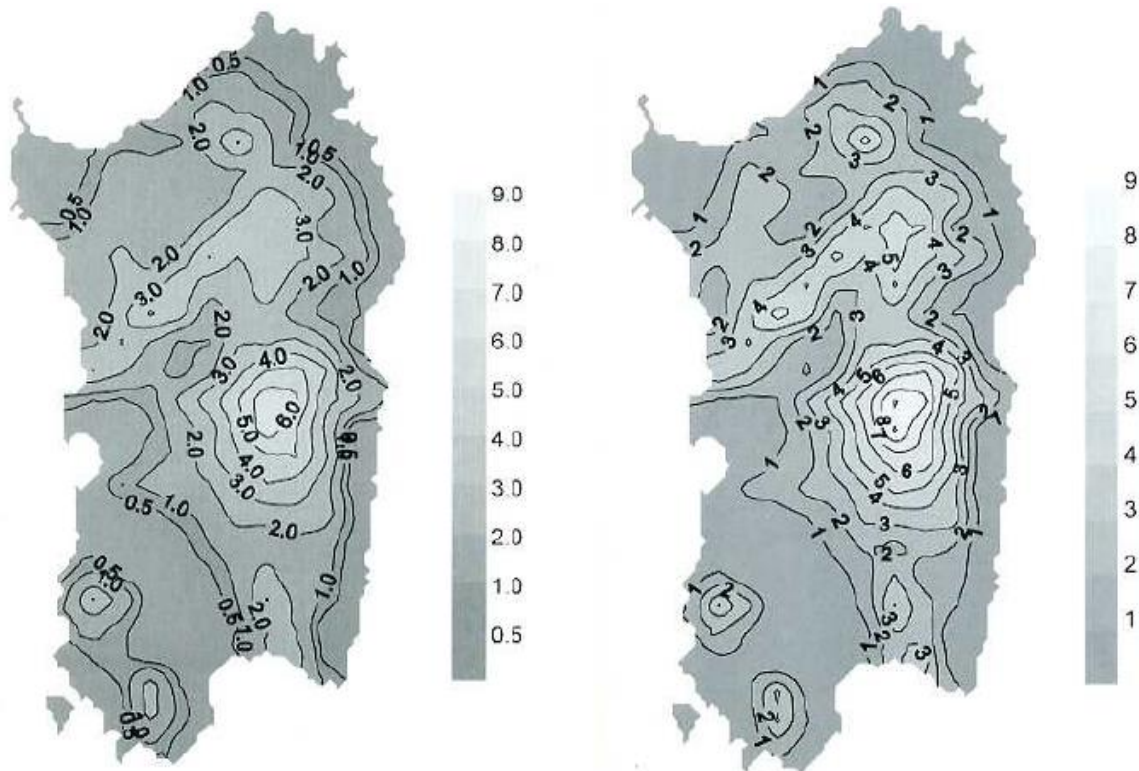


Figura 44 - Valore medio annuo di precipitazioni nevose (sx) valore medio annuo di giorni con neve (dx)

5.2.5 Inquadramento ricettori

Con il termine di ricettori sensibili si intendono tutte le componenti ambientali che potrebbero essere influenzate negativamente dalla produzione di polveri, derivanti dalla realizzazione dell'opera in progetto. Di seguito si elencano i possibili ricettori individuati:

- salute pubblica;
- paesaggio socio-economico;
- flora e fauna;
- suolo.

All'interno dell'area di studio sono stati impostati dei ricettori secondo una griglia cartesiana uniforme 32x20 e passo pari a 300 m, alle altezze di 1,5 m da terra (corrispondente alle condizioni di propagazione al suolo). In accordo con la valutazione di impatto acustico T00-EG00-AMB-RE06-A, sono stati individuati 32 ricettori corrispondenti alle strutture e alle aree in generale più esposte, il tutto riportato in apposita planimetria (T00-IA00-AMB-CT33-A), oltre che riepilogato nel documento "schede censimento ricettori" codice T00-IA00-AMB-SC01-A.

<p>ANAS S.p.A. S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389 Studio Impatto Ambientale</p>	<p>File: T00-IA00-AMB-RE01_A.docx Data: Settembre 2020 Pag. 106 di 252</p>
--	--

Per tutti gli inquinanti analizzati sono state prodotte mappe di ricaduta al suolo ad 1,5 m di altezza con andamento delle curve di isolivello; in apposito allegato del presente progetto, sono riportati i valori puntuali ai singoli ricettori censiti per tutti gli inquinanti analizzati. Nella successiva tabella sono riepilogati i codici elaborato con gli output massimo ai ricettori e parametri di progetto.

Tabella 19 – Riepilogo delle modellazioni

TAVOLA	INQUINANTE	OUTPUT	H (m)
T00IA00AMBCT17A	PM ₁₀	conc. media annuale	1,5
T00IA00AMBCT18A	PM ₁₀	conc. media giornaliera	1,5
T00IA00AMBCT19A	Benzene	conc. media annuale	1,5
T00IA00AMBCT20A	NO ₂	conc. media annuale	1,5
T00IA00AMBCT21A	NO ₂	conc. media oraria	1,5
T00IA00AMBCT22A	CO	conc. media su 8h	1,5
T00IA00AMBCT23A	SO ₂	conc. media su 24h	1,5

5.2.6 Qualità dell'aria stato attuale

In Sardegna l'Arpas è il soggetto competente a gestire la rete di monitoraggio della qualità dell'aria; nelle more dell'istituzione dell'Agenzia, la rete è stata gestita dalle amministrazioni provinciali di Cagliari, Sassari, Nuoro e Oristano. Il trasferimento della rete all'Arpas è avvenuto nel corso del 2008. La rete è costituita da 44 centraline automatiche di misura, di cui 4 non attive, dislocate nel territorio regionale e ubicate nei territori comunali di seguito indicati:

- provincia di Cagliari n. 9 centraline: Assemini - Macchiareddu (3), Monserrato (1), Quartu Sant'Elena (1), Sarroch (3), Seulo (1);
- provincia di Carbonia Iglesias n. 8 centraline: Carbonia (1), Gonnese (1), Iglesias (1), Portoscuso (4), Sant'Antioco (1);
- provincia del Medio Campidano n. 4 centraline: Nuraminis (1), San Gavino (2), Villasor (1);
- provincia di Nuoro n. 5 centraline: Macomer (1), Nuoro città (2), Ottana (1), Siniscola (1);
- provincia dell'Ogliastra n. 1 centralina: Tortolì - Arbatax (1);

- provincia di Olbia Tempio n. 2 centraline: Olbia città (2);
- provincia di Oristano n. 3 centraline: Oristano città (2), Santa Giusta (1);
- provincia di Sassari n. 12 centraline: Codrongianus (1, non attiva), Porto Torres (6, di cui 1 non attiva), Sassari città (5, di cui 2 non attive).

La rete delle centraline si completa con il Centro operativo regionale (Cor) di acquisizione ed elaborazione dati, attualmente ubicato presso il Servizio tutela dell'atmosfera e del territorio dell'Assessorato Regionale della Difesa dell'ambiente e un centro operativo di acquisizione ed elaborazione dati ubicato presso la direzione tecnico-scientifica dell'ARPAS. A partire da aprile 2010 è in corso l'adeguamento funzionale della rete, sia in termini di dotazione strumentale che di riposizionamento delle centraline.

A partire dal 2011, LA Rete Regionale si è dotata, nell'ambito del piano di adeguamento, di una stazione di fondo rurale regionale. La stazione denominata CENSEO, cod. IT2010, è utilizzata per la valutazione della qualità dell'aria ed è ubicata all'interno del Complesso Forestale del Sarcidano, nella zona di Seulo, come riportato nella figura seguente.

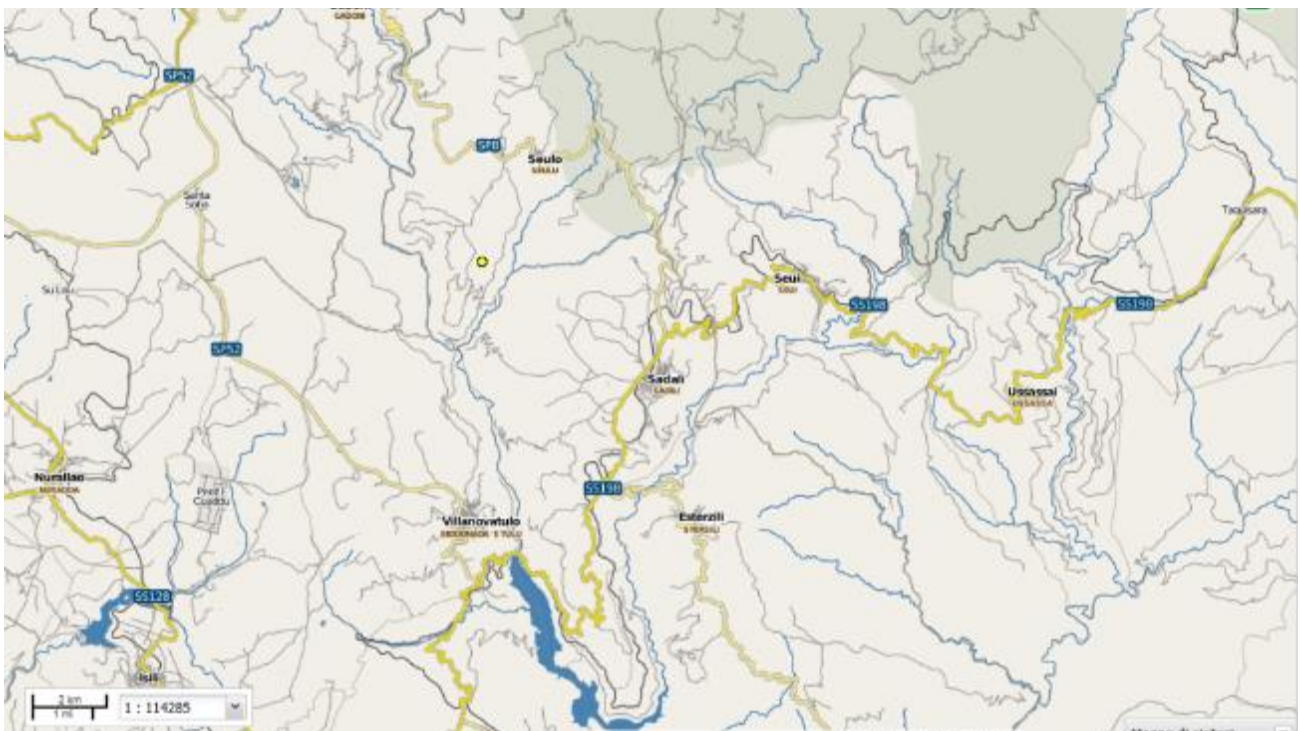


Figura 45 - Postazione monitoraggio qualità dell'aria di Seulo (IT2010)

Nella tabella seguente sono riportati i superamenti annuali dei vari inquinanti nell'anno 2018 riferiti alla stazione di Seulo. (fonte ARPAS)

Tabella 20 - Superamenti annuali anno 2018

Comune	Stazione	C6H6		CO		NO2			NOx		O3			PM10			SO2			PM2,5
		MA	M8	MO	MO	MA	MA	MO	MO	M8	MG	MA	MO	MO	MG	MA	MI	MA		
		PSU	PSU	PSU	SA	PSU	PV	SI	SA	VO	PSU	PSU	PSU	SA	PSU	PV	PV	PSU		
		5	10	200	400	40	30	180	240	120	50	40	350	500	125	20	20	25		
				18						25	35		24		3					
Seulo	CENSE0									18 ^(g)	4									

Gli inquinanti più critici per i livelli elevati che raggiungono nell'atmosfera e per l'impatto sulla salute umana sono il particolato atmosferico PM₁₀ (materiale particellare con diametro aerodinamico di dimensione inferiore ai 10 milionesimi di metro), l'ozono troposferico e il biossido di azoto. Cresce l'attenzione per il PM_{2,5} (materiale particellare con diametro aerodinamico di dimensione inferiore ai 2,5 milionesimi di metro) che, per le sue caratteristiche chimico-fisiche, è il maggior responsabile degli effetti tossici del particolato atmosferico.

Con 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) la legislazione italiana istituisce un quadro normativo unitario in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente finalizzato a:

- individuare obiettivi di qualità dell'aria ambiente volti a evitare, prevenire o ridurre effetti nocivi per la salute umana e per l'ambiente nel suo complesso;
- valutare la qualità dell'aria ambiente sulla base di metodi e criteri comuni su tutto il territorio nazionale;
- ottenere informazioni sulla qualità dell'aria ambiente come base per individuare le misure da adottare per contrastare l'inquinamento e gli effetti nocivi dell'inquinamento sulla salute umana e sull'ambiente e per monitorare le tendenze a lungo termine, nonché i miglioramenti dovuti alle misure adottate;
- mantenere la qualità dell'aria ambiente, laddove buona, e migliorarla negli altri casi;
- garantire al pubblico le informazioni sulla qualità dell'aria ambiente;
- realizzare una migliore cooperazione tra gli Stati dell'Unione europea in materia di inquinamento atmosferico.

Più in particolare, la legislazione italiana con il D.Lgs. 155/2010 stabilisce:

- i valori limite per le concentrazioni nell'aria ambiente di biossido di zolfo, biossido di azoto, benzene, monossido di carbonio, piombo e PM10;
- i livelli critici per le concentrazioni nell'aria ambiente di biossido di zolfo e ossidi di azoto;
- le soglie di allarme per le concentrazioni nell'aria ambiente di biossido di zolfo e biossido di azoto;
- il valore limite, il valore obiettivo, l'obbligo di concentrazione dell'esposizione e l'obiettivo nazionale di riduzione dell'esposizione per le concentrazioni nell'aria ambiente di PM2,5;
- i valori obiettivo per le concentrazioni nell'aria ambiente di arsenico, cadmio, nichel e benzo(a)pirene.
- i valori obiettivo, gli obiettivi a lungo termine, le soglie di allarme e le soglie di informazione per l'ozono.

L'articolo 3 del D.Lgs. 155/2010 attribuisce a Regioni e Province autonome il compito di suddividere l'intero territorio nazionale in zone e agglomerati da classificare ai fini della valutazione della qualità dell'aria ambiente. La classificazione è effettuata per ciascun inquinante normato dal Decreto sulla base di soglie di valutazione superiori e inferiori e secondo una determinata procedura basata sugli esiti del monitoraggio e di specifiche valutazioni. È previsto il riesame della classificazione di zone e agglomerati almeno ogni cinque anni e, comunque, in caso di significative modifiche delle attività che incidono sulle concentrazioni nell'aria ambiente degli inquinanti.

Alle Regioni e alle Province autonome è attribuito anche il compito di effettuare la valutazione della qualità dell'aria ambiente per ciascun inquinante normato dal Decreto. Allegati e appendici al Decreto disciplinano:

- ubicazione delle stazioni di misurazione;
- scelta della rete di misura;
- metodi di valutazione diversi dalla misurazione.

Le regioni e le province autonome, se in una o più aree all'interno di zone o di agglomerati i livelli degli inquinanti sulla base della valutazione della qualità dell'aria ambiente, superano:

- i valori limite, adottano un piano che preveda le misure necessarie ad agire sulle principali sorgenti di emissione aventi influenza su tali aree di superamento ed a raggiungere i valori limite nei termini prescritti. In caso di superamenti dopo i termini prescritti all'allegato XI il piano deve essere integrato con l'individuazione di misure atte a raggiungere i valori limite superati nel più breve tempo possibile;

- i valori obiettivo, adottano misure che non comportano costi sproporzionati necessarie ad agire sulle principali sorgenti di emissione aventi influenza su tali aree di superamento ed a perseguire il raggiungimento dei valori obiettivo entro il 31 dicembre 2012;

- le soglie d'allarme, adottano piani d'azione nei quali si prevedono gli interventi da attuare nel breve termine. I piani d'azione sono adottati se, alla luce delle condizioni geografiche, meteorologiche ed economiche, la durata o la gravità del rischio o la possibilità di ridurlo risultano, sulla base di un'apposita istruttoria, significative.

Le polveri sono particelle solide che si formano per comminazione fine di un materiale di partenza del quale conservano inalterate le caratteristiche chimiche. Dal punto di vista fisico, le polveri si distinguono in funzione delle loro dimensioni: se il loro diametro è inferiore a 100 µm si hanno polveri fini mentre quando è superiore a 100 µm si parla generalmente di polveri grossolane.

La quantità di polveri presenti nell'aria viene generalmente espressa in termini di concentrazione (mg/Nm³), cioè come massa di polveri presente nell'unità di volume di aria in condizioni normali di temperatura e pressione (t = 25 °C, p = 101325 Pa).

L'interpretazione dei fenomeni di dispersione delle polveri, la conoscenza delle loro caratteristiche chimico – fisiche e la stima delle concentrazioni in aria è di estrema importanza per la valutazione dei potenziali impatti sulla salute pubblica e sugli ecosistemi. Infatti, in caso di concentrazione elevata ed esposizione per lunghi periodi, le polveri aerodisperse possono avere effetti negativi sia sulla salute dell'uomo sia sulla salute degli animali. La loro deposizione può, inoltre, inibire la crescita e lo sviluppo delle piante a causa del ricoprimento dell'apparato fogliare. Anche a basse concentrazioni, inoltre, le polveri aerodisperse possono arrecare disturbo alla vita delle popolazioni, modificare la trasparenza dell'aria e peggiorare la visibilità e l'aspetto del paesaggio.

L'ambito di studio risulta attualmente interessato da una produzione e diffusione di emissioni gassose in atmosfera poco significativa, derivanti prevalentemente dai prodotti della combustione riconducibili al traffico veicolare, quali (CO₂, CO, NO_x ed SO₂), più intenso nei fine settimana invernali per l'elevato numero di frequentatori delle piste da sci del Gennargentu, ma comunque inferiore rispetto ai contesti urbani. Non si rileva invece la presenza di alcuna significativa sorgente puntuale di emissioni gassose in atmosfera.

Il Piano di Risanamento della qualità dell'aria, redatto secondo le metodologie indicate dal D.Lgs. n. 351 del 4 agosto 1999, individua le zone e gli agglomerati del proprio territorio per i quali è opportuno procedere al raggiungimento degli obiettivi di qualità (ai sensi dell'articolo 4

<p>ANAS S.p.A. S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389 Studio Impatto Ambientale</p>	<p>File: T00-IA00-AMB-RE01_A.docx Data: Settembre 2020 Pag. 111 di 252</p>
--	--

comma 1 del D.Lgs. 351/99 e specificati dal D.M. n. 60 del 2.4.2002 per gli inquinanti biossido di zolfo, biossido di azoto, ossidi di azoto, materiale articolato, piombo, benzene e monossido di carbonio) secondo le direttive tecniche del D.M. n. 261 del 1.10.2002.

Dall'esame della documentazione del Piano emerge che l'ambito di interesse per questo studio non rientra nelle zone critiche o potenzialmente critiche né per la salute umana né per la vegetazione, nel senso che le simulazioni sullo stato della qualità dell'aria risultano al di sotto dei limiti stabiliti dalla normativa. Tutto il territorio di Fonni, Desulo e Villagrande Strisaili rientra nella cosiddetta "zona di mantenimento", cioè in una zona in cui occorre garantire il mantenimento di una buona qualità dell'aria e non soggetta né a misure di risanamento né a particolari misure di controllo e monitoraggio.

Il dettaglio della situazione di qualità dell'aria nella zona di studio, tratto dalle informazioni regionali disponibili, è riportato nel documento "Studio di Impatto Atmosferico T00-IA00-AMB-RE06-A".

In data 9-11 luglio 2020, è stato eseguito un monitoraggio della qualità dell'aria presso la struttura della Forestale in prossimità del bivio Villagrande Strisaili con centralina di monitoraggio remoto, dei parametri:

- PM_{2,5}
- PM₁₀
- NO
- NO₂
- SO₂
- CO

Oltre ai parametri citati, viene trasmesso su server dedicato, l'andamento in continuo di temperatura, umidità e pressione atmosferica; il tutto graficizzato nel report citato. Per i rilevamenti dei parametri citati, è stata utilizzata una centralina Waspnote 4G con sensori calibrati, unità GPS, scheda trasmissione dati 4G, alimentazione a batteria con cella solare.

Nella figura seguente si riporta la sintesi dei valori medi rilevati per i parametri citati

<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;"> Punto di misura P01 </div>	<h2 style="margin: 0;">RILIEVI ATMOSFERICI AMBIENTE ESTERNO</h2>				
Toponimo:	VILLAGRANDE STRISAILI (NU) - SU BIVIU				
	MONITORAGGIO INQUINAMENTO ATMOSFERICO				
Periodo di riferimento:	9/07/2020 - 11/07/2020				
Condizioni meteo:	<i>Temperatura media</i>	<i>Umidità media</i>	<i>Pressione Media</i>		
	20,9°C	67.83%	92141 Pa		
Esecutori delle misure: Ing. Strani Giancarlo, Ing. Fumanti Alessio		Inizio:	09/07/20 h.10:34		
		Fine:	11/07/20 h.09:57		
Installazione stazione					
					
MEDIE VALORI REGISTRATI					
NO	2.36	µg/m ³	PM2,5	0.35	µg/m ³
NO2	9.48	µg/m ³	PM10	18.55	µg/m ³
SO2	40.47	µg/m ³	CO	0.44	mg/m ³

Figura 46 - Postazione monitoraggio qualità dell'aria Bivio Villagrande Strisaili

5.2.7 Fattori di emissione

Per i flussi veicolari lungo l'opera di progetto, facendo riferimento allo scenario al 2027 descritto al Par. 2.4.3 della presente relazione, sono state assunte le condizioni di Traffico Giornaliero Medio (TGM) per veicoli leggeri e pesanti.

Trattandosi di dati previsionali non è stata possibile una suddivisione più accurata sulla composizione del traffico in base ai diversi tipi di tecnologie e combustibili; la scelta dei dati emissivi di Input per il modello si basa dunque sulla composizione media del parco macchine nazionale al 2018.

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ</p> <p>LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA</p> <p>DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389</p> <p>Studio Impatto Ambientale</p>	<p>File: T00-IA00-AMB-RE01_A.docx</p> <p>Data: Settembre 2020</p> <p>Pag. 113 di 252</p>
--	--

Di seguito si riportano i dati di TGM utilizzati per il modello atmosferico derivanti dallo studio trasportistico di progetto, per l'intervallo orario 06:00 – 22:00 (condizione più gravosa) e relativi allo scenario futuro 2027.

Tabella 21 - Flussi di traffico al 2027.

Strada	Estesa (km)	Leggeri (veic./giorno)	Pesanti (veic./giorno)	Totali (veic./giorno)	Anno
Nuova variante alla S.S.389	5,6	2.828	111	2.939	2027
Tratto esistente S.S.389	5,8	52	0	52	2027

I fattori di emissione richiesti dal software AERMOD sono espressi in grammi al secondo su metro quadrato ($g/s \cdot m^2$) per meglio rappresentare la diffusione degli inquinanti emessi dall'intera piattaforma stradale, considerata con le specifiche larghezze di progetto; nel caso in esame, come previsto dalle linee guida ANAS per la redazione di S.I.A., sono stati considerati gli inquinanti NOx (espressi come NO₂), PM₁₀, SO₂, Benzene e CO.

I fattori di emissione utili alla modellazione sono stati reperiti dalla "Banca dati dei fattori di emissione medi del trasporto stradale in Italia", basata sulle stime annualmente aggiornate da ISPRA ai fini della redazione dell'inventario nazionale delle emissioni in atmosfera.

I fattori di emissione sono calcolati con l'utilizzo del software COPERT v.5.1.1. sulla base dei dati di input nazionali riguardanti il parco e la circolazione dei veicoli all'anno 2018, espressi sia rispetto ai Km percorsi che rispetto ai consumi, con riferimento sia al dettaglio delle tecnologie che all'aggregazione per settore e combustibile, elaborati sia a livello totale che distintamente per l'ambito urbano, extraurbano ed autostradale.

Come anticipato, non potendo disporre di dati specifici sulla composizione del traffico veicolare in termini di tipologia di alimentazione, in input al modello viene introdotto un fattore emissivo medio per tecnologie e combustibili sul dato totale del parco veicolare nazionale al 2018.

In relazione a quanto detto, si evidenzia che i risultati di modellazione così ottenuti andranno valutati considerando la naturale evoluzione tecnologica che comporterà una riduzione dei fattori di emissione per il traffico veicolare rispetto a quelli attualmente disponibili. A titolo di esempio si riportano di seguito i ratei emissivi riferiti ai veicoli attualmente più efficienti (EURO 6) in termini di emissioni in atmosfera di particolato e ossidi di azoto.

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ</p> <p>LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA</p> <p>DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389</p> <p>Studio Impatto Ambientale</p>	<p>File: T00-IA00-AMB-RE01_A.docx</p> <p>Data: Settembre 2020</p> <p>Pag. 114 di 252</p>
--	--

Tabella 22 – Ratei emissivi per veicoli EURO 6

TIPOLOGIA DI VEICOLO	Fattore di emissione PM ₁₀ (g/Km*veic)	Fattore di emissione NO _x (g/Km*veic)	Ciclo di guida
Veicoli leggeri	0,024	0,042	Misto
Veicoli pesanti	0,087	0,201	Misto

In Tabella 23 sono indicati i fattori di emissioni di modellazione riferiti ai diversi inquinanti per veicoli leggeri e pesanti, in ambito autostradale ed urbano ed espressi in g/veic*Km. Per il Benzene è presente il solo dato “Misto” e non la disaggregazione tra Urbano, Extraurbano e Autostradale.

Tabella 23 – Ratei emissivi di input per il modello

TIPOLOGIA DI VEICOLO	FATTORI DI EMISSIONE (g/Km*veic)					Ciclo di guida
	PM ₁₀	NO _x	Benzene	PM _{2.5}	CO	
Veicoli leggeri	0,048	0,459	-	0,032	2,317	Urbano
	0,026	0,495	-	0,022	0,423	Autostradale
	0,036	0,422	0,0025	0,026	0,724	Misto
Veicoli Pesanti	0,334	7,501	-	0,259	2,058	Urbano
	0,169	4.196	-	0,137	1,123	Autostradale
	0,202	4,644	0,0001	0,158	1,222	Misto

Si annota che le sorgenti emissive rappresentative della nuova opera, sono state considerate nella condizione di ambito extraurbano (misto).

Ciascun fattore di emissione, moltiplicato per il volume di traffico previsto lungo la tratta, fornisce la relativa emissione per unità di lunghezza secondo la formula:

$$E = (TGM \times \text{Fattore di emissione}) / 86400 \text{ [g/s*m]}$$

<p>ANAS S.p.A. S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389 Studio Impatto Ambientale</p>	<p>File: T00-IA00-AMB-RE01_A.docx Data: Settembre 2020 Pag. 115 di 252</p>
--	--

5.2.8 Simulazione qualità dell'aria allo stato di progetto

Per l'elaborazione del modello descrittivo dell'area oggetto di studio, in termini di diffusione e dispersione degli inquinanti in atmosfera, è stato adottato un modello di distribuzione gaussiana delle principali sostanze derivanti da processi di combustione.

Il software utilizzato è AERMOD View nella versione 9.9.0 che supporta il codice di calcolo AERMOD dell'US-EPA n. 18081; in base alle linee guida degli enti internazionali per la protezione dell'ambiente (EPA Environmental Protection Agency e EEA European Environment Agency), AERMOD è riconosciuto tra gli strumenti modellistici raccomandati per le analisi di qualità dell'aria.

AERMOD si presta ad essere usato per lo studio di qualsiasi sorgente di emissione; il software dà la possibilità di ricostruire geometrie complesse ben rappresentative delle reali aree di studio, di considerare gli effetti dell'orografia del territorio, di calcolare le condizioni meteorologiche come variabili spazio-temporali.

Il software si configura come sistema di modellazione con tre distinte componenti: AERMOD, AERMAP e AERMET. Il modulo AERMOD, come finora espresso, calcola la dispersione degli inquinanti in atmosfera in funzione dei dati territoriali di natura orografica e meteorologica; i dati gestiti dal modulo derivano dalle elaborazioni dei pre-processor AERMAP e AERMET: il primo è dedicato alla ricostruzione del modello tridimensionale del terreno, il secondo alla creazione del modello spaziale e temporale dell'atmosfera.

I dettagli di impostazione del modello diffusionale ed i criteri di calcolo sono riportati nello specifico paragrafo del documento "Studio di impatto atmosferico" codice elaborato T00-IA00-AMB-RE06-A.

Inseriti i parametri di base per l'esecuzione delle elaborazioni, si riportano nel seguito i risultati ottenuti dalle modellazioni atmosferiche, indicando le condizioni di propagazione considerate.

L'analisi, come detto, è stata condotta sugli inquinanti NO_x, PM₁₀, Benzene, SO₂ e CO; gli output sono stati impostati come concentrazione degli inquinanti su base oraria, giornaliera e annuale, per un coerente confronto con i limiti di qualità dell'aria dettati da normativa.

Per gli ossidi di azoto, le concentrazioni sono espresse come NO₂ per renderne possibile il confronto con i limiti di legge per la qualità dell'aria. La conversione di NO_x in NO₂ è eseguita dal software con il metodo PVMRM (Plume Volume Molar Ratio Method) che richiede, come parametro aggiuntivo per il calcolo di conversione, la concentrazione di Ozono nell'area di studio.

I risultati delle analisi previsionali di impatto atmosferico elaborate mediante AERMOD, per le condizioni sopra esposte, vengono di seguito commentati e rappresentati in termini di mappe orizzontali di propagazione (curve isolivello di concentrazione) nelle Tavole allegate; nella Tabella 25 si riporta un resoconto delle modellazioni eseguite con indicazioni sui dati di input e output ed il riferimento alle rispettive tavole allegate.

In linea generale si osserva che: in base all'interazione tra l'orografia ed il regime dei venti, le concentrazioni inquinanti maggiori si riscontrano nell'intorno dei ricettori R4 ed R5 corrispondenti a case cantoniere; le concentrazioni inquinanti maggiori si ottengono al suolo (H=1,5 m); la direzione del vento peggiorativa per le concentrazioni ai ricettori è quella da ovest.

Presso i ricettori puntuali individuati, per gli inquinanti analizzati e per le impostazioni di modellazione cautelative assunte, lo stato futuro della qualità dell'aria si configura come non critico e non significativamente alterato rispetto allo stato attuale.

Per l'inquinante PM₁₀ le modellazioni forniscono valori di output pienamente conformi ai limiti di legge nelle diverse condizioni analizzate, con massima concentrazione **media giornaliera** pari a circa 16,3 µg/m³ (valore limite 50 µg/m³) ottenuta al suolo (H=1,5 m) e massima concentrazione media annuale pari a circa 5,6 µg/m³ (valore limite 40 µg/m³) ottenuta al suolo (H=1,5 m).

Per le modellazioni su **base giornaliera** degli SO₂ presso i ricettori individuati, si prevedono valori più bassi di alcuni ordini di grandezza rispetto ai limiti di legge, raggiungendo un massimo di 0,00171 (valore limite 350 µg/m³).

La propagazione del Benzene non presenta condizioni di particolare criticità raggiungendo nei ricettori citati R4-R5, al suolo (H=1,5 m), la massima concentrazione **media annuale** di 0,00006 µg/m³ (valore limite 5 µg/m³).

Il modello per il monossido di carbonio (CO), nelle simulazioni effettuate su **base 8 ore** non mostra condizioni di criticità raggiungendo al suolo (H=1,5 m), nei pressi dei ricettori R4 ed R5 e vento proveniente da ovest, il valore massimo di 0,0045 mg/m³ (limite 10 mg/m³).

Per le propagazioni al suolo (H=1,5 m) degli ossidi di azoto, espressi come NO₂, nelle simulazioni effettuate **base oraria** e per venti provenienti da ovest, si riscontrano che nessun ricettore ricade in zone interessate da valori di concentrazione superiori a 39,6 µg/m³ (valore limite 200 µg/m³).

Per le modellazioni su **base annuale** degli NO₂, presso i ricettori individuati si prevedono le concentrazioni medie annuali degli NO₂, non superano 9,99 µg/m³ (valore limite 40 µg/m³).

Ricordando che le modellazioni eseguite includono ratei emissivi riferiti alla composizione media del parco macchine nazionale al 2018, quindi notevolmente cautelativi, si ritiene che l'evoluzione tecnologica motoristica potrà compensare le emissioni da traffico veicolare previsto al 2037, senza comportare alterazioni significative dello stato attuale di qualità dell'aria mostrato al par. 4.2.6; si stima che, con ratei emissivi riferiti a veicoli ad alta efficienza e progressiva introduzione della trazione elettrica, le ricadute inquinanti si potranno ridurre fino all'80% rispetto alle condizioni 2018 adottate nel presente studio, con pieno rispetto dei limiti di legge.

Nella tabella seguente si riportano i valori puntuali di tutti gli inquinanti analizzati presso tutti i ricettori censiti.

Tabella 24 – Valori puntuali ai ricettori

	µg/m3	µg/m3	µg/m3	µg/m3	µg/m3	µg/m3	µg/m3
Ricettore	CO (MAX 8h)	PM10 (24h)	PM10 (ann)	Nox (orario)	Nox (ann)	C6H6 (ann)	SO2 (24h)
1	0,04631	0,14285	0,01317	0,38922	0,02333	0	0,00003
2	0,19743	0,73573	0,07358	1,76948	0,13037	0	0,00014
3	0,12379	0,50267	0,05588	1,1061	0,099	0	0,00011
4	2,01772	8,61842	2,25057	16,6397	3,98748	0,00006	0,00171
5	1,16314	4,17358	1,23379	10,37172	2,18598	0,00004	0,00082
6	0,29149	1,10436	0,30451	2,40285	0,53951	0,00001	0,00024
7	0,34737	1,35752	0,47417	3,10039	0,84011	0,00001	0,00029
8	0,33255	1,28002	0,47945	2,74128	0,84947	0,00001	0,00028
9	0,49377	1,61571	0,62827	4,95842	1,11315	0,00002	0,00036
10	0,7296	2,33813	0,76497	7,2714	1,35535	0,00002	0,00051
11	0,92812	2,96609	0,93202	9,1967	1,65131	0,00003	0,00065
12	0,36798	1,42166	0,53671	3,28227	0,95092	0,00002	0,00031
13	0,54655	2,08152	0,48605	4,50542	0,86117	0,00001	0,00045
14	0,69497	2,71538	0,44586	5,72886	0,78996	0,00001	0,00057
15	0,4556	1,68815	0,64557	4,04463	1,14379	0,00002	0,00036
16	0,34948	1,26902	0,39541	3,11633	0,70058	0,00001	0,00027
17	0,42562	1,6021	0,60705	3,76009	1,07556	0,00002	0,00034
18	0,19307	0,66384	0,19797	1,86308	0,35076	0,00001	0,00014
19	0,2438	0,85156	0,23936	2,1901	0,42409	0,00001	0,00016
20	0,16802	0,58766	0,18161	1,51159	0,32177	0,00001	0,00008
21	0,14544	0,496	0,06919	1,41721	0,12259	0	0,0001
22	0,54662	2,10357	0,75886	5,03419	1,34452	0,00002	0,00045

23	0,75395	2,78052	0,38491	6,94651	0,68197	0,00001	0,00048
24	0,46132	1,68478	0,23969	4,30711	0,42467	0,00001	0,00032
25	0,43483	1,52632	0,21842	4,09973	0,38699	0,00001	0,00027
26	0,37943	1,32159	0,19538	3,5969	0,34617	0,00001	0,00023
27	0,3764	1,26721	0,19123	3,5954	0,33881	0,00001	0,00023
28	0,52622	1,90562	0,1626	4,44862	0,2881	0	0,00044
29	1,01984	3,84382	0,34176	8,6119	0,60551	0,00001	0,00079
30	1,29347	4,84289	0,4057	10,9086	0,7188	0,00001	0,00088
31	0,81447	3,16969	0,39594	6,74134	0,70152	0,00001	0,00068
32	0,5469	2,04675	0,20996	4,50829	0,372	0,00001	0,00042

Tabella 25 – Riepilogo delle modellazioni

TAVOLA	INQUINANTE	OUTPUT	DIREZIONE VENTO	TRAFFICO DI PROGETTO (scenario 2037)	H (m)	LIMITE DI LEGGE ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	OUTPUT Max ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
T00IA00AMBCT17A	PM ₁₀	conc. media annuale	Ovest	TGM	1,5	40	5,6
T00IA00AMBCT18A	PM ₁₀	conc. media giornaliera	Ovest	TGM	1,5	50	16,3
T00IA00AMBCT19A	Benzene	conc. media annuale	Ovest	TGM	1,5	5	0,00016
T00IA00AMBCT20A	NO ₂	conc. media annuale	Ovest	TGM	1,5	40	9,99
T00IA00AMBCT21A	NO ₂	conc. media oraria	Ovest	TGM	1,5	200	39,6
T00IA00AMBCT22A	CO	conc. media su 8h	Ovest	TGM	1,5	10.000	4,35
T00IA00AMBCT23A	SO ₂	conc. media su 24h	Ovest	TGM	1,5	125	0,0035

5.2.9 Impatto derivante dalla fase di cantiere

Gli impatti sull'atmosfera connessi alla presenza dei cantieri sono collegati, in generale, alle lavorazioni relative alle attività di scavo ed alla movimentazione di materiali ed il transito dei mezzi pesanti e di servizio, che in determinate circostanze possono causare il sollevamento e la propagazione di polvere oltre a determinare l'emissione di gas di scarico nell'aria.

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ</p> <p>LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA</p> <p>DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389</p> <p>Studio Impatto Ambientale</p>	<p>File: T00-IA00-AMB-RE01_A.docx</p> <p>Data: Settembre 2020</p> <p>Pag. 119 di 252</p>
--	--

L'analisi della dispersione di inquinanti in atmosfera è stata condotta mediante l'ausilio della modellazione matematica, con riferimento agli inquinanti PM₁₀, NO_x e CO generati dalle diverse attività di cantiere interessate dalla realizzazione delle opere in variante.

La presente analisi della dispersione di inquinanti in atmosfera, per la fase di cantiere, ha previsto la modellazione delle seguenti sorgenti emissive:

- Aree di cantiere interessate dalle opere (nord e sud);
- Fronte Avanzamento Lavori (FAL) delle situazioni più significative;
- Piste di cantiere per le aree di cui al punto precedente;
- Mezzi d'opera.

Per l'elaborazione del modello, in termini di diffusione e dispersione degli inquinanti in atmosfera, è stato adottato un modello di distribuzione gaussiana delle principali sostanze derivanti da processi di combustione, tramite l'utilizzo del software AERMOD View nella versione 9.9.0 già descritto in precedenza.

Le impostazioni di base del modello diffusivo per il corso d'opera risultano coerenti con quanto definito per la modellazione delle condizioni Post Operam in relazione ai seguenti aspetti:

- Area di studio;
- Modellazione dell'orografia locale;
- Griglia cartesiana di ricettori (20x20 - passo 300 m);
- Altezze di calcolo dal suolo (1,5 m);
- Ricettori puntuali;
- Dati meteorologici.

Per la valutazione degli impatti in fase di cantiere, e dunque per il calcolo dei fattori di emissione associati all'emissione di polveri dalle sorgenti individuate, l'analisi si basa sul 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” Section 13.2 – “Introduction to Fugitive Dust Sources”, fornisce fattori di emissione per diverse potenziali attività, fonte di emissione. Nel presente studio, per la quantificazione delle emissioni di polveri generate in corso d'opera, si è fatto specifico riferimento alle seguenti attività:

- PISTE DI CANTIERE: *Unpaved Roads* - transito dei mezzi nell'ambito dell'area di cantiere e sulla viabilità non asfaltata di accesso al cantiere (EPA, AP-42 13.2.2);
- FAL: *Heavy Construction Operations* - costruzione dei manufatti (EPA, AP-42 13.2.3);

- AREE DI CANTIERE: *Aggregate Handling and Storage Piles* - accumulo e movimentazione delle terre nelle aree di deposito e nel cantiere operativo (EPA AP-42 13.2.4);
- AREE DI CANTIERE: *Wind Erosion* - erosione del vento dai cumuli (EPA AP-42 13.2.5);
- MEZZI D'OPERA: *Truck and Central mix Operations* - operazioni di betonaggio (EPA, AP-42 11.12-1).

Per la stima delle emissioni di CO dai mezzi d'opera impiegati, è stato fatto riferimento ai fattori di emissione riportati nel "EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2016 - Emission factors - Non-road mobile sources and machinery: Tier 2 emission factors for off-road machinery - Table 3-6 Baseline emission factors and fuel consumption (FC) for diesel NRMM [g/kWh] - 1.A.2.g vii", espressi in funzione della potenza installata come g/kWh. Per la stima della pressione esercitata sull'atmosfera si è ipotizzata la presenza continua e contemporanea di mezzi d'opera da 200 kW in ciascun FAL; il fattore di emissione considerato risulta dalla tabella fornita da EMEP/EEA ed è pari a 1,50 g/kWh.

I fattori di emissione per gli inquinanti considerati (Polveri, CO, NOx) prodotti dallo scarico dei mezzi transitanti sulle viabilità di cantiere, sono stati reperiti dalla "Banca dati dei fattori di emissione medi del trasporto stradale in Italia" e sono riportati in Tabella 23, con riferimento al traffico di mezzi pesanti e ciclo di guida urbano.

Ciascun fattore di emissione, moltiplicato per il volume di traffico previsto, fornisce la relativa emissione per unità di lunghezza secondo le formule:

$$E = (TGM \times \text{Fattore di emissione}) / 86400 \text{ [g/s*m]}$$

Per i flussi veicolari da assegnare alle diverse sorgenti, distinti per materiale e per zona, espressi in viaggi/giorno, sono riportati di seguito i parametri adottati:

Tabella 26 - Flussi di traffico per le diverse aree di cantiere

Cantiere	Estesa	Pesanti (veic./giorno)	Tipologia
Cantiere Base Nord	3900 mq	8	Cantiere base
Cantiere Base Sud	1400 mq	8	Cantiere base
Cantiere GA01	420 m	5	Fronte avanzamento lavori (FAL)

<p>ANAS S.p.A. S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389 Studio Impatto Ambientale</p>	<p>File: T00-IA00-AMB-RE01_A.docx Data: Settembre 2020 Pag. 121 di 252</p>
--	--

Cantiere VI02 155 m 5 Fronte avanzamento lavori (FAL)

Si osserva che per le polveri, l'entità delle emissioni prodotte dai gas di scarico dei mezzi risultano trascurabili, se confrontate con quelle generate dal risollevarsi di polveri per il transito degli stessi sulle piste di cantiere e valutate secondo quanto proposto dai modelli US EPA (EPA, AP-42 13.2.2).

Di seguito si riporta il riepilogo delle emissioni calcolate per ciascuna sorgente modellata, espresse in kg/giorno e ton/anno di inquinante rilasciato in atmosfera.

Tabella 27 - Pressioni esercitate sulla componente atmosfera dalle diverse sorgenti modellate

ID Sorgente	Tipo di sorgente	Emissione (kg/giorno)			Emissione (ton/anno)		
		PM ₁₀	NO _x	CO	PM ₁₀	NO _x	CO
VIADOTTO VI02	FAL e pista di cantiere	0,0129	0,0092	0,0023	0,0023	0,000039	0,00001
GALLERIA GA01	FAL e pista di cantiere	0,0041	0,0086	0,0022	0,0015	0,000036	0,000009
NORD	AREA DI CANTIERE	0,0126	/	/	0,0046	/	/
SUD	AREA DI CANTIERE	0,0126	/	/	0,0046	/	/
BET_NORD	MEZZO D'OPERA	1,2568	2,3751	0,7906	0,4587	0,8669	0,2886
BET_SUD	MEZZO D'OPERA	1,2568	2,3751	0,7906	0,4587	0,8669	0,2886

Le impostazioni di output, come concentrazioni degli inquinanti, sono state calcolate su base temporale congrua al confronto con i valori limite di qualità dell'aria dettati dal D. Lgs. 155/2010.

Di seguito si riporta un resoconto delle modellazioni effettuate per la fase di cantiere, in relazione al tipo di inquinante e al tipo di output, prodotta per l'altezza di calcolo di 1,5 m .

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ</p> <p>LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA</p> <p>DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389</p> <p>Studio Impatto Ambientale</p>	<p>File: T00-IA00-AMB-RE01_A.docx</p> <p>Data: Settembre 2020</p> <p>Pag. 122 di 252</p>
--	--

Tabella 28 – Resoconto delle modellazioni CO (Corso d'Opera)

INQUINANTE	DIREZIONE VENTO	OUTPUT
PM ₁₀	Ovest	Conc. media giornaliera (µg/m ³)
PM ₁₀	Ovest	Conc. media annuale (µg/m ³)
NO _x	Ovest	Conc. media oraria (µg/m ³)
CO	Ovest	Conc. media giornaliera massima su 8 h (µg/m ³)

Si riportano nel seguito i risultati ottenuti dalle modellazioni atmosferiche, indicando le condizioni di propagazione considerate. Per la rappresentazione dei risultati in termini di mappe orizzontali di propagazione (curve isolivello di concentrazione) si rimanda alle specifiche planimetrie allegate al presente studio.

Nella successiva tabella viene riportata una sintesi dei risultati ottenuti, con indicazioni su dati di input e output ed il riferimento ai rispettivi elaborati grafici.

Tabella 29 – Riepilogo delle modellazioni

ELABORATO	INQUINANTE	OUTPUT	DIREZIONE VENTO	H (m)	LIMITE DI LEGGE (µg/m ³)	CONC. MAX RICETTORI (µg/m ³)
T00IA00AMBCT13A	PM ₁₀	conc. media annuale	Ovest	1,5	50	1,13
T00IA00AMBCT14A	PM ₁₀	conc. media giornaliera	Ovest	1,5	40	4,3
T00IA00AMBCT15A	CO	conc. media 8 h	Ovest	1,5	10.000	5,61
T00IA00AMBCT16A	NO _x	conc. media oraria	Ovest	1,5	200	3,15

In linea generale, si osserva che in base all'interazione tra l'orografia ed il campo anemologico della zona in esame, lo scenario più critico per la propagazione degli inquinanti si ha nei pressi del cantiere base NORD, in corrispondenza del ricettore 23.

Presso i ricettori puntuali individuati e in relazione al regime eolico prevalente dell'area in esame, per gli inquinanti analizzati e per le impostazioni di modellazione cautelative assunte, lo stato della qualità dell'aria in corso d'opera si configura come non critico e non significativamente alterato rispetto allo stato attuale.

In sintesi, l'analisi previsionale condotta e sopra descritta permette di confermare che le attività di cantierizzazione funzionali alla realizzazione delle opere in variante non determinano criticità sulla componente atmosfera.

5.2.10 Mitigazioni nella fase di cantiere

La mitigazione degli impatti generati dalle attività di cantiere è essenzialmente incentrata sulla gestione delle polveri ed è finalizzata ad impedirne il più possibile la fuoriuscita dalle aree di cantiere e a trattenerle al suolo impedendone il sollevamento.

Le principali azioni consistono nella riduzione delle emissioni privilegiando processi di lavorazione ad umido, nella predisposizione di barriere fisiche alla dispersione e nell'implementazione di buone pratiche di cantiere che riducano la produzione di polveri e la conseguente dispersione; si elencano di seguito le specifiche misure di gestione ambientale del cantiere in riferimento alla matrice aria, distinguendo tra approcci primari (volti a prevenire la formazione di polveri) e secondari (volti a contenere la dispersione di polveri).

Controllo delle emissioni di polveri da piste e piazzali:

- Approcci primari: in tutti i cantieri e nelle aree tecniche sarà definito un layout tale da ridurre le aree soggette ad impatto del vento e da contenere il più possibile le distanze di trasporto tramite veicoli su piazzale; le aree di cantiere carrabili saranno tutte pavimentate con pavimentazione bituminosa per essere facilmente pulite.
- Approcci secondari: pulizia con regolarità delle vie di percorrenza con pavimentazione bituminosa; pulizia dei copertoni dei mezzi gommati.

Controllo delle emissioni di polveri da operazioni di perforazione e trivellazione:

- Approcci primari: contenere la dispersione di polvere mediante abbattimento ad acqua della polvere generata alla sorgente.
- Approcci secondari: contenere la dispersione di polvere attraverso sistemi di captazione mediante aspirazione localizzata ed abbattimento con sistemi ad umido.

Controllo delle emissioni da operazioni di demolizione, abbattimento, finitura:

- Approcci primari: elementi topografici naturali per la protezione del vento ed utilizzo di protezioni antivento; bagnatura del materiale con infusione di acqua prima delle lavorazioni; riduzione dell'altezza e della velocità di caduta; bagnatura del materiale al punto di

<p>ANAS S.p.A. S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389 Studio Impatto Ambientale</p>	<p>File: T00-IA00-AMB-RE01_A.docx Data: Settembre 2020 Pag. 124 di 252</p>
--	--

sollecitazione, bagnatura del materiale in fase di caduta ed abbattimento delle polveri aerodisperse fuggitive.

- Approcci secondari: abbattimento ad umido delle polveri aerodisperse non abbattute e fuggitive; cattura mediante sistemi ad aspirazione localizzata della polvere aerodispersa generata.

Controllo delle emissioni di polveri dallo stoccaggio di materiali in sistemi aperti e chiusi:

- Approcci primari: utilizzo di depositi di grande volume; utilizzo di bunker, silos e silos/tramogge; utilizzo di tettoie e capannoni.
- Approcci secondari: riduzione delle aree colpite dal vento con ubicazione degli assi longitudinali del cumulo paralleli con la direzione del vento dominante; per quanto possibile cercare di formare un solo cumulo invece di più cumuli; dune, cancellate, piantumazioni per la protezione dei cumuli dal vento; bagnatura degli stoccaggi all'aperto con utilizzo di sostanze leganti resistenti; coperture degli stoccaggi all'aperto con teli impermeabili; solidificazione della superficie con soluzioni a base di polimeri; inerbimento della superficie degli stoccaggi (per stoccaggi a lungo termine).

Controllo delle emissioni da impianti di produzione di bitume

- Approcci primari: l'adozione di dispositivi che prevedono una forte diminuzione degli impatti quali carter sulle slitte e sistema a tunnel, che consente il caricamento dei mezzi senza disperdere particolato nell'ambiente, riciclando lo stesso all'interno del sistema di abbattimento a batteria di filtri a tessuto e abbattendo al contempo gli odori percepiti.

Si aggiungono inoltre i seguenti interventi mitigativi di tipo generale:

- la copertura dei carichi che possono essere dispersi in fase di trasporto;
- particolare attenzione alle modalità ed ai tempi di carico e scarico, alla disposizione dei cumuli di scarico e all'alternanza delle operazioni di stesa;
- barriere fisiche disposte lungo tutto il perimetro delle aree di lavoro;
- i mezzi di trasporto dovranno essere di standard emissivo Euro 4 o successivo e sottoposti a continua manutenzione;
- le attività di scavo e di movimentazione terre dovranno essere interrotte in caso di velocità del vento superiore a 6 m/s; per tale motivo i cantieri saranno dotati di anemometro a norma.

Le attività di verifica previste per la componente atmosfera dal Piano di Monitoraggio Ambientale garantiranno il controllo dei livelli degli inquinanti.

In corso d'opera, al fine di determinare i livelli di inquinanti atmosferici emessi dalle attività di cantiere, sono state definite dal Piano di Monitoraggio Ambientale le postazioni di misura ATM (rilievo della qualità dell'aria e delle condizioni meteorologiche con mezzo mobile strumentato presso le aree di cantiere) e POLC (rilievo del particolato fine presso le aree di cantiere). L'ubicazione delle postazioni riferibili alle aree interessate dalle opere in variante è riportata nelle Figure seguenti; si precisa che l'adeguatezza dei punti di monitoraggio è stata verificata in base alla stima degli impatti atmosferici previsti: i punti ATM01 e ATM03, sono stati localizzati rispettivamente in prossimità di POLC01 e POLC02, per meglio rappresentare le pressioni di cantiere.

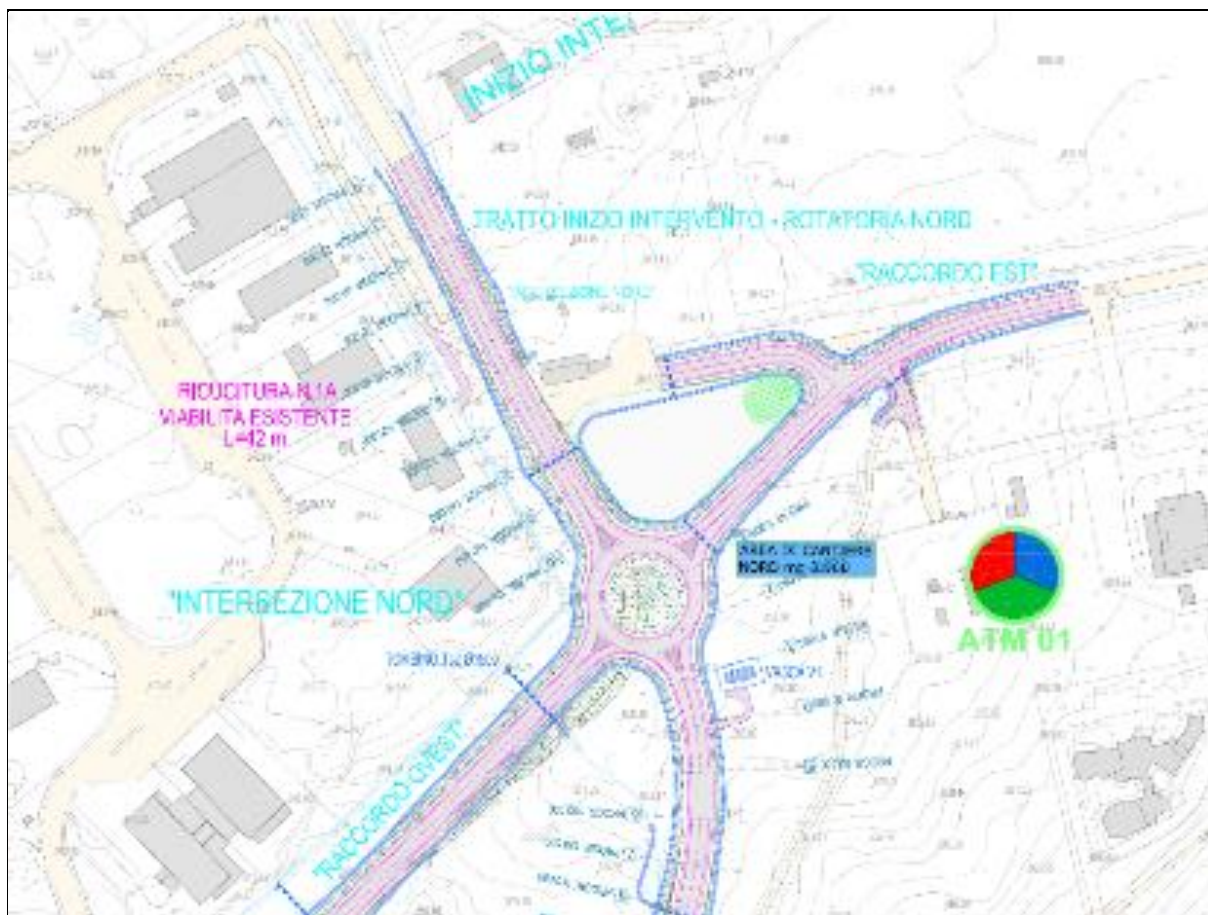


Figura 47 - Localizzazione dei punti di misura componente atmosfera ATM01



Figura 48 - Localizzazione dei punti di misura componente atmosfera ATM03

Tutti i veicoli, gli impianti e le installazioni per le lavorazioni dei materiali che provochino emissioni di polveri, saranno sottoposte a revisioni generali periodiche, come pure i filtri ed i sistemi di stoccaggio dei materiali polverulenti; i mezzi di cantiere destinati alla movimentazione dei materiali dovranno essere coperti con teli adeguati aventi caratteristiche di resistenza allo strappo e di impermeabilità. Al fine di evitare il sollevamento delle polveri, i mezzi di cantiere dovranno viaggiare a velocità ridotta e dovranno essere lavati giornalmente nell'apposita platea di lavaggio.

Le aree destinate allo stoccaggio temporaneo dei materiali dovranno essere bagnate o in alternativa coperte al fine di evitare il sollevamento delle polveri. In particolare, si dovrà provvedere alla bagnatura del pietrisco prima della fase di lavorazione ed alla bagnatura dei materiali risultanti dalle demolizioni e scavi.

Altro possibile impatto non considerato finora, è la produzione di polvere con la movimentazione dei mezzi nei piazzali con fondo in stabilizzato. E' previsto comunque che i piazzali siano regolarmente bagnati con acqua, probabilmente verrà utilizzata quella contenuta nelle vasche di raccolta delle precipitazioni meteoriche.

Per la valutazione degli effetti mitigativi delle bagnature sulle emissioni di polveri di cantiere, può costituire utile riferimento il contenuto delle Linee Guida ARPAT – All. 1 DGP. 213-09.

In tale documento tecnico vengono descritti gli effetti della bagnatura strade e superfici sterrate di cantiere, descritti sia all'interno dell'AP-42 dell'EPA che nel BREF (paragrafo 4.4.6.12 EIPPCB, 2006: Emissions from storage) relativo alle emissioni da accumuli.

Trattamento della superficie – bagnamento (wet suppression) e trattamento chimico (dust Suppressants).

I costi di tali tecniche di mitigazione sono moderati, ma richiedono applicazioni periodiche e costanti. Esistono due modi per il calcolo indicativo dell'efficienza di mitigazione del bagnamento con acqua del manto stradale sterrato:

a) l'utilizzo della figura successiva, in cui l'efficienza di controllo è calcolata in base al rapporto del contenuto di umidità M tra strada trattata (bagnata) e non trattata (asciutta). M è calcolabile secondo le indicazioni di appendice C.1 e C.2 dell'AP-42 citata. Come è prevedibile più il terreno è asciutto minore è l'efficienza di rimozione. In base all'andamento sperimentale della curva mostrata in figura si considera un valore di riferimento dell'efficienza di controllo del 75%.

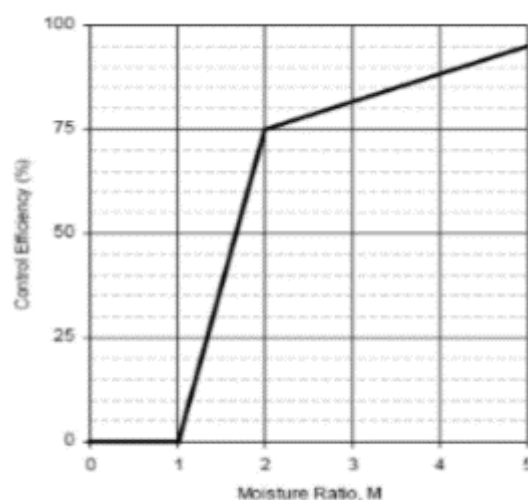


Figura 49 – Curva efficienza bagnatura

b) la formula proposta da Cowherd et al (1998):

$$C(\%) = 100 - (0.8 * P * trh * \tau) / l$$

CON:

C = efficienza di abbattimento del bagnamento (%)

P = potenziale medio dell'evaporazione giornaliera (mm/h)

Trh = traffico medio orario (h-1)

I = quantità media del trattamento applicato (l/m²)

τ = intervallo di tempo che intercorre tra le applicazioni (h)

L'efficienza media della bagnatura deve essere superiore al 50% e, come è evidente dall'espressione, per raggiungere l'efficienza impostata si può agire sia sulla frequenza delle applicazioni sia sulla quantità di acqua per unità di superficie impiegata in ogni trattamento, in relazione al traffico medio orario e al potenziale medio di evaporazione giornaliera. Riguardo quest'ultimo, considerando la difficoltà a reperire dati reali, si assume come riferimento il valore medio annuale di un caso-studio riportato nel rapporto EPA (1998) $P = 0.34 \text{ mm}^*h^{-1}$. Per esemplificare il calcolo, si riportano nelle tre tabelle seguenti, i valori dell'intervallo di tempo tra due applicazioni successive $t(h)$, considerando diverse efficienze di abbattimento a partire dal 50% fino al 90%, per un intervallo di valori di traffico medio all'ora trh: inferiore a 5, tra 5 e 10 e superiore a 10.

Tabella 30 – Intervallo di tempo in ore tra due applicazioni successive $\tau(h)$ per un valore di trh < 5.

Quantità media del trattamento applicato I (l/m ²)	Efficienza di abbattimento				
	50%	60%	75%	80%	90%
0.1	5	4	2	2	1
0.2	9	8	5	4	2
0.3	14	11	7	5	3
0.4	18	15	9	7	4
0.5	23	18	11	9	5
1	46	37	23	18	9
2	92	74	46	37	18

Tabella 31 - Intervallo di tempo in ore tra due applicazioni successive $\tau(h)$ per un valore di trh tra 5-10.

Quantità media del	Efficienza di abbattimento
--------------------	----------------------------

trattamento applicato l (l/m2)	50%	60%	75%	80%	90%
0.1	4-2	3-1	2-1	1	1
0.2	7-4	6-3	4-2	3-1	1
0.3	11-5	9-4	5-3	4-2	2-1
0.4	15-7	12-6	7-4	6-3	3-2
0.5	18-9	15-7	9-5	7-4	4-2
1	37-18	30-15	18-9	15-7	7-4
2	74-37	59-30	37-18	30-15	15-7

Tabella 32 - Intervallo di tempo in ore tra due applicazioni successive $\tau(h)$ per un valore di $\tau_{rh} > 10$.

Quantità media del trattamento applicato l (l/m2)	Efficienza di abbattimento				
	50%	60%	75%	80%	90%
0.1	2	1	1	1	1
0.2	3	3	2	1	1
0.3	5	4	2	2	1
0.4	7	5	3	3	1
0.5	8	7	4	3	2
1	17	13	8	7	3
2	33	27	17	14	7

Nel caso specifico dei cantieri della SS389, è previsto un flusso di mezzi pesanti per singolo cantiere inferiore a 5 veicoli/ora; con un trattamento di bagnatura di 0,3 l/m² si prevede di ottenere un'efficienza di riduzione delle polveri del 75% con intervallo di applicazione della bagnatura di 7 ore.

5.3 Rumore

5.3.1 Strumenti di pianificazione

Nel presente paragrafo si descrive il quadro conoscitivo attualmente disponibile per quanto riguarda il clima acustico nelle zone interessate dagli interventi di adeguamento della SS389, per poi passare alla descrizione, nei capitoli successivi, degli impatti prevedibilmente derivanti dalla realizzazione e quindi dall'esercizio dell'opera stessa.

Attualmente il quadro normativo nazionale si basa sulla Legge Quadro n. 447 del 26 ottobre 1995, aggiornata con D. Lgs. n.42 del 17 febbraio 2017, e da una serie di decreti attuativi della legge quadro (DPCM 14 Novembre 1997, DM 16 marzo 1998, DPCM 31 marzo 1998, DPR n. 142 del 30/03/2004), che rappresentano gli strumenti legislativi della disciplina organica e sistematica dell'inquinamento acustico.

La legge quadro sull'inquinamento acustico stabilisce i principi fondamentali in materia di tutela dell'ambiente esterno e dell'ambiente abitativo dall'inquinamento acustico, ai sensi e per gli effetti dell'art. 117 della Costituzione. Essa delinea le direttive, da attuarsi tramite decreto, su cui si debbono muovere le pubbliche amministrazioni e i privati per rispettare, controllare e operare nel rispetto dell'ambiente dal punto di vista acustico.

Il DPCM del 14 Novembre del 1997 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore" determina i valori limite di emissione delle singole sorgenti, i valori limite di immissione (assoluti e differenziali) nell'ambiente esterno dall'insieme delle sorgenti presenti nell'area in esame, i valori di attenzione ed i valori di qualità le cui definizioni sono riportate nella legge quadro n. 447/95 e riportati di seguito nella tabella 26. Tali valori sono riferibili alle classi di destinazione d'uso del territorio riportate nella tabella A allegata al presente decreto e adottate dai Comuni ai sensi e per gli effetti della legge n. 447/95.

Il DM Ambiente 16/03/98 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico", emanato in ottemperanza al disposto dell'art. 3 comma 1, lettera c) della L.447/95, individua le specifiche che devono essere soddisfatte dalla strumentazione di misura, i criteri e le modalità di esecuzione delle misure.

Il DPR n. 142 del 30/03/2004 "Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare" definisce le fasce di pertinenza acustica delle infrastrutture stradali nuove ed esistenti e i relativi limiti di immissione, e disciplina gli interventi di contenimento e risanamento.

Tabella 33 - Caratteristiche delle fasce di pertinenza delle infrastrutture "esistenti e assimilabili" (ampliamenti in sede, affiancamenti e varianti)

TIPO DI STRADA (codice della strada)	SOTTOTIPI A FINI ACUSTICI (secondo Norme CNR 1980 e direttive PUT)	Ampiezza fascia di pertinenza acustica (m)	Scuole*, ospedali, case di cura e di riposo		Altri Ricettori	
			Diurno dB(A)	Notturmo dB(A)	Diurno dB(A)	Notturmo dB(A)
A - autostrada		100 (fascia A)	50	40	70	60

TIPO DI STRADA (codice della strada)	SOTTOTIPI A FINI ACUSTICI (secondo Norme CNR 1980 e direttive PUT)	Ampiezza fascia di pertinenza acustica (m)	Scuole*, ospedali, case di cura e di riposo		Altri Ricettori	
			Diurno dB(A)	Notturmo dB(A)	Diurno dB(A)	Notturmo dB(A)
		150 (fascia B)			65	55
B - extraurbana principale		100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)			65	55
C - extraurbana secondaria	Ca (strade a carreggiate separate e tipo IV CNR 1980)	100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)			65	55
	Cb (tutte le altre strade extraurbane secondarie)	100 (fascia A)	50	40	70	60
		50 (fascia B)			65	55
D - urbana di scorrimento	Da (strade a carreggiate separate e interquartiere)	100	50	40	70	60
	Db (tutte le altre strade urbane di scorrimento)	100	50	40	65	55
E - urbana di quartiere		30	Definiti dai Comuni, nel rispetto dei valori riportati in tabella C allegata al D.P.C.M. in data 14 novembre 1997 e comunque in modo conforme alla zonizzazione acustica delle aree urbane, come prevista dall'art. 6, comma 1, lettera a), della legge n. 447 del 1995			

* per le scuole vale il solo limite diurno

Tabella 34 - Caratteristiche delle fasce di pertinenza delle infrastrutture "nuove"

TIPO DI STRADA (codice della strada)	SOTTOTIPI A FINI ACUSTICI (secondo Norme CNR 1980 e direttive PUT)	Ampiezza fascia di pertinenza acustica (m)	Scuole*, ospedali, case di cura e di riposo		Altri Ricettori	
			Diurno dB(A)	Notturmo dB(A)	Diurno dB(A)	Notturmo dB(A)
A - autostrada		250	50	40	65	55
B - extraurbana principale		250	50	40	65	55

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ</p> <p>LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA</p> <p>DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389</p> <p>Studio Impatto Ambientale</p>	<p>File: T00-IA00-AMB-RE01_A.docx</p> <p>Data: Settembre 2020</p> <p>Pag. 132 di 252</p>
--	--

TIPO DI STRADA (codice della strada)	SOTTOTIPI A FINI ACUSTICI (secondo Norme CNR 1980 e direttive PUT)	Ampiezza fascia di pertinenza acustica (m)	Scuole*, ospedali, case di cura e di riposo		Altri Ricettori	
			Diurno dB(A)	Notturmo dB(A)	Diurno dB(A)	Notturmo dB(A)
C - extraurbana secondaria	C1	250	50	40	65	55
	C2	150	50	40	65	55
D - urbana di scorrimento		100	50	40	65	55
E - urbana di quartiere		30	definiti dai Comuni, nel rispetto dei valori riportati in tabella C allegata al D.P.C.M. in data 14 novembre 1997 e comunque in modo conforme alla zonizzazione acustica delle aree urbane, come prevista dall'art. 6, comma 1, lettera a), della legge n. 447 del 1995			
F - Locale						

* per le scuole vale il solo limite diurno

In attuazione della L.447/95, la Regione Sardegna ha emanato i seguenti documenti di pianificazione acustica del territorio:

- Delibera del 14 novembre 2008, n. 62/9. “Direttive regionali in materia di inquinamento acustico ambientale” e disposizioni in materia di acustica ambientale”.

L'opera stradale di progetto, è definita ai fini acustici strada extraurbana secondaria di tipo C1 di nuova realizzazione, quindi ricadente nella categoria acustica, come da tabella precedente di tipo C1. E' pertanto prevista una sola fascia di rispetto stradale di ampiezza 250 m per lato, all'interno delle quali i valori acustici limite da rispettare sono 65/55 dBA (diurno/notturno). Per tutti i ricettori presenti all'interno delle fasce di rispetto valgono i limiti di 50 dBA diurni e 40 dBA notturni. Dal censimento ricettori, riportato nel documento T00-IA00-AMB-SC01-A, ed illustrato nella tavola T00-IA00-AMB-CT33-A, non si rilevano ricettori sensibili nell'area di studio.

I Comuni di Villanova Strisaili ed Arzana non dispongono del Piano Comunale di Classificazione Acustica. L'area del tracciato stradale è inclusa nella fascia di pertinenza stradale descritta; le aree nell'intorno del tracciato, esterne alle fasce di pertinenza sono classificabili “Tutto il territorio nazionale” secondo quanto previsto dal DPCM 1° marzo 1991, come da tabella seguente. I ricettori esterni alla fascia A di pertinenza stradale avranno pertanto limiti di 70 e 60 dBA rispettivamente per il periodo diurno e notturno.

<p>ANAS S.p.A. S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389 Studio Impatto Ambientale</p>	<p>File: T00-IA00-AMB-RE01_A.docx Data: Settembre 2020 Pag. 133 di 252</p>
--	--

Tabella 35 - Limiti da DPCM 1 marzo 1991

Zonizzazione	Limite diurno Leq(A)	Limite notturno Leq(A)
Tutto il territorio nazionale	70	60
Zona A (d.m. n. 1444/68)	65	55
Zona B (d.m. n. 1444/68)	60	50
Zona esclusivamente industriale	70	70

Nell'eventuale redazione dei rispettivi Piani di Classificazione Acustica da parte dei Comuni di Villagrande Strisaili ed Arzana, si andrebbero ad applicare i limiti previsti dal DPCM 14.11.1997 riportati in tabella seguente. Vista la tipologia del territorio interessato dall'opera, si possono prevedere ricettori situati in Classe III e IV con valori acustici di immissione come da tabella seguente.

Tabella 36 - Valori limite di immissione come da DPCM 14.11.97 (Leq in dB(A))

Classi di destinazione d'uso del territorio	Tempi di riferimento	
	Diurno 6:00 – 22:00	Notturmo 22:00 – 6:00
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

Qualora un ricettore rientri contemporaneamente in più fasce di pertinenza acustica, proprie di infrastrutture viarie distinte, occorre verificare, oltre al rispetto da parte di ciascuna infrastruttura del proprio limite di immissione, anche il rispetto globale del più alto tra i suddetti limiti, definiti appunto dalle fasce di pertinenza. A titolo di esempio, qualora un ricettore abitativo si trovi sia nella fascia A dell'autostrada x che nella fascia B della strada extraurbana principale y, occorre verificare:

- Che la strada x immetta al ricettore un $Leq < 70$ dB(A) diurni e < 60 dB(A) notturni;
- Che la strada y immetta al ricettore un $Leq < 65$ dB(A) diurni e < 55 dB(A) notturni;
- Che il Leq globale al ricettore sia < 70 dB(A) diurni e < 60 dB(A) notturni (fascia A autostrada).

Nel caso in cui solo l'ultima di queste prescrizioni non sia rispettata, è necessario definire in quale misura intervenire su ciascuna infrastruttura per mitigarne l'impatto.

Il DM Ambiente 29 novembre 2000 "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" introduce con l'Allegato 4 "Criterio di valutazione delle percentuali dell'attività di risanamento da ascrivere a più sorgenti sonore che immettono rumore in un punto", indica un metodo di calcolo per la valutazione, nel caso di ricettore interessato da più infrastrutture viarie, del limite di soglia che dev'essere rispettato da ciascuna infrastruttura e della percentuale dovuta a ciascuna sorgente.

Il livello di soglia L_s è definito come il livello cui deve pervenire, a seguito di risanamento, ogni singola sorgente, avente rumore egualmente ponderato. È calcolato come segue:

$$L_s = L_{zona} - 10 \log_{10} N$$

dove N rappresenta il numero delle sorgenti interessate al risanamento. Se il livello equivalente di rumore immesso da una sorgente è inferiore di 10 dB(A) rispetto al livello della sorgente avente massima immissione ed inferiore al livello di soglia calcolato con il numero di sorgenti diminuito di 1, il contributo della sorgente può essere trascurato.

La percentuale P_j dovuta alla j -esima sorgente è calcolata tramite la formula:

$$P_j = \frac{10^{\left(\frac{\Delta L_j}{10}\right)}}{\sum_{i=1}^N 10^{\left(\frac{\Delta L_i}{10}\right)}} * 100$$

Nel caso del progetto in esame, non si rileva la presenza di infrastrutture viarie importanti che possano interferire acusticamente con la tratta di intervento, per cui nella valutazione dei livelli immessi ai ricettori si farà riferimento ai limiti dovuti alla fascia di pertinenza acustica stradale, come definiti dal DPR 142/2004. Unica arteria stradale di rilievo ai fini acustici, ricompresa nell'area di studio, è la SP 27 nell'imbocco nord del tratto di progetto della SS389. Per la determinazione delle corrette fasce di rispetto sono stati raccordati i tratti stradali comprensivi di rotatorie ed innesti.

Nel territorio di interesse è presente anche il tratto ferroviario a scartamento ridotto che collega Mandas con Tortoli. La linea ferroviaria è utilizzata solamente durante il periodo estivo (giugno settembre) dove sono previsti due passaggi giornalieri. L'apporto in termini di inquinamento

<p>ANAS S.p.A. S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389 Studio Impatto Ambientale</p>	<p>File: T00-IA00-AMB-RE01_A.docx Data: Settembre 2020 Pag. 135 di 252</p>
--	--

acustico causato dalla sorgente ferroviaria è pertanto da considerare irrilevante sull'intero periodo di riferimento.

5.3.2 Censimento ricettori

Analizzando in dettaglio l'area interessata dall'opera in progetto, sono stati censiti 32 ricettori, numerati da R01 a R32, costituiti da un nucleo a nord del tracciato nel Comune di Villagrande Strisaili, dove la nuova SS389 si raccorda con la SP27 in zona artigianale. Procedente verso sud fino all'innesto con bivio per Arzana, il territorio presenta abitazioni sparse prevalentemente a carattere rurale a ridosso del fiume Rio Sicaderba. Per ogni ricettore censito è stata redatta una specifica scheda di caratterizzazione; la posizione nel territorio è riepilogata nella specifica tavola di inquadramento T00-IA00-AMB-CT33-A..

Come premesso, nell'ambito di progetto non sono stati rilevati ricettori sensibili.

Alla luce del citato quadro normativo di riferimento, e stabilito che al rumore prodotto dalle infrastrutture viarie non si applica il criterio differenziale, la valutazione degli interventi di mitigazione necessari può essere impostata con riferimento al confronto fra Stato di Progetto Ante Mitigazioni per quanto riguarda il rispetto dei limiti normativi vigenti. I livelli immessi ai ricettori allo stato di progetto, sono stati valutati tramite simulazione di propagazione acustica effettuata con il software dedicato. I risultati di simulazione sono stati confrontati con i livelli di immissione ai ricettori riportati nella valutazione di impatto acustico redatta in fase di progetto definitivo, allo scopo di validarne le conclusioni ed eventualmente le previsioni circa gli interventi di mitigazione necessari, previo confronto con i limiti di cui al DPR n.142/2004.

Essendo le simulazioni basate solamente sulla rumorosità generata dall'infrastruttura viaria, normativamente i limiti che devono essere verificati in facciata ai ricettori sono quelli propri delle fasce di pertinenza dell'arteria stradale esaminata, che nel caso in oggetto trattandosi di nuova strada extraurbana secondaria di tipo C1, in affiancamento ad infrastruttura esistente, risultano essere:

Fascia A (250 metri):

Limite Diurno: **65 dB(A);**

Limite Notturno: **55 dB(A).**

Il rispetto dei limiti sia all'interno delle fasce di pertinenza che all'esterno, sono verificati in facciata degli edifici ad un metro dalla stessa ed in corrispondenza dei punti di maggiore esposizione. Qualora i limiti anzidetti non possano essere tecnicamente conseguibili, ovvero

qualora in base a valutazioni tecniche, economiche o di carattere ambientale si evidenzia l'opportunità di procedere ad interventi diretti sui recettori, deve essere assicurato il rispetto dei seguenti limiti all'interno dei fabbricati:

35 dB(A) Leq notturno per ospedali, case di cura e case di riposo;

40 dB(A) Leq notturno per tutti gli altri ricettori di carattere abitativo;

45 dB(A) Leq diurno per le scuole.

5.3.3 Clima acustico da traffico stradale

Si ritiene opportuno al fine di un'oggettiva caratterizzazione del fenomeno richiamare le cause del rumore da traffico veicolare.

Il rumore prodotto da traffico stradale è un fenomeno tipicamente variabile nel tempo, in quanto costituito da emissioni sonore associate al transito dei singoli veicoli.

Tra i vari fattori che influiscono dal punto di vista acustico possiamo identificare:

1. veicolo/motore;
2. rotolamento degli pneumatici;
3. azione dei freni;
4. vibrazioni della struttura.

Veicolo/motore

Per quanto riguarda la rumorosità del motore dei veicoli durante la marcia, il livello sonoro complessivo è attribuito a diverse parti del veicolo stesso.

In sintesi:

- Rumore aerodinamico. Comprende il rumore generato dai sistemi di aspirazione e di scarico e dalle ventole di raffreddamento;
- Rumore di combustione. E' il rumore generato da tutte le superfici o dagli organi del motore eccitati dalle forze di combustione;
- Rumore meccanico. E' quello generato dalle vibrazioni e dagli urti prodotti dai cinematismi del motore.

Il livello di rumorosità è direttamente correlato al numero di giri e non alla velocità, al cui aumentare il fattore dovuto al motore risulta meno significativo dal punto di vista acustico. Per i mezzi pesanti, tuttavia, la componente dovuta al motore prevale rispetto agli altri fattori.

Rotolamento degli pneumatici

Accanto al rumore provocato dal veicolo stesso e dalle sue “componenti meccaniche” (ed eventualmente a stili di guida particolarmente “sportivi”), uno dei fattori di maggior importanza è il contatto dinamico tra pneumatico e manto stradale, ossia il rumore che scaturisce dall’interazione del veicolo con la superficie stradale.

Durante il rotolamento le cavità del battistrada intrappolano l’aria che viene prima fortemente compressa e poi immediatamente rilasciata.

Una volta che la velocità aumenta la rumorosità dovuta al rotolamento aumenta e risulta predominante rispetto a quella dovuta al motore. In generale si può affermare a velocità considerevoli, la rumorosità cresce con l’usura con incrementi variabili da 1 a 5 dB(A). La superficie stradale influisce in maniera spesso decisiva, in particolare tramite le sue caratteristiche fisiche di tessitura e porosità.

Di recente si è avuta la pubblicazione, della norma UNI EN ISO 11819-1:2004 "Acustica - Misurazione dell'influenza delle superfici stradali sul rumore da traffico - Metodo statistico applicato al traffico passante". E' stato calcolato che, a parità di condizioni di traffico, differenti superfici stradali producono livelli di rumore che possono variare tra loro di ben 15 decibel: una differenza che può influire grandemente sulla qualità dell’ambiente circostante e che giustifica l’attenzione dei tecnici a costituire un metodo di prova in grado di individuare quelle caratteristiche che rendono l’asfalto “silenzioso” (in questo caso si parla di “superfici a basso impatto acustico”).

La sorgente principale, in condizioni di flusso libero è rappresentata dal rotolamento dei pneumatici sull’asfalto stradale. In termini di equivalenza di inquinamento acustico, un camion di grandi dimensioni equivale a circa 8 auto.

Dalla tabella sottostante (tratta da dati sperimentali per veicoli marcianti alla velocità costante pari a 50 Km/h) , possiamo notare in termini di pressione sonora i differenti contributi dalle componenti rumorose dei veicoli:

Tabella 37 – Pressione sonora da componenti autoveicoli

Tipo di veicolo	Leggero	Pesante
Rumorosità	dB(A)	dB(A)
Motore	84	90
Trasmissione	65	70
Ventola di raffreddamento	65	78
Aspirazione	65	70
Scarico	74	82
Rotolamento	68	70

Si può notare come a velocità basse risulti predominante la rumorosità prodotta dal motore, mentre ad alte velocità risulta importante anche il rotolamento.

Azione dei freni

Lo sfregamento tra gli elementi frenanti che combinato con il trascinarsi del pneumatico sull'asfalto in caso di frenata improvvisa, può determinare elevati livelli di disturbo.

Vibrazioni della struttura

Le vibrazioni della carrozzeria e degli elementi di sostegno del veicolo sono l'effetto delle sollecitazioni dovute al movimento dell'albero motore e alla rotazione delle ruote. Ai fini della quantificazione del disturbo possiamo differenziare i veicoli pesanti, leggeri e motocicli. All'aumentare della massa si riscontra un maggiore disturbo.

Il contributo di tutti i rumori originati dai veicoli transitanti simultaneamente sulla stessa strada, danno origine ad una composizione spettrale del livello sonoro piuttosto costante nelle situazioni normali di circolazione.

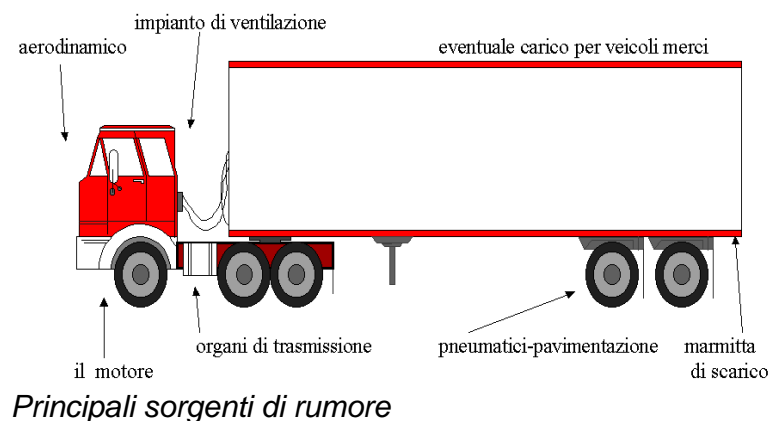


Figura 50 – Principali sorgenti di rumore di un autoveicolo

Nella figura precedente, sono riportate le principali sorgenti di rumore, costituite dal motore dal rotolamento dei pneumatici sulla pavimentazione. Diversa è la loro incidenza a seconda della velocità del mezzo; a bassi regimi, prevale il rumore dovuto al motore fino a velocità di circa 40-50 Km/h. Al di sopra di questi valori diventa più importante il rumore di rotolamento, fattore che comunque è funzione di numerose altre variabili. I parametri che influenzano il fenomeno

sono numerosi e dipendono dalla strada, il traffico, il veicolo, le condizioni al contorno ed ambientali.

Il fenomeno di generazione del rumore di rotolamento prodotto dal moto di un pneumatico su una superficie stradale è stato oggetto di approfonditi studi, rivolti ad interpretare e quantificare il fenomeno fisico ed a promuovere interventi per la riduzione dell'inquinamento acustico da traffico.

Si è accertato, ad esempio, che la "silenziosità" di una pavimentazione dipende principalmente da due sue caratteristiche: la fonoassorbenza e la tessitura. E' però fondamentale che le proprietà acustiche correlate non compromettano la funzionalità strutturale richiesta alla pavimentazione stessa o le prestazioni di aderenza, drenabilità, regolarità e di stabilità del veicolo. Alcune di queste caratteristiche possono venir meno quando, ad esempio, per ridurre i rumori da vibrazioni si modifica la tessitura, riducendo la macrorugosità. Occorre quindi trovare, in ogni caso, il giusto compromesso tra buone caratteristiche acustiche e requisiti di sicurezza e durabilità.

Lo strato più superficiale del manto può contribuire alla riduzione della rumorosità qualora abbia elevate proprietà fonoassorbenti (strati superficiali ad elevata porosità). Il rumore di rotolamento è anche influenzato dalle condizioni climatiche, aumenta in caso di pioggia, su superfici bagnate e si riduce su superfici asciutte.

Di seguito vengono presentate delle figure rappresentative del fenomeno, considerando le differenti pavimentazioni e la condizione di pavimentazione asciutta e bagnata.

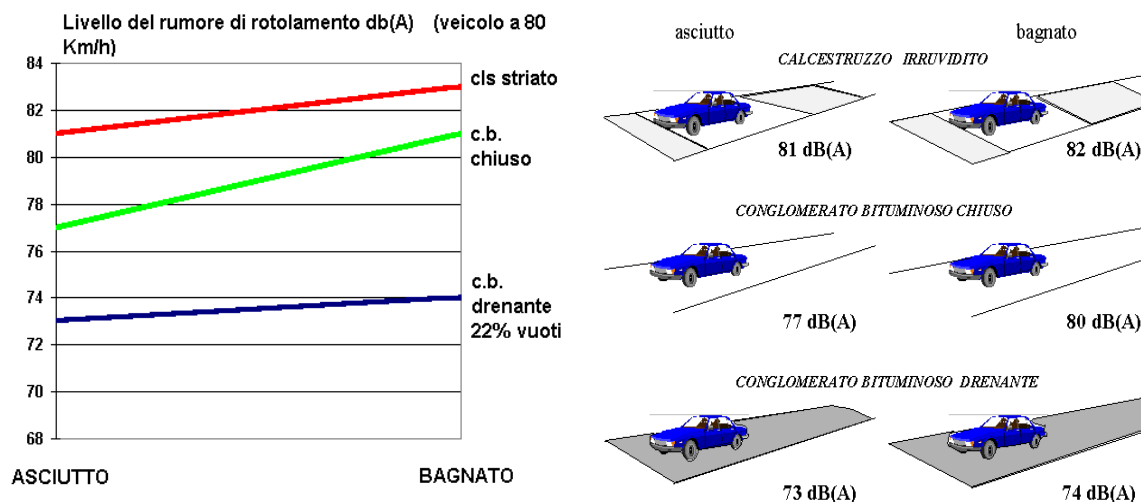


Figura 51 – Effetto acustico del tipo di pavimentazione

L'analisi del rumore stradale ha messo inoltre in evidenza come esso sia dovuto a cause diverse, che assumono diversa importanza secondo le differenti condizioni di marcia (velocità, flusso, portata, etc.).

Vengono riportate di seguito alcune indicazioni sul legame tra il rumore stradale e le caratteristiche della corrente veicolare e della strada, precisando che numerosissime sono le indagini sperimentali condotte per esplicitare tali legami, ma che permangono ancora differenze tra i risultati raggiunti. Tra i vari parametri del traffico che influiscono sul rumore in maggior misura si hanno: la velocità media della corrente veicolare, l'entità del flusso e la sua composizione.

A parità delle altre condizioni la variazione del L_{eqA} in funzione della velocità media è rappresentata da un diagramma quasi lineare valido in condizioni di flusso ininterrotto. Ad un incremento di velocità di 10 km/h corrisponde un aumento di 1 dBA di rumorosità. Sotto i 200 veic./ora la dipendenza dal flusso risulta invece essere piuttosto complessa. Per quanto riguarda la composizione veicolare il livello di rumore aumenta al crescere della percentuale di veicoli pesanti come mostrato nella figura seguente.

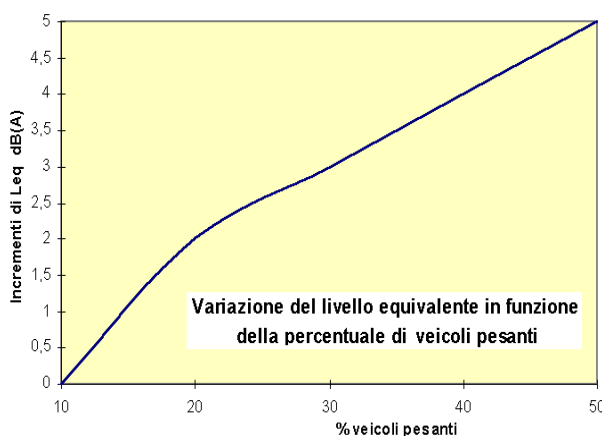


Figura 52 – Livello acustico da traffico in funzione della % mezzi pesanti

La metodologia per il rilievo del rumore da traffico stradale presenta alcuni aspetti diversi secondo l'obiettivo del rilevamento stesso. Per la caratterizzazione acustica del territorio pur essendo il rumore da traffico stradale caratterizzato da fluttuazioni di livello nel tempo assai accentuate, lo si può caratterizzare (entro margini di incertezza tollerabili in considerazione dell'oggetto della nostra valutazione), impiegando adeguate tecniche di campionamento temporale e procedure di classificazione degli andamenti temporali dei livelli sonori equivalenti L_{Aeq} in tipologie definibili su base statistica.

<p>ANAS S.p.A. S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389 Studio Impatto Ambientale</p>	<p>File: T00-IA00-AMB-RE01_A.docx Data: Settembre 2020 Pag. 141 di 252</p>
--	--

Tra il 9 e l'11 luglio 2020 è stata condotta una campagna di misurazione dei livelli acustici nell'area di progetto, al duplice scopo di caratterizzare il clima acustico attuale, con cui confrontare i livelli previsti di progetto, e di tarare correttamente il modello digitale di propagazione acustica utilizzato per il calcolo di tali livelli. Sono state effettuate misurazioni di lungo periodo (circa 48 ore continuative) in due distinti punti di monitoraggio nei pressi dell'attuale tracciato della SS389.

Per l'esecuzione delle indagini fonometriche è stata utilizzata la seguente catena fonometrica:

Fonometro n.1

- » *Fonometro integratore di precisione:* 01dB Italia Tipo SOLO Blu Classe 1 S/N 60981;
- » *Microfono di precisione a condensatore da 1/2" intercambiabile:* Gras Tipo MCE 212 Classe1 S/N 43800 con centralina di trasmissione dati SCS9003;
- » *Calibratore acustico:* Bruel&Kjaer Tipo 4231 S/N 2022359;
- » *Accessori:* palo estensibile con microfono per esterni;
- » *Software:* NoiseMonitoring;
- » Calibrazione eseguita in data 25/02/2019 presso Centro LAT della U.S.L. Toscana Sud Est; certificato n. LAT164 FA1322_19.

Strumento conforme agli standard IEC 65651, IEC 60804, IEC 61672-1, IEC 1260, ANSI S1.11 ed ANSI S1.4.

Fonometro n.2

- » *Fonometro integratore di precisione:* 01dB Italia Tipo SOLO Premium Classe 1 S/N 10815;
- » *Microfono di precisione a condensatore da 1/2" intercambiabile:* Gras Tipo MCE 212 Classe1 S/N 13828 con centralina di trasmissione dati SCS9003;
- » *Calibratore acustico:* Bruel&Kjaer Tipo 4231 S/N 2022359;
- » *Accessori:* palo estensibile con microfono per esterni;
- » *Software:* NoiseMonitoring;
- » Calibrazione eseguita in data 25/02/2019 presso Centro LAT della U.S.L. Toscana Sud Est; certificato n. LAT164 FA1323_19.

Strumento conforme agli standard IEC 65651, IEC 60804, IEC 61672-1, IEC 1260, ANSI S1.11 ed ANSI S1.4.

I certificati degli strumenti sono in possesso dell'Ing. Strani Giancarlo.

Le norme che i vari strumenti soddisfano sono:

- per il sistema di misura la classe 1 delle norme EN 60651/1994 e EN 60804/1994;
- per i filtri le norme EN 61260/1995;

- per il microfono le norme EN 61094-1/1994, EN 61094-2/1993, EN 61094-3-4/1995;
- per il calibratore le norme CEI 29-14.

La calibrazione del sistema è stata eseguita prima e dopo la misura, secondo quanto previsto dalla norma IEC 942/1998, riscontrando una variazione di 0,1 dB.

Le risultanze delle indagini, in termini di livello equivalente di pressione sonora e livello percentile L_{95} su base oraria e globali, time history completa e sonogramma relativo a una limitata finestra temporale, sono riportate nei report di misura allegati (T00-IA00-AMB-RE03-A).

Le centraline di monitoraggio sono state poste in due differenti postazioni: il punto M1 è situato nel comune di Villagrande Strisaili presso gli edifici direzionali dell'Ente Foreste, con accesso dalla SP27 nei pressi della zona industriale Su Biviu-gennantine; il punto M2 è situato nella pertinenza del locale "Posto di Ristoro" (individuato come ricettore R12 - vd. tavola di localizzazione ricettori T00-IA00-AMB-CT16-A) in località Stazione di Villagrande Strisaili, nel comune di Arzana, con accesso dalla viabilità locale che immette nella SS389 all'altezza del km174+300. Nella seguente Figura 53 sono visibili le centraline nelle rispettive posizioni, mentre in Figura 54 è riportata una vista dall'alto dell'area di progetto con localizzazione dei punti stessi.



Figura 53 – Centraline misura clima acustico ante operam

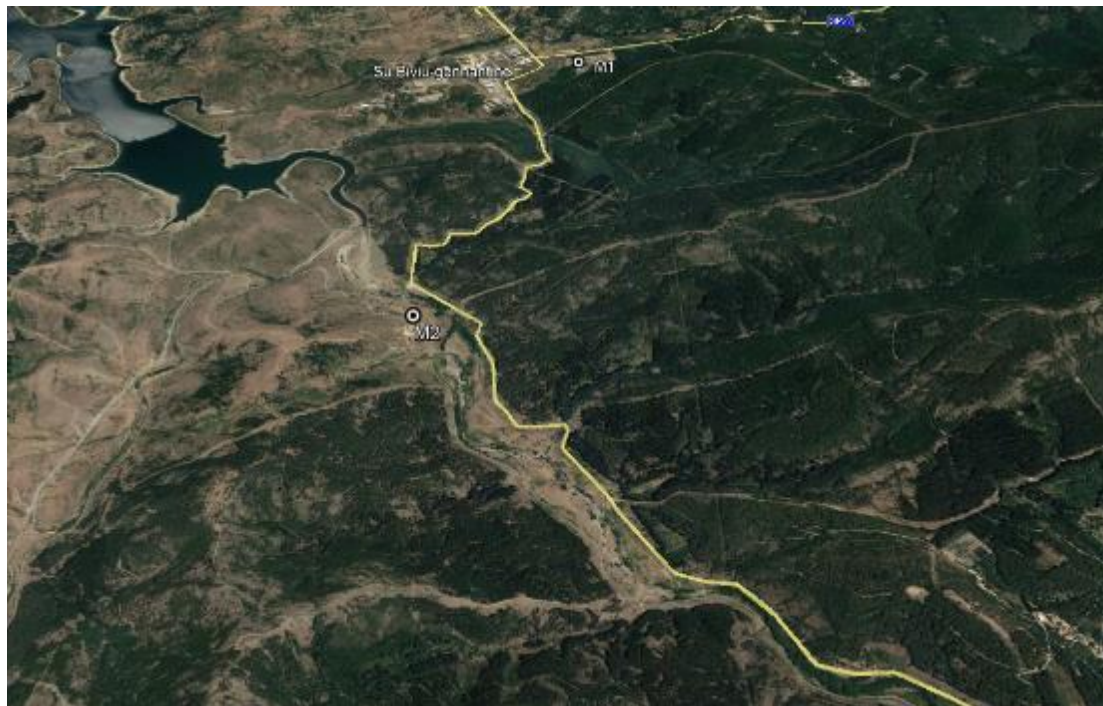


Figura 54 – Posizione centraline misura clima acustico ante operam

Di seguito si riporta un riepilogo dei livelli di rumore globali, misurati presso i punti di monitoraggio. Le risultanze complete delle misurazioni, che includono i vari parametri rilevati, sono espresse nei report di misura di cui al documento T00-IA00-AMB-RE03-A.

Tabella 38 – Risultati monitoraggio

Postazione	Data	Leq,D [dB(A)]	Leq,N [dB(A)]
M1	09-11/07/2020	56.5	34.6
M2	09-11/07/2020	50.6	46.2

5.3.4 Modello di propagazione acustica

L'analisi acustica dell'area e la determinazione degli interventi di mitigazione sono stati effettuati con l'ausilio del modello di simulazione CadnaA 2020 MR1 della DataKustik.

Il software esegue il calcolo dei livelli di rumore immessi a un determinato ricettore una volta definite le sorgenti sonore e il modello digitale del territorio, implementando diversi standard di calcolo a seconda della tipologia di analisi da effettuare.

Nel caso in esame, si è fatto uso dello standard CNOSSOS-EU; questo metodo di calcolo è stato sviluppato per l'analisi previsionale del rumore immesso da strade, ferrovie, aeroporti e

<p>ANAS S.p.A. S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389 Studio Impatto Ambientale</p>	<p>File: T00-IA00-AMB-RE01_A.docx Data: Settembre 2020 Pag. 144 di 252</p>
--	--

industrie, e ha sostituito nel 2015, l'Allegato II alla Direttiva 2002/49/CE, relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale. Il tutto in accordo alla Legge 5/35 del 10/01/2018.

Il metodo di calcolo del livello immesso a un ricettore R è articolato nei seguenti step:

- 1) scomposizione delle sorgenti in sorgenti puntiformi (se non già definite come tali);
- 2) determinazione della potenza sonora direzionale per bande di frequenza per ciascuna sorgente;
- 3) calcolo della probabilità del verificarsi delle condizioni favorevoli per ciascuna direzione dalla sorgente S_i al ricettore R (S_i, R);
- 4) ricerca dei percorsi di propagazione (diretti, riflessi e/o diffratti) tra ciascuna sorgente e ciascun ricettore;
- 5) per ciascun percorso di propagazione:
 - calcolo dell'attenuazione in condizioni favorevoli;
 - calcolo dell'attenuazione in condizioni omogenee;
 - calcolo della probabilità in condizioni favorevoli;
 - calcolo del livello sonoro di lungo periodo per ciascun percorso;
- 6) raccolta dei livelli sonori di lungo periodo per ciascun percorso, da cui è possibile calcolare il livello sonoro totale al ricettore.

Per “condizioni favorevoli” si intendono le “condizioni atmosferiche per cui l'effettiva velocità delle onde sonore aumenta con l'altitudine in direzione della propagazione. Queste condizioni risultano generalmente in livelli sonori al ricettore più alti rispetto a quelli osservati in condizioni atmosferiche omogenee per una stessa sorgente sonora. I raggi sonori sono curvati verso terra”.

L'attenuazione è calcolata come somma di tre termini:

$$A = A_{div} + A_{atm} + A_{boundary}$$

dove A_{div} è l'attenuazione per divergenza geometrica, A_{atm} è l'attenuazione per assorbimento atmosferico e $A_{boundary}$ è l'attenuazione dovuta al contorno del mezzo di propagazione; quest'ultimo termine è diverso in condizioni omogenee ($A_{boundary, h}$) o favorevoli ($A_{boundary, f}$), e può contenere uno tra i termini A_{dif} (attenuazione dovuta alla diffrazione) e A_{ground} (attenuazione dovuta al suolo). Il calcolo di entrambi questi termini varia tra condizioni favorevoli e omogenee.

L'assorbimento dovuto al suolo dipende dal coefficiente adimensionale G , che dipende dalla composizione del suolo e in particolare dalla sua porosità. I valori di G variano da 1 per terreni assorbenti (neve fresca, muschio, terreno sciolto) a 0 per terreni riflettenti (aree asfaltate o cementate, specchi d'acqua). L'effetto dell'assorbimento del suolo è più evidente a grandi distanze dalla sorgente, mentre è ininfluente quando la distanza sorgente – ricettore è breve.

L'attenuazione per diffrazione è tenuta in conto se la differenza di percorso δ , definita in modi diversi a seconda che ci si trovi in condizioni omogenee o favorevoli, in presenza di uno o più ostacoli, è minore di $-1/20$ (per cui la valutazione va effettuata in frequenza). Nel caso in cui occorra tenere conto della diffrazione, l'attenuazione per effetto del suolo viene considerata nel calcolo dell'attenuazione per diffrazione.

Il contributo delle riflessioni è calcolato tramite il metodo della sorgente immagine, considerando l'assorbimento dell'ostacolo (attraverso il coefficiente di assorbimento α_r) e l'attenuazione per retro diffrazione, che dipende dalla posizione dell'impatto del raggio sonoro in relazione all'estremità superiore dell'ostacolo.

La descrizione completa del metodo di calcolo è esposta nel report EUR 25379 EN "Common Noise Assessment Methods in Europe (CNOSSOS_EU)", pubblicato nel 2012 dal Joint Research Centre della Commissione Europea.

Il software di calcolo consente la definizione dettagliata della geometria dell'area di studio, anche a partire dalla cartografia tecnica disponibile, e di assegnare le opportune caratteristiche acustiche agli elementi del territorio. Nel modello così impostato è possibile definire i ricettori di cui studiare l'immissione, nonché le caratteristiche delle sorgenti sonore, sempre in conformità al modello di calcolo. L'analisi previsionale che si ottiene dal software citato permette di redigere distribuzioni delle isofoniche intorno al tracciato stradale, sia come mappe orizzontali a varie altezze dalla terra, sia come sezioni verticali sorgente-ricettore. E' inoltre possibile analizzare i valori di immissione in facciata degli edifici distinti per piano, da confrontare con i limiti di legge evidenziati in precedenza.

Il software di calcolo implementa il metodo CNOSSOS anche per la definizione della sorgente stradale. Di seguito si riassumono per sommi capi le caratteristiche di questa tipologia di sorgente, descritte nel cap. 3 del già citato report "Common Noise Assessment Methods in Europe".

Lo standard CNOSSOS determina la sorgente stradale a partire dalle emissioni dei singoli veicoli, distinti in quattro classi:

- 1) Veicoli leggeri (automobili, furgoni di massa inferiore a 3,5 t);

- 2) Veicoli medio-pesanti (furgoni di massa superiore a 3,5 t, autobus, etc. con due assi e ruote gemellate sull'asse posteriore);
- 3) Veicoli pesanti (bus, autotreni etc. con tre o più assi);
- 4) Categoria suddivisa in 4a (ciclomotori, tricicli o quadricicli di cilindrata inferiore a 50cc) e 4b (motocicli, tricicli o quadricicli di cilindrata superiore a 50cc).

È inoltre prevista una quinta categoria da definire in base alle esigenze future.

Ogni veicolo è rappresentato come sorgente puntiforme posta a 0,05 m sopra la superficie stradale. Per ciascun veicolo, il modello di emissione consiste in un insieme di equazioni che rappresentano le due principali sorgenti di rumore:

- 1- Rumore di rotolamento dovuto all'interazione ruota/fondo stradale;
- 2- Rumore di propulsione prodotto dal sistema di trasmissione (motore, scarico etc.) del veicolo.

Il rumore aerodinamico è compreso nel rumore da rotolamento. La forma generale dell'espressione del livello di potenza sonora di una delle due sorgenti (rotolamento o propulsione) è la seguente:

$$L_{w,i,m}(v_m) = A_{i,m} + B_{i,m} \cdot f(v_m)$$

dove $f(v_m)$ è una funzione della velocità del veicolo v_m (compresa tra 20 e 130 km/h), logaritmica nel caso di rumore da rotolamento e aerodinamico, lineare nel caso di rumore da propulsione.

La sorgente traffico veicolare è di tipo lineare, caratterizzata da una propria emissione direzionale per unità di lunghezza in frequenza, e definita in "campo semi-libero" con la sola riflessione della pavimentazione stradale. L'emissione corrisponde alla somma delle emissioni dei singoli veicoli nel flusso di traffico, tenendo conto del tempo speso dai veicoli nella sezione di strada considerata. L'implementazione del singolo veicolo nel flusso di traffico richiede l'applicazione di un modello di flusso; se si assume un flusso veicolare costante Q_m di veicoli di categoria m , con una velocità media v_m , la corrispondente potenza sonora direzionale per metro per banda di frequenza della sorgente lineare $L_{W',eq,line,i,m}$ è definita come segue:

$$L_{W',eq,line,i,m} = L_{w,i,m} + 10 \times \text{Log}(Q_m / (1000 \times v_m)) \quad [\text{dB(A) ref. } 10^{-12} \text{ W/m}]$$

I livelli di potenza sono calcolati per frequenze tra 125 e 4000 Hz.

<p>ANAS S.p.A. S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389 Studio Impatto Ambientale</p>	<p>File: T00-IA00-AMB-RE01_A.docx Data: Settembre 2020 Pag. 147 di 252</p>
--	--

L'equazione della sorgente ed i coefficienti sono stati validati nelle seguenti condizioni di riferimento:

- Velocità dei veicoli costante;
- Strada pianeggiante;
- Temperatura dell'aria di riferimento $T_{ref} = 20^{\circ}\text{C}$;
- Pavimentazione stradale di riferimento virtuale, composta da una media di conglomerato bituminoso denso 0/11 e asfalto di mastice e graniglia 0/11, di età tra 2 e 7 anni e in condizioni di manutenzione ordinarie;
- Superficie stradale asciutta;
- Flotta di veicoli con caratteristiche corrispondenti ai valori rappresentativi della media europea;
- Pneumatici non chiodati.

In condizioni diverse da quelle sopra riportate, lo standard prevede una serie di fattori correttivi da implementare nel calcolo dei valori di emissione. La descrizione completa della procedura di calcolo è articolata nel report EUR 25379 EN "Common Noise Assessment Methods in Europe (CNOSSOS_EU)", cui si è già fatto riferimento in precedenza.

5.3.5 Taratura del modello

Per la taratura del modello numerico, si è proceduto al confronto tra i livelli calcolati mediante software di simulazione allo stato attuale ed i livelli rilevati mediante la campagna di misure fonometriche descritte nel paragrafo precedente.

Operativamente sono quindi stati posizionati all'interno della griglia di studio dei ricevitori virtuali, in corrispondenza delle postazioni di misura M1 ed M2. Presso di esse è stato calcolato, alla quota di 4,0 m dal piano di campagna, il livello equivalente di immissione diurno e notturno.

I valori di traffico in termini di transito orario medio e ripartizione delle categorie di veicoli sono impostati, nel modello di simulazione, a partire da quanto riportato nello studio trasportistico ANAS Maggio 2020.

Dal confronto effettuato tra i livelli calcolati mediante software di simulazione ed i livelli rilevati mediante fonometro nel periodo di osservazione, si evince come i risultati previsti siano in linea con i valori di pressione sonora presenti presso i ricettori.

ANAS S.p.A. S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389 Studio Impatto Ambientale	File: T00-IA00-AMB-RE01_A.docx Data: Settembre 2020 Pag. 148 di 252
--	---

I flussi di traffico utilizzati per lo stato attuale, sono riportati in tabella seguente con distribuzione oraria nei periodi D (day), E (evening) e N (night), suddivisi per tipologia di mezzo in transito.

Tabella 39 – Flussi veicolari ante operam da rilievi del 13/06/2007

13/06/2007	Moto/ciclo	Autoveicoli	Furgoni	Autocarri	Autotreni	Autobus	Altri	TOTALE
6 7	3	163	19	8	4	0	4	201
7 8	0	150	21	2	0	0	2	175
8 9	1	169	16	6	1	0	6	199
9 10	1	137	14	6	0	1	9	168
10 11	1	121	18	3	0	0	1	144
11 12	1	113	15	2	1	0	5	137
12 13	0	105	12	5	5	0	2	129
13 14	0	108	18	4	0	1	2	133
14 15	0	115	15	5	0	0	0	135
15 16	0	113	21	5	1	0	4	144
16 17	0	134	23	3	0	0	2	162
17 18	1	111	14	1	0	0	0	127
18 19	1	87	11	1	0	0	0	100
19 20	1	70	3	2	0	0	1	77
20 21	0	43	3	0	0	0	0	46
21 22	0	33	1	0	0	0	0	34
22 23	1	17	1	0	0	0	0	19
23 24	0	9	1	0	0	0	0	10
24 1	0	7	2	1	0	0	0	10
1 2	0	4	0	1	0	0	0	5
2 3	0	1	0	0	0	0	1	2
3 4	0	8	0	0	0	0	1	9
4 5	0	20	8	4	1	0	3	36
5 6	0	61	17	7	0	0	8	93
TOT D	8	1539	206	50	12	2	37	1854
TOT E	2	233	18	3	0	0	1	257
TOT N	1	127	29	13	1	0	13	184

Tabella 40 – Confronto valori misurati-calcolati - diurno

Punto Di Rilievo	Modello Livello Diurno dB(A)	Misura Livello Medio Diurno dB(A)	Differenza dB(A)
M1	42,5	42,0 *	+0,5
M2	44,2	40,2	+4,0

<p>ANAS S.p.A. S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389 Studio Impatto Ambientale</p>	<p>File: T00-IA00-AMB-RE01_A.docx Data: Settembre 2020 Pag. 149 di 252</p>
--	--

Tabella 41 – Confronto valori misurati-calcolati - notturno

Punto Di Rilievo	Modello Livello Notturmo dB(A)	Misura Livello Medio Notturmo dB(A)	Differenza dB(A)
M1	35,1	34,6	+0,5
M2	36,8	35,8	+ 1,0

5.3.6 Impatto acustico post operam

Nella seguente tabella si riportano i valori previsti per la situazione di progetto, in assenza di mitigazioni acustiche, come da output del modello previsionale, confrontati con i valori immessi ai ricettori allo stato attuale e con i limiti di legge, derivati dall'appartenenza alle rispettive fasce di pertinenza o al territorio esterno a tali fasce.

Tabella 42 – Valori ai ricettori stato di progetto

Ric.	fascia/ zona	Diurno					Notturmo				
		Ld ante	Ld post	Δd	Lim. D	sup. D	Ln ante	Ln post	Δn	Lim. N	sup. N
1	extra	59.0	58.6	-0.4	70	0	51.4	50.0	-1.4	60	0
2	C1	60.7	59.7	-1.0	65	0	53.1	51.2	-1.9	55	0
3	C1	64.9	63.8	-1.1	65	0	57.2	55.1	-2.1	55	0.1
4	C1	60.9	58.3	-2.6	65	0	53.4	49.6	-3.8	55	0
5	C1	50.0	46.9	-3.1	65	0	42.7	39.5	-3.2	55	0
6	extra	39.8	38.6	-1.2	70	0	33.0	30.8	-2.2	60	0
7	C1	45.1	44.1	-1.0	65	0	37.9	36.0	-1.9	55	0
8	extra	44.6	42.4	-2.2	70	0	37.3	33.8	-3.5	60	0
9	C1	44.8	43.0	-1.8	65	0	38.0	35.0	-3.0	55	0
10	C1	45.9	44.4	-1.5	65	0	39.1	36.3	-2.8	55	0
11	C1	47.9	46.1	-1.8	65	0	40.7	38.0	-2.7	55	0
12	extra	44.8	42.5	-2.3	70	0	37.5	34.2	-3.3	60	0
13	extra	43.0	40.2	-2.8	70	0	36.5	32.0	-4.5	60	0
14	C1	43.8	32.9	-10.9	65	0	36.9	26.0	-10.9	55	0
15	C1	51.6	40.5	-11.1	65	0	44.0	32.5	-11.5	55	0
16	C1	46.1	40.5	-5.6	65	0	39.6	33.5	-6.1	55	0
17	C1	47.9	42.7	-5.2	65	0	41.6	35.7	-5.9	55	0
18	extra	42.0	40.6	-1.4	70	0	35.6	33.2	-2.4	60	0

Ric.	fascia/ zona	Diurno					Notturmo				
		Ld ante	Ld post	Δd	Lim. D	sup. D	Ln ante	Ln post	Δn	Lim. N	sup. N
19	extra	42.6	39.4	-3.2	70	0	35.7	31.5	-4.2	60	0
20	extra	41.7	39.3	-2.4	70	0	35.0	31.4	-3.6	60	0
21	extra	40.1	38.3	-1.8	70	0	33.9	31.3	-2.6	60	0
22	C1	50.5	52.9	2.4	65	0	43.6	44.3	0.7	55	0
23	C1	53.5	55.2	1.7	65	0	45.5	46.4	0.9	55	0
24	C1	53.8	54.6	0.8	65	0	45.5	45.8	0.3	55	0
25	C1	54.4	54.6	0.2	65	0	46.3	45.9	-0.4	55	0
26-27	C1	54.6	54.1	-0.5	65	0	46.4	45.6	-0.8	55	0
28	C1	56.0	55.7	-0.3	65	0	47.9	47.3	-0.6	55	0
29	C1	63.4	62.1	-1.3	65	0	55.3	53.4	-1.9	55	0
30	C1	49.5	51.2	1.7	65	0	42.2	43.0	0.8	55	0
31	C1	45.2	46.9	1.7	65	0	37.7	38.5	0.8	55	0
32	C1	41.1	42.4	1.3	65	0	34.3	34.5	0.2	55	0
33	extra	41.1	41.1	0	70	0	34.3	32.9	-1.4	60	0

Di seguito la legenda delle zone di appartenenza da cui ricavare i limiti di immissione:

Zone acustiche			
Descrizione		Lim D	Lim N
C1	(fascia di pertinenza nuova strada)	65	55
extra	(fuori fascia - tutto il territorio nazionale)	70	60

Nelle tavole T00-IA00-AMB-CT35-A sono riportate le mappe di propagazione acustica alla quota di 4,0 m dal suolo, nello stato di progetto. In linea generale, il tracciato della nuova opera porta ad un beneficio generalizzato in termini di valori acustici immessi ai ricettori come dettagliato nella Tabella precedente.

Dai risultati dello studio acustico di progetto, non si prevedono superamenti dei limiti di legge in fase post operam, pur in considerazione della leggera sovrastima prodotta dal modello previsionale; l'unica eccezione è rappresentata dal ricettore R3, i cui valori di immissione notturni post operam, si prevedono molto simili ai limiti di zona; tuttavia, come si può vedere nell'elaborato T00-IA00-AMB-SC01-A "Schede ricettori", trattasi di un manufatto abbandonato afferente al passaggio a livello della linea ferroviaria turistica, oltre lo svincolo per Arzana

5.3.7 Impatto acustico di cantiere

L'organizzazione del cantiere prevede l'individuazione di un'area di cantiere base ad inizio intervento, in prossimità dello svincolo verso Villanova Strisaili (nord), ed un cantiere sud a fine intervento nei pressi del bivio per Arzana.

Le due aree di cantiere coprono una superficie di circa 3900 e 1400 m² rispettivamente.



Figura 55 – Localizzazione aree cantieri principali

Per l'analisi dell'impatto acustico in fase di cantiere, le sorgenti sonore sono state modellate in, considerando i seguenti spettri di emissione per i diversi macchinari prevedibilmente impiegati:

Tabella 43 - Spettri di emissione sonora mezzi di cantiere

Macchina	f (Hz)								LwA
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Pala meccanica	91.2	94.4	98.6	98.7	99.7	96.9	91.5	85.4	103.5
Escavatore	86.8	95.2	95.9	101.6	103.3	103.6	100.3	92.6	109.0
Scarificatrice	99.8	100.8	101.5	104.3	106	103.8	97.6	88.7	111.2
Autocarro	81	89.8	94.3	98.4	99	99.7	92.5	82.9	104.8

In via estremamente cautelativa, tutte le sorgenti sono state considerate costanti e contemporaneamente attive durante tutto il periodo di riferimento diurno (nel periodo notturno non sono previste lavorazioni). I livelli immessi ai ricettori sono stati calcolati con il medesimo modello di propagazione utilizzato per la valutazione di impatto acustico dell'opera; di seguito sono riportate le risultanze della simulazione.

Nella seguente tabella sono riepilogati i livelli sonori immessi ai ricettori, esclusivamente nel periodo diurno, relativi all'attività di cantiere per la realizzazione dell'opera in progetto.

Tabella 44 – Livelli ai ricettori in fase di cantiere

Cantiere nord	
Ric.	Lp [dB(A)]
29	69.1
22	58.0
23	58.7
24	57.9
31	55.8
32	51.9
28	51.4
Cantiere sud	
Ric.	Lp [dB(A)]
2	47.9
3	51.5
33	52.9

In considerazione delle ipotesi ampiamente cautelative avanzate per la stima dei livelli in corso d'opera, si prevede un unico ricettore (n.29) in cui sono possibili dei superamenti dei limiti di immissione diurni, nel caso specifico di 65 dB(A); trattasi peraltro di un'attività commerciale e non di edificio abitativo.

Nella presente fase progettuale permangono diversi profili di indeterminatezza, relativi alla fase di costruzione, che pertanto è stata affrontata con metodo semplificato e a favore di sicurezza. Ulteriori considerazioni saranno possibili in una fase di maggior definizione delle fasi e delle operazioni di cantiere; ad ogni buon conto, si fa presente la possibilità di ricorrere ad apposita autorizzazione in deroga come previsto dalla D.G.R. Sardegna n. 62/9 del 14/11/2008.

Nelle seguenti figure si riportano le mappe di propagazione acustica prevista in fase di costruzione dell'opera, a una quota di 4,0 m dal piano campagna, così come elaborate dal software previsionale.

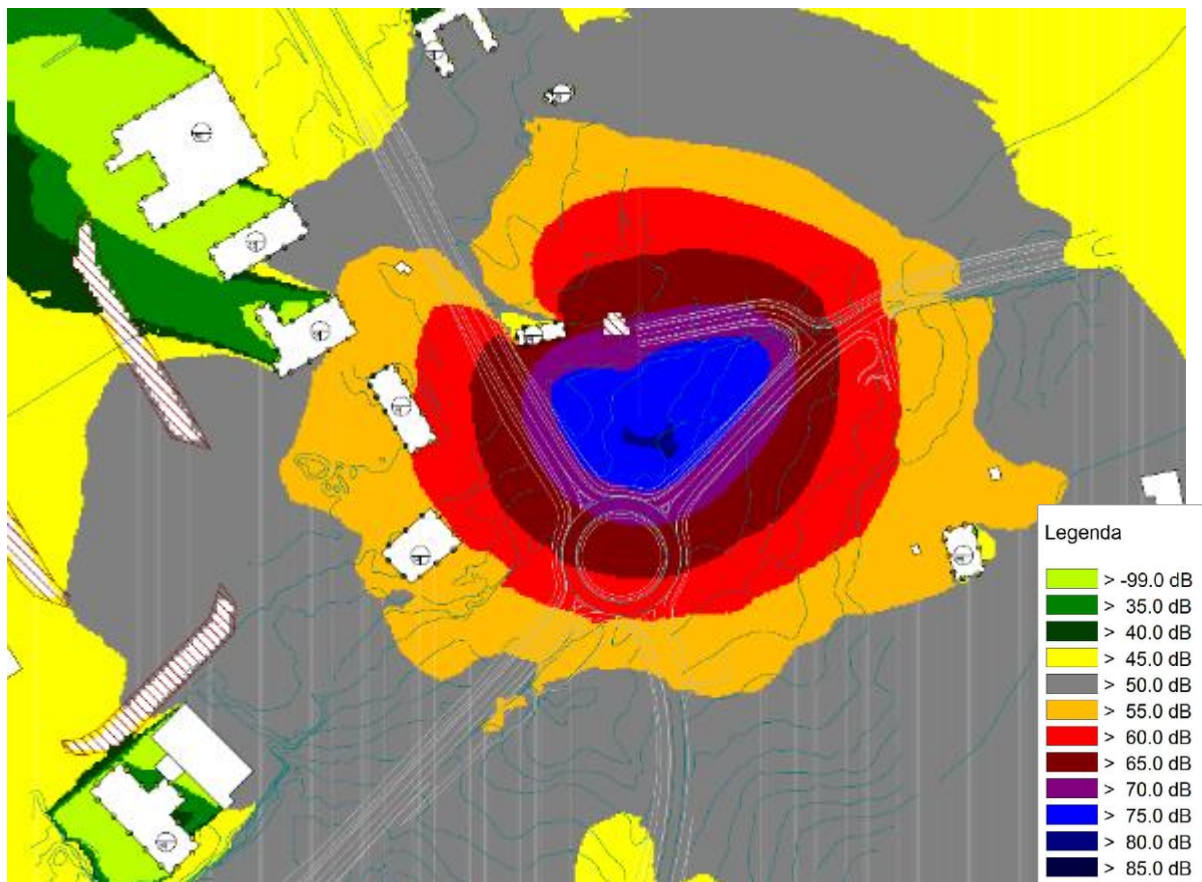


Figura 56 - Mappa di propagazione rumore di cantiere – Cantiere nord

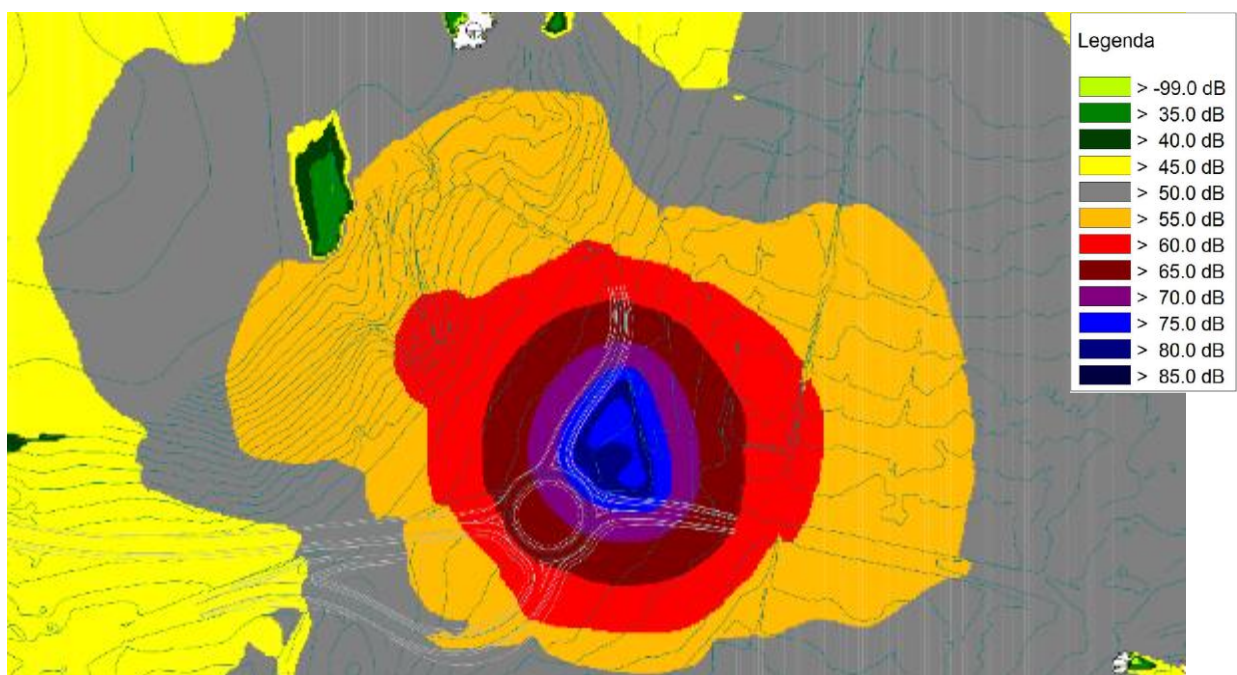


Figura 57 - Mappa di propagazione rumore di cantiere – Cantiere sud

5.3.8 Mitigazioni acustiche

Come già indicato, dai risultati riportati nel precedente paragrafo, non si prevedono superamenti dei limiti di legge in fase post operam, pur in considerazione della leggera sovrastima prodotta dal modello previsionale. Non si prevede, pertanto, la necessità di mitigazioni acustiche quali barriere o altri dispositivi.

Nel P.M.A. dell'opera sono previsti specifici punti di monitoraggio per questa matrice; i punti nei quali effettuare gli accertamenti in campo sono localizzati sui ricettori posti in prossimità delle aree di cantiere e interessati dai transiti degli automezzi nei percorsi (generalmente percorsi cantiere-cantiere, cava-cantiere e discarica-cantiere) e delle aree lungo il nuovo tracciato stradale.

I punti di monitoraggio relativi alle misure di corso d'opera per i ricettori prossimi alle aree di cantiere sono stati individuati sulla base delle risultanze dello studio di impatto acustico, prendendo in esame quindi le posizioni soprattutto con edifici abitativi, soggette al maggior impatto nell'esecuzione dell'opera.

Nella Tabella 45 è riportato un riepilogo dei punti di monitoraggio individuati, mentre nelle figure è precisata la localizzazione in mappa. L'ubicazione complessiva dei punti di misura è riportata nelle tavole Tav. T00-EG00-PMA-PL01-A ÷ T00-EG00-PMA-PL05-A.

Tabella 45: Localizzazione punti di monitoraggio RUMORE

PUNTI DI MISURA	CODICE RICETTORE	TIPOLOGIA DI RICETTORE	LOCALIZZAZIONE
RUM01	R31	abitativo	Cantiere nord
RUM03	R33	abitativo	Cantiere secondario

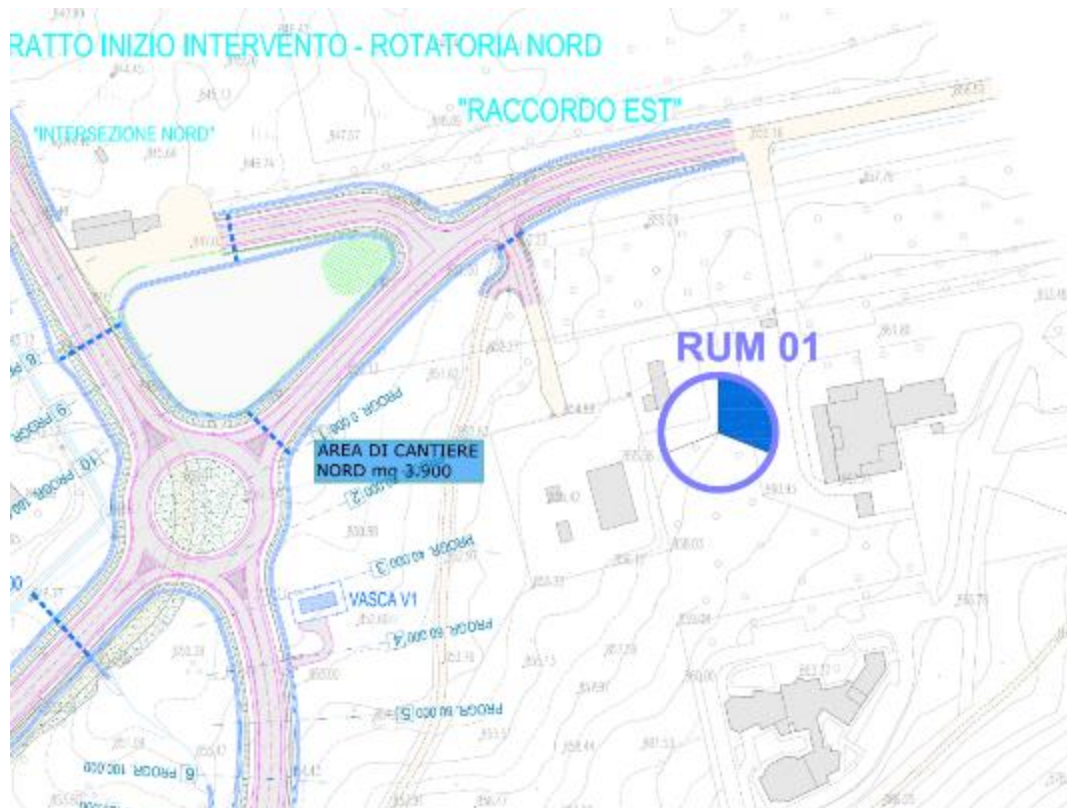


Figura 58: Localizzazione punti di misura RUM01



Figura 59: Localizzazione punti di misura RUM03

5.4 Vibrazioni

Nel presente paragrafo si analizza la tematica delle vibrazioni trasmesse dall'opera in progetto agli edifici circostanti, passando dalle conoscenze disponibili per delineare il quadro attuale, alla descrizione degli impatti prevedibili in fase di realizzazione e quindi di esercizio delle opere in progetto.

L'attuale quadro normativo nazionale, che con il D.Lgs. 81/2008 definisce limiti precisi per l'esposizione alle vibrazioni in ambiente lavorativo, non prevede alcuna disposizione per quanto riguarda i livelli massimi di vibrazioni tollerabili in ambiente non lavorativo, né per quanto riguarda il disturbo alle persone né per quanto riguarda l'induzione di possibili danni alle strutture. La normativa tecnica UNI prevede a tale riguardo le seguenti norme:

- UNI 9614:2017 "Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo";
- UNI 9916:2014 "Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici".

La norma UNI 9614:2017, in particolare, fornisce indicazioni sulla misurazione dei fenomeni vibratorii, la successiva elaborazione per il calcolo dei parametri del disturbo ed i valori massimi accettabili per tali parametri in funzione della destinazione d'uso dell'edificio soggetto al disturbo.

La norma UNI 9916:2014 fornisce invece metodologie per la misurazione e la valutazione dei possibili danni indotti agli edifici, distinguendo tra vibrazioni di breve durata e vibrazioni permanenti e stabilendo dei limiti per la velocità di vibrazione in funzione della tipologia di fabbricato.

Gli edifici più esposti alle vibrazioni immesse nel terreno dalla nuova struttura in progetto sono riferibili a casolari sparsi nell'intorno del tracciato di progetto. Non risultano disponibili dati sui livelli vibrazionali immessi dalle infrastrutture esistenti sui ricettori di zona. Generalmente, le vibrazioni del terreno dovute alle arterie viarie e ferroviarie poste a terra, interessate da volumi di traffico modesti, non risultano eccessivamente gravose sugli edifici posti a distanza superiore a qualche decina di metri.

Vista l'assenza di impatti significativi per questa matrice non si prevedono specifiche attività di monitoraggio.

<p>ANAS S.p.A. S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389 Studio Impatto Ambientale</p>	<p>File: T00-IA00-AMB-RE01_A.docx Data: Settembre 2020 Pag. 157 di 252</p>
--	--

5.5 Acque superficiali e sotterranee

5.5.1 Quadro descrittivo

Il reticolo idrografico della zona è rappresentato da numerosi piccoli affluenti a regime torrentizio, con profilo di fondo a forte pendenza che raggiungono, da destra e da sinistra, il lago Alto del Flumendosa e il Rio Sicaderba. Questi numerosi rii a regime torrentizio vanno frequentemente in secca durante la stagione estiva, ma durante il periodo delle piogge raggiungono portate significative, seppure per breve tempo, acquistando, grazie anche alla notevole pendenza, una considerevole forza erosiva; infatti, la maggior parte degli alvei scorrono su roccia viva.

Il dettaglio del quadro idrografico della zona di intervento è riportato nella specifica Relazione di compatibilità idraulica.

5.5.2 Impatto dell'opera

La strada di progetto inevitabilmente intercetterà parte delle acque di ruscellamento provenienti dalla parte alta dei versanti della valle del Rio Sicaderba, tra cui anche il Rio Idolo, che confluiscono verso il rio e verso il lago alto del Flumendosa.

La strada attraversa nel suo tracciato quattro corsi d'acqua principali:

- Il Rio Bacu Gardilis in viadotto tra la prog. 1740 e la prog. 1780
- il Rio Bacu Mela in viadotto tra la progr. 2340 e la progr. 2380;
- il Rio Idolo in viadotto tra la progr. 3120 e la progr. 3140;
- il Rio Codula nell'area in cui è ubicato lo svincolo a livelli sfalzati, con degli scatolari 5,00 mt x 5,00 mt alla prog. 3500.

Inoltre, attraversa dei compluvi e dei piccoli corsi d'acqua con degli scatolari di dimensioni 3,00 mt x 3,00 mt e 5,00 x 5,00 mt.

Gli impatti relativi ai compluvi e i piccoli corsi d'acqua riguardano esclusivamente la loro interruzione durante la fase di cantiere per la realizzazione delle opere d'arte minori, che hanno sempre una larghezza molto superiore a quella dei loro alvei.

L'opera stradale non interferirà sul deflusso delle acque, che potrà continuare ad avvenire correttamente attraverso le opere d'arte maggiori (viadotti) e minori (tubolari e scatolari), ma anzi, al contrario, potrebbe contribuire, grazie al suo sistema di drenaggio, ad intercettare e a convogliare le acque nei compluvi naturali, aumentando così l'azione di salvaguardia dei canali esistenti.

L'impatto legato alle acque superficiali deriva dall'intercettazione delle acque di ruscellamento e di precipitazione provenienti dalla parte alta del versante e il loro convogliamento, tramite il

sistema di drenaggio della strada, verso i compluvi naturali; processo che attualmente avviene già attraverso il sistema di drenaggio della strada esistente. Le opere di mitigazione che consentiranno il controllo e la diminuzione della velocità di scorrimento saranno il sistema di canalette lungo la strada e a monte delle scarpate, i tubolari di drenaggio e la piantumazione di essenze vegetali.

Per quanto riguarda le acque sotterranee, la strada non svolgerà una rilevante modificazione nel regime, in quanto occuperà in parte e solo superficialmente i corpi detritici sede dell'acquifero, e si svilupperà su un'area ben lontana dalla zona vera e propria di alimentazione delle sorgenti esistenti.

Solo limitatamente intercetterà le acque sub-superficiali che si infiltrano nel periodo delle piogge sugli scisti e al contatto tra gli esigui detriti e il basamento scistoso impermeabile.

In fase di esercizio e di naturalizzazione, l'azione impermeabilizzante della strada bitumata, e il convogliamento di tutte le acque verso i compluvi, tramite il sistema di drenaggio porterà l'impatto ad un livello moderato, con effetti positivi per quanto riguarda il controllo delle acque di infiltrazione sui corpi detritici di frana ricadenti a valle della strada.

5.5.3 Impatto in fase di cantiere

Nella fase di cantiere, tale impatto, può considerarsi, ad eccezione dei momenti di scavo in cui non sono state definitivamente impostate le opere idrauliche, complessivamente moderato. L'impatto dovuto all'emissione di contaminanti liquidi e solidi, nella fase di cantiere, è legato alla possibilità di sversamenti di olii, grassi, carburanti e dispersione di imballaggi.

Tale impatto può essere elevato nel caso si presenti l'incidente, ma il rispetto delle norme di sicurezza dovrebbe contenerne le dimensioni alla classe di impatto assente o particolarmente basso. Si rende pertanto necessaria la creazione di aree di raccolta differenziata dei rifiuti, collegata ad idonei sistemi di smaltimento.

La produzione di acque reflue durante la costruzione genera potenziali inquinamenti dei corpi recettori, siano essi corsi d'acqua od acquiferi, a seguito delle seguenti attività principali:

- attività lungo i tratti operativi. Consistono sostanzialmente in movimenti di terra, costruzioni di muri e manufatti in calcestruzzo, pavimentazioni in conglomerato bituminoso, interventi di rinaturalizzazione, semine e piantagioni, costruzione di viadotti, cavalcavia, ponti;
- attività su suoli permeabili;

<p>ANAS S.p.A. S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389 Studio Impatto Ambientale</p>	<p>File: T00-IA00-AMB-RE01_A.docx Data: Settembre 2020 Pag. 159 di 252</p>
--	--

- attività nelle aree di cantiere in cui si svolgono tutte le azioni di direzione dei lavori, ricovero e ristoro delle maestranze, deposito e stoccaggio di materiali e mezzi, confezionamento di materiali da costruzione.

Il PMA dell'opera prevede una serie di punti di monitoraggio per le acque superficiali e sotterranee; nella fase in CO il monitoraggio sarà condotto per tutta la durata del cantiere, tre anni, con una frequenza trimestrale, per il rilevamento di tutti i parametri. Resta inteso che in funzione degli avanzamenti delle lavorazioni, le cadenze d'indagine potranno essere eventualmente variate per adattarsi alle particolari condizioni locali. La fase PO dovrà avere la durata di sei mesi, con l'esecuzione di una campagna di misura ogni trimestre, per il rilevamento di tutti i parametri.

Tabella 46: Schematizzazione temporale delle indagini della componente acque superficiali

FASE		ANTE OPERAM	CORSO D'OPERA	POST OPERAM
DURATA		6 MESI (trimestrale)	36 MESI (trimestrale)	6 MESI (trimestrale)
ASP01	GALLERIA GA01	2	12	2
ASP02	VIADOTTO VI02	2	12	2
ASP03	VIADOTTO VI03	2	12	2
ASP04	VIADOTTO VI07/ GALLERIA GA03	2	12	2
TOTALE n° rilievi		8	48	8

L'ubicazione complessiva dei punti di misura è riportata nelle tavole T00-EG00-PMA-PL01-A ÷ T00-EG00-PMA-PL05-A.

Tabella 47: Localizzazione punti di monitoraggio ACQUE SOTTERRANEE

PUNTI DI MISURA	POSIZIONE
AST01	CANTIERE NORD
AST02	CANTIERE SUD

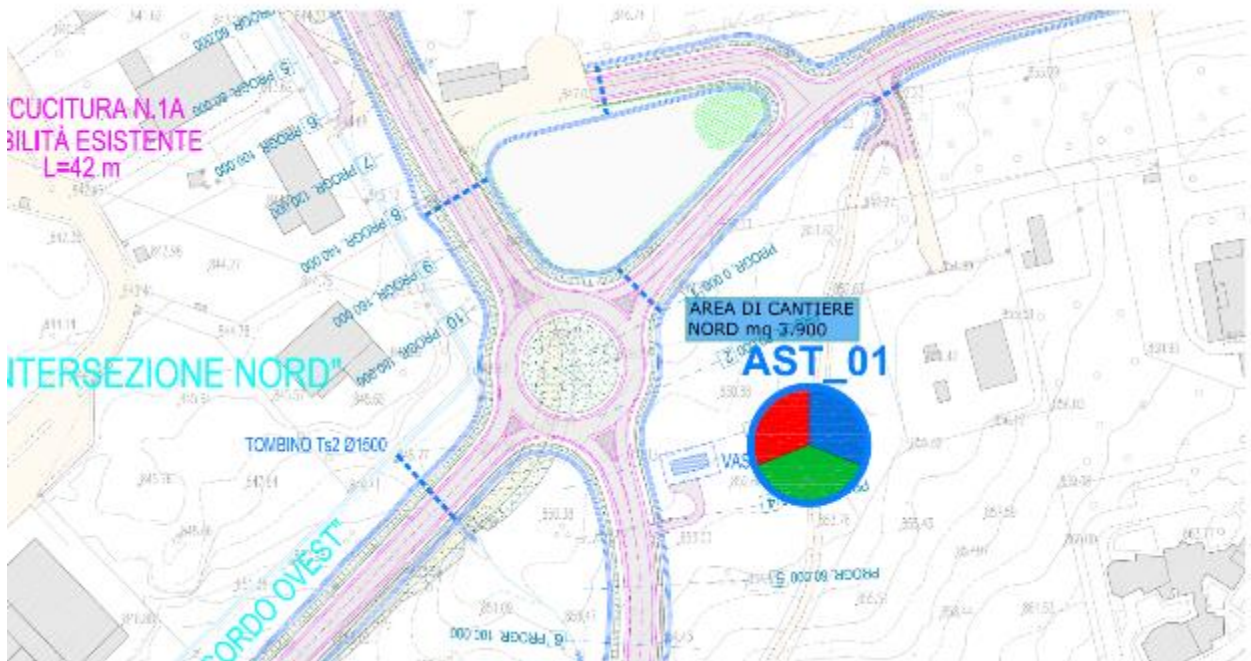


Figura 60: Localizzazione punti di misura AST 01

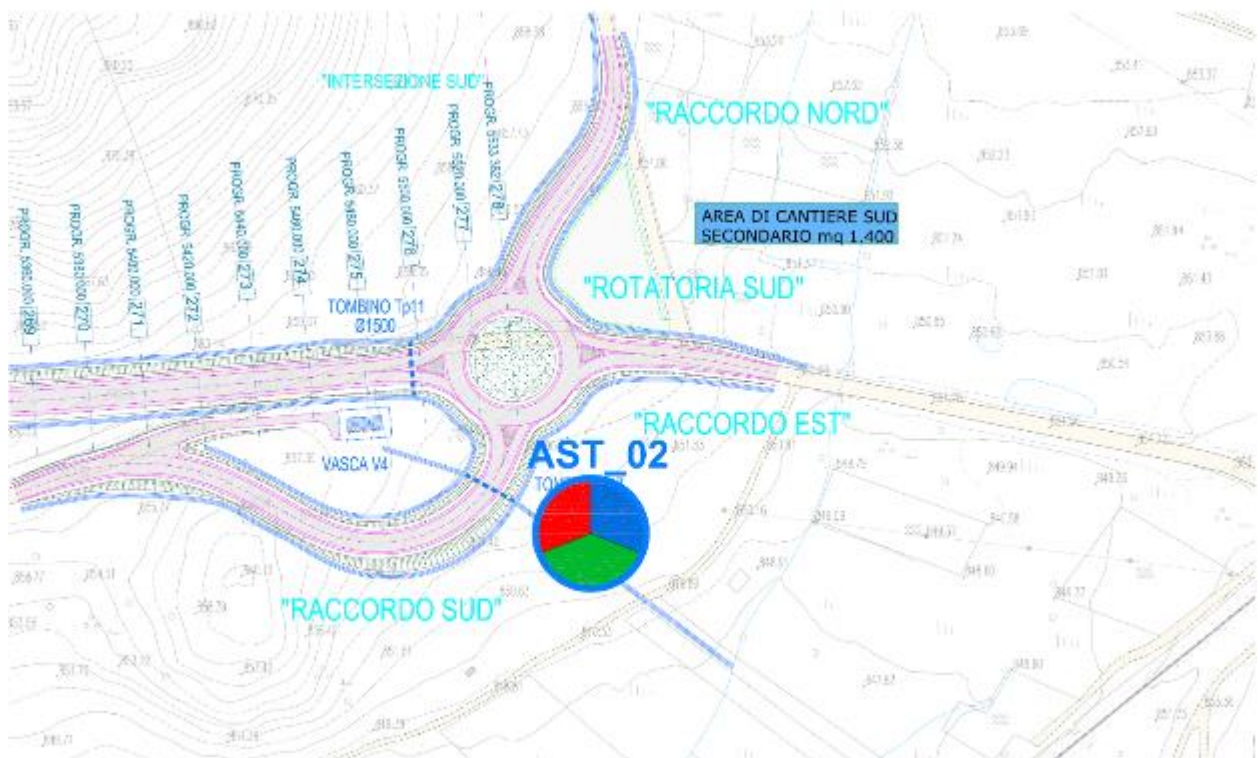


Figura 61: Localizzazione punti di misura AST 02

<p>ANAS S.p.A. S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389 Studio Impatto Ambientale</p>	<p>File: T00-IA00-AMB-RE01_A.docx Data: Settembre 2020 Pag. 161 di 252</p>
--	--

5.6 Suolo e sottosuolo

5.6.1 Quadro geopedologico

Gli aspetti pedologici costituiscono un descrittore essenziale del sistema ambientale poiché attraverso la componente suolo si realizzano le interazioni ecosistemiche e gli scambi fondamentali di materia ed energia tra l'ambiente biotico e l'ambiente abiotico (minerale ed inorganico).

Per redigere l'inquadramento pedologico dell'area interessata dall'opera, si definiscono le caratteristiche fondamentali dei suoli presenti nella zona sulla base dell'analisi della Carta dei Suoli della Sardegna – scala 1: 250.000 – e la relativa nota illustrativa, elaborata e proposta da Aru, Baldaccini, Vacca nel 1991.

In base a tale analisi, le unità pedologiche si definiscono attraverso due sistemi di classificazione:

la Soil Taxonomy (US National-Cooperative Soil Survey, sistema pubblicato nel 1975);
Schema Fao (1989).

Così si sono individuate le unità cartografiche presenti nell'area preposta alla realizzazione del progetto, che comprendono le associazioni dei suoli in funzione del grado di evoluzione/degradazione, dell'uso attuale e futuro e della necessità di interventi specifici.

Una volta individuate delle classi cartografiche, queste sono state descritte secondo diversi parametri:

- natura del substrato (profilo, predominanza, caratteri)
- attitudini
- classe di capacità d'uso
- fenomeni di degradazione in atto.

In totale sono state individuate e descritte due unità cartografiche (7,12) che raggruppano diversi tipi di suolo (unità tassonomiche) con caratteristiche simili in relazione alle potenzialità d'uso.

Per tutte e tre le unità cartografiche, sono stati riportati i principali aspetti e le proprietà fondamentali dei suoli che le identificano e le attitudini d'uso.

Unità 7

Si sviluppa su substrati a metamorfiti (scisti, scisti arenacei, argilloscisti,), del Paleozoico e relativi depositi di versante.

Le principali caratteristiche di tale unità sono:

- forme da aspre a subpianeggianti

<p>ANAS S.p.A. S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389 Studio Impatto Ambientale</p>	<p>File: T00-IA00-AMB-RE01_A.docx Data: Settembre 2020 Pag. 162 di 252</p>
--	--

- quote comprese tra 800 e 1000/1400 mt sul livello del mare
- uso attuale: bosco e pascolo
- suoli prevalenti : Typic Xerumbrepts, Typic, Dystric, e Lithic Xerorthents e
- Xerochrepts
- suoli secondari : Palexeralfs

Caratteristiche dei suoli:

- suoli da poco profondi a profondi
- tessitura da franco sabbiosa a franco argillosa
- struttura poliedrica sub-angolare e angolare, grumosa
- da permeabili a mediamente permeabili
- elevata erodibilità
- reazione sub-acida
- assenza di carbonati
- contenuto in sostanza organica elevata
- da media a bassa capacità di scambio cationico
- parzialmente desaturati in basi

Attitudini: conservazione e utilizzazione razionale della vegetazione naturale; forestazione con specie idonee all'ambiente pedoclimatico; a tratti colture erbacee

Limitazioni d'uso : a tratti pietrosità elevata, scarsa profondità, eccesso di scheletro, pericolo di erosione

Classe di Capacità d'uso :

1) Classe VII: limitazioni molto forti ; suoli non adatti a colture, uso limitato al pascolo, al bosco, ed alle funzioni ricreative. Le limitazioni sono legate alla forte erodibilità, elevata rocciosità e scarso spessore del suolo.

2) Classe VI: forti limitazioni che riducono l'uso di questi suoli al pascolo, al prato pascolo, al bosco ed alle riserve naturali. Le limitazioni sono legate all'elevata rocciosità, ed alla notevole idromorfia che rende problematico il drenaggio.

3) Classe IV: forti limitazioni che restringono la scelta delle colture e richiedono una conduzione assai accurata. Le limitazioni sono legate da forte pericolo di erosione, debole permeabilità, ridotta profondità del suolo, bassa fertilità, scarsa capacità di trattenuta per l'acqua, struttura instabile.

L'Area dell'Unità 7 è coperta da foresta mista, macchia più o meno rada, con tratti di radure a pascolo e, nelle morfologie più dolci con erbai. I suoli presentano sequenze con Estinsuoi alla

<p>ANAS S.p.A. S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389 Studio Impatto Ambientale</p>	<p>File: T00-IA00-AMB-RE01_A.docx Data: Settembre 2020 Pag. 163 di 252</p>
--	--

sommità delle colline, Inceptisuoli sulle pendici e Vertisuoli nelle aree pianeggianti, con profondità variabile, con epipedon umbrico ben evidente, che si riscontra su queste formazioni, al di sopra della fascia altimetrica degli 800/1000 mt. Gli Umbrepts rappresentano il pedotipo naturale dell'ecosistema in questi ambienti. Sulle arenarie le catene sono composte da Lithic Xerorthents nella parte alta dei rilievi, Calcic Xerochrepts sulle pendici e Typic Xerochrepts in basso.

Trattasi di forme in continua evoluzione, con suoli normalmente all'inizio della loro evoluzione e quindi appartenenti agli Estinsuoli o Inceptisuoli oppure mediamente evoluti come i Vertisuoli.

L'erosione è abbastanza attiva anche se questi substrati permettono un'alterazione veloce con formazione di suoli in tempi relativamente brevi.

Le limitazioni d'uso sono notevoli e condizionano soprattutto la perdurare dell'attività pastorale. Sono auspicabili invece interventi di ripristino dell'ambiente naturale.

Unità 12

Area caratterizzata da rocce intrusive (graniti, granodioriti, leucograniti, ecc.) del paleozoico e relativi depositi di versante.

Le principali caratteristiche di tale unità sono .

- forme da aspre e sub-pianeggianti
- quote da 0 a 800/1000-1360 mt sul livello del mare
- uso attuale per bosco, pascolo naturale e a tratti rimboschimenti
- suoli prevalenti: Typic e Lithic Xerumbrepts ,Typic, Dystric e Lithic Xerorthents; Typic, Dystric, e Lithic Xerochrepts
- da poco o profondi
- tessitura da sabbioso franca a franco sabbiosa
- struttura poliedrica sub-angolare e grumosa
- permeabili

Attitudini: conservazione, infittimento ed utilizzazione razionale della vegetazione naturale; forestazione con specie idonee all'ambiente pedoclimatico.

- elevata erodibilità
- reazione da sub-acida a acida
- assenza di carbonati
- contenuto di sostanza organica da media ad elevata
- media o bassa capacità di scambio cationico

<p>ANAS S.p.A. S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389 Studio Impatto Ambientale</p>	<p>File: T00-IA00-AMB-RE01_A.docx Data: Settembre 2020 Pag. 164 di 252</p>
--	--

- parzialmente desaturati in basi

Limitazioni d'uso: a tratti pietrosità elevata, scarsa profondità, eccesso di scheletro, forte pericolo di erosione.

Classe di Capacità d'Uso:

1) Classe VII: Limitazioni molto elevate che rendono i suoli non adatti alle colture, limitandone l'uso al pascolo o all'uso ricreativo o conservazionistico. Le limitazioni riguardano le elevate pendenze, la forte erodibilità e lo scarso spessore.

2) Classe VI: forti limitazioni che riducono l'uso di questi suoli al pascolo, al prato pascolo, al bosco ed alle riserve naturali. Le limitazioni sono legate all'elevata rocciosità, ed alla notevole idromorfia che rende problematico il drenaggio.

L'Unità 12 comprende suoli sviluppati su forme da lievemente ondulate a aspre con pietrosità e rocciosità a tratti elevate. In questa unità, collocata in una fascia altimetrica oltre 800/1000 mt, l'evoluzione del suolo è condizionata, oltre che dalla morfologia e dal substrato, dal clima.

Il paesaggio è costituito da pianori che poi si elevano bruscamente, costituendo ripidi versanti e rilievi montuosi. Sia i pianori che i rilievi più accidentati sono ricoperti a tratti da coltri fluviali che si alternano al granito compatto o già alterato. Al passaggio tra una fascia altimetrica e l'altra varia il contenuto in scheletro e la percentuale di sostanza organica, che è tendenzialmente maggiore nelle vette.

I suoli presentano sequenze con Estinsuoli alla sommità delle colline, Inceptisuoli sulle pendici e Vertisuoli nelle aree pianeggianti, con profondità variabile, con epipedon umbrico ben evidente, che si riscontra su queste formazioni, al di sopra della fascia altimetrica degli 800/1000 mt. Gli Umbrepts rappresentano il pedotipo naturale dell'ecosistema in questi ambienti. Sulle arenarie le catene sono composte da Lithic Xerorthents nella parte alta dei rilievi, Calcic Xerochrepts sulle pendici e Typic Xerochrepts in basso.

Trattasi di forme in continua evoluzione, con suoli normalmente all'inizio della loro evoluzione e quindi appartenenti agli Estinsuoli o Inceptisuoli oppure mediamente evoluti come i Vertisuoli.

L'erosione è meno intensa rispetto alle altre aree, soprattutto per la maggiore densità della copertura vegetale. Solo in alcune situazioni, a seguito di tagli irrazionali del bosco ed incendi, il profilo appare troncato, anche se l'orizzonte tende a riformarsi.

<p>ANAS S.p.A. S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389 Studio Impatto Ambientale</p>	<p>File: T00-IA00-AMB-RE01_A.docx Data: Settembre 2020 Pag. 165 di 252</p>
--	--

Nel caso di suoli degradati si consiglia il recupero ambientale con specie idonee all'ambiente pedoclimatico.

In ogni caso saranno necessari interventi finalizzati alla stabilizzazione del suolo, soprattutto attraverso una gestione più razionale.

Limitazioni della componente pedologica

La descrizione dei caratteri dominanti delle Unità Cartografiche individuate nell'area oggetto di analisi, evidenzia le principali limitazioni dei suoli:

- la scarsa profondità del profilo
- elevata rocciosità e pietrosità
- eccesso di scheletro
- forte pericolo di erosione

La perdita massiva di porzioni di suolo rappresenta il processo erosivo dominante. conseguenza di tale fenomeno è la diminuzione del potenziale produttivo del suolo conseguente all'incremento del trasporto solido e dalla sedimentazione ad opera degli agenti meteorici.

L'aumento di superficie predisposta alla creazione di reti di comunicazione può essere considerato uno tra i più evidenti tipi di pressione gravante sul territorio.

Oltre ad essere direttamente collegato alla irreversibile perdita della risorsa, gli impatti sul suolo conseguenti alla realizzazione di tali opere si sintetizzano in:

- una perdita di valore qualitativo nelle aree oggetto di intervento;
- una frammentazione delle unità paesaggistiche;
- un cambiamento degli elementi strutturali del terreno.

Nel caso in esame, gli impatti legati alla realizzazione del progetto si concentrano principalmente nella fase di costruzione durante la quale è prevista la maggiore occupazione di suolo, e considerata la natura dell'infrastruttura, saranno impatti di natura non reversibile.

Tali impatti si possono riassumere in tre tipi principali di alterazione:

- l'occupazione di suoli attualmente liberi, attraverso la costruzione di rilevati e l'allargamento della carreggiata attuale;
- l'asportazione di suolo per la costruzione delle scarpate e per l'allargamento della carreggiata;
- il calpestio e la conseguente compattazione dei suoli dovuto al passaggio degli auto mezzi e degli operai in particolare durante la fase di cantiere.

Anche se l'estensione spaziale degli interventi può essere considerata puntuale e più marcata in alcuni tratti, l'intensità dell'impatto sarà in tutti i casi alta e persisterà, anche se in maniera meno marcata, anche nella fase di funzionamento .

L'edificazione del territorio e, nello specifico la cementificazione, assume in questo contesto il significato di "sigillatura" del suolo. Si tratta tuttavia di fasi necessarie per la costruzione, il consolidamento e la messa in sicurezza di tale infrastruttura.

Tutto ciò deriva dal fatto che qualunque intervento edificatorio, così come qualsiasi intervento infrastrutturale, comporta il decorticamento e l'impermeabilizzazione delle porzioni di territorio in cui si effettuano i lavori. Inoltre, i movimenti di massa causati dai livellamenti potrebbero generare troncamenti del profilo del suolo nelle zone di scavo, mentre nelle zone di riporto potrebbero determinare accumuli di notevoli masse di materiale incoerente a porosità disorganizzata e pertanto facilmente erodibile.

Tenuto conto della tipologia delle Unità Pedologiche presenti nell'area (principalmente Entisuoli e Inceptisuoli), delle principali limitazioni riscontrate (scarsa profondità del profilo, presenza di una rocciosità e pietrosità a tratti particolarmente elevata, forte pericolo di erosione), tutto ciò potrebbe comportare un incremento dei processi erosivi di fatto ampiamente presenti nell'area.

Si suggerisce di seguire il più possibile lamorfologia del terreno evitando, quando possibile, opere di sbancamento dove sono in atto fenomeni erosivi, inoltre si suggeriscono interventi di mitigazione quali le concimazioni e ripiantumazioni per il ripristino delle aree alterate dalla realizzazione dell'opera.

5.6.2 Impatto dell'opera

Come ricordato dalla Carta Europea del Suolo (Consiglio d'Europa 1972), il suolo è uno dei beni più preziosi in quanto consente la vita dei vegetali, degli animali e dell'uomo, e nello stesso tempo è una risorsa limitata che si distrugge facilmente. I tipi di degradazione a cui il suolo è soggetto possono essere sistematicamente schematizzati come segue:

- erosione idrica del suolo,
- erosione eolica del suolo,
- degradazione fisica, (peggioramento della struttura e della permeabilità, compattazione del suolo),
- degradazione chimica, (perdita totale o parziale del suolo a produrre biomassa vegetale),
- degradazione biologica.

Il progetto in esame produce effetti ed impatti legati al solo consumo di suolo avendo predisposto un corretto sistema di drenaggio e smaltimento per le acque meteoriche, le quali potrebbero altrimenti inquinare e degradare i suoli adiacenti alla strada. Si escludono quindi ulteriori effetti di variazione delle caratteristiche pedologiche della componente suolo.

Più precisamente la costruzione della nuova SS 389 determinerà degrado e perdite di suolo e sottosuolo durante le fasi di cantiere causando, in alcuni punti, un'alterazione dei lineamenti morfologici del territorio, e questo sarà principalmente conseguenza di:

- impatto legato all'alterazione dei lineamenti morfologici del rilievo conseguente a:
 - o la realizzazione di scarpate;
 - o la costruzione di rilevati e gabbionate;
 - o l'allargamento della carreggiata attuale (laddove non viene realizzato nella fascia taglia fuoco);
 - o la modifica dei compluvi;
 - o l'inserimento dei tubi di drenaggio;
 - o costruzioni delle opere d'arte maggiori e minori;
 - o realizzazione delle aree di svincolo;
- impatto legato all'asportazione di porzioni di suolo conseguente a:
 - o costruzione di rilevati e gabbionate che ridurrà i suoli esistenti nell'estensione;
 - o creazione di scarpate;
 - o l'allargamento della carreggiata;
 - o l'utilizzo delle aree destinate a cantiere;
 - o costruzioni delle opere d'arte maggiori e minori;
 - o realizzazione delle aree di svincolo;
- impatto legato al calpestio e l'occupazione dei suoli dovuto a :
 - o l'allestimento di aree di cantiere;
 - o il passaggio dei mezzi;
- impatto collegato all'asportazione della copertura pedo-vegetativa dovuto a:
 - o all'asportazione di vegetazione (e suolo annesso) per consentire l'allargamento della carreggiata,
 - o tagli o estirpazioni collegati alla costruzione dei rilevati con conseguente copertura di specie vegetali;
 - o tagli o estirpazioni collegati alla creazione di scarpate;
 - o tagli o estirpazioni collegati alle costruzioni delle opere d'arte maggiori e minori;

<p>ANAS S.p.A. S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389 Studio Impatto Ambientale</p>	<p>File: T00-IA00-AMB-RE01_A.docx Data: Settembre 2020 Pag. 168 di 252</p>
--	--

- tagli o estirpazioni collegati alla realizzazione delle aree di svincolo;

Non si prevedono impatti su suolo e sottosuolo in fase di esercizio, pertanto non si prevedono particolari opere di mitigazione.

5.6.3 Mitigazioni in fase di cantiere

Degrado e perdite di suolo e sottosuolo:

- si dovranno scoticare i suoli (indicativamente 30 cm), con accantonamento dello stesso e suo mantenimento e dopo l'accumulo delle terre procedere a idrosemina con miscuglio in prevalenza di graminacee e leguminose, che consentono la conservazione della sostanza organica, il suo ripristino e, quindi, si eviti la perdita di fertilità del suolo;
- gli accumuli idroseminati dovranno essere predisposti (quale barriera) longitudinalmente ai fronti stradali o alle aree urbanizzate;
- si dovranno ridurre al minimo gli spazi utilizzati per il passaggio degli automezzi nei cantieri mobili;
- dovranno essere ridotte al minimo le aree di accumulo delle terre di scavo, privilegiando l'immediato riutilizzo delle stesse;
- si provvederà alla impermeabilizzazione delle aree di deposito di materiali pericolosi (carburanti, lubrificanti, ecc.) e delle aree di rimessaggio dei mezzi;
- nelle zone a maggior rischio di fenomeni di ruscellamento superficiale o di ristagno delle acque (condizioni di bassa soggiacenza in corrispondenza dei rilevati) dovranno essere predisposte opere di drenaggio per il deflusso delle acque.

Alterazione dei lineamenti morfologici del rilievo

- per quanto possibile, evitare di modificare il pendio naturale se non in senso migliorativo, ossia riducendo l'angolo del pendio o intervenendo con piantumazioni e quando un pendio viene modificato in senso peggiorativo si dovranno prevedere opere che ne garantiscano la stabilità a lungo termine rispettando i profili e gli interventi di contenimento dettati dalla geotecnica e dalla meccanica delle rocce;
- le tecniche tradizionali (muri in calcestruzzo) andranno limitate al massimo e solamente dove il pendio è talmente scosceso da non consentire altri interventi; viceversa, le tecniche di ingegneria naturalistica, che danno sicuramente migliori risultati nei tempi lunghi, andranno sempre preferite;

- I rilevati non graveranno su corpi superficiali instabili; i muri di contenimento poggeranno su terreni con buone caratteristiche geotecniche e dovranno essere rivestiti con della pietra locale;
- riduzione delle acclività delle scarpate (compatibilmente con le caratteristiche geomeccaniche delle terre) e il modellamento delle stesse con gradonature in modo da diminuire gli sforzi al piede della scarpata ed eliminare la possibilità di distacco di elementi rocciosi;
- sulle scarpate in rilevato con pendenza 2/3, con presenza di substrato di buone caratteristiche pedologiche, il terreno suscettibile di erosione verrà stabilizzato attraverso il ripristino della copertura vegetale con specie a chioma folta, e facendo ricorso ad un apporto equilibrato tra piante a radicazione superficiale e profonda. In modo che lo sviluppo radicale di associazioni di arbusti e cespugli nani avvenga sui diversi strati di terreno, grazie alla presenza di apparati radicali fittonanti e fascicolati delle diverse specie.
- sulle scarpate e sui rilevati in cui si riscontrino condizioni pedologiche sfavorevoli, in particolare nel caso che il terreno riportato sia particolarmente sterile o sassoso, in situazioni particolari potranno essere utilizzate specie pioniere della macchia bassa o della gariga;
- sui muri di sostegno e le gradonate è ipotizzabile una piantumazione con piante cespugliose infiorescenti e rampicanti, in maniera tale da ottenere un rinverdimento diretto delle superfici oltre che un effetto schermante prodotto dalla vegetazione stessa. Viene proposto pertanto l'utilizzo di piante quali il Rosmarino *Officinalis*, la Lavandula *stoechas* e *Halimum Halinifolium*, con marcate caratteristiche ornamentali, che si espandono rapidamente grazie alla elevata capacità di propagazione vegetativa e che si adattano alle più svariate condizioni di terreno e contenuto idrico. Inoltre queste specie sono ben rappresentata in tutto il territorio circostante (muretti, bordi stradali, piccoli torrenti), e costituiscono pertanto un ottimo legame con il tessuto paesaggistico dell'area;
- durante la fase di costruzione dei rilevati e prima della messa in posa delle canalette di drenaggio e della messa a dimora delle essenze vegetali di protezione, bisognerà apportare gli opportuni accorgimenti per evitare l'erosione da parte delle acque meteoriche;

Il progetto di sistemazione di versanti dovrà comprendere più interventi coordinati secondo le seguenti fasi:

1. consolidamento al piede delle aree interessate
2. scoronamento delle parti instabili e profilatura del terreno
3. regimazione delle acque
4. stabilizzazione superficiale e rivestimento vegetativo.

Calpestio e l'occupazione dei suoli

- scelta mirata sul luogo di allestimento delle aree di cantiere in zone aperte con vegetazione rada o praticamente assente, in modo da non incidere sulle zone boscate. Inoltre, tali aree verranno completamente ripristinate ad ultimazione dei lavori;
- ripristino delle aree dismesse e dei suoli alterati con concimazioni e piantumazioni e la salvaguardia dei settori a maggior rischio di erosione;
- utilizzare il più possibile la viabilità esistente come viabilità di cantiere senza realizzare nuove piste;
- adottare alcuni accorgimenti di impermeabilizzazione e sistemi provvisori di raccolta liquami, come teli impermeabili, che consentano di evitare indesiderate infiltrazioni nel sottosuolo ed inquinamenti delle acque sotterranee;

Asportazione della copertura pedo-vegetativa

- limitazione dei tagli vegetazionali, estirpazione degli esemplari arborei e trapianto;
- ripristino delle aree disturbate con concimazioni e piantumazioni con l'utilizzo di specie arbustive ed arboree presenti nella macchia e nella boscaglia del territorio limitrofo alle aree di intervento;
- sistemazione a verde di scarpate, rilevati e cigli stradali;
- riduzione delle acclività delle scarpate (compatibilmente con le caratteristiche geomeccaniche delle terre) e il modellamento delle stesse con gradonature in modo da diminuire gli sforzi al piede della scarpata ed eliminare la possibilità di distacco di elementi rocciosi;
- sulle le gradonate è ipotizzabile una piantumazione con piante cespugliose infiorescenti e rampicanti, in maniera tale da ottenere un rinverdimento diretto delle

superfici oltre che un effetto schermante prodotto dalla vegetazione stessa. Viene proposto pertanto l'utilizzo di piante quali il Rosmarino *Officinalis*, la Lavandula *stoechas* e *Halimum Halinifolium*, con marcate caratteristiche ornamentali, che si espandono rapidamente grazie alla elevata capacità di propagazione vegetativa e che si adattano alle più svariate condizioni di terreno e contenuto idrico. Inoltre, queste specie sono ben rappresentata in tutto il territorio circostante (muretti, bordi stradali, piccoli torrenti), e costituiscono pertanto un ottimo legame con il tessuto paesaggistico dell'area;

- consulenza di un esperto ambientale per tutte le fasi di realizzazione dell'opera e ripristino delle aree.

Di seguito vengono indicate le tecniche di Ingegneria naturalistica da adottarsi per mitigare e minimizzare gli impatti delle opere, che offrono l'indubbio vantaggio di una flessibilità molto maggiore di quelle classici, mantenendo inalterata nel tempo la loro funzionalità, anche se richiedono spazi più ampi per essere correttamente realizzati

In ogni caso tutti gli interventi, anche di rimodellazione del pendio, dovranno essere progettati valutando anche le ricadute idrogeologiche ed eseguiti contemporaneamente agli interventi di governo delle acque per evitare fenomeni di innesco di movimenti franosi.

Tutti gli interventi di seguito descritti verranno approfonditi nella fase esecutiva della progettazione individuando:

- la localizzazione precisa;
- la voce di capitolato;
- i materiali da impiegarsi;
- le modalità di esecuzione;
- le prescrizioni realizzative;
- i limiti di applicabilità;
- i vantaggi e gli svantaggi delle tecniche adottate;
- gli effetti immediati e sul lungo periodo;
- il periodo di intervento;
- l'analisi dei prezzi;
- la computazione per l'inserimento nell'importo a base d'asta dell'intervento complessivo;

Gli interventi sono suddivisi in:

- interventi sulle scarpate;
- interventi di stabilizzazione dei pendii;
- strutture di sostegno alternative ai muri tradizionali in cls.

Per le necessarie attività di controllo su questa matrice il PMA prevede alcuni punti di misura; l'ubicazione complessiva dei punti di misura è riportata nelle tavole T00-EG00-PMA-PL01-A ÷ T00-EG00-PMA-PL05-A

Tabella 48: Localizzazione punti di monitoraggio SUOLO

PUNTI DI MISURA	LOCALIZZAZIONE
SUO 01	GALLERIA GA01
SUO 02	GALLERIA GA02
SUO 03	GALLERIA GA03

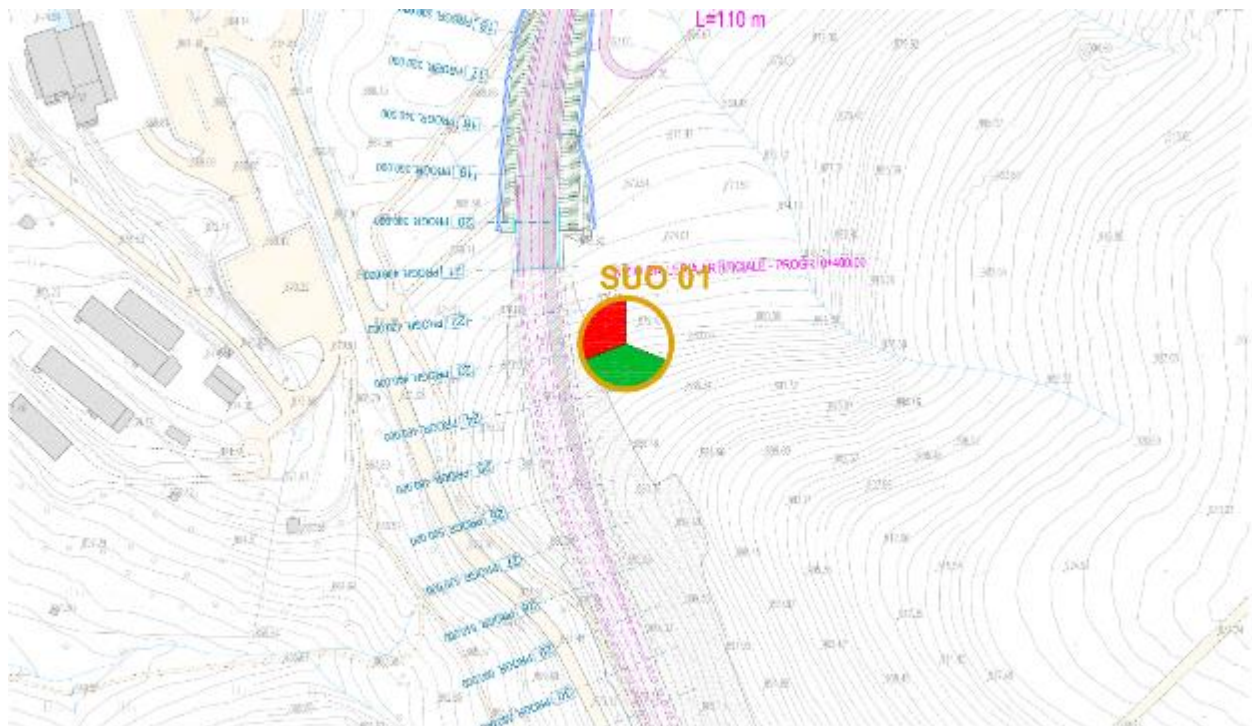


Figura 62: Localizzazione punti di misura SUO 01

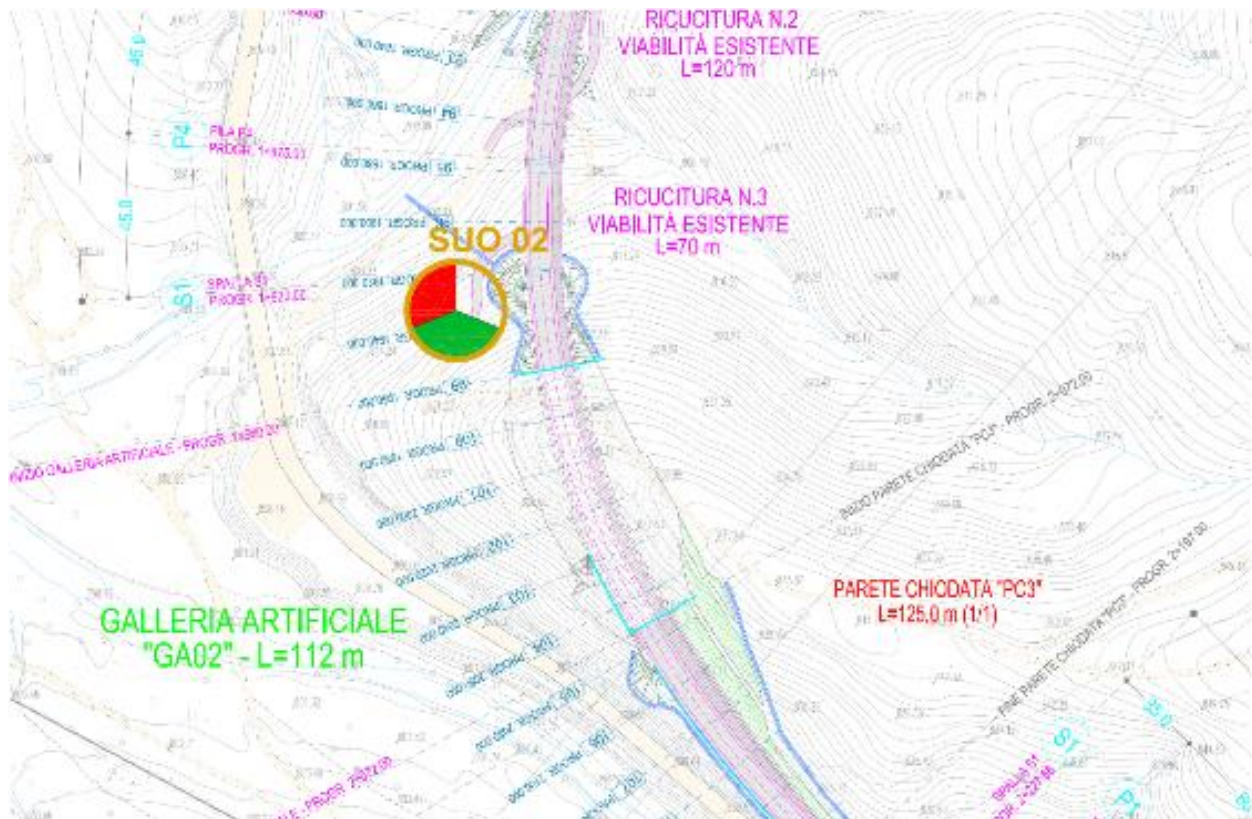


Figura 63: Localizzazione punti di misura SUO 02



Figura 64: Localizzazione punti di misura SUO 03

Interventi sulle scarpate.

A1) Scarpate con pendenza 2/3

Rivestimento di versanti mediante reti, feltri, stuoie, griglie, tessuti, ecc. che possono essere di materiale naturale, sintetico e misto, seguito dalla messa a dimora di specie arbustive autoctone.

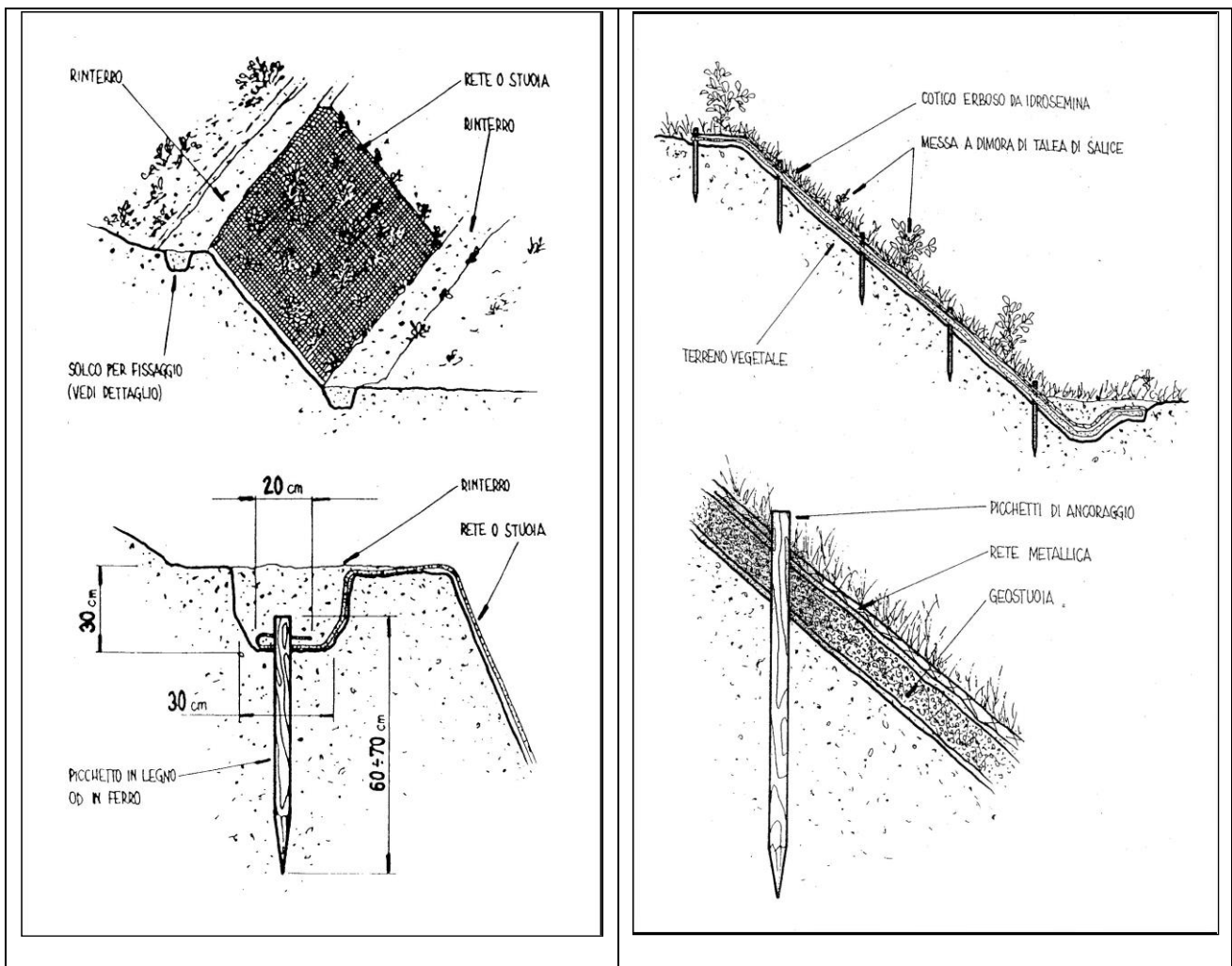


Figura 65: Tipologico del rivestimento delle scarpate

A2) Scarpate con pendenza 2/3

Posa in opera di rete in fibra naturale (juta) a funzione antierosiva, fissata al terreno con picchetti di legno recuperati sul posto, previa semina di un miscuglio di sementi di specie erbacee selezionate ed idonee al sito con relativa concimazione.

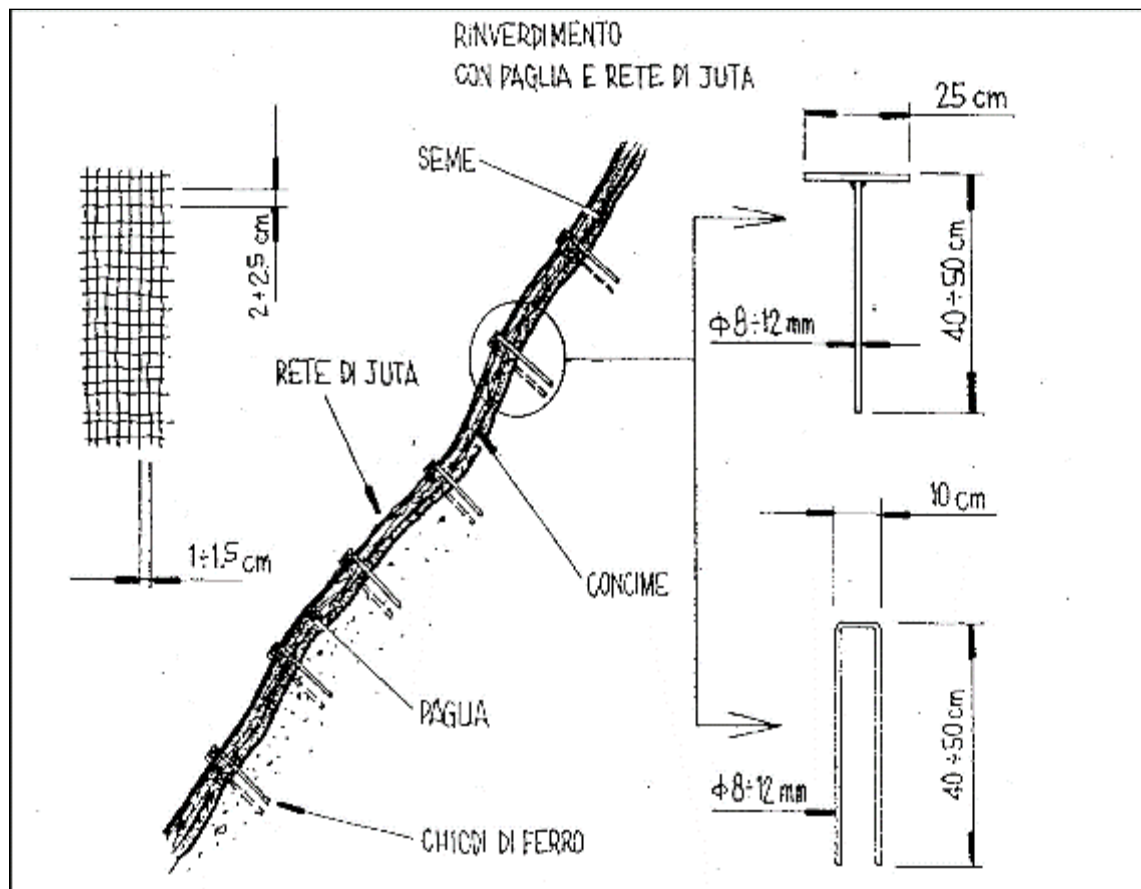


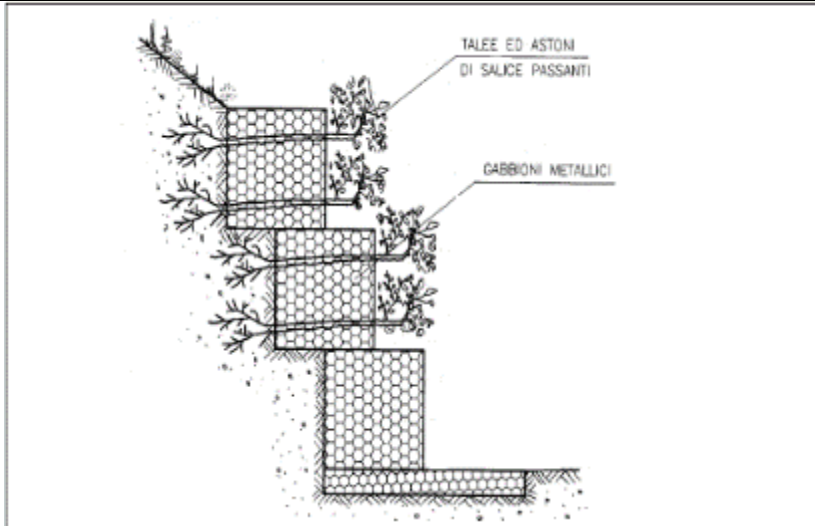
Figura 66: Tipologico del rivestimento delle scarpate

Interventi di stabilizzazione dei pendii

a) Gabbionate

Le gabbionate verranno realizzate parallelepipedi in rete metallica zincata a maglia esagonale, riempite in loco con pietrisco di pezzatura minima 15 cm, disposti a file parallele sovrapposte. Serie di prato e di macchia appartenenti alle serie dinamiche della vegetazione naturale, vengono inserite nella prima maglia del gabbione superiore e non tra un gabbione e l'altro. In commercio si possono trovare anche gabbioni a sacco, cilindrici, a rullo.

Gabbionata in rete metallica rinverdata in sezione



Gabbionata in rete metallica rinverdata prospetto

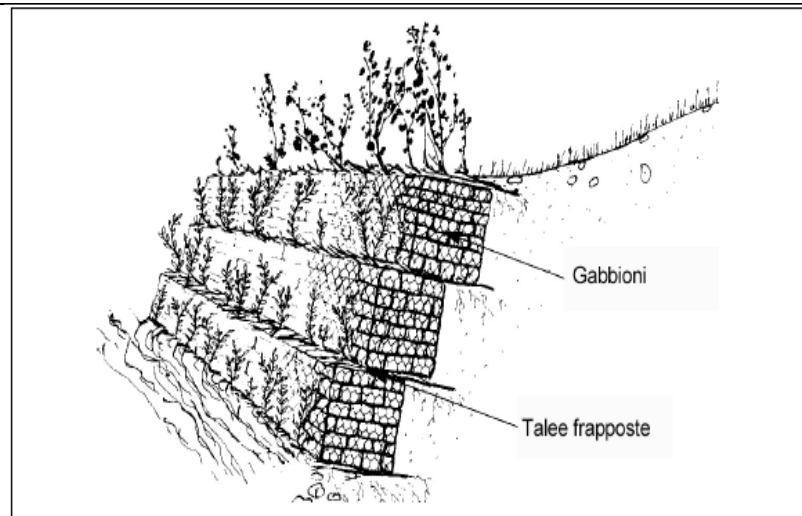


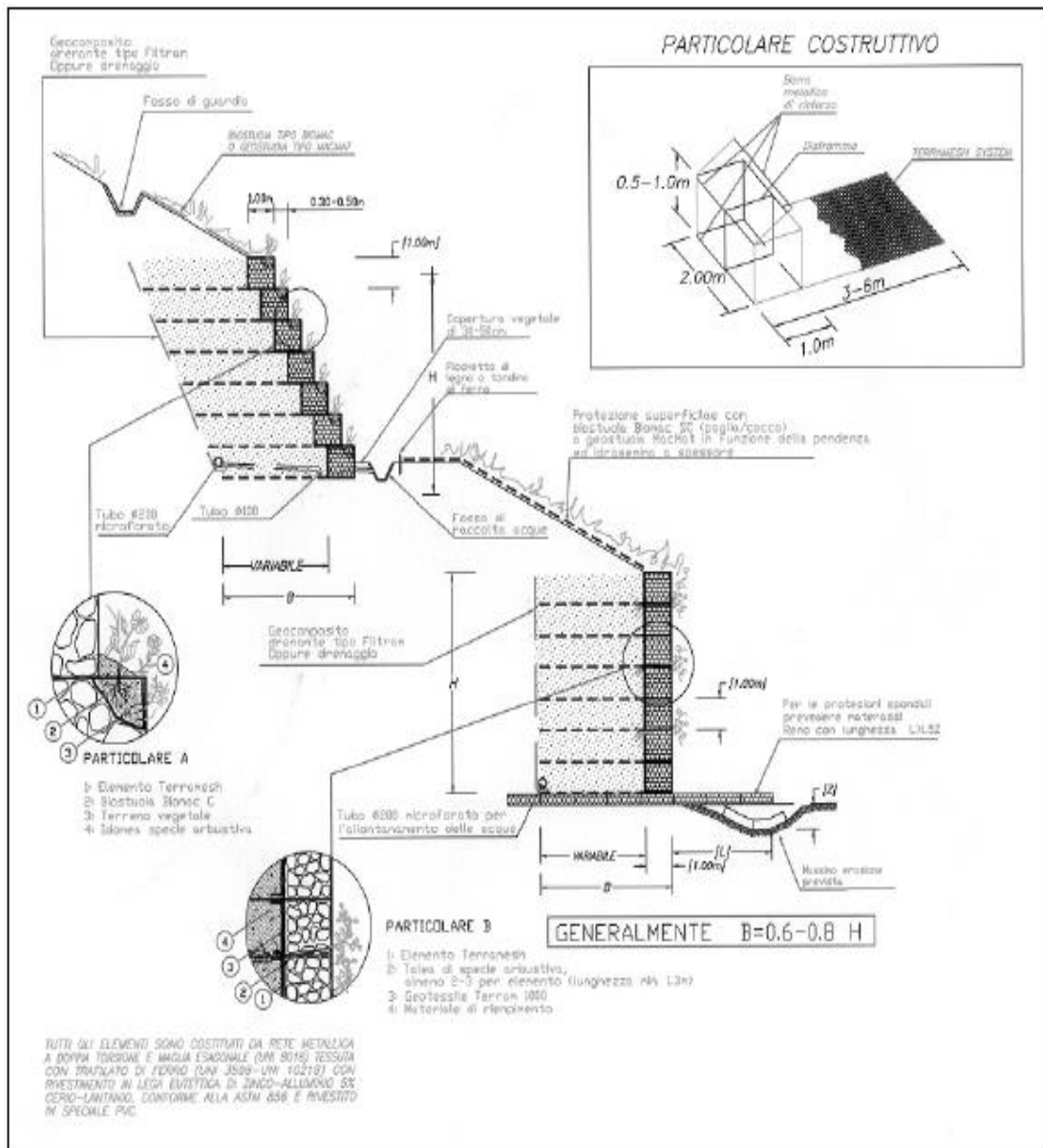
Figura 67: Tipologico delle gabbionate su pendii

Strutture di sostegno alternative ai muri in cls.

a) Le terre rinforzate

Le terre rinforzate sono opere di sostegno a gravità che consentono il consolidamento di versanti o sponde instabili o la formazione di rilevati in alternativa alle tecniche (muri in calcestruzzo). Si tratta di opere che hanno il pregio di essere deformabili e sufficientemente permeabili, che sfruttano il principio del rinforzo orizzontale delle terre (ottenuto in vari modi

abbinando i materiali di rinforzo con paramenti esterni tali da consentire la crescita della vegetazione



5.7 Componenti biotiche: fauna e vegetazione

5.7.1 Aspetti generali e normativi

Il tracciato della variante nel territorio comunale di Arzana, attraversa in due punti, per una lunghezza di 90 in uno e di 170 nell'altro, il sito di importanza comunitaria ITB002215 "Riu Sicaderba" che è assoggettato a vincoli comunitari in base alla Direttiva Habitat 92/43/CEE,

che identifica le aree ZSC (Zone Speciali di Conservazione) e alla Direttiva Uccelli 79/409/CEE, che identifica le aree ZPS (Zone di Protezione Speciale). Per il restante tratto attraversa area riconolizzazione artificiale e naturale, boschi di conifere, aree a pascolo naturale e seminativi.

La procedura di valutazione di impatto ambientale, secondo l'art. 2, comma 1 del D.P.R. 12 aprile 1996, ha tra le finalità principali di provvedere al mantenimento della varietà delle specie e conservare la capacità di riproduzione dell'ecosistema in quanto risorsa essenziale di vita, di garantire l'uso plurimo delle risorse e lo sviluppo sostenibile.

È proprio in riferimento a tali obiettivi che si è deciso di approfondire l'indagine sullo stato delle componenti biotiche del territorio interessato, fauna e vegetazione, al fine di poter valutare gli effetti positivi e negativi derivanti dalla costruzione della strada.

5.7.2 Fauna

Per la descrizione dei popolamenti faunistici, ci si è basati sui riscontri bibliografici relativi alla presenza delle singole specie nell'area interessata dal progetto.

Per ogni specie, è stata fatta un'analisi relativa allo status di conservazione, in riferimento alle principali normative presenti a livello comunitario, nazionale e regionale che proteggono le singole specie.

Di seguito vengono elencate le normative di riferimento considerate per valutare il grado di protezione delle specie:

Normative presenti in ambito comunitario

- **Direttiva 92/43/CEE “Habitat”** del Consiglio del 21 maggio 1992, relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche. È finalizzata alla conservazione degli habitat naturali e delle specie animali e vegetali. Definisce gli habitat e le specie di interesse comunitario, elencandoli negli Allegati I, II, III, IV e V.

Allegato IV: specie animali e vegetali di interesse comunitario che richiedono una protezione rigorosa.

-**Direttiva 79/409/CEE “Uccelli”** del Consiglio del 2 aprile 1979, concernente la conservazione degli uccelli selvatici. Si prefigge la protezione, la gestione e la regolazione di tutte le specie di uccelli viventi naturalmente allo stato selvatico nel territorio europeo (esclusa la Groenlandia) e ne disciplina lo sfruttamento. Si applica agli uccelli, alle uova, ai nidi e agli habitat.

Allegato I: specie soggette a speciali misure di conservazione.

<p>ANAS S.p.A. S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389 Studio Impatto Ambientale</p>	<p>File: T00-IA00-AMB-RE01_A.docx Data: Settembre 2020 Pag. 179 di 252</p>
--	--

- **Convenzione di Bonn** , relativa alla conservazione delle Specie Migratrici appartenenti alla fauna selvatica (Bonn, 23 giugno 1979, 23 Paesi contraenti). Ratificata dall'Italia con la Legge 25 gennaio 1983, n. 42. Sancisce la necessità di tutelare le specie e i loro habitat.

- **Convenzione di Berna**, relativa alla conservazione della fauna e flora selvatica europea e dei loro habitat naturali (Berna, 19 Settembre 1979, 30 Paesi contraenti). Ratificata dall'Italia con la Legge 5 agosto 1981, n. 503, sancisce la necessità di conservare le specie minacciate di estinzione presenti in Europa, tramite, ove necessario, la conservazione dei rispettivi habitat.

Appendice II: specie animali strettamente protette per le quali si prevedono mirate misure per la conservazione dell' habitat.

Appendice III: specie di fauna da sottoporre comunque a regime di tutela.

- **Lista Rossa Italiana**, per lo status di conservazione a livello nazionale e mondiale ci si attiene a BirdLife International (2000) e a Bulgarini et al. (1998), che adottano la più recente classificazione delle categorie di minaccia adottata dall'IUCN (1994):

EX (Extinct) = specie estinta dopo il 1900;

CR (Critically endangered) = specie criticamente minacciata: ad un altissimo rischio di estinzione in natura nell'immediato futuro;

EN (Endangered) = specie minacciata: ad altissimo rischio di estinzione in natura nel prossimo futuro;

VU (Vulnerable) = specie vulnerabile: ad alto rischio di estinzione in natura nel futuro a medio termine;

LR (Lower Risk) = a più basso rischio: non classificabile in alcune delle categorie di minaccia sopra elencate. Sono noti, tuttavia, elementi che inducono a considerare il taxon in esame in uno stato di conservazione non privo di rischi. Questa categoria comprende la sottocategoria NT (Neither Threatened) nella quale vengono inclusi alcuni taxa dell'avifauna italiana nella Lista degli Uccelli minacciati a livello mondiale (BirdLife International 2000);

DD (Data deficient) = carenza di informazioni: le informazioni disponibili sono inadeguate per una valutazione del rischio di estinzione;

NE (Not Evaluated) = non valutato: non è possibile esprimere valutazioni rispetto allo stato di conservazione a causa del dinamismo, in termini di distribuzione e consistenza della popolazione.

Normative presenti in ambito nazionale:

- **Legge 11 febbraio 1992, n.157**, recante norme per la protezione della fauna selvatica omeoterma e per il prelievo venatorio. La legge tutela la fauna selvatica omeoterma e ne disciplina il prelievo venatorio. Costituiscono oggetto della tutela tutte le specie di Mammiferi e di Uccelli, dei quali esistono popolazioni viventi stabilmente o temporaneamente in stato di naturale libertà nel territorio nazionale, tutte le altre specie che direttive comunitarie o convenzioni internazionali o apposito decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri indicano come minacciate di estinzione, fatta eccezione per le talpe, i ratti, i topi propriamente detti e le arvicole.

Normative presenti in ambito regionale:

- **Legge Regionale 29 luglio 1998, n. 23**, recante norme per la protezione della fauna selvatica e per l'esercizio della caccia in Sardegna. Rispetto alla Legge 11 febbraio 1992, n.157, introduce fra le specie oggetto della tutela la fauna vertebrata eteroterma (Anfibi e Rettili).

La Legge distingue tre categorie:

specie **particolarmente protette** (comprese nell'allegato della Legge), fra le quali sono evidenziate le specie per le quali la Regione Sardegna "adotta provvedimenti prioritari atti ad istituire un regime di rigorosa tutela dei loro habitat";

specie **parzialmente protette** (cacciabili con limitazioni temporali e quantitative, elencate nel Calendario venatorio 2003 -2004, fra quelle riportate all'art. 48 della Legge);

specie **protette** (non incluse nelle categorie precedenti).

5.7.2.1 Scelta degli indicatori

L'area nella quale ricade la costruzione della strada, presenta una notevole valenza ambientale data sia dalla presenza di ecosistemi importanti da un punto di vista ecologico, come la zona umida del Rio Sicaderba che dalla presenza di specie di fauna e flora di interesse conservazionistico, protette da diverse normative.

L'analisi e la valutazione della componente faunistica, importante contributo alla valenza ambientale di tutta l'area, è stata realizzata con la scelta di indicatori positivi, di buona qualità dell'ambiente e di indicatori negativi (detrattori), cioè di fattori di pressione in grado di interferire con i processi naturali e di incidere negativamente sul mantenimento della biodiversità del territorio.

Gli indicatori positivi, di buona qualità dell'ambiente, sono specie faunistiche protette dalle normative precedentemente elencate, a livello comunitario, nazionale e regionale:

<p>ANAS S.p.A. S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389 Studio Impatto Ambientale</p>	<p>File: T00-IA00-AMB-RE01_A.docx Data: Settembre 2020 Pag. 181 di 252</p>
--	--

- specie di importanza comunitaria, incluse nell'allegato IV della Direttiva 92/43/CEE "Habitat", o nell'allegato I della Direttiva 79/409/CEE "Uccelli selvatici";
- specie incluse negli allegati II e III della Convenzione di Berna;
- specie migratrici incluse nell'allegato II della Convenzione di Bonn;
- specie incluse nella Lista Rossa degli animali d'Italia;
- specie incluse nella Legge 11 febbraio 1992, n.157;
- specie incluse nella L.R. del 29 luglio 1998, n. 23.

Habitat caratterizzati da una elevata valenza ecologica:

- area umida del Rio Sicaderba con le foreste alluvionali di *Alnus -glutinosa* e di *Quercus Ilex*;
- i boschi di conifere;
- le aree a riconizzazione a artificiale e naturale.

Gli indicatori negativi (detrattori), sono tutti quei processi o azioni, legati direttamente o indirettamente alle attività umane sul territorio, che comportano la perdita o la trasformazione di porzioni significative di habitat e di conseguenza aumentano il rischio di minaccia per la conservazione delle specie animali.

Con l'analisi degli indicatori considerati, in rapporto alla componente faunistica, verranno valutati tutti i processi che si presenteranno con la realizzazione della strada.

5.7.2.2 **Analisi degli indicatori positivi**

L'analisi dello status di conservazione delle specie, ci ha permesso di valutare il grado di criticità delle stesse e quali conseguenze, la costruzione della strada, può apportare alle specie maggiormente minacciate, considerate come indici di una elevata valenza ambientale dell'area interessata.

Nella tabella seguente vengono elencate le specie presenti, sulla base delle informazioni bibliografiche, in tutto il territorio nel quale è inserita l'area interessata dal progetto.

Tabella 49 - Elenco delle specie faunistiche presenti nel territorio interessato dal progetto

Specie (Nome comune)	Specie (Nome scientifico)
ANFIBI	
Rospo smeraldino	<i>Bufo viridis</i> Laurenti, 1768
Discoglossus sardo	<i>Discoglossus sardus</i> Tschudi, 1837
Raganella tirrenica	<i>Hyla sarda</i> De Betta, 1853
Geotritone imperiale	<i>Speleomantes imperialis</i> Stefani, 1969
Euproto sardo	<i>Euproctus platycephalus</i> (Gravenhorst, 1829)
RETTILI	
Lucertola tiliguerta	<i>Podarcis tiliguerta tiliguerta</i> Gmelin, 1788
Lucertola campestre	<i>Podarcis sicula cetti</i> Cara, 1872
Tarantola muraiola	<i>Tarentola mauritanica</i> Linnaeus, 1758
Tarantolino	<i>Phyllodactylus europaeus</i> Genè, 1839
Geco verrucoso	<i>Hemidactylus turcicus</i> (Linnaeus, 1758)
Gongilo sardo	<i>Chalcides ocellatus tiligugu</i> (Gmelin, 1789)
Luscengola	<i>Chalcides chalcides</i> Linnaeus, 1758
Biacco	<i>Coluber viridiflavus</i> (Lacépède, 1789)
Natrice viperina	<i>Natrix maura</i> (Linnaeus, 1758)
Testuggine greca	<i>Testudo graeca</i> Linnaeus, 1758
Testuggine comune	<i>Testudo hermanni robertmertensi</i> Wermuth, 1952
Testuggine d'acqua	<i>Emys orbicularis</i> Linnaeus, 1758
PESCI D'ACQUA DOLCE	
Trota macrostigma	<i>Salmo (trutta) macrostigma</i> Duméril, 1858
Anguilla	<i>Anguilla anguilla</i> Linnaeus, 1758
UCCELLI	
Aquila reale	<i>Aquila chrysaetos chrysaetos</i> Linnaeus, 1758
Poiana	<i>Buteo buteo arrigonii</i> Picchi, 1903
Colombaccio	<i>Columba palumbus ghigii</i> Trischitta, 1939
Tortora	<i>Stertopelia turtur moltonii</i> Trischitta, 1939
Upupa	<i>Upupa epops epops</i> Linnaeus, 1758
Gheppio	<i>Falco tinnunculus</i> Linnaeus, 1758
Pernice sarda	<i>Alectoris barbara barbara</i> (Bonnaterre, 1790)
Ghiandaia	<i>Garrulus glandarius ichnusae</i> Kleinschmidt, 1903
Picchio rosso maggiore	<i>Dendrocopus major harteti</i> Arrigoni, 1902
Corvo imperiale	<i>Corvus corax sardus</i> Kleinschmidt, 1903
Ballerina bianca	<i>Motacilla alba alba</i> Linnaeus, 1758
Tordo sassello	<i>Turdus iliacus</i> Linnaeus, 1766
Merlo	<i>Turdus merula merula</i> Linnaeus, 1758
Tordo bottaccio	<i>Turdus philomelos philomelos</i> Brehm, 1831
Civetta	<i>Athene noctua sarda</i> Kleinschmidt, 1901
Assiolo	<i>Otus scops vincii</i> Trischitta, 1939
Barbagianni	<i>Tyto alba ernesti</i> Kleinschmidt, 1901
MAMMIFERI	
Cinghiale ss. meridionale	<i>Sus scrofa meridionalis</i> Forsyth Major, 1882

ANAS S.p.A. S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389 Studio Impatto Ambientale	File: T00-IA00-AMB-RE01_A.docx Data: Settembre 2020 Pag. 183 di 252
---	---

Gatto selvatico	<i>Felis lybica sarda</i> Lataste, 1885
Martora sarda	<i>Martes martes latinorum</i> Barrett-Hamilton, 1904
Donnola	<i>Mustela nivalis boccamela</i> Bechstein, 1800
Riccio	<i>Erinaceus europaeus italicus</i> Barrett-Hamilton, 1900
Crocidura rossa	<i>Crocidura russula ichnusae</i> Festa, 1912
Crocidura sarda	<i>Crocidura suaveolens sarda</i> Cavazza, 1912
Mustiolo	<i>Suncus etruscus</i> Savi, 1822
Topo selvatico	<i>Apodemus sylvaticus dicrurus</i>
Lepre sarda	<i>Lepus capensis mediterraneus</i> Wagner, 1841
Coniglio	<i>Oryctolagus cuniculus huxleyi</i> Haeckel, 1874
Volpe	<i>Vulpes vulpes ichnusae</i> Miller, 1907
Quercino sardo	<i>Eliomys quercinus sardus</i> Barret-Hamilton, 1901
CHIROTTERI	
Ferro di cavallo maggiore	<i>Rhinolophus ferrumequinum</i> Schreber, 1774
Ferro di cavallo minore	<i>Rhinolophus hipposideros</i> Bechstein, 1800
Ferro di cavallo di Mehely	<i>Rhinolophus mehelyi</i> Matschie, 1901
Miniottero	<i>Miniopterus schreibersi</i> Natterer, 1819
Vespertilio maggiore	<i>Myotis myotis</i> Borkhausen, 1797

Molti dei nomi scientifici elencati nella tabella, indicano le sottospecie delle specie principali, di conseguenza il grado di protezione, in base alle normative comunitarie, nazionali e regionali, assegnato ad ognuna delle specie principali, viene esteso anche alle sottospecie.

Di seguito viene elencato per ogni specie protetta il grado di protezione:

Tabella 50 - Grado di protezione per ogni specie

Specie	Protezione leggi nazionali e regionali	Categoria di minaccia (IUCN), direttive e convenzioni comunitarie
ANFIBI		
Rospo smeraldino Bufo viridis	L.R. 23/98 (protetta)	Berna All.2; Habitat All.4
Discoglossino sardo Discoglossus sardus	L.R. 23/98 (particolarmente protetta)	Berna All.2; Habitat All.4
Raganella tirrenica Hyla sarda	L.R. 23/98 (protetta)	Berna All.2; Habitat All.4
Geotritone imperiale Speleomantes imperialis	L.R. 23/98 (particolarmente protetta)	A basso rischio (LR) Berna All.2; Habitat All.4
Euproctos sardo Euproctus platycephalus	L.R. 23/98 (particolarmente protetta)	Gravemente minacciata (CR) Berna All.2; Habitat All.4
RETTILI		

Lucertola tiliguerta Podarcis tiliguerta tiliguerta	L.R. 23/98 (protetta)	Berna All.2; Habitat All.4
Lucertola campestre Podarcis sicula cetti	L.R. 23/98 (protetta)	Berna All.2; Habitat All.4
Tarantola muraiola Tarentola mauritanica	L.R. 23/98 (protetta)	Berna All.3
Tarantolino Phyllodactylus europaeus	L.R. 23/98 (particolarmente protetta)	Vulnerabile (VU) Berna All.2; Habitat All.4
Geco verrucoso Hemidactylus turcicus	L.R. 23/98 (protetta)	Berna All.3
Gongilo sardo Chalcides ocellatus tiligugu	L.R. 23/98 (protetta)	Habitat All.4
Luscengola Chalcides chalcides	L.R. 23/98 (protetta)	Berna All.3
Biacco Coluber viridiflavus	L.R. 23/98 (protetta)	Berna All.2; Habitat All.4
Natrice viperina Natrix maura	L.R. 23/98 (protetta)	Berna All.3
Testuggine greca Testudo graeca	L.R. 23/98 (protetta)	Vulnerabile (VU) Berna All.2; Habitat All.4
Testuggine comune Testudo hermanni robertmertensi	L.R. 23/98 (protetta)	A basso rischio (LR) Berna All.2; Habitat All.4
Testuggine d'acqua Emys orbicularis	L.R. 23/98 (protetta)	A basso rischio (LR) Berna All.2; Habitat All.4
UCCELLI		
Aquila reale Aquila chrysaetos chrysaetos	L. 157/92; L.R. 23/98 (particolarmente protetta)	Vulnerabile (VU) 79/409 CEE All.1; Berna All.3; Bonn All.2
Poiana Buteo buteo arrigonii	L. 157/92; L.R. 23/98 (particolarmente protetta)	Vulnerabile (VU) Berna All.3; Bonn All.2
Colombaccio Columba palumbus ghigii	L.R. 23/98 (parzialmente protetta)	/
Tortora Sterptopelia turtur moltonii	L.R. 23/98 (parzialmente protetta)	Berna All.3

Upupa Upupa epops epops Gheppio Falco tinnunculus	L. 157/92 L. 157/92; L.R. 23/98 (particolarmente protetta)	Berna All.2 Berna All.2; Bonn All.2
Pernice sarda Alectoris barbara barbara	L.R. 23/98 (parzialmente protetta)	Vulnerabile (VU) 79/409 CEE All.1; Berna All.3
Ghiandaia Garrulus glandarius ichnusae	L.R. 23/98 (parzialmente protetta)	/
Picchio rosso maggiore Dendrocopus major harteti	L. 157/92	Berna All.2
Corvo imperiale Corvus corax sardus	L. 157/92	Berna All.3
Ballerina bianca Motacilla alba alba	L. 157/92	Berna All.2
Tordo sassello Turdus iliacus	L.R. 23/98 (parzialmente protetta)	Berna All.3
Merlo Turdus merula merula	L.R. 23/98 (parzialmente protetta)	Berna All.3
Tordo bottaccio Turdus philomelos philomelos	L.R. 23/98 (parzialmente protetta)	Berna All.3
Civetta	L. 157/92	Berna All.2
Athene noctua sarda Assiolo Otus scops vincii	L. 157/92	Berna All.2
Barbagianni Tyto alba ernesti	L. 157/92	Berna All.2
MAMMIFERI		
Cinghiale ss. meridionale Sus scrofa meridionalis	L.R. 23/98 (parzialmente protetta)	Berna All.3
Gatto selvatico Felis silvestris lybica	L. 157/92 ; L.R. 23/98 (particolarmente protetta)	Berna All.2; Habitat All.4
Martora sarda Martes martes latinorum	L. 157/92 ; L.R. 23/98 (particolarmente protetta)	Berna All.3
Donnola	L. 157/92	Berna All.3

<p>ANAS S.p.A. S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389 Studio Impatto Ambientale</p>	<p>File: T00-IA00-AMB-RE01_A.docx Data: Settembre 2020 Pag. 186 di 252</p>
--	--

Mustela nivalis boccamela		
Riccio Erinaceus europaeus italicus	L. 157/92	Berna All.3
Crocidura rossa Crocidura russula ichnusae	L. 157/92	Berna All.3
Crocidura sarda Crocidura suaveolens sarda	L. 157/92	Berna All.3
Mustiolo Suncus etruscus Lepre sarda Lepus capensis mediterraneus	L. 157/92 L.R. 23/98 (parzialmente protetta)	Berna All.3 Berna All.3
Coniglio Oryctolagus cuniculus huxleyi	L.R. 23/98 (parzialmente protetta)	/
Volpe Vulpes vulpes ichnusae	L.R. 23/98 (parzialmente protetta)	/
Quercino sardo Eliomys quercinus sardus	L. 157/92	Berna All.3
CHIROTTERI		
Ferro di cavallo maggiore Rhinolophus ferrumequinum Ferro di cavallo minore Rhinolophus hipposideros	L. 157/92 ; L.R. 23/98 (particolarmente protetta) L. 157/92 ; L.R. 23/98 (particolarmente protetta)	A basso rischio (LR) Berna All.2; Bonn All.2; Habitat All.4 Vulnerabile (VU) Berna All.2; Bonn All.2; Habitat All.4
Ferro di ca vallo di Mehely Rhinolophus mehelyi	L. 157/92 ; L.R. 23/98 (particolarmente protetta)	Vulnerabile (VU) Berna All.2; Bonn All.2; Habitat All.4
Miniottero Miniopterus schreibersi	L. 157/92 ; L.R. 23/98 (particolarmente protetta)	A basso rischio (LR) Berna All.2; Bonn All.2; Habitat All.4
Vespertilio maggiore Myotis myotis	L. 157/92 ; L.R. 23/98 (particolarmente protetta)	A basso rischio (LR) Berna All.2; Bonn All.2; Habitat All.4

Fonte dati: Ministero dell'Ambiente, rielaborati

Dall'analisi effettuata sulla componente faunistica, si evince la presenza, nell'area interessata dal progetto, di specie di interesse conservazionistico, con diversi gradi di minaccia.

Tra gli anfibi, risulta specie gravemente minacciata (CR), cioè ad altissimo rischio di estinzione in natura nell'immediato futuro, secondo la categoria di minaccia adottata dall'IUCN (1994), l'Euproctus sardo, endemismo della Sardegna. Questa specie vive in ambienti con presenza di acque fredde (con una temperatura di 9-15°C) non troppo profonde, di località collinose e montane fino ad un'altezza di 1800 m. Va in letargo all'inizio dell'inverno, fino alla primavera.

Dopo la latenza estiva, esce in autunno dai rifugi situati in buche del terreno o fra le radici di alberi per condurre vita prevalentemente acquatica e per riprodursi. In questo periodo è facile ritrovarlo nascosto sotto le pietre o i detriti e lungo le sponde dei corsi d'acqua. In estate la femmina depone le uova, attaccandole alla vegetazione o sotto sassi sommersi.

Il Geotritone imperiale, endemismo della Sardegna, risulta specie a basso rischio (LR), cioè in uno stato di conservazione non privo di rischi. La sua distribuzione è limitata alle zone calcaree. Predilige la stagione piovosa e fresca. In questi periodi vive all'esterno delle grotte e si trova sotto le rocce, le zolle di terra e le foglie marcescenti fino a 1200 mt; durante la stagione secca si rifugia nelle caverne calcaree. Presenta abitudini esclusivamente terrestri. Dopo il periodo degli amori, in inverno e primavera, vengono deposte le uova nella terra umida all'interno o all'esterno delle grotte.

Tra i rettili, il Tarantolino, risulta specie vulnerabile (VU), cioè ad alto rischio di estinzione in natura nel futuro a medio termine. La specie presenta abitudini quasi esclusivamente notturne, è legata alla vegetazione e ai microambienti umidi. Oltre che sotto le cortecce e nelle fenditure delle piante, si ritrova nei muretti a secco, nelle case, sotto i sassi e i vegetali secchi. L'accoppiamento avviene sul finire della primavera o primi dell'estate, con la nascita dei piccoli dopo circa 65-80 giorni.

La Testuggine greca, risulta specie vulnerabile (VU), mentre la Testuggine comune, risulta specie a basso rischio (LR). Le due specie vivono sia al livello del mare, sia in collina e in montagna fino a 1000 mt di altitudine. Prediligono ambienti con presenza di terreni sassosi, aridi e soleggiati con molti cespugli e macchia. Sono attive durante il giorno. Durante l'inverno trascorrono un periodo di letargo (che inizia ad ottobre e finisce a marzo-aprile) in una buca nel terreno, mentre la stagione riproduttiva inizia in primavera e si protrae fino a tutto giugno, per riprendere tra la fine di agosto e i primi di ottobre. La nascita dei piccoli avviene nel periodo compreso tra settembre e la prima metà di ottobre.

La Testuggine d'acqua , risulta specie a basso rischio (LR). Predilige le zone umide, situate sia a livello del mare, sia in collina e montagna. In ottobre-novembre, a seconda delle condizioni climatiche, si ritira nel limo del fondo dei fiumi o dei laghi, alla base delle piante rivierasche o sottoterra, lungo le rive per trascorrere il periodo di latenza invernale, che termina tra marzo e ottobre.

La deposizione delle uova avviene tra maggio e luglio, mentre i piccoli nascono tra agosto e settembre.

Tra gli uccelli, risulta specie vulnerabile (VU) l'Aquila reale . La specie predilige ambienti rocciosi di montagna con preferenza per i pascoli di alta quota; si può insediare anche a quote inferiori. Nel periodo invernale si può spingere in ambienti diversi da quelli che costituiscono di solito il suo habitat. La femmina depone le uova (uno, due) tra marzo e aprile e l'involo dei piccoli avviene tra luglio e agosto. Le sue prede, che cattura solitamente a terra, sono conigli, lepri, pernici, volpi, piccoli animali d'allevamento; raramente carogne.

La Poiana, risulta specie vulnerabile (VU). Il suo habitat è esteso a tutti gli ambienti aperti sia collinari che di pianura; preferisce le zone coperte da boschi alternati ad ampie radure. La femmina depone le uova (due, tre) a maggio e l'involo dei piccoli avviene tra giugno e luglio. La cattura delle prede avviene a terra; predilige conigli o lepri in genere malati, uccelli, topi, anfibi; talora anche animali morti.

La Pernice Sarda, risulta specie vulnerabile (VU). La specie vive in ambienti con presenza di macchia alta, con arbusti in zone semiaride. Nidifica sul terreno, sotto arbusti bassi. La sua presenza è in forte diminuzione per la progressiva alterazione dell'habitat e la caccia eccessiva.

Tra i mammiferi, le specie maggiormente minacciate sono i chiroteri, di cui il Ferro di cavallo minore e il Ferro di cavallo di Mehely, risultano specie vulnerabili (VU); mentre il Ferro di cavallo maggiore , il Miniottero e il Vespertilio maggiore , risultano specie a basso rischio (LR). Alcune di queste, come il Miniottero e il Vespertilio maggiore, si rinvencono principalmente in zone aperte e in grotte o nelle abitazioni, altre come il Ferro di cavallo di Mehely, prediligono gli ambienti di grotta; infine il Ferro di cavallo minore e il Ferro di cavallo maggiore, si ritrovano principalmente in zone boscate e in inverno nelle grotte; queste ultime, ambienti tipici della zona dei Tacchi calcarei.

Per quanto riguarda gli indicatori positivi, relativi ad habitat caratterizzati da una elevata valenza ecologica, nell'area interessata dal progetto sono presenti quattro diversi ambienti,

<p>ANAS S.p.A. S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389 Studio Impatto Ambientale</p>	<p>File: T00-IA00-AMB-RE01_A.docx Data: Settembre 2020 Pag. 189 di 252</p>
--	--

tutti molto importanti sia per la presenza di diverse specie, sia per la diversità paesaggistica che offrono di tutto il territorio:

- area umida del Rio Sicaderba con le foreste alluvionali di *Alnus glutinosa* e di *Quercus Ilex*;
- i boschi di conifere;
- le aree a riconolizzazione a artificiale e naturale.

L'area umida del Rio Sicaderba, interessata solo marginalmente in due punti dalla variante, è assoggettato a vincoli comunitari in base alla Direttiva Habitat 92/43/CEE, che identifica le aree ZSC (Zone Speciali di Conservazione) e alla Direttiva Uccelli 79/409/CEE, che identifica le aree ZPS (Zone di Protezione Speciale) e al suo interno costituiscono un habitat prioritario le foreste alluvionali di *Alnus-glutinosa*. L'intera porzione di territorio, individuata come area umida, rappresenta un importante habitat, in particolare per tutte le specie di anfibi e rettili che conducono prevalente vita acquatica.

I boschi di leccio sono presenti in tutta l'area che si sviluppa intorno alla strada esistente e in questi ambienti, tipici dell'Ogliastra, sono presenti numerose cavità naturali, originatesi dall'attività carsica presente in tutta l'area, habitat ideali per alcuni tra i mammiferi più minacciati, i chiroterri e per il Geotritone imperiale, anfibio con distribuzione legata alle zone calcaree.

L'area della macchia mediterranea e della lecceta rappresenta un habitat importante soprattutto per gli uccelli e i mammiferi, che utilizzano tale ambiente sia come area di rifugio, sia di caccia.

5.7.2.3 Indicatori negativi

La scelta degli indicatori negativi è stata fatta considerando tutti quei fattori che si presenteranno sia nella fase di costruzione (o fase di cantiere), sia nella fase di esercizio (cioè, quando l'opera sarà ultimata) e che incideranno negativamente sullo stato attuale dell'ambiente, sull'equilibrio esistente fra le varie componenti biotiche, di flora e fauna e le componenti abiotiche, acqua, suolo, etc. tutte componenti indispensabili dell'ecosistema esistente.

È importante, in questa fase, fare una breve descrizione della situazione attuale; il progetto rientra nei lavori della nuova S.S. 389 della quale sono stati già realizzati i tratti a nord dello svincolo di Villagrande Strisaili (da Nuoro a Villanova Strisaili). La struttura completata, con la realizzazione del tratto in esame da Villagrande a Arzana e, in seguito, sino a Lanusei si sostituirà alla vecchia Nuoro-Lanusei garantendo alle popolazioni Ogliastrine e della Barbagia,

livelli di servizio decisamente superiori e migliori condizioni di viabilità sia dal punto di vista della sicurezza che dei tempi di percorrenza.

La variante consisterà principalmente in una rettifica del tracciato originario con conseguente traslazione della sede viaria verso ovest rispetto all'attuale andamento planimetrico, che in cinque punti verrà sovrappassato con delle opere d'arte (viadotti e uno scatolare) e nella realizzazione dei tre svincoli.

Possiamo ora distinguere le due fasi, di cantiere e di esercizio, elencandone per ognuna i possibili fattori negativi.

Fase di cantiere

La fase di cantiere avrà ripercussioni sulla fauna che abitualmente frequenta l'area del progetto, con impatti presumibilmente reversibili soltanto a medio- lungo termine, soprattutto per le specie più sensibili, e comunque mitigabili.

Durante la fase di cantiere, che durerà due anni, fino al completamento dei lavori, la fauna sarà soggetta ad uno stress dovuto alla presenza antropica che impedirà il naturale flusso dinamico in misura proporzionale alle caratteristiche proprie di ogni singola specie. Saranno inevitabilmente soggetti a disturbo i corridoi di spostamento, i regimi alimentari, i siti di riproduzione dei quali si dovrà tenere conto nei processi di mitigazione del progetto in esame.

In questa fase possono essere identificati i seguenti fattori di impatto:

- eliminazione di una parte della copertura vegetale, per ampliare in alcuni tratti il tracciato già esistente;
- copertura di parte della vegetazione con i rilevati;
- possibile inquinamento con oli esausti e perdita di carburanti;
- accumulo temporaneo di materiali di scavo;
- produzione di rumore dovuto al passaggio degli automezzi, per il trasporto del materiale all'esterno dell'area di cantiere e verso quest'area (ad esempio trasporto del catrame per realizzare l'asfalto stradale) e all'utilizzo di tutti gli altri mezzi di lavoro;
- produzione di polveri dovuta al passaggio degli automezzi, alla lavorazione di scarpate, di rilevati, muri di sostegno e opere d'arte.

Per quanto riguarda l'eliminazione di una parte della copertura vegetale, dai sopralluoghi effettuati è emerso che la superficie da disboscare sarà concentrata principalmente nelle aree di scavo e rilevato e interesserà aree di rimboschimento prevalentemente costituite da Pinus

Pinea, boschi di conifere e di ridottissime aree con presenza di piante di leccio all'interno del SIC (che si cercherà di preservare o nel caso non si possa evitare il taglio, si procederà, ove possibile, ad estirpare e a trapiantare successivamente con le opportune opere di mitigazione) interessate da elementi puntuali delle opere d'arte. Le aree dagli svincoli non interessano zone boschive ma solo aree a pascolo naturale, seminativi e terreni occupati da sistemi colturali.

Questi interventi potrebbero portare ad una riduzione dell'habitat per molte delle specie che vivono in quelle zone, con una diminuzione delle aree per la riproduzione e dei siti utilizzati per i rifugi, che comunque riprenderanno le loro caratteristiche naturali dopo la chiusura del cantiere. La fauna che vive sugli areali vasti interessati dall'intervento, indicata nella direttiva Habitat, è composta prevalentemente da uccelli e non dovrebbe essere interessata negativamente anche perché durante i diversi sopralluoghi effettuati sull'area solo raramente si è notata la presenza di alcune specie (Aquila del Monelli e alcuni Corvi Imperiali)

Relativamente alle altre fonti di impatto si provvederà a realizzare nell'area di cantiere una zona relativa alla raccolta degli olii esausti, dei grassi e degli imballaggi, onde evitare l'inquinamento del suolo, delle acque superficiali e sotterranee.

Dovrà, inoltre, essere garantita l'effettuazione di tutte le operazioni tali da evitare emissioni diffuse di polveri, come la periodica bagnatura a pioggia delle aree destinate al deposito temporaneo di inerti e la copertura con teli, per periodi di stazionamento molto lunghi; la pulizia ad umido dei pneumatici degli autoveicoli in uscita dal cantiere, l'aspersione di acque sul terreno con particolare riguardo alle viabilità percorse dai mezzi d'opera, e la copertura dei cassoni dei veicoli di trasporto del materiale.

Per quanto riguarda la produzione di rumore, si cercherà di utilizzare macchinari con sistemi di silenziatore secondo le normative vigenti.

L'occupazione, durante il cantiere, di alcune aree del SIC potrà avere un impatto negativo su alcune specie, soprattutto rettili e anfibi, che vivono negli habitat del Riu Sicaderba o che ne utilizzano le risorse. Infatti, pur limitando il movimento dei materiali in loco, sarà inevitabile un effetto negativo su questi esseri conseguente alle azioni del cantiere. E' comunque prevedibile che il sito riprenderà le sue caratteristiche naturalistiche dopo la chiusura del cantiere.

Per quanto riguarda la tutela del fiume, fondamentale per la conservazione del SIC, a parte l'inevitabile intorbidimento delle acque, causato dalle polveri durante il cantiere, non ravvisano azioni che potrebbero creare alterazioni delle acque che attraversano stagionalmente il guado. Inoltre, il rispetto delle normative e degli accorgimenti per la depurazione e lo scarico delle

<p>ANAS S.p.A. S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389 Studio Impatto Ambientale</p>	<p>File: T00-IA00-AMB-RE01_A.docx Data: Settembre 2020 Pag. 192 di 252</p>
--	--

acque reflue prodotte durante la realizzazione della strada, eviterà qualunque tipo di inquinamento chimico o biologico.

Fase di esercizio

In questa fase non si avranno ripercussioni notevoli sulla componente faunistica. Infatti, i maggiori impatti, comunque mitigabili, saranno quelli derivanti dall'emissione di sostanze inquinanti dei veicoli che transiteranno sulla strada, comunque già presenti per l'esistenza della vecchia S.S. 389.

In particolare, in questa fase possono essere identificati i seguenti fattori di impatto:

- emissioni gassose e di particolato derivanti dal transito dei veicoli;
- produzione di rumore dovuta al passaggio dei veicoli;
- utilizzo di fitofarmaci, ove necessario, per le specie da piantumare;
- occupazione di suolo e calpestio dovuto al passaggio degli addetti alle opere di sistemazione delle scarpate e dei rilevati (sistemazione delle piante, innaffiamento, etc.);

In conclusione, è importante sottolineare che in questo contesto, la frammentazione degli habitat è notevolmente ridotta, grazie alla presenza della vecchia S.S. 389, costruita decine di anni fa, che nel tempo ha permesso alle specie presenti in tutta l'area di "adattarsi" alla nuova condizione.

Tra i possibili impatti in fase di esercizio per una struttura stradale, vanno considerati l'inquinamento atmosferico dovuto agli scarichi dei veicoli e quello acustico. Tuttavia, gli effetti di questi impatti possono essere trascurati in quanto la variante non si trova in vicinanza di centri abitati, non risulta essere molto trafficata (1800 veicoli in transito al giorno), ma soprattutto è ideata per sostituire, sviluppandosi a fianco, la vecchia S.S. 389 per cui è lecito sostenere che tali impatti sono già presenti prima della realizzazione del nuovo tratto.

Similmente si può argomentare per ciò che concerne il rischio di incidenti e conseguenti sversamenti accidentali; e addirittura, in questo caso, l'utilizzo di nuove tecnologie, canalette per la raccolta di inquinanti e vasche di deoleatura e sedimentazione, previste in progetto, possono ridurre queste tipologie di impatto.

L'inserimento della strada, completamente recintata con i guard-rails, nella vicinanza del Rio Sicaderba costituisce una barriera che potrebbe privare della risorsa acqua una parte degli animali del territorio. A tal proposito, tuttavia, la presenza di numerose opere d'arte quali

<p>ANAS S.p.A. S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389 Studio Impatto Ambientale</p>	<p>File: T00-IA00-AMB-RE01_A.docx Data: Settembre 2020 Pag. 193 di 252</p>
--	--

viadotti, tubolari, scatolari, dovrebbero consentiranno il passaggio degli animali, riducendo anche il rischio di attraversamento presente con l'attuale infrastruttura.

5.7.3 La vegetazione

L'analisi sulla situazione ambientale attuale e la conseguente valutazione dell'impatto che l'opera avrà sul territorio, necessitano di un quadro dettagliato su quelli che possono considerarsi degli indicatori ambientali; nello specifico verrà analizzata la vegetazione, sia allo stato attuale, che nelle fasi di realizzazione e di funzionamento dell'opera.

La flora è stata analizzata considerandone il valore in termini di diversità, intesa come valore naturale, quindi è stata valutata la variazione ecosistemica indotta dalla realizzazione dell'opera. Lo studio dello stato attuale della vegetazione, considerata come biocenosi, presente nell'area,

è stato condotto sulla base di:

- ricerca fitosociologica sulla vegetazione potenziale dell'area;
- indagine sulle caratteristiche attuali, fisionomiche e strutturali della copertura vegetale dell'area;
- elaborazione di cartografia tematica realizzata mediante l'analisi di foto aeree a colori, in scala 1:25.000, con volo del 2000 e successiva verifica ed integrazione dei dati attraverso sopralluoghi sul campo e ricerche bibliografiche;
- indagini dirette, documentate con fotografie;

5.7.3.1 Analisi della vegetazione

L'analisi delle caratteristiche vegetazionali dell'area oggetto di questo studio si è sviluppata secondo i seguenti passaggi:

1. inquadramento biogeografico e bioclimatico: attraverso questa fase siamo in grado di definire la vegetazione potenziale cioè la tipologia vegetazionale tipica della zona, in relazione alle caratteristiche climatiche, geologiche e geomorfologiche dell'area, nell'ipotesi di un intervento antropico pressoché nullo;
2. studio della vegetazione attraverso la bibliografia, le carte tematiche ed i sopralluoghi: in questa fase rileviamo la vegetazione attuale osservata direttamente e relazionata ai vari tipi di intervento antropico sull'area.

Vegetazione potenziale

La distribuzione di tutte le specie vegetali e delle relative biocenosi sulla superficie terrestre, è argomento della biogeografia. Tale disciplina individua una serie di aree della terra accomunate, appunto, dalla presenza delle stesse specie e delle stesse biocenosi, le classifica e le identifica secondo uno schema di facile comprensione ed utilizzo.

E' noto infatti, quanto il clima influenzi la selezione delle tipologie delle specie vegetali presenti ed anche il loro sviluppo nel tempo. La bioclimatologia studia appunto, le relazioni esistenti tra il clima e la distribuzione degli organismi sulla Terra.

Secondo tale classificazione, l'area interessata dal progetto rientra nella Regione Mediterranea (Regno Holartico), Provincia Italo -Tirrenica, Sub Provincia Sarda.

Per la classificazione bioclimatica sono state utilizzate due differenti tipologie:

- le zone climatico - forestali del Pavari (1935);
- la classificazione di Rivas - Martinez (1999).

Secondo il Pavari, l'area studiata rientra nella zona fitoclimatica del Lauretum, sottozona fredda.

Secondo Rivas – Martinez si può suddividere il pianeta in una serie di zone in ordine gerarchico: Macroclimi, Bioclimi, Piani Bioclimatici (termotipo ed ombrotipo). Attraverso questo metodo, nel passaggio dal livello superiore a quello inferiore, si individuano con elevata precisione le caratteristiche bioclimatiche della zona considerata.

In base a questa classificazione, l'area di studio è definita come:

- Bioclima : Mediterraneo Pluvistazionale Oceanico
- Termotipo : termomediterraneo
- Ombrotipo: Subarido

Questo tipo di classificazioni, individua le potenzialità per lo sviluppo di una vegetazione climatofila, cioè instaurata su suoli normali, appartenente alla classe tassonomica della Querceta Ilicis.

La caratteristica di questa classe tassonomica è la formazione di boschi mediterranei sempreverdi a specie prevalentemente xerofitiche. Si ha, dunque, una prevalenza di sclerofille sempreverdi, su suoli con humus di tipo "mull" indifferenti alla natura chimica del substrato.

In questa tipologia di humus, molto diffusa nell'area di studio, la rapida decomposizione causa una brevissima permanenza sul suolo degli strati organici che sono quindi sottili e poco evidenti. L'azione della pioggia e del calpestio permettono che l'humus penetri nell'orizzonte superficiale del suolo, che si leghi alle particelle di argilla e che dia luogo alla formazione dei composti argilloumici. Inoltre, in questo tipo di humus, è facile osservare una netta

<p>ANAS S.p.A. S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389 Studio Impatto Ambientale</p>	<p>File: T00-IA00-AMB-RE01_A.docx Data: Settembre 2020 Pag. 195 di 252</p>
--	--

discontinuità tra lo stato di materia organica inalterata (foglie), l'orizzonte L e l'orizzonte organico minerale A ben dotato di humus ed elementi nutritivi. Tali caratteristiche, dunque, individuano, come vegetazione climatica per quest'area, la copertura a sclerofille quali: *Quercus ilex* L., *Quercus suber* L., *Quercus pubescens* Willd.

La diversità biocenotica di una determinata area si può valutare attraverso la fitosociologia che definisce le comunità di piante, dette associazioni, in base alla teoria di Braun– Blanquet (1915). Secondo tale teoria, si definisce associazione vegetale un aggruppamento vegetale più o meno stabile ed in equilibrio con il mezzo ambiente, caratterizzato da una composizione floristica determinata, nella quale alcuni elementi esclusivi o quasi, rivelano con la loro presenza un'ecologia particolare ed autonoma.

Dal punto di vista fitosociologico, la vegetazione potenziale dell'area di studio è riconducibile alla seguente condizione sintassonomica:

- Classe : Querceta ilicis Br.-Bl- ex A. e O. Bolos 1950
- Ordine : Quercetalia ilicis Br.-Bl. Ex Molinier 1934 em. Rivas – Martinez 1975
- Alleanza : Quercino ilicis Br.-Bl. Ex molinier 1934 em. Rivas Martinez 1975
- Associazione : Viburno – Quercetum ilicis Br. -Bl. 1936 em. Rivas- Martinez 1975

Si arriva dunque, alla individuazione della “serie della lecceta”, che nella sua forma più matura, porta ad un bosco denso ad alto fusto, nel quale le specie legnose sono quasi sempre sempreverdi. La copertura dello strato arboreo, porta, inevitabilmente, alla limitazione dello sviluppo degli arbusti e delle erbe, quindi il sottobosco, sarà relativamente povero di specie ed a copertura bassa.

Vegetazione attuale

In seguito ad una serie di sopralluoghi e all'osservazione della gli aspetti osservati sulla Carta dell'uso del suolo e sulla Carta Forestale della Sardegna, in scala 1:25.000 edita nel 1988, e su quella dell'uso del suolo, ricavata dalle foto aeree del 2000, si sono riscontrati le seguenti specie e forme biologiche di maggiore sviluppo (Alberi, arbusti, suffrutici):

Alnus glutinosa	ontano comune, ontano nero
Quercus ilex	leccio
Quercus pubescens	roverella
Phyllirea latifolia	ilatro comune o lillatro
Juniperus communis	ginepro nano
Berberis aetnensis	crepino etnense
Euphorbia dendroides	euforbia arborescente
Pistacia lentiscus	lentisco
Halimium halimifolium	cisto giallo
Myrtus communis	mirto
Erica arborea	radica
Erica scoparia	erica da scope
Arbutus unedo	corbezzolo
Phillyrea angustifolia	ilatro sottile
Rosmarinus officinalis	rosmarino
Lavandula stoechas	lavanda selvatica
Euphorbia helioscopia	euforbia calenzuola
Euphorbia characias	euforbia cespugliosa
Helichrysum italicum	elicriso
Inula viscosa	enula cepittoni

I principali tipi vegetazionali osservabili nel territorio sono i seguenti:

- Rimboschimenti ed impianti sporadici

Prevalentemente costituiti da lecci, da conifere e ontani etc.

- Coltivi ed incolti.

Vaste zone appaiono abbandonate perché coltivabili con difficoltà e perché dedicate prevalentemente al pascolo. Nell'area d'intervento non sono presenti particolari colture.

- Gariga a suffrutici e arbusti bassi.

Strutturalmente è una vegetazione molto aperta, con ampie radure e terreno quasi nudo. La presenza di erica scoparia, phyllirea latifolia e agustifolia, erica arborea denota il forte degrado dovuto all'azione antropica

- Macchia bassa a Cistus sp.pl.

E' caratterizzata dalla massiccia presenza di Halinium halinifolium, pistacia lentiscus, juniperus comunis, cisto giallo. La presenza di elementi della Macchia a Pistacia lentiscus indica la derivazione da questa per incendi ripetuti e su suolo povero o soggetto ad erosione. E' presente in modo puntiforme in diverse aree, molto estesa solo nelle zone percorse da incendi.

- Macchia a Pistacia lentiscus.

Caratterizzata da arbusti di sclerofille termofile quali Pistacia lentiscus dominante, Phillyrea angustifolia, Arbutus unedo, Myrtus communis, Erica arborea ed erica scoparica. Può presentare nuclei residuali con presenza di Juniperus comunis, Quercus ilex il cui indice di copertura è quasi sicuramente il risultato dell'azione antropica.

- Lembi boschivi o di macchia a Quercus ilex.

Caratterizzati dalla predominanza di Quercus ilex nello strato arboreo e dalla predominanza di Pistacia lentiscus, Arbutus unedo, Erica arborea, erica scoparia e Juniperus communis nello strato arbustivo.

In seguito ad una serie di sopralluoghi, gli aspetti osservati sulla Carta forestale e sulla Carta d'uso del suolo, si sono riscontrati direttamente sul territorio in esame. Si evidenziano dunque:

Per il restante tratto attraversa, , e i.

- Aree a riconolizzazione artificiale e naturale;
- boschi di conifere;
- aree a pascolo naturale;
- seminativi;

Le aree che, negli anni precedenti sono state colpite dal passaggio del fuoco, hanno ormai perso la copertura a lecceta, e ora presentano la tipica vegetazione arbustiva, i cui elementi floristici si presentano isolati gli uni dagli altri, determinando così valori di copertura estremamente bassi.

Si rende ora necessario analizzare come e quanto le tre fasi del progetto, fase di cantiere, fase di esercizio e fase di naturalizzazione, vanno ad incidere in questo equilibrio.

L'impatto dell'opera sull'ambiente, ed in particolare sulla vegetazione, lo possiamo distinguere nelle tre fasi:

- fase di cantiere;
- fase di esercizio;
- fase di naturalizzazione;

Per quanto attiene la prima fase, l'impatto sulla vegetazione è da considerarsi elevato sulla parte della variante che attraversa i boschi di conifere e le aree a regolazione artificiale. Ove sarà possibile, si opterà per l'estirpazione ed il successivo trapianto degli esemplari arborei in sedi idonee, così da non ridurre i livelli di copertura ed ombreggiamento del suolo.

In questa prima fase, inoltre, si dovrà prevedere l'allestimento di aree di cantiere, appositamente scelte su parti di territorio non boscato, in modo da non dover ulteriormente tagliare altri esemplari. Tali aree dovranno essere dotate di zone per la raccolta differenziata dei rifiuti speciali, in particolare degli oli usati e degli imballaggi, in modo da prevenire ogni minimo rischio di inquinamento del suolo, della falda e delle acque superficiali. Dovranno essere predisposti dei sistemi antincendio per il primo intervento, secondo la normativa vigente, sia sui mezzi, che nelle aree di cantiere, così da ridurre a zero il rischio d'incendio durante la fase di costruzione della strada.

Infine, un altro impatto da tenere sotto controllo è quello dovuto all'emissione di polveri: questo fenomeno incide sulla vegetazione poiché, una copertura di polvere della superficie fogliare rende scarsamente efficiente il sistema fotosintetico, interferendo così nel metabolismo della pianta. Nel caso della strada, è necessario sottolineare preliminarmente che già adesso viene utilizzata la strada sterrata causando così un impatto difficilmente misurabile; nella fase di cantiere, questo impatto sarà limitato nel tempo e nello spazio. Il traffico veicolare sarà limitato esclusivamente ai mezzi di cantiere, inoltre, l'emissione di polveri sarà limitata alla lavorazione dei rilevati, delle scarpate e degli scavi per le opere d'arte, che avverranno con grandi movimenti di materiali. Nei tratti in cui il tracciato del progetto sarà sul livello di campagna, gli sbancamenti di materiali saranno minimi e quindi le emissioni saranno molto ridotte.

A tale impatto, inoltre, è possibile porre rimedio operando su terreno sempre umidificato, così da rendere i materiali meno volatili, i mezzi che trasporteranno i materiali dovranno essere dotati di teloni di copertura e le velocità di percorrenza molto basse.

La seconda fase, si può considerare a bassissimo impatto; l'utilizzo della strada non inciderà se non in misura ridottissima sull'ambiente circostante.

Nella fase di esercizio ed in maniera ancora più forte, nella fase di naturalizzazione, l'area andrà incontro a consistenti miglioramenti poiché, i vari interventi di mitigazione degli impatti,

in particolare dell’impatto visivo, porteranno ad un graduale aumento della copertura vegetale con specie già presenti ed autoctone.

In relazione a queste caratteristiche ambientali, le indagini in campo riguarderanno alcuni siti campione situati in aree adiacenti al tracciato stradale interessate direttamente dalla presenza o vicinanza dei cantieri o situati in aree interessate da interventi di ripristino o mitigazione.

Nella tabella seguente è riportato l’elenco delle aree, mentre nelle figure successive è indicata per ogni area di campionamento la localizzazione in mappa.

Tabella 51: Localizzazione aree di monitoraggio

Areale di monitoraggio	
CANTIERE NORD	VEG01
AREA SIC	VEG02
AREA SIC	VEG03
CANTIERE SECONDARIO	VEG04

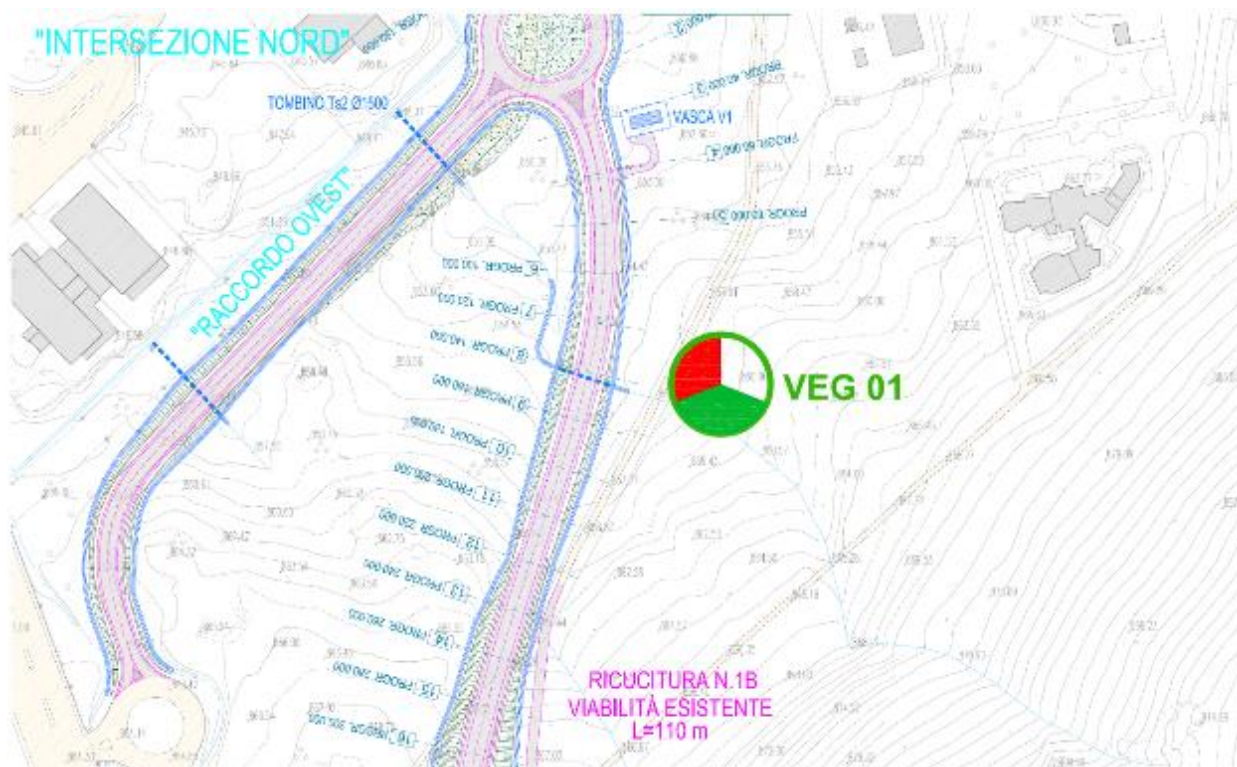


Figura 68: Localizzazione punti di misura VEG01

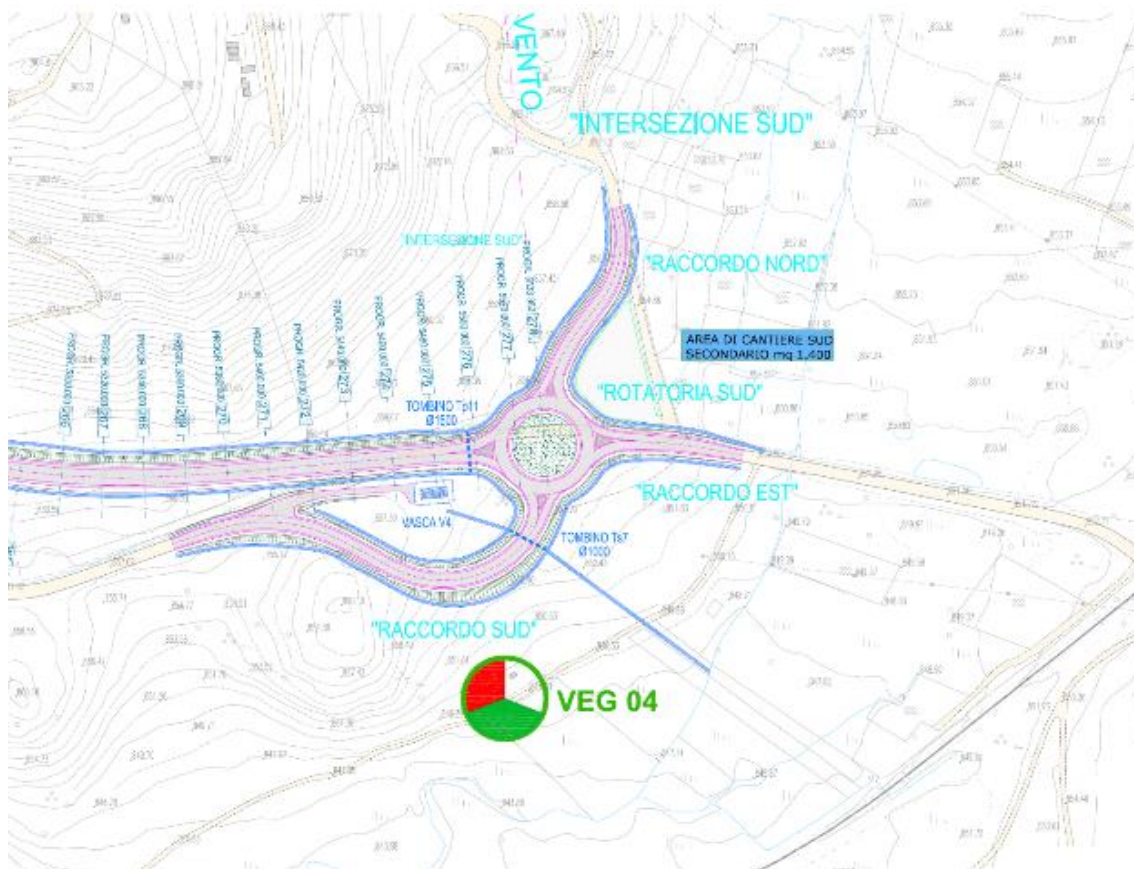


Figura 71: Localizzazione punti di misura VEG04

5.8 Inquadramento geologico, geomorfologico e idrogeologico

5.8.1 Geologia

La strada di progetto corre all'interno di una zona, sita tra le quote 840 mt. s.l.m. e 843 mt. s.l.m., caratterizzata sotto il profilo geologico della presenza esclusiva di un substrato roccioso granitoidale messi in posto durante la fase tardotettonica del ciclo Ercinico.

L'area è caratterizzata da un punto di vista litologico dalla prevalente presenza di plutoniti appartenenti al "Complesso magmatico intrusivo tardo-paleozoico" (Permo-Carbonifero), da subordinati affioramenti di metasedimenti paleozoici riferibili alla formazione delle "Arenarie di San Vito", da depositi colluviali, di versante e alluvionali olocenici. I prodotti plutonici intrusivi fanno parte della serie dei granitoidi e sono tra i litotipi più diffusi che affiorano nella maggior parte della Sardegna. Gli affioramenti più rilevanti sono presenti nella parte centrale e settentrionale dell'Isola che comprende l'area di intervento. Si tratta di granitoidi classificabili per struttura, grana e composizione mineralogica a granodioriti equigranulari a grana medio-grossa, e granodioriti tonalitiche equigranulari e in subordine da tonaliti anfiboliche o biotitico-anfiboliche a struttura variabile. I granitoidi vengono spesso attraversati da un corredo filoniano

costituito in prevalenza da filoni e ammassi di porfidi granitici e in subordine da filoni basici e idrotermali prevalentemente a quarzo. La caratteristica principale che contraddistingue questi granitoidi è la costante presenza di una intensa alterazione che si manifesta con una profonda ed evidente arenizzazione di origine prevalentemente meteorica dovuta alla circolazione delle acque di precipitazione sia di infiltrazione che di corrivazione

I metasedimenti paleozoici, che attraversano in affioramento il tratto principale del tracciato, vengono collocati stratigraficamente nella parte inferiore della successione cambro-ordoviciana dell'Unità Tettonica di Meana Sardo. Si tratta di metasedimenti costituiti da irregolari alternanze di metarenarie micacee grigio-verdastre, quarziti, metasiltiti e metapeliti grige o verdastre con piani di scistosità ben sviluppati ed evidente giunti di fratturazione.

I depositi olocenici, ben rappresentati nell'area di intervento, sono costituiti prevalentemente da depositi colluviali e detriti di versante, coperture detritiche mobilizzate da processi di versante e accumuli detritici messi in posto per gravità, e lungo i corsi d'acqua più rappresentativi (Riu Sicaderba, Rio Codula), da depositi alluvionali con ghiaie e sabbie soggette ad evoluzione con ordinari processi fluviali. I depositi colluviali, di potenza variabile da pochi centimetri fino a 50cm, sono costituiti da depositi, talora monogenici, di solito eterometrici e con clasti poco elaborati, in genere incoerenti (breccie) o scarsamente cementati in una subordinata matrice siltoso-argillosa. Le sabbie sono in genere a grana variabile da grossolana a media di colore variabile derivate dall'alterazione dei graniti. I depositi alluvionali in evoluzione sono costituiti da ghiaie e sabbie mal classate con clasti prevalentemente di dimensioni da alcuni millimetri a qualche centimetro e subordinatamente da clasti di dimensioni maggiori fino a 5-10 cm di diametro., localmente con blocchi, di solito con grado di cementazione scarso o nullo. Nei corsi fluviali principali affiorano alluvioni sabbiose e ghiaiose talora reincise da eventi di piena.

5.8.2 Idrogeologia

Il reticolo idrografico della zona è rappresentato da numerosi piccoli affluenti a regime torrentizio, con profilo di fondo a forte pendenza che raggiungono, da destra e da sinistra, il lago Alto del Flumendosa e il Rio Sicaderba. Questi numerosi rii a regime torrentizio vanno frequentemente in secca durante la stagione estiva, ma durante il periodo delle piogge raggiungono portate significative, seppure per breve tempo, acquistando, grazie anche alla notevole pendenza, una considerevole forza erosiva; infatti, la maggior parte degli alvei scorrono su roccia viva.

<p>ANAS S.p.A. S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389 Studio Impatto Ambientale</p>	<p>File: T00-IA00-AMB-RE01_A.docx Data: Settembre 2020 Pag. 203 di 252</p>
--	--

Per quanto riguarda l'idrogeologia si possono dare delle indicazioni generali sull'influenza che le varie formazioni geologiche hanno sui deflussi sotterranei.

La permeabilità degli scisti varia localmente in funzione delle condizioni tettoniche e di giacitura. Gli scisti compatti sono solo debolmente permeabili per fessurazione.

Gli scisti cataclastici e milonitici, una volta impregnati d'acqua, diventano una massa pastosa e impermeabile. Nel complesso quindi il basamento paleozoico può considerarsi praticamente impermeabile.

Le emergenze sorgentizie che si sono osservate nella zona, soprattutto nel comune di Villagrande Strisaili, sono principalmente di due tipi:

- Sorgenti alla base delle masse calcareo-dolomitiche che si raccolgono al contatto con la formazione scistosa su cui si appoggiano i terreni mesozoici e che possono definirsi sorgenti di contatto ad alimentazione carsica .
- Sorgenti di fessura nella formazione scistosa alimentate dalle acque assorbite nelle parti più elevate dei rilievi dallo scisto fratturato. Sono in massima parte temporanee. Non sono presenti sorgenti o pozzi che possano essere interessati dalla nuova opera stradale e nella fascia interessata dall'opera non esistono acque dichiarate di pubblica utilità.

5.8.3 Inquadramento geomorfologico

Nel suo insieme l'assetto geomorfologico dell'area risulta determinato dalle litologie presenti, dai processi modellatori di erosione, dagli eventi tettonici e da quelli climatici. La degradazione operata dagli agenti modellizzanti ha contribuito a caratterizzare questa area con rilievi ad altimetria variabile, con pendii in genere da elevata a media acclività e quote che non superano i 1200m. s.l.m (Perd'Aira 1200m, Bruncu Cerina 859m, Bruncu Leone 1049m, Nuraghe Giurore 975m). L'erosione selettiva, che ha svolto un ruolo importante nel modellamento dei rilievi, evidenzia un reticolato idrografico caratterizzato da valli principale quasi sempre mediamente incassate di direzione circa NE-SW; SW-NE e SE-NW, e valli secondarie di direzione variabile a seconda del bacino idrografico a cui appartengono.

5.8.4 Valutazione del rischio

Lungo il tracciato non sono stati osservati aree a rischio di frana secondo le direttive contenute nelle norme del P.A.I. e conformemente al D.L. n° 1809 del 11/06/1998 convertito in legge il 03/ 08 1998, n° 267 e al DPCM 29/09/98.

5.8.5 Impatto dell'opera stradale

Per la costruzione della strada si prevedono scavi , la costruzione di rilevati in terra e opere d'arte maggiori e minori. Le modifiche riguarderanno principalmente la componente morfologia e quella delle acque superficiale.

La morfologia sarà modificata nei seguenti aree:

- nuovo tratto stradale che fiancheggia la vecchia SS 389; - costruzione dei rilevati in terra e dei muri di contenimento;
- costruzioni delle opere d'arte maggiori e minori;
- realizzazione delle aree di svincolo

Per la costruzione del nuovo tratto stradale si prevede creazione di diversi tratti in rilevato e in scavo e per questo motivo sarà molto importante stabilire una idonea inclinazione di sicurezza delle scarpate.

I tratti di versante dove inevitabilmente si avranno le maggiori modificazioni morfologiche e in quelli dove il nuovo tracciato o il suo rilevato fiancheggiano la vecchia S.S. 389, verranno realizzati dei muri di controripa, rivestiti con della pietra locale.

Le pendenze di sicurezza delle scarpate saranno eseguite compatibilmente ai rilievi geostrutturali e alle proprietà geomeccaniche delle litologie.

I rilevati non graveranno su corpi superficiali instabili; i muri di contenimento poggeranno su terreni con buone caratteristiche geotecniche.

I rilevati potrebbero subire erosione da parte delle acque meteoriche durante la fase di costruzione e prima della messa in posa delle canalette di drenaggio e della messa a dimora delle essenze vegetali di protezione.

La strada inevitabilmente intercetterà parte delle acque di ruscellamento provenienti dalla parte alta dei versanti della valle del Riu Sicaderba, tra cui anche il Riu Idolo, che confluiscono verso il rio e verso il lago alto del Flumendosa.

L'opera stradale non interferirà sul deflusso delle acque che potrà continuare ad avvenire correttamente attraverso le opere d'arte maggiori (viadotti) e minori (tubolari e scatolari), ma anzi, al contrario, potrebbe contribuire, grazie al suo sistema di drenaggio, ad intercettare e a convogliare le acque nei compluvi naturali, aumentando così l'azione di salvaguardia dei canali esistenti.

Per quanto riguarda le acque sotterranee, la strada non svolgerà una rilevante modificazione nel regime, in quanto occuperà in parte e solo superficialmente i corpi detritici sede

dell'acquifero, e si svilupperà su un'area ben lontana dalla zona vera e propria di alimentazione delle sorgenti esistenti.

Solo limitatamente intercetterà le acque sub-superficiali che si infiltrano nel periodo delle piogge sugli scisti e al contatto tra gli esigui detriti e il basamento scistoso impermeabile.

5.9 Paesaggio

5.9.1 Il contesto paesaggistico d'area vasta

Nel delimitare il contesto paesaggistico di riferimento, una fondamentale base conoscitiva deriva dalla lettura dei contenuti del Piano Paesaggistico Regionale. Il Piano suddivide il territorio in 27 ambiti omogenei le cui componenti afferiscono al paesaggio culturale riordinate in beni paesaggistici con valenza storico culturale, costituiti dalle aree in cui ricadono elementi del patrimonio riconosciuti nella loro integrità e compiutezza culturale e beni identitari del paesaggio culturale sardo costituiti da quegli elementi del patrimonio la cui riconoscibilità è data dal fatto che sono parte di un insieme più complesso storico-culturale-economico-geografico). Inoltre, per ogni regione storica sono stati individuati dei sistemi territoriali, ovvero aree in cui sono messi in relazione alcuni elementi di rilevanza culturale quali ad esempio aree archeologiche, architetture, infrastrutturazione storica. I paesaggi della Sardegna sono fortemente condizionati dalla morfologia che crea accesi contrasti tra i diversi sistemi naturali e le differenziazioni che li contraddistinguono; su questa base sono individuabili ambiti di paesaggio dalle caratteristiche omogenee, tra i quali quello della Gallura, è l'ambito in cui si colloca l'intervento di progetto. Le macro-unità di paesaggio principali seguono una suddivisione dettata dal fattore litologico e pedologico. Sulla base di una prima elementare suddivisione è possibile definire una prima sequenza di tipologie di paesaggio definite per substrato e per base pedogenico-tassonomica. A partire da tale sequenza è poi necessario effettuare un passaggio alla realtà dei sistemi complessi, dove i paesaggi non sono ripetibili sulla base di tali elementi oro-morfo-lito-climatici, ma sono frutto dei fenomeni e delle attività che nel corso dei millenni si sono svolte in tali aree.

Sulla base di tali presupposti fisici, biologici e culturali, è stata effettuata una suddivisione in macro-unità. La macro-unità di paesaggio in cui si colloca l'opera è la regione storica interna – Barbagia. Si tratta di un territorio di montagna, con bellissimi territori impervi e boscosi, attraversati per un lungo tratto dal Flumendosa. Villagrande Strisaili, Arzana sono i comuni che effettivamente delimitano i territori analizzati che con esso hanno più legami e contatti, anche istituzionali, dato che fanno parte del Parco Nazionale del Golfo di Orosei e del

Gennargentu. Lanusei e Tortolì invece rappresentano i comuni più importanti dell'intera Ogliastra.

Per la sua posizione nella zona centro orientale della Sardegna il territorio è interessato da una parte del vasto gruppo di montagne che, non a torto, per la bellezza dei loro rilievi vengono definite "le Dolomiti Sarde". Questi rilievi sono costituiti da rocce calcaree e di dolomia giurassica, formate rispettivamente da carbonato di calcio e carbonato doppio di calcio e magnesio la cui formazione di origine marina risale appunto al periodo Giurese dell'era Mesozoica risalente a circa 200 milioni di anni fa.

5.9.2 La struttura del paesaggio nell'area di intervento ante e post operam

Il paesaggio dell'Ogliastra presenta caratteri morfologici unitari e autonomi essendo conformato a "cavea", attorno alla piana costiera di Tortolì, dai rilievi montani del massiccio del Gennargentu, che realizzano una dorsale ad arco chiusa sul mare, il cui confinamento morfologico è associato alla difficile accessibilità dall'esterno. Il rapporto tra sistema montano e sistema marino si pone in questo ambito in termini particolarmente significativi e immediati, in cui il paesaggio agrario, costituito dalla trama agricola storica, rappresenta un mosaico di grande significato paesaggistico. Proprio la conformazione morfologica è l'elemento che maggiormente caratterizza questa parte più profonda della provincia dell'Ogliastra, caratterizzata dalla presenza del massiccio del Gennargentu e i suoi numerosi sistemi vallivi, alcuni compresi nel territorio del Parco Nazionale del Golfo di Orosei e del Gennargentu (D.P.R 30/03/98), che si aprono a raggera. Di notevole rilevanza sono le grandi aree boscate che ricoprono questi territori, riscontrabili maggiormente nei versanti esposti a Sud.

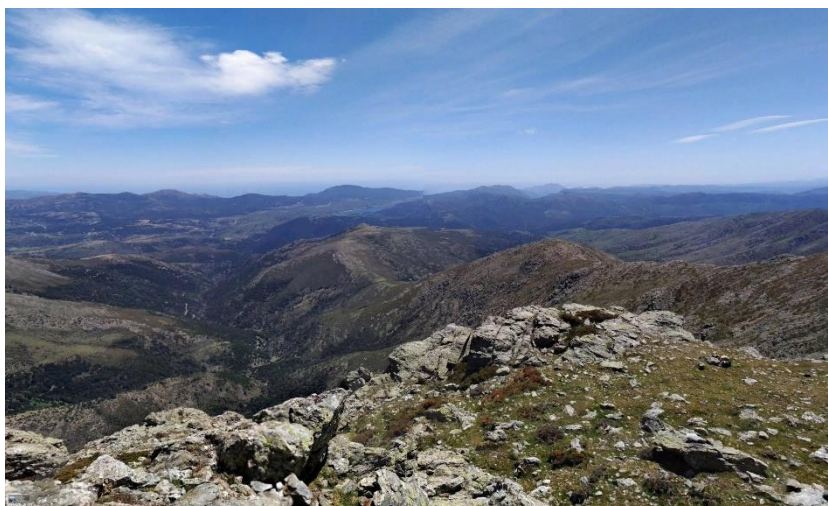


Figura 72 Vista di area vasta da Punta La Marmora – Google

In contrapposizione a questo scenario pressoché verdeggiante, trovano spazio anche ampi territori dove la vegetazione è decisamente più carente conferendo al paesaggio un aspetto più brullo ma non meno interessante dando al territorio un aspetto dimenticato dal passaggio del tempo. La “nudità degli orizzonti” segnala da un lato un dato originario, geologico, la prevalenza degli altipiani primari, successivamente protetti dalle effusioni vulcaniche, e d’altro lato l’intervento antropico, il predominio della pastorizia che segna ancora la qualità del paesaggio rurale malgrado le crisi crescenti e ripetute. Dirottando l’analisi verso Ovest è evidente il cambiamento del paesaggio. Dai versanti montani si passa alle colline più dolci a ridosso delle piane della fascia costiera. Il dialogo tra l’ambiente naturale e quello antropico, favorito dalla quota altimetrica che permette un maggior numero di colture, disegna un profilo del territorio dove quello che prima destinato a boschi e radure aspre, ora in maniera graduale il sistema si scompone in un puzzle di particelle destinate principalmente a oliveti.

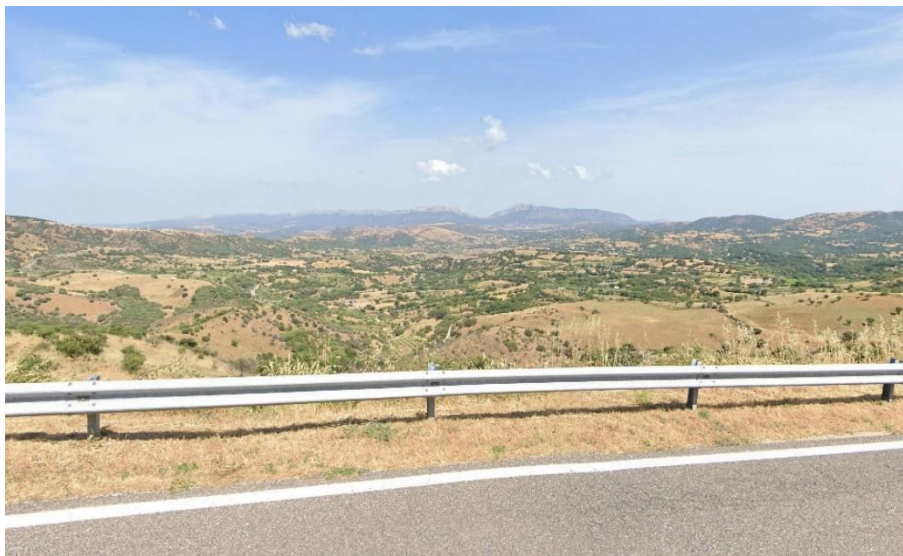


Figura73 Vista del sistema collinare in prossimità del centro di Lanusei – Google Earth



Figura74 Vista del sistema collinare in prossimità del centro di Lanusei

Via via che si avvicina alla costa pur mantenendo la stessa trama parcellizzata, le colture seminate vanno a definire il nuovo paesaggio agricolo che raggiunge, mai come in questa quadrante della Sardegna, il mare.

Il territorio è inoltre ricco di numerosi insediamenti archeologici, a testimonianza del fatto che l'area sia stata abitata fin dalla Preistoria. Del periodo nuragico si trovano diverse Tombe di Giganti e Nuraghi sparsi in tutto il territorio analizzato. Gli insediamenti più importanti sono quelli di "s'Arcu 'e is Forros", in prossimità dell'invaso artificiale dell'Alto Flumendosa dove gli scavi e le ricerche condotte a partire dagli anni '80 hanno portato alla luce l'unico tempio a "megaron" presente in Ogliastra, e "sa Carcaredda". in località "Funtana 'e Binu" composto da quattro tombe di giganti, un rarissimo tempio *in antis* e un villaggio nuragico, Villagrande possiede un ricco patrimonio tradizionale, mantenutosi pressoché inalterato da tempi antichi.

Stante quanto sopra brevemente descritto in relazione ai maggiori caratteri del paesaggio della Barbagia, è possibile delimitare il contesto paesaggistico di riferimento al fine di ottenere una più dettagliata e puntuale descrizione della struttura del paesaggio (cfr. Figura 2-8).

Sulla scorta di tale delimitazione di analisi la struttura del paesaggio come individuate dalle analisi condotte è rappresentata nella figura sottostante.

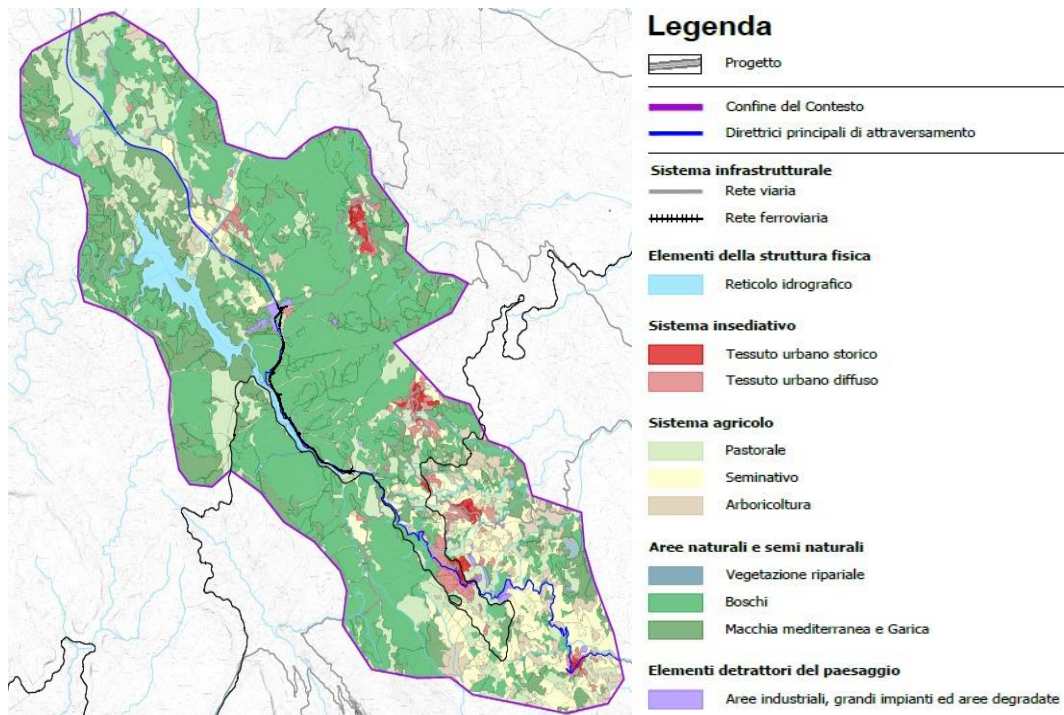


Figura75 Contesto e Struttura del paesaggio

Tutto ciò premesso si riporta di seguito un dettaglio del tracciato e delle opere d'arte con le relative caratteristiche declinate in funzione del rapporto con il contesto:

Rotatoria Nord (Km 0.000): Inizio dell'intervento a Nord del tracciato, ubicata internamente al centro edificato di Villagrande, ad una quota di circa 850m s.l.m., strutturata con 4 bracci di raccordo, con il nuovo tracciato e la viabilità esistente.



Figura 76 Vista aerea del tracciato, intersezione nord

La realizzazione si inserisce in un contesto già urbanizzato e strutturato. La rotatoria è realizzata ampliando in sede un terreno già occupato dalla SS389 e da essa si dipartono i raccordi nord e ovest di ricongiunzione del vecchio tracciato. Il braccio di raccordo est è destinato alla viabilità locale. Il braccio Sud rappresenta l'inizio del nuovo tracciato della SS389.

Dal punto di vista della modifica del territorio il tracciato dal Km +0.00 al Km +0.400 segue il fianco della collina con un tracciato in quota o parzialmente in rilevato fino al KM +0.200 e poi in sterro che da quota terreno si raccorda con la prima galleria artificiale al Km +0.400 ad una quota di -6.00 m.

Prima Galleria artificiale (dal Km 0.400 al Km +0.820): La prima galleria artificiale si inserisce nel fianco della collina ed ha una lunghezza di 420 m. Questo tratto interrato mantiene inalterati, a fine opera e a completo ripristino del territorio successivamente al cantiere, le caratteristiche percettive del paesaggio non mutandolo in modo significativo.



Figura 77 vista del tracciato, galleria GA01

Il tratto relativo alla prima galleria artificiale è da considerare perfettamente compatibili con il paesaggio, considerando anche le porzioni di imbocco e uscita, in sterro, e per questo non visibili in modo significativo se non dalle immediate vicinanze.

Viadotto VI01 (dal Km +1.060 al Km +1.200): Il primo viadotto di lunghezza pari a 140m ha una elevazione massima del piano viario rispetto al terreno di circa 15m. Il tracciato costeggia a poca distanza il vecchio tracciato della SS389, sovrapponendosi a quest'ultimo subito dopo il viadotto, non interferisce in modo significativo con la macchia arborea presente in quanto le pile intermedie occupano uno spazio limitato, e le spalle del viadotto, in rilevato, occupano porzioni di terreno già interessate parzialmente del tracciato esistente.



Figura 78 Vista del tracciato, viadotto VI01

Viadotto VI02 (dal Km +1.653,5 al Km +1.928,5): Il secondo viadotto di lunghezza pari a 250m ha una elevazione massima del piano viario rispetto al terreno di circa 22m, si sviluppa in curva e si raccorda al termine con la seconda galleria artificiale. Tale viadotto è necessario anche al superamento di un fosso che sarà opportunamente regimato per consentire una adeguata gestione delle acque.



Figura 79 – vista del tracciato, viadotto VI02

Seconda galleria Artificiale (dal Km +1.960 al Km +2.072): La seconda galleria artificiale è necessaria al superamento di un rilievo tra due canali, rispettivamente superati con il viadotto VI02 e VI03. La lunghezza della seconda galleria è di circa 112m. Il tratto relativo alla seconda galleria artificiale è da considerare compatibile con il paesaggio, anche considerando le porzioni di imbocco e uscita, in sterro, coincidenti con l'inizio e il termine dei due viadotti citati. Questi elementi sono visibili sono dalle immediate vicinanze.



Figura 80 – vista del tracciato, galleria GA02

Viadotto VI03 (dal Km +2.227 al Km +2.382): Il terzo viadotto di lunghezza pari a circa 155m ha una elevazione massima del piano viario rispetto al terreno di circa 7m, si sviluppa quasi in aderenza con il vecchio tracciato delle SS389.



Figura 81 – vista del tracciato, viadotto VI03

Successivamente il tracciato fino al Km3.000 prosegue costeggiando il precedente tracciato adagiato a monte dello stesso sul fianco della collina, senza opere d'arte significative, fatto salvo per le opere di contenimento del terreno, limitate per estensione e sviluppo.

Viadotto VI04 (dal Km +3.007 al Km +3.182): Il quarto viadotto di lunghezza pari a circa 175m ha una elevazione massima del piano viario rispetto al terreno di circa 12m, si sviluppa quasi in aderenza con il vecchio tracciato, a scavalco dello stesso, realizzando in modo più lineare l'attraversamento del Riu e lasciando inalterato il vecchio tracciato della SS389 particolarmente tortuoso in quel tratto.



Figura 82 – vista del tracciato, viadotto VI04 attraversamento riu Idolo

Viadotto VI05 (dal Km +3.480 al Km +3.520): Il quinto viadotto di lunghezza pari a circa 40m ha una elevazione massima del piano viario rispetto al terreno di circa 6m, si sviluppa quasi in aderenza con il vecchio tracciato, ed è associato a sud con un'opera d'arte minore, uno scatolare 5m x 10m utile alla ricucitura della viabilità esistente. Il sesto viadotto ha lunghezza pari a 35 m e non ha particolare rilievo dal punto di vista del paesaggio, costeggiando il precedente tracciato ed essendo emergente rispetto al terreno naturale di circa 8m tra due porzioni di strada in sterro. Entrambe i viadotti non sono visibili se non dalle immediate vicinanze, date le caratteristiche orografiche del contesto e la limitata dimensione degli stessi.

Terza galleria artificiale e Viadotto VI07 (dal Km +4.520 al Km +4.957): Questo tratto del tracciato vede in successione la terza galleria artificiale con lunghezza pari a circa 70 m e il settimo viadotto di lunghezza pari a 30m. Il viadotto si eleva di un massimo di 12m dal piano di campagna e si sviluppa con un asse curvilineo. Queste due sono le ultime opere d'arte precedenti all'innesto sud del nuovo tracciato. Sia la galleria che il nuovo viadotto costeggiano il tracciato esistente e corrono paralleli al tracciato ferroviario.



Figura 83 – vista del tracciato, galleria artificiale GA03 e viadotto

Questa porzione di valle del Riu Sicaderba , viene interessata dalla sagoma emergente dal terreno del viadotto VI07 essendo quest'ultimo non adagiato al fianco della collina come il tracciato esistente ma emergente da esso, tuttavia non è da considerare elemento alieno al contesto non rappresentando barriera visuale al paesaggio del fondovalle, in conclusione anche se emergente dal terreno in modo significativo, segue comunque il profilo della collina ed è visivamente accostato ad essa limitando così la propria percezione nell'insieme dei quadri di paesaggio in quel tratto.

Rotatoria Sud (Km 5.500): Fine del tracciato, ubicata sul vecchio tracciato delle SS389, si compone come la rotatoria Nord di 4 bracci di raccordo. Le intersezioni dono funzionali al raccordo del nuovo tracciato con la vecchia SS389 e con la viabilità locale.



Figura 84 – vista del tracciato, intersezione sud

Sia la rotondella che i bracci sono realizzati a quota terreno e non necessitano di opere d'arte in elevazione o interrate, significative dal punto di vista della modifica della percezione del paesaggio.

La stessa rotondella essendo a parziale modifica e ampliamento di una parte di terreno già strutturata e destinata a viabilità, non ha rilevanza dal punto di vista paesaggistico e non ne muta in modo sostanziale la percezione.

5.9.3 Aspetti percettivi ante e post operam

Mediante la lettura percettiva del territorio è possibile evidenziare una parte consistente del tessuto, nonché di relazioni sensibili esistenti fra i segni del paesaggio naturale ed antropico. Tali segni sono considerati come componenti significative della visione e quindi immediatamente riconoscibili come struttura portante della stessa, sui quali si impenna la tutela e la valorizzazione delle aree afferenti, quindi da porre all'attenzione nello studio della percezione visiva.

I caratteri percettivi del paesaggio sono costituiti da quegli elementi significativi che segnano e strutturano l'organizzazione dello spazio, che rappresentano le relazioni che intercorrono in ogni area, con i luoghi significativi, sia di tipo naturale, che produttivo, oppure storico-architettonico ed archeologico, che esprimono quindi i caratteri propri di ogni territorio ed il loro valore. Questa analisi è un processo che permette l'identificazione di differenti tipologie di paesaggio, con i segni del territorio, i quali non solo li caratterizzano, ma permettono una lettura degli spazi in connessione o separazione con gli ambiti circostanti.

Il paesaggio visibile è quindi identificabile con gli ecosistemi antropici e naturali, variamente organizzati, dal punto di vista spaziale, nonché di tutti quegli elementi che in qualche modo possono condizionare la percezione dello stesso. Alcune realtà territoriali, seppur sempre in evoluzione, contengono elementi che legano più o meno aree limitrofe tra loro, che sono quindi percepite come contesti omogenei secondo alcuni parametri, mentre possono essere l'opposto secondo altri; questo perché la lettura e la percezione del paesaggio può avvenire seguendo land-marks di tipo fisico o territoriale di differente natura, come ad esempio fiumi, crinali, o tipologie di organizzazione agricola, che a seconda del taglio percettivo applicato possono restituire realtà differenti.

L'analisi affrontata suggerisce conseguentemente, che il sistema orografico e gli interventi apportati dall'uomo a queste terre sono senza dubbio gli elementi portanti che hanno dato un carattere distintivo a questi territori.

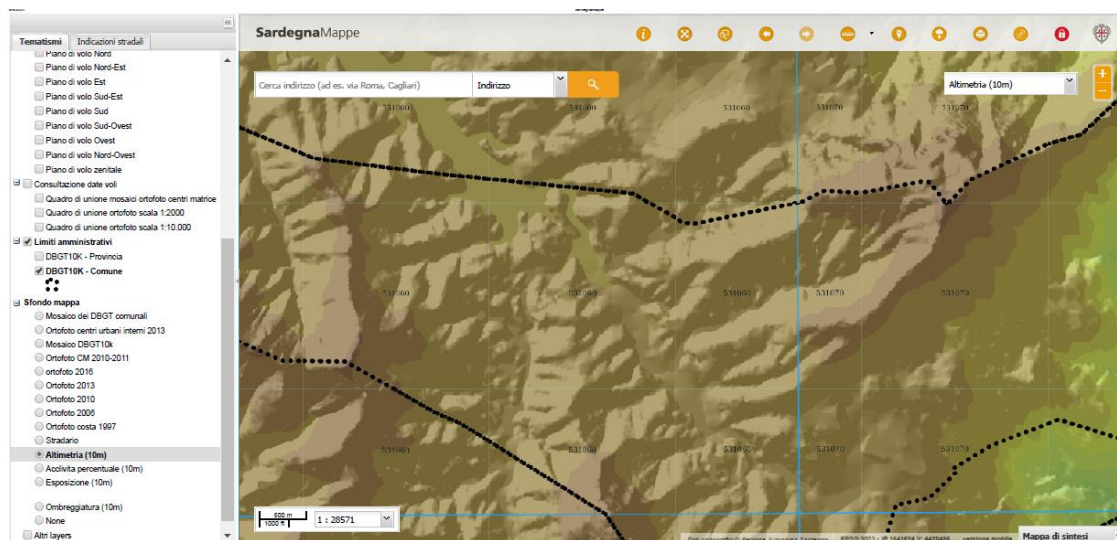


Figura85 Stralcio mappa delle altimetrie (fonte geoportale Sardegna)

Percorrendo la statale si ha la sensazione di attraversare, in una concentrata porzione di territorio, diversi e variegati scenari muovendosi tra questi sistemi montuosi del massiccio Gennargentu, fino a scorgere la costa.

Considerando la SS389 punto di osservazione privilegiato del paesaggio circostante, si passa da ampie visuali con vegetazione spontanea bassa o mediamente alta a profili boscati con conifere di alto fusto. Questa analisi propriamente strutturale entra in stretta relazione con l'aspetto percettivo. La riconoscibilità delle boscaglie di conifere, opere di rimboscamenti pregressi, definiscono in maniera netta i limiti percettivi fitti ed invalicabili. I sestri di impianto seguiti, seppur seguendo l'andamento morfologico dei versanti, lasciano intuire la natura

artificiale degli interventi che risultano, inoltre, in evidente contrasto con il sesto di impianto non definito delle specie vegetali autoctone.



Figura86 Vista delle tracce degli interventi di rimboschimento - Google Earth

Questo si ripercuote sulla percezione di questi spazi montani che risultano come scenari prevedibili che non mostrano i reali caratteri endemici della vegetazione spontanea.



Figura87 Viste rappresentative dei diversi scenari che si presentano percorrendo da Est verso Ovest la SS389 - Google Earth

I tratti di territorio non interessati da opere di rimboschimento sono arbusteti e distese di vegetazione bassa di origine mediterranea, molte volte sono appunto terreni che pian piano la macchia sta riconquistando perché abbandonati da attività pastorali. Tipica formazione di questi luoghi è la gariga montana, copre aree mediterranee secche e si presenta con

caratteristiche diverse che dipendono dal tipo di terreno. Si compone in genere di piante e cespugli alti meno di un metro, intramezzati da rocce o da suolo nudo, sabbioso o sassoso. In questi ambienti molte specie vegetali evidenziano adattamenti contro l'eccessiva traspirazione o il morso degli animali: alcune presentano spine e piccole foglie coriacee o rivestite da lanugine, altre sono ghiandolose o aromatiche.

Per evidenziare i nessi e le dinamiche intercorrenti fra i diversi sistemi di segni l'ottica percettiva di analisi del paesaggio genera una fitta maglia di segni che possono considerarsi riferimenti visivi del contesto. Quelli cioè che creano orizzonti (ad esempio i crinali) o che definiscono assialità talvolta di limitato "respiro" panoramico, come il fondovalle.

L'osservazione si è focalizzata quindi sulle diverse modalità di percezione dello spazio, sugli elementi lineari come le strade panoramiche o le viabilità di fruizione paesistica e non ultimi sui fuochi e punti da cui si può vedere o che possono essere visti. Secondo quanto espressamente previsto dal DPCM 12/12/2005, l'analisi degli aspetti percettivi deve essere condotta da "luoghi di normale accessibilità e da punti e percorsi panoramici". Ne consegue quindi che a tal fine la prima operazione da condursi risulta essere quella dell'individuazione di quei punti di vista di rilievo dal momento che, rispondendo alle anzidette caratteristiche, sono strutturanti i rapporti percettivi.

Per la maggior parte dei casi, le strade scelte come visuali dinamiche di rilievo, sono tutte quelle strade che corrono parallele alla Statale, ossia le strade di collegamento tra i lontani centri urbani, e soprattutto le strade poderali o di fruizione consentendo ad un osservatore che le percorre di inquadrare a livello visivo l'area di intervento. Una volta individuati i bacini di visuale, è necessario comprendere come le relazioni tra gli elementi di struttura del paesaggio delineino la percezione del paesaggio nel quale si dovrà inserire l'intervento di progetto. Viene quindi confermato un quadro che delinea l'occlusione delle visuali laddove si rileva la presenza di tessuti edilizi, masse boschive, o particolari emergenze morfologiche insuperabili dei versanti, mentre nel caso di attraversamento di territori con delle quinte visive caratterizzate da una media o bassa densità arbustiva e arborea è più frequente la presenza di visuali libere o parziali in direzione dell'intervento.

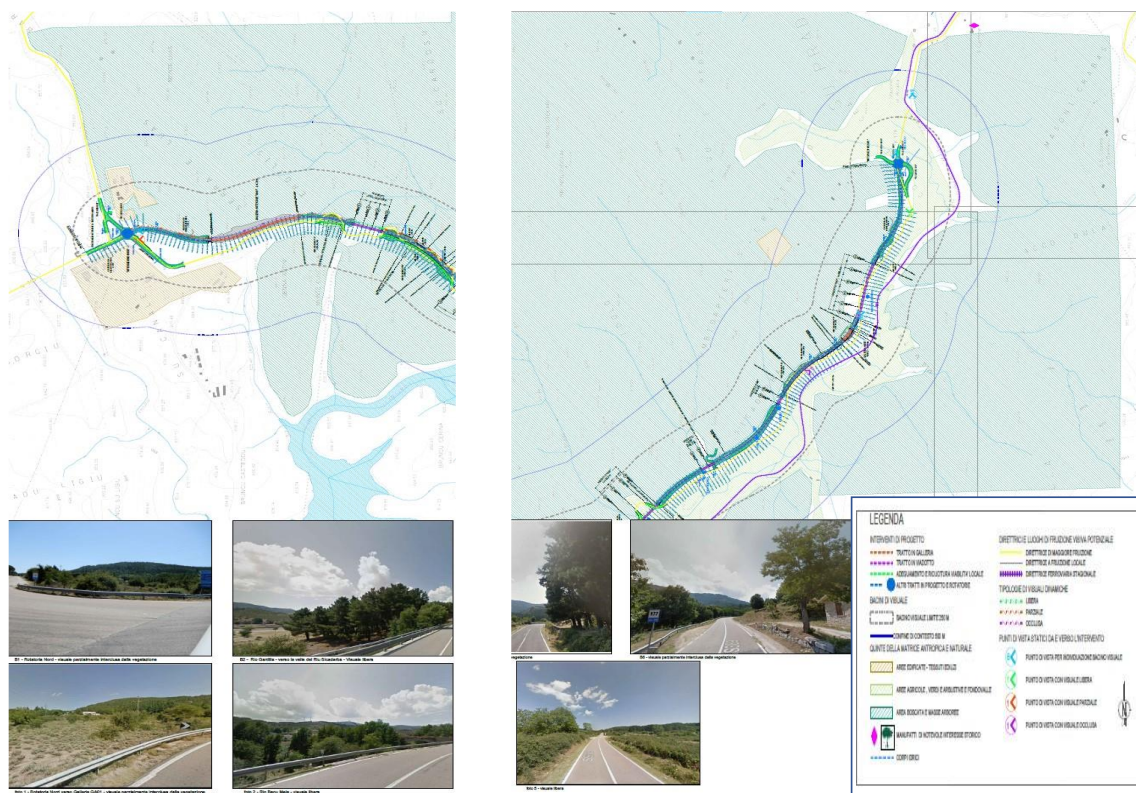


Figura88 Stralci elaborati (T00-IA00-AMB-CT54 - T00-IA00-AMB-CT55)

In quest’ottica gli elementi visuali in direzione dell’intervento sono stati evidenziati sulla base di punti percettivi statici e dinamici da cui è percepibile una vista d’insieme del paesaggio circostante che potrebbe essere influenzato dall’intervento progettuale. In particolare, sono stati percorsi gli assi viari che attraversano il territorio di studio, rappresentati dalle direttrici principali e dalla viabilità secondaria, preferendo quelle di pubblica fruizione per l’individuazione delle visuali dinamiche libere di rilievo verso l’intervento. Per i punti statici sono stati considerati invece sia punti dai quali la visuale risultasse libera, parziale o occlusa.

La scelta di questi punti, statici e dinamici, è ovviamente dipesa anche dallo studio di tutti gli elementi di disturbo visivo, quelle barriere, come crinali oppure ancora filari o alberature, che costituiscono già degli elementi naturali di occlusione visiva.

Ulteriori elementi considerati nella lettura dei caratteri percettivi sono quelli che si vanno ad estrapolare dal territorio: i suoi cromatismi e le sue sfumature. Il contesto cromatico è proprio di un luogo, si evince dagli elementi che lo compongono, dalle coperture vegetazionali naturali o artificiali; dalla conformazione geologica che compone un versante; dall’esposizione solare

che riesce a modificare la percezione di un luogo avente massimo irraggiamento nei confronti di uno in ombra. I colori possono esser definiti come una caratteristica intrinseca di un territorio, vanno a costituire una concreta base su cui far ruotare riflessioni tecnico-architettoniche, nonché la scelta dei materiali allo scopo di ottimizzare le relazioni dell'opera con il contesto paesaggistico interessato.



Figura 89 Vista della SS389 con la gamma cromatica suggerita - Google Earth

Nello specifico ci troviamo in un'area dove gli elementi molto evidenti che compongono questi luoghi sono: la vegetazione arborea e arbustiva naturale in concomitanza con i boschi di origine artificiale. Le caratteristiche botaniche di questo apparente unico elemento circoscrivibile in un solo insieme, ovvero vegetazione arborea e arbustiva presente; ad un livello maggiore di analisi ci si accorge che la vegetazione spontanea, di origine mediterranea, è composta prevalentemente da specie sempre verde ma anche da alcune formazioni arboree e arbustive caducifolia. Questo dettaglio conferisce all'area in esame, un cromatismo cangiante durante l'arco dell'anno e con il susseguirsi delle stagioni, assumendo diverse tonalità che vanno dal verde, passando per rosso, fino al marrone-grigio delle cortecce dei tronchi visibili in pieno inverno. Di contro la vegetazione di origine antropica, derivante da un piano di rimboschimenti che ha introdotto conifere sempre verdi, compone il paesaggio con una rilevante e costante massa verde intensa.



Figura 90 Vista della SS389 con accostamento gamma cromatica in tratto con visuale aperta sul paesaggio – Google Earth

Proprio in relazione ai caratteri percettivi, si è svolto uno studio finalizzato a riconoscere l'opera d'arte inserita come elemento contenuto nel contesto paesaggistico. I caratteri cromatici "ante operam" suggeriscono un approccio metodologico che compone un abaco di colori in grado di attenuare l'inserimento paesaggistico di un'opera da inserire nel contesto.

Scendendo nel particolare si può notare come l'affiancamento di una gamma di colori appartenenti allo scatto (propriamente al luogo), fornisce un suggerimento cromatico per i materiali destinati all'opera, del tutto compreso nel contesto analizzato. La scelta cromatica suggerita sarà quindi il risultato di un'analisi che valuta, l'incidenza e il peso compositivo degli stessi colori nel paesaggio interessato dalla nuova presenza architettonica.

Di seguito riportati degli esempi di affiancamento cromatico che permettono di comprendere meglio la metodologia intrapresa. Le foto scelte sono rappresentative in quanto riportano esattamente i punti interessati dall'inserimento dell'opera, ovvero dove l'opera è maggiormente evidente in quanto tale.



Figura 91 Analisi cromatica "ante operam"



Figura 92 Fotosimulazione "post operam"



Figura 93 Analisi cromatica "ante operam"



Figura 94 Fotosimulazione "post operam"

Nella tavola T00-IA00-AMB-FO02 relativa alle foto simulazioni è apprezzabile la scelta cromatica degli elementi architettonici delle opere che portato ad optare per il Corten (o simile) come materiale costruttivo che conferisce all'opera stessa una maggiore propensione all'integrazione con il contesto attraversato.

5.9.4 Analisi delle alterazioni inducibili in fase di cantiere

Nello specifico, nel caso della modifica delle condizioni percettive riferiti alla fase di cantiere il principale fattore casuale è rappresentato dalla presenza delle aree di cantiere ed il loro

rapporto rispetto ai principali punti di osservazione visiva. In altre parole, la presenza di mezzi d'opera e, più in generale, quella delle diverse tipologie di manufatti tipici delle aree di cantiere (quali baraccamenti, impianti, depositi di materiali) potrebbe costituire un elemento di intrusione visiva, originando ciò una modificazione delle condizioni percettive e, con essa, potenziale riduzione della qualità del paesaggio.

In riferimento a quanto emerso dall'analisi del paesaggio è possibile sin da ora affermare che potenziali alterazioni alle condizioni percettive siano trascurabili per quanto attiene le condizioni percettive, secondo l'inquadramento concettuale con cui si è intesi considerare il paesaggio nella sua accezione cognitiva.

Tale affermazione trova riscontro in ordine a due ordini di fattori: l'assenza di assi di fruizione visiva ad eccezione dello stesso asse stradale oggetto di interventi, il secondo è la limitata accessibilità ai luoghi durante la realizzazione.

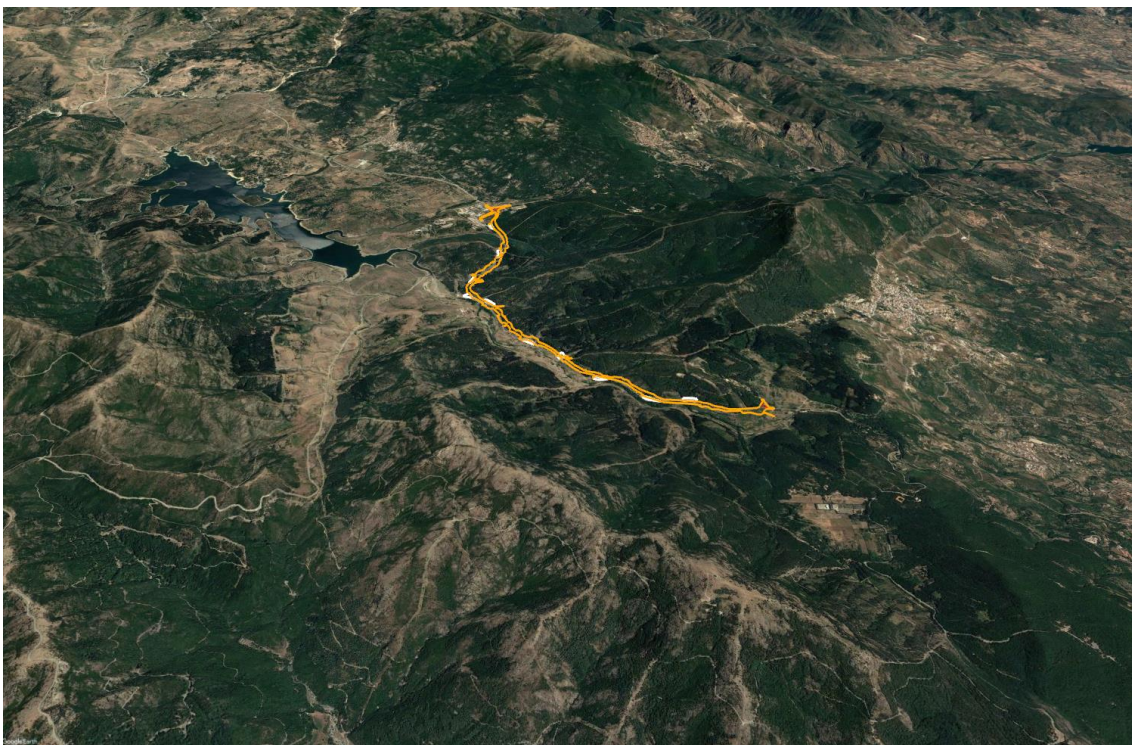


Figura 95 Aree della cantierizzazione in relazione al contesto paesaggistico.

<p>ANAS S.p.A. S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389 Studio Impatto Ambientale</p>	<p>File: T00-IA00-AMB-RE01_A.docx Data: Settembre 2020 Pag. 227 di 252</p>
--	--

Come si evince dall'analisi condotta sulle percorrenze possibili in prossimità dell'area di intervento, gli assi stradali paralleli o perpendicolari ai luoghi della cantierizzazione risultano a notevoli distanze e a quote altimetriche differenti rispetto la SS389.

Alle condizioni relative alla normale accessibilità dei luoghi, di fatti limitata, occorre porre in evidenza che potenziali percettori, ovvero fruitori risulterebbero in minoranza in virtù delle temporanee limitazioni alla percorrenza dell'asse stradale.

In ragione delle considerazioni sopra, unitamente alla temporaneità dell'effetto in esame si ritiene che potenziali alterazioni delle condizioni percettive siano da ritenersi nulle o trascurabili in assenza di fruitori o di fruibilità limitata.

6 VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI

La valutazione degli impatti sul progetto per i lavori di realizzazione della variante alla SS 389 tra gli svincoli di Villagrande Strisaili e di Arzana prende in esame:

- la fase di cantiere, ovvero l'arco di tempo di due anni, in cui verrà realizzata materialmente l'opera;
- la fase di esercizio, ad opera finita, legata all'utilizzo della strada;
- la fase di naturalizzazione, ad oltre 10 anni dalla realizzazione dell'opera.

Il progetto viene valutato rispetto all'incidenza prodotta dall'attività di realizzazione ed utilizzo della strada, riferita al contesto ambientale cui si inserisce considerando che, per la fase di esercizio, la variante è stata ideata per sostituire, fiancheggiando il vecchio tracciato, la S.S. 389 esistente e che di conseguenza gli impatti sono già presenti sul territorio prima della realizzazione del nuovo tratto.

Verranno ora elencate le azioni elementari potenzialmente causa di impatti (positivi o negativi), con associati, in seguito, uno o più fattori di impatto rispetto ai quali si effettua la valutazione.

Azioni collegate alla realizzazione dell'opera:

1. sbancamento della roccia e/o dei terreni per la creazione di scarpate:
 - direttamente con pala meccanica o martellone;
2. carico e trasporto del materiale abbattuto fino alle aree di costruzione dei rilevati:
 - con camion trasportatori;
3. costruzione dei muri di sostegno (in cemento armato o prefabbricati)
4. costruzione dei rilevati e delle gabbionate
5. realizzazione delle principali opere d'arte (viadotti e gallerie)
6. taglio o estirpazione della vegetazione per l'allargamento della carreggiata
 - pala meccanica
7. sistemazione, compattazione e livellamento del basamento stradale;
8. trasporto e sistemazione di materiali esterni per la copertura stradale;
9. bitumazione con camion, livellatrici e compattatrici;
10. posizionamento delle barriere e della segnaletica orizzontale e verticale,
11. ripristino delle aree dismesse, piantumazione delle scarpate, delle gabbionate e dei cigli stradali.

Fattori di impatto negativi:

- dispersione delle polveri in atmosfera;
- deposizione delle polveri;^[L]_[SEP]
- rumore;^[L]_[SEP]
- vibrazioni;
- emissioni di contaminanti, liquidi e solidi;^[L]_[SEP]
- calpestio e/o occupazione di suolo;^[L]_[SEP]
- asportazione e/o alterazione della copertura pedo-vegetativa;^[L]_[SEP]
- alterazione dei lineamenti morfologici del rilievo;^[L]_[SEP]
- alterazione dei caratteri percettivi visuali;^[L]_[SEP]
- alterazione, frammentazione, riduzione degli habitat delle specie presenti nell'area;

Fattori di impatto positivi:

- miglioramento della viabilità;^[L]_[SEP]
- miglioramento della condizione socio-economica;^[L]_[SEP]
- miglioramento indiretto della copertura vegetazionale;^[L]_[SEP]
- miglioramento del rischio di incidenti e conseguenti sversamenti accidentali;
- miglioramento del rischio di attraversamento presente con l'attuale infrastruttura (animali e persone).

6.1 Descrizione dei fattori di impatto ed annesse mitigazioni

6.1.1 Impatti negativi

L'impatto dovuto all'emissione e deposizione delle polveri, è strettamente legato alla prima fase, ovvero alla fase di cantiere. In questo momento la maggior parte delle attività di realizzazione della strada, sono collegate all'utilizzo di macchinari per il movimento terra. Lo sbancamento delle pareti del versante per la costruzione delle scarpate, l'allargamento della carreggiata, la deposizione di ingenti quantità di materiali per la costruzione dei rilevati, lo spargimento delle ghiaie per il fondo stradale e le emissioni dei mezzi utilizzati, sono le sorgenti principali dell'inquinamento da polveri. In questa fase, in assenza di mitigazioni, l'impatto sull'ambiente collegato all'emissione e deposizione di polveri, può essere considerato moderato.

Per questo tipo di impatto, fortemente dipendente dalle condizioni meteorologiche del momento, è possibile limitarne la portata utilizzando diverse azioni di mitigazione, come la periodica bagnatura a pioggia delle aree destinate al deposito temporaneo di inerti e dei terreni interessati dalle fasi di realizzazione dell'opera, la copertura con teli dei depositi di inerti che permangono per lunghi periodi, la pulizia ad umido dei pneumatici degli autoveicoli in uscita dal cantiere, la copertura dei cassoni dei veicoli di trasporto del materiale e la limitazione del traffico dell'area ai soli mezzi impiegati nel lavoro. A seguito di queste mitigazioni descritte in dettaglio nella relazione di impatto atmosferico, già in fase di cantiere, l'impatto può considerarsi basso.

Nella fase di esercizio, l'impatto delle polveri può considerarsi particolarmente basso ed è legato esclusivamente alle emissioni degli autoveicoli in transito, al consumo del manto stradale e degli pneumatici e all'erosione dei suoli non ancora coperti dalla vegetazione. E' mitigato dalle piantumazioni e dall'abbattimento delle emissioni degli autoveicoli.

L'impatto delle polveri e degli altri gas inquinanti, derivanti da traffico veicolare, è studiato in dettaglio, mediante l'utilizzo di specifico software di modellazione, nella relazione di impatto atmosferico.

Infine, nella fase di naturalizzazione, la copertura vegetale garantirà l'abbattimento pressoché totale dell'impatto da polveri limitando fortemente l'erosione dei suoli, ormai protetti e trattenendo le altre emissioni legate al traffico veicolare.

Di conseguenza, l'impatto in questa fase può essere considerato assente o particolarmente basso.

L'impatto dovuto al rumore ed alle vibrazioni, nella fase di cantiere, è anch'esso collegato all'utilizzo dei macchinari per il movimento terra. Anche questo tipo di impatto, nel caso in esame, non è quantificabile, ma le mitigazioni sono certamente possibili attraverso il rispetto e l'osservanza di tutte le misure previste dalla normativa vigente, per la tutela delle popolazioni vicine, degli operai interessati alla realizzazione dell'opera e delle specie faunistiche ricadenti in tutta la zona. In questa fase l'impatto è da considerarsi moderato.

E' possibile mitigare fino a rendere basso tale impatto, attraverso l'utilizzo di mezzi di ultima generazione, dotati di sistemi di abbattimento delle emissioni, del rumore e delle vibrazioni. Tali mezzi dovranno, inoltre, essere mantenuti in perfette condizioni di utilizzo, a seguito di costante e specializzata manutenzione.

Nella fase di esercizio, l'impatto dovuto a rumore e vibrazioni è collegato al traffico veicolare e può considerarsi particolarmente basso, come si evince dalla specifica valutazione di impatto acustico di progetto.

Anche nella fase di naturalizzazione, l'impatto può considerarsi particolarmente basso, legato esclusivamente al traffico veicolare, non particolarmente intenso nella zona.

L'impatto dovuto all'emissione di contaminanti liquidi e solidi, nella fase di cantiere, è legato alla possibilità di sversamenti di olii, grassi, carburanti e dispersione di imballaggi.

Tale impatto può essere elevato nel caso si presenti l'incidente, ma il rispetto delle norme di sicurezza dovrebbe contenerne le dimensioni alla classe di impatto assente o particolarmente basso. Si rende pertanto necessaria la creazione di aree di raccolta differenziata dei rifiuti, collegata ad idonei sistemi di smaltimento.

Nella fase di esercizio e nella fase di naturalizzazione, questo tipo di impatto è legato esclusivamente alla possibilità di incidenti sul tratto stradale, quindi lo si può considerare non classificabile.

L'impatto incidente sui suoli, e precisamente collegato al calpestio, alla compattazione, alla riduzione e copertura di suoli, nella fase di cantiere, riguarda tutti i passaggi della realizzazione della strada. La costruzione di rilevati e gabbionate ridurrà i suoli esistenti nell'estensione, la creazione di scarpate e l'allargamento della carreggiata asporteranno porzioni di suolo, l'allestimento di aree di cantiere ed il passaggio dei mezzi determineranno il calpestio e l'occupazione dei suoli. Tutti questi impatti, che determinano una perdita qualitativa e quantitativa della risorsa, sono particolarmente concentrati nella fase di cantiere, che quindi si può definire ad alto impatto.

Ridurre questi impatti è possibile attraverso mitigazioni come la scelta mirata sul luogo di allestimento delle aree di cantiere, il ripristino delle aree dismesse e dei suoli alterati con concimazioni e piantumazioni e la salvaguardia dei settori a maggior rischio di erosione. A seguito di queste mitigazioni, in fase di cantiere, l'impatto può considerarsi ancora alto perché, in questo caso, le azioni di mitigazione necessitano di tempi relativamente lunghi per essere efficaci. Nella fase di esercizio, in seguito alle mitigazioni, il livello di impatto si può considerare moderato, l'ambiente, gradualmente ripristina il proprio equilibrio.

Infine, nella fase di naturalizzazione, la copertura vegetale e le opere di drenaggio avranno consolidato i suoli che potranno così evolvere e portare l'impatto dell'opera al livello particolarmente basso.

L'impatto collegato all'asportazione della copertura pedo-vegetativa, evidente in particolare nella fase di cantiere, è collegato all'asportazione di vegetazione (e suolo annesso) per consentire l'allargamento della carreggiata, alla costruzione dei rilevati con conseguente copertura di specie vegetali ed alla creazione di scarpate, per tagli o estirpazioni. In questa fase, in assenza di mitigazioni, il livello di impatto può considerarsi alto.

Le mitigazioni necessarie per ridurre questo tipo di impatto, che genera una perdita di habitat, sia una perdita di biodiversità, sia una perdita della risorsa paesaggistica, sono:

- limitazione dei tagli vegetazionali, estirpazione degli esemplari arborei e trapianto;
- ripristino delle aree disturbate con concimazioni e piantumazioni;
- sistemazione a verde di scarpate, rilevati e cigli stradali;
- riduzione, ove possibile, delle pendenze di scarpata attraverso la creazione di gradinate;
- consulenza di un esperto ambientale per tutte le fasi di realizzazione dell'opera e ripristino delle aree.

In fase di cantiere, in seguito alle suddette mitigazioni, il livello di impatto può considerarsi moderato.

La fase di esercizio, in seguito alle suddette mitigazioni, non è interessata da azioni di disturbo sulla componente vegetale, ma l'equilibrio naturale ancora non si è ripristinato, quindi si definisce un livello di impatto basso.

La fase di naturalizzazione, in assenza di disturbo, sarà caratterizzata da un ripristino della copertura vegetale dell'area, con un complessivo miglioramento dell'area: l'impatto, in questa fase può considerarsi positivo, destinato, nella normale evoluzione vegetazionale, al progressivo miglioramento.

L'impatto legato all'alterazione dei lineamenti morfologici del rilievo deriva dalla realizzazione di tutte le opere relative al tracciato: la costruzione di scarpate, la costruzione di rilevati, l'allargamento della carreggiata attuale, la modifica dei compluvi e l'inserimento dei tubi di drenaggio. Nella fase di cantiere, in assenza di mitigazioni, tale impatto può considerarsi molto alto. Le mitigazioni consigliate per limitare questo tipo di impatto sono la costruzione di opere capaci di garantire e migliorare la stabilità del versante alterato come gabbionate e muri di contenimento in cemento armato, le piantumazioni di scarpate e rilevati, il posizionamento dei tubi di drenaggio nei punti maggiormente soggetti al passaggio delle acque, riduzione delle acclività delle scarpate (compatibilmente con le caratteristiche geomeccaniche delle terre) e il modellamento delle stesse con gradonature, in modo da diminuire gli sforzi al piede della

scarpata ed eliminare la possibilità di distacco di elementi rocciosi. In questa fase, successivamente ai primi interventi di mitigazione, il livello di impatto può considerarsi ancora molto alto.

Nella fase di esercizio, in seguito alle mitigazioni, l'equilibrio del versante va verso la stabilizzazione, l'impatto ora può definirsi alto.

Nella fase di naturalizzazione, tutte le mitigazioni hanno ormai limitato fortemente l'impatto sui lineamenti del versante, portandolo ad un livello moderato.

L'impatto legato alle acque superficiali deriva dall'intercettazione delle acque ruscellamento di precipitazione provenienti dalla parte alta del versante e il loro convogliamento, tramite il sistema di drenaggio della strada, verso i compluvi naturali; processo che attualmente avviene già attraverso il sistema di drenaggio della strada esistente.

Nella fase di cantiere, tale impatto, può considerarsi, ad eccezione dei momenti di scavo in cui non sono state definitivamente impostate le opere idrauliche, complessivamente moderato.

Le opere di mitigazione che consentiranno il controllo e la diminuzione della velocità di scorrimento saranno il sistema di canalette lungo la strada e a monte delle scarpate, i tubolari di drenaggio e la piantumazione di essenze vegetali.

Nella fase di esercizio e di naturalizzazione, la sistemazione idraulico-forestale finale, porterà l'impatto ad un livello basso, con effetti positivi di mitigazione nei confronti dei processi erosivi nel versante a valle della strada.

L'impatto legato alle acque sotterranee è legato all'intercettazione delle acque sub-superficiali che si infiltrano nel periodo delle piogge sugli scisti e al contatto tra gli esigui detriti e il basamento scistoso impermeabile. L'acquifero profondo o il flusso idrico che alimenta le sorgenti non subiranno modificazioni nel loro regime in quanto la strada occuperà in parte e solo superficialmente i corpi detritici sede dell'acquifero e si svilupperà su una limitata porzione della zona di alimentazione delle sorgenti esistenti.

Nella fase di cantiere considerando l'entità delle eventuali lame idriche lungo le scarpate l'impatto sarà complessivamente ad un livello basso.

In fase di esercizio e di naturalizzazione, l'azione impermeabilizzante della strada bitumata, e il convogliamento di tutte le acque verso i compluvi, tramite il sistema di drenaggio porterà l'impatto ad un livello moderato, con effetti positivi per quanto riguarda il controllo delle acque di infiltrazione sui corpi detritici di frana ricadenti a valle della strada.

L'impatto relativo alla riduzione, alterazione e frammentazione degli habitat, nella fase di cantiere, è collegato a tutte le principali azioni di realizzazione della strada.

Fondamentalmente i tagli vegetazionali, le modifiche nell'idrologia superficiale, le emissioni di rumore vibrazioni ed inquinanti ed il traffico dei mezzi.

La realizzazione della strada porterà, inevitabilmente, ad una riduzione seppur modesta, nell'estensione dell'habitat per molte delle specie che vivono in quelle zone, con una diminuzione delle aree per la riproduzione e dei siti utilizzati per i rifugi. In questa fase, in assenza di mitigazioni, il livello di impatto, per le specie più sensibili, può considerarsi alto.

Le mitigazioni efficaci per la riduzione ed il contenimento di questo tipo di impatto sono tutte quelle volte alla tutela della componente vegetale, le misure di abbattimento degli inquinanti (polveri, liquidi, solidi) la costruzione di "corridoi ecologici" (tubi di drenaggio e aree rinaturalizzate) e la scelta mirata delle aree di cantiere, soggette a maggiore alterazione. Nella fase di cantiere, a seguito delle mitigazioni, l'impatto può considerarsi alto.

Nella fase di esercizio l'inserimento della strada, completamente recintata con i guard-rails, nelle vicinanze del Rio Sicaderba, costituisce una barriera che potrebbe privare della risorsa acqua una parte degli animali del territorio. A tal proposito, tuttavia, la presenza di numerose opere d'arte quali viadotti, tubolari, scatolari, dovrebbero consentire il passaggio degli animali, riducendo anche il rischio di attraversamento presente con l'attuale infrastruttura; non si avranno pertanto ripercussioni notevoli sulla componente faunistica.

I maggiori impatti, comunque mitigabili, saranno quelli derivanti dall'emissione di sostanze inquinanti dei veicoli che transiteranno sulla strada, per altro già presenti per l'esistenza della attuale S.S.389.

In particolare, in questa fase possono essere identificati i seguenti fattori di impatto:

- emissioni gassose e di particolato derivanti dal transito dei veicoli;
- produzione di rumore dovuta al passaggio dei veicoli;
- utilizzo di fitofarmaci, ove necessario, per le specie da piantumare;
- occupazione di suolo e calpestio dovuto al passaggio degli addetti alle opere di sistemazione delle scarpate e dei rilevati (sistemazione delle piante, innaffiamento, etc.).

L'impatto in tale fase, dunque, può considerarsi moderato.

Nella fase di naturalizzazione, a seguito del naturale ripristino vegetazionale della zona e del progressivo adattamento delle specie animali alla nuova condizione, l'impatto può considerarsi particolarmente basso.

Infine, è necessario valutare l'impatto visivo che, la costruzione della strada e soprattutto le opere d'arte, porteranno inevitabilmente, fortemente collegato all'alterazione dei lineamenti del rilievo.

Durante la fase di cantiere, in assenza di mitigazioni, tale impatto sarà collegato alla creazione di scarpate, viadotti e gallerie artificiali, oltre alla realizzazione di muri a gabbioni e di muri in cemento armato.

L'impatto visivo sarà maggiore nella parte del tracciato compresa tra le sezioni dove verranno realizzati i viadotti, i muri di sostegno che saranno oggetto, nella valutazione di progetto di uno specifico studio del verde.

I muri in cemento armato, anche se contenuti come numero, e i viadotti sono da considerarsi fortemente impattanti. In questa fase, l'impatto può considerarsi molto alto.

Nella fase di cantiere in seguito alle mitigazioni, l'impatto può considerarsi ancora molto alto, perché le mitigazioni utilizzate, necessitano per essere efficaci di periodi più lunghi rispetto alla sola fase di cantiere.

In fase di esercizio, parte delle mitigazioni adottate hanno avuto un effetto positivo, riducendo l'impatto ad un livello alto.

In fase di naturalizzazione, tutte le mitigazioni sono pressoché efficaci, innescando un processo di graduale ripristino della vegetazione non solo del tratto limitrofo alla strada, ma di tutta l'area, riportandola ad una condizione di naturalità; la modifica della morfologia del rilievo, nonostante le mitigazioni, determina una perdita di qualità del paesaggio, relativamente all'aspetto visivo e quindi si può affermare che l'impatto può considerarsi moderato.

6.1.2 Impatti positivi

Uno degli impatti positivi dell'opera, è il miglioramento della viabilità per tutta le aree dell'Ogliastra interna.

Come già descritto al capitolo 4, confermano l'importanza e la necessità della realizzazione della strada in progetto per un completamento ed un miglioramento della rete viaria dell'Ogliastra interna.

Il miglioramento delle caratteristiche della strada, sicurezza e tempi di percorrenza, ridurrà le distanze sia tra i comuni montani dell'Ogliastra che con Lanusei e Tortoli, che costituiscono i centri principali della nuova provincia, determinando quindi un rafforzamento del sistema insediativo locale.

Inoltre, l'ammodernamento della SS 389 riveste un importante ruolo anche su scala regionale costituendo il collegamento tra la SS 131 DCN e la nuova SS 125, passando attraverso

Tortolì, cioè consentirà un collegamento tra la provincia di Nuoro e quella dell'Ogliastra con il capoluogo regionale in tempi ragionevoli ed equi per tutti i comuni, anche quelli più interni.

E' dunque molto forte l'importanza strategica del completamento della strada anche in previsione dello sviluppo della zona, perché porterebbe ad un riassetto territoriale – trasportistico con delle ricadute positive sul sistema socio-economico le cui difficoltà, a detta delle comunità locali, derivano dalle criticità della rete viaria.

Nella fase di cantiere l'impatto sulla viabilità può considerarsi assente a causa dell'impraticabilità dovuta ai lavori in corso.

Nella fase di esercizio ed anche nella fase di naturalizzazione, per le caratteristiche descritte in precedenza, l'impatto può considerarsi molto positivo.

La presenza di numerose opere d'arte quali viadotti, tubolari, scatolari, consentiranno il passaggio degli animali, riducendo il rischio di attraversamento presente con l'attuale infrastruttura determinando delle ripercussioni positive sulla fruizione degli habitat da parte componente faunistica.

Nella fase di cantiere, tale impatto può considerarsi nullo, essendo il passaggio degli animali vincolato alle caratteristiche della strada esistente.

Nella fase di esercizio l'impatto può considerarsi positivo.

Altro impatto positivo dell'opera in esame, seppure in maniera indiretta, è il miglioramento della copertura vegetazionale di tutta l'area interessata dal progetto e delle zone limitrofe. Le piantumazioni in progetto, seppure collegate ad interventi di mitigazione, porteranno ad un effetto positivo generalizzato di riqualificazione di tutta la zona, andando a ristabilire un equilibrio alterato non solo dalla realizzazione della strada, ma anche da precedenti ed intensi interventi antropici.

Nella fase di cantiere, tale impatto può considerarsi particolarmente basso, collegato alla realizzazione delle prime piantumazioni.

Nella fase di esercizio l'impatto può considerarsi positivo legato alla parziale copertura dei suoli alterati da tutte le piantumazioni previste. Nella fase di naturalizzazione, infine, la tendenza verso il ripristino della vegetazione potenziale e la creazione di corridoi ecologici importanti per gli spostamenti delle specie animali, porteranno a un impatto molto positivo.

In merito all'analisi di potenziali incidenze degli interventi proposti sul paesaggio la metodologia di analisi adottata conduce alla preliminare individuazione degli elementi del paesaggio particolarmente vulnerabili: visuali del versante e visuali esperibili lungo il tracciato,

soggetti ad alterazioni causate da alterazione morfologica del rilievo o dall'alterazione dei caratteri percettivi del contesto.

In tale ottica e con la finalità di comprendere le fasi di relazione dell'opera sul paesaggio sugli elementi vulnerabili individuati le verifiche di compatibilità paesaggistica segue dapprima la lettura dell'opera sul paesaggio in fase di cantiere, poi in fase di esercizio.

Per quanto concerne potenziali effetti sul in fase di realizzazione dell'opera, si è riscontrato come la limitata accessibilità ai luoghi durante la realizzazione limiti fortemente l'effetto atteso di alterazione delle visuali esperibili.

La verifica di compatibilità paesaggistica e la lettura dell'opera nel paesaggio nella fase di esercizio fa riferimento in prima battuta alle modalità di giacitura dell'opera al fine di verificare se quest'ultima possa essere causa di alterazione della morfologia del versante, in un secondo momento l'analisi è focalizzata sugli elementi introdotti nel paesaggio e in particolare agli aspetti formali delle opere d'arte.

Riguardo al primo aspetto di analisi, le modalità di giacitura dell'opera, lo studio è stato condotto tramite l'analisi dei caratteri dimensionali dell'intervento e la sovrapposizione di questi ultimi al contesto paesaggistico con l'ausilio della foto aerea. In tal modo è stato anche possibile verificare l'efficacia degli interventi di inserimento paesaggistico previsti dal progetto. Lo studio così condotto non ha evidenziato alcuna criticità in quanto non risultano interessati elementi di rilievo della struttura e della compagine vegetazionale del versante.

Riguardo il secondo tema affrontato in fase di analisi e segnatamente al corretto inserimento delle opere d'arte in progetto, si è messo in evidenza come le scelte di progetto relative agli elementi di finitura siano frutto di un'analisi dei cromatismi suggeriti dal contesto paesaggistico e dal variare stagionale del fogliame che connota il popolamento arboreo di versante.

L'indagine ha condotto al risultato che l'utilizzo del Corten ottimizzi gli effetti mitigativi dell'opera nel paesaggio.

6.2 Le matrici

6.2.1 La matrice complessiva

Per la rappresentazione grafica degli impatti e delle relative mitigazioni, ci si è avvalsi dell'utilizzo di una matrice, capace di evidenziare in maniera semplice ed immediata, gli effetti nel tempo degli interventi, positivi e negativi.

Nella prima riga della matrice, con le lettere vengono rappresentati i diversi impatti, positivi e negativi che la realizzazione dell'opera produce.

<p>ANAS S.p.A. S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389 Studio Impatto Ambientale</p>	<p>File: T00-IA00-AMB-RE01_A.docx Data: Settembre 2020 Pag. 238 di 252</p>
--	--

La seconda riga rappresenta con differenti colorazioni, il livello di impatto sull'ambiente in assenza di mitigazioni, nella fase di realizzazione della strada.







Le righe dalla terza alla tredicesima rappresentano i diversi tipi di mitigazione e il tipo di impatto sul quale sono utilizzati. Infine, le righe dalla quattordicesima alla sedicesima rappresentano, attraverso i colori, il livello di impatto residuo, in seguito alle mitigazioni, per ogni singolo fattore, nelle tre fasi: **1) fase di cantiere, 2) fase di esercizio, 3) fase di naturalizzazione**. Questa matrice, in maniera immediata, offre un quadro generale di quelli che sono gli impatti che l'opera produce su tutte le componenti ambientali, socio economiche e paesaggistiche e tutte le mitigazioni relative.

IMPATTO	IMPATTI NEGATIVI								IMPATTI POSITIVI			
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	L	M	N
Stima dell'impatto senza mitigazioni	[Color-coded bar representing the initial impact profile]											
MITIGAZIONI	Abbattimento emissioni polveri	x					x	x				
	Abbattimento emissioni rumore e vibrazioni		x						x			
	Contenimento tagli vegetazione				x	x	x	x	x			
	Ripiantumazioni	x				x		x	x			
	Allestimento corridoi					x		x	x			
	Sistemazioni idrauliche						x		x			
	Allestimento aree per la raccolta differenziata			x								
	Copertura in pietra dei muri in c.a.							x				
	Ripristino dei suoli alterati				x	x			x			
	Opere di mitigazione e mascheramento				x		x	x				
	Consulenza esperto ambientale					x			x			
IMPATTO RESIDUO	Fase di cantiere	[Yellow]	[Yellow]	[Light Yellow]	[Orange]	[Light Orange]	[Purple]	[Purple]	[Orange]	[Light Green]		
	Fase di esercizio	[Light Yellow]	[Light Yellow]	[Blue]	[Light Orange]	[Yellow]	[Orange]	[Orange]	[Light Orange]	[Green]		
	Fase di naturalizzazione	[Light Yellow]	[Light Yellow]	[Blue]	[Light Yellow]	[Green]	[Light Orange]	[Light Orange]	[Light Yellow]	[Green]		

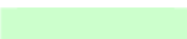



La scala di riferimento per le componenti ambientali è la seguente:

Chiavi grafiche di lettura

Classi di impatto negativo:

	Impatto assente o particolarmente basso
	Impatto basso
	Impatto moderato
	Impatto alto
	Impatto molto alto
	Impatto non classificabile

Classi di impatto positivo:

	Impatto positivo assente o particolarmente basso
	Impatto positivo
	Impatto molto positivo
	Impatto non classificabile

Impatti negativi:

A = DISPERSIONE E DEPOSIZIONE DELLE POLVERI
B = PRODUZIONE DI RUMORE E VIBRAZIONI
C = EMISSIONI DI CONTAMINANTI LIQUIDI E SOLIDI
D = CALPESTIO E/O OCCUPAZIONE DI SUOLO
E = ASPORTAZIONE E/O ALTERAZIONE DELLA COPERTURA PEDO-VEGETATIVA
F = ALTERAZIONE DELLA MORFOLOGIA DEL AREA
G = ALTERAZIONE DEI CARATTERI PERCETTIVI VISUALI
H = ALTERAZIONE, RIDUZIONE, FRAMMENTAZIONE DEGLI HABITAT

Impatti positivi:

I = MIGLIORAMENTO DELLA VIABILITÀ
L = MIGLIORAMENTO DELLA CONDIZIONE SOCIO-ECONOMICA
M = MIGLIORAMENTO INDIRETTO DELLA COPERTURA VEGETAZIONALE
N = MIGLIORAMENTO DELLE CONDIZIONI DI ATTRAVERSAMENTO (ANIMALI E PERSONE)



Impatto assente o particolarmente basso: Questa tipologia di impatto si verifica ogni qual volta l'interazione tra il progetto ed il sistema ambientale non determina nessun tipo di effetto o l'entità di questo è talmente bassa da poter essere definita trascurabile.



Impatto basso: Questa tipologia di impatto si verifica ogni qual volta dall'interazione tra il progetto ed il sistema ambientale si determinano effetti che, pur essendo non positivi, sono di natura temporanea. Questo tipo di impatto è legato alle caratteristiche del sistema ambientale, alla sua capacità di ripristinare le condizioni possedute prima che si verificasse l'impatto stesso.




Impatto moderato: Questa tipologia di impatto si verifica ogni qual volta dall'interazione tra il progetto ed il sistema ambientale si determinano effetti che perdurano anche al termine dell'azione di disturbo. Anche questo tipo di impatto è legato alle caratteristiche del sistema ambientale, alla sua capacità di ripristinare le condizioni possedute prima che si verificasse l'impatto stesso. Tuttavia, essendo la natura degli impatti più intensa, questi non possono più essere definiti di natura temporanea poiché, al cessare del disturbo, perdurano per un intervallo di tempo più lungo.





Impatto alto: Questa tipologia di impatto si verifica ogni qual volta al crescere dell'intensità degli interventi previsti del progetto, l'interazione dello stesso con il sistema ambientale determina effetti notevoli. Per tale ragione, al fine di salvaguardare l'ambiente è necessario intervenire con opportune misure di mitigazione poiché diversamente, il sistema non riuscirebbe a ritornare alle condizioni originarie.





Impatto molto alto: Questa tipologia di impatto si verifica ogni qual volta l'intensità degli interventi previsti del progetto, è tale che l'interazione dello stesso con il sistema ambientale determina effetti elevati i quali, nonostante si adottino opportune misure di mitigazione, non riescono ad evitare la perdita di qualità.

 Impatto non classificabile

 Impatto positivo assente o particolarmente basso: Questa tipologia di impatto si verifica nel caso in cui la realizzazione del progetto non determina alcun tipo di ricaduta positiva nelle componenti ambientali considerate, oppure queste sono talmente lievi da poter essere definite trascurabili.

 Impatto positivo: Questa tipologia di impatto si verifica nel caso in cui la realizzazione del progetto comporta ricadute positive nelle componenti ambientali considerate.

 Impatto molto positivo: Questa tipologia di impatto si verifica nel caso in cui la realizzazione del progetto comporta ricadute molto positive nelle componenti ambientali considerate.

 Impatto non classificabile

6.2.2 Le matrici a singola componente

A questo punto, è utile evidenziare, ancora in maniera grafica, le interazioni dirette tra i fattori di impatto appena analizzati e le singole componenti. Anche in questo caso verranno utilizzate delle matrici in cui le righe sono rappresentate dalla componente considerata e i suoi sottocomponenti e le colonne sono rappresentate da:

- fattori di impatto;
- vulnerabilità ed esposizione;
- alterazioni inducibili;
- entità dell'impatto in assenza di mitigazioni;
- effetti cumulativi;
- mitigazioni;
- efficacia delle mitigazioni.

<p>ANAS S.p.A. S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389 Studio Impatto Ambientale</p>	<p>File: T00-IA00-AMB-RE01_A.docx Data: Settembre 2020 Pag. 243 di 252</p>
--	--

I fattori di impatto, immessi nella matrice, sono quelli che relativamente al comparto analizzato, risultano essere maggiormente collegati.

La vulnerabilità dà una misura di quanto, la componente analizzata, sia vulnerabile di alterazione, sia in base alla normativa (ad esempio le direttive comunitarie per la componente faunistica), che in seguito alla realizzazione dell'opera e, di conseguenza, all'incidenza dei citati fattori di impatto, mentre l'esposizione indica quanto, la componente è esposta, ovvero è suscettibile dei fattori di impatto.

Le alterazioni inducibili sono quegli eventi negativi annessi alla realizzazione dell'opera, ovvero gli effetti negativi diretti che questa può generare sul comparto analizzato.

L'entità dell'impatto in assenza di mitigazioni stima il danno creato sulla componente, ipotizzando la realizzazione dell'opera in totale assenza di interventi di contenimento o mitigazione. Gli effetti cumulativi sono i possibili effetti negativi che, indirettamente, la realizzazione dell'opera genera sulla componente analizzata, considerata l'assenza di mitigazione dei già citati effetti inducibili ed impatti ai quali si sommano.

Le mitigazioni sono tutti quegli interventi atti a contenere, limitare o rendere meno evidenti gli effetti negativi conseguenti alla realizzazione dell'opera.

Infine, l'efficacia delle mitigazioni, rappresenta una stima di quanto gli interventi di mitigazione possono ridurre l'impatto sulla componente analizzata.

In questo modo, è possibile evidenziare quali sono le componenti maggiormente suscettibili di impatto, quali sono i fattori di impatto più incidenti relativamente a tutte le componenti ed infine, correlando i dati ottenuti con quelli della matrice complessiva, quali sono gli interventi di mitigazione più importanti per tutta l'opera.

SOCIO - ECONOMICA	FATTORI DI IMPATTO										
	SOTTO - COMPONENTI	Dispersione e deposizione delle polveri	Rumore e vibrazioni	Emissioni contaminanti liquidi e solidi	Occupazione e/o asportazione di suolo	Alterazione dei caratteri percettivi visuali	Vulnerabilità ed esposizione	Alterazioni inducibili	Entità d'impatto senza mitigazioni	Effetti cumulativi	Mitigazioni
Agricoltura	x		x	x		Vulnerabilità moderata Esposizione moderata	Inquinamento	Moderata	Riduzione della qualità o quantità della produzione	Abbattimento emissioni, ripristino delle aree dismesse	Elevata
Allevamento	x	x	x	x		Vulnerabilità elevata Esposizione moderata	Disturbo alla salute del bestiame	Elevata	Riduzione della qualità o quantità della produzione	Abbattimento emissioni, ripristino delle aree dismesse	Elevata
Commercio, artigianato e turismo	x	x			x	Vulnerabilità bassa Scarsa esposizione	Modifica della qualità della vita	Bassa	Nessuno	Abbattimento delle emissioni	Moderata
Patrimonio storico culturale					x	Scarsa vulnerabilità Scarsa esposizione	Non rilevabili	Nulla	Nessuno	Nessuna	Nessuna

PAESAGGIO	FATTORI DI IMPATTO												
SOTTO-COMPONENTI	Emissione e deposizione delle polveri	Calpestio e/o occupazione di suolo	Asportazione e/o alterazione della copertura pedo vegetativa	Emissioni di contaminanti liquidi e solidi	Alterazione della morfologia del rilievo	Alterazione dei caratteri percettivi visuali	Alterazione, riduzione, frammentazione degli habitat	Vulnerabilità ed esposizione	Alterazioni inducibili	Entità d'impatto senza mitigazioni	Effetti cumulativi	Mitigazioni	Efficacia mitigazioni
Visuale dell'intero versante	x	x	x	x	x	x	x	Vulnerabilità Elevata Esposizione elevata	Riduzione della qualità del paesaggio	Elevato	Riduzione della fruibilità del paesaggio	Ripristino aree dismesse, ripiantumazioni, utilizzo del vecchio tracciato	Moderata
Visuale lungo il tracciato	x	x	x	x	x	x	x	Vulnerabilità Elevata Esposizione elevata	Riduzione della qualità del paesaggio	Elevato	Riduzione della fruibilità del paesaggio	Ripristino aree dismesse, sistemazioni idraulico forestali, utilizzo del vecchio tracciato	Moderata

PEDOLOGIA	FATTORI DI IMPATTO										
SOTTO-COMPONENTI	Deposizione delle polveri	Emissione di contaminanti liquidi e solidi	Asportazione e /o alterazione della copertura pedo vegetativa	Occupazione e/o calpestio di suolo	Alterazione della morfologia del rilievo	Vulnerabilità ed esposizione	Alterazioni inducibili	Entità d'impatto senza mitigazioni	Effetti cumulativi	Mitigazioni	Efficacia mitigazioni
Suoli su superfici sommitali o pianeggianti	x	x	x	x	x	Elevata esposizione Bassa vulnerabilità	Consumo asportazione e occupazione	Moderata	Degrado	Contenimento degli inquinanti, ripristino aree dismesse, sistemazioni idraulico forestali	Elevata
Suoli su aree depresse o fondovalle	x	x	x	x	x	Elevata esposizione Elevata vulnerabilità	Copertura nei compluvi	Elevata	Degrado	Contenimento degli inquinanti, sistemazioni idraulico forestali	Moderata

IDROLOGIA	Fattori di impatto										
SOTTO-COMPONENTI	Asportazione e/o alterazione copertura pedo vegetativa	Occupazione e/o calpestio di suolo	Emissione di contaminanti liquidi e solidi	Alterazione della morfologia del rilievo	Alterazione del grado di infiltrazione	Vulnerabilità ed esposizione	Alterazioni inducibili	Entità d'impatto senza mitigazioni	Effetti cumulativi	Mitigazioni	Efficacia mitigazioni
Acque superficiali	x	x	x	x	x	Elevata esposizione Bassa vulnerabilità	Inquinamento o alterazione del regime dei corsi d'acqua	Moderata	Non rilevabile	Contenimento degli inquinanti, ripristino aree dismesse, sistemazioni idraulico forestali	Elevato
Acque sotterranee x		x	x	x	x	Bassa esposizione Bassa vulnerabilità	Inquinamento o alterazione del regime della falda	Trascurabile	Diminuzione dell'infiltrazione idrica	Contenimento degli inquinanti, ripristino aree dismesse, sistemazioni idraulico forestali	Elevato

GEOLOGIA GEOMORFOLOGIA	FATTORI DI IMPATTO								
SOTTO- COMPONENTI	Asportazione e/o alterazione della copertura pedo vegetativa	Calpestio e/o occupazione di suolo	Alterazione della morfologia del rilievo	Vulnerabilità ed esposizione	Alterazioni inducibili	Entità d'impatto senza mitigazioni	Effetti cumulativi	Mitigazioni	Efficacia mitigazioni
Sistemi di versante	x	x	x	Elevata esposizione Elevata vulnerabilità	Modifica della morfologia originale e modificazioni superficiali delle caratteristiche geomeccaniche delle terre	Elevata	Erosione e dissesto	Sistemazioni idraulico forestali	Moderata
Sistemi di drenaggio	x	x	x	Elevata esposizione Elevata vulnerabilità	Modifica della morfologia originale e modificazione del regime attuale del drenaggio	Elevata	Non rilevabili	Sistemazioni idraulico forestali	Alta

FAUNA	FATTORI DI IMPATTO								
SOTTO - COMPONENTI	Deposizione delle polveri	Traffico veicolare, rumore, vibrazioni	Asportazione e/o alterazione della copertura vegetativa Emissioni di contaminanti liquidi e solidi Occupazione e/o asportazione di suolo	Riduzione Vulnerabilità dell'habitat ed esposizione	Alterazioni inducibili	Entità d'impatto senza mitigazione	Effetti cumulativi	Mitigazioni	Efficacia mitigazioni
Anfibi e rettili	X	x	xxx	x Elevata esposizione Moderata vulnerabilità	Perdita di habitat	Elevata	Disturbo attività legate al ciclo vitale	Allestimento corridoi, ripristino aree dismesse, abbattimento emissioni	Elevata
Uccelli	x	x	xxx	x Scarsa esposizione Bassa vulnerabilità	Perdita di habitat	Bassa	Disturbo attività legate al ciclo vitale	Allestimento corridoi, ripristino aree dismesse, abbattimento emissioni	Elevata

Mammiferi	x	x	xxx	x Elevata esposizione Bassa vulnerabilità	Perdita di habitat	Moderata	Disturbo attività legate al ciclo vitale	Allestimento corridoi, ripristino aree dismesse, abbattimento emissioni	Elevata
Chiroteri		x	xxx	x Scarsa esposizione Elevata vulnerabilità	Perdita di habitat	Moderata	Disturbo attività legate al ciclo vitale	Allestimento o corridoi, ripristino aree dismesse, abbattimento emissioni	Elevata

FLORA E VEGETAZIONE	FATTORI DI IMPATTO											
	SOTTO-COMPONENTI	Emissione e deposizione delle polveri	Emissione di contaminanti liquidi e solidi	Asportazione e/o alterazione della copertura vegetativa	Alterazione, riduzione e frammentazione degli habitat	Calpestio e/o occupazione di suolo	Vulnerabilità ed esposizione	Alterazioni inducibili	Entità d'impatto	Effetti cumulativi	Mitigazioni	Efficacia mitigazioni
Aree agricole	x	x	x			x	Moderata vulnerabilità Scarsa esposizione	Inquinamento	Bassa	Riduzione della qualità o quantità della produzione	Contenimento degli inquinanti, ripristino aree dismesse, consulenza di un esperto ambientale	Elevata
Macchia mediterranea	x	x	x	x		x	Elevata vulnerabilità Elevata esposizione	Riduzione della copertura vegetale	Elevata	Riduzione degli habitat, perdita di naturalità	Abbattimento delle emissioni, contenimento dei tagli, ripristino aree dismesse, consulenza di un esperto ambientale	Elevata
Boschi	x	x	x	x		x	Elevata vulnerabilità Elevata esposizione	Riduzione della copertura vegetale	Elevata	Riduzione degli habitat, perdita di naturalità	Abbattimento delle emissioni, contenimento dei tagli, ripristino aree dismesse, consulenza di un esperto ambientale	Elevata
Prati, pascoli terreni incolti	x	x	x	x		x	Elevata vulnerabilità Elevata esposizione	Riduzione della copertura vegetale	Elevata	Riduzione degli habitat Perdita di naturalità	Abbattimento delle emissioni, contenimento dei tagli, ripristino aree dismesse, consulenza di un esperto ambientale	Elevata

<p>ANAS S.p.A. S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389 Studio Impatto Ambientale</p>	<p>File: T00-IA00-AMB-RE01_A.docx Data: Settembre 2020 Pag. 252 di 252</p>
--	--

La valutazione complessiva delle modificazioni indotte dalla costruzione della strada sull'ambiente, considerando il contesto ambientale, il contesto socio – economico ed i beni paesaggistici – culturali, permette di ricavare parametri di giudizio relativi all'efficacia ed alla compatibilità delle azioni previste, durante le fasi, di cantiere, di esercizio e di naturalizzazione. L'osservazione delle ultime righe della matrice complessiva evidenzia la variazione del livello di impatto dalla fase di cantiere alla fase di naturalizzazione, dopo, cioè, dieci anni circa dal termine dei lavori di realizzazione dell'opera. La variazione del livello di impatto è legata, non solo al tempo trascorso, ma, anche, alla reale efficacia di ogni singola azione di mitigazione. Dall'analisi delle matrici a singola componente, si può verificare quali sono i fattori di impatto maggiormente incidenti su tutte le componenti considerate.

Risultano maggiormente frequenti, in scala decrescente, i seguenti fattori di impatto:

- calpestio e/o occupazione di suolo;
- asportazione e/o alterazione della copertura pedo vegetativa;
- emissioni di contaminanti liquidi e solidi;
- emissione e deposizione di polveri;
- alterazione, riduzione e frammentazione degli habitat; - alterazione della morfologia del rilievo;
- produzione di rumore e vibrazioni;
- alterazione dei caratteri percettivi visuali.

Dalla comparazione dei dati ricavati dall'analisi della matrice complessiva con quelli delle matrici a singola componente, risulta che gli impatti più frequenti sono anche quelli che, nell'ultima fase considerata (fase di naturalizzazione), hanno livello di impatto assente o particolarmente basso.

Mentre, gli impatti meno frequenti sono quelli il cui livello nella fase di naturalizzazione è moderato. Questo ci porta a dire che tutte le mitigazioni descritte sono fondamentali per due motivi principali: abbattano gli impatti più frequenti e riducono notevolmente gli impatti meno frequenti, ma anche più incisivi derivanti dalla realizzazione dell'opera in progetto.