

S.S.127 Settentrionale Sarda
Completamento circonvallazione di Tempio

PROGETTO DEFINITIVO

COD. CA350

PROGETTAZIONE: ATI VIA — SERING — VDP — BRENG

PROGETTISTA RESPONSABILE E DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:

Dott. Ing. Massimo Capasso (Ord. Ing. Prov. Roma 26031)

RESPONSABILI D'AREA:

Responsabile Tracciato stradale: *Dott. Ing. Massimo Capasso*
(Ord. Ing. Prov. Roma 26031)

Responsabile Strutture: *Dott. Ing. Giovanni Piazza*
(Ord. Ing. Prov. Roma 27296)

Responsabile Idraulica, Geotecnica e Impianti: *Dott. Ing. Sergio Di Maio*
(Ord. Ing. Prov. Palermo 2872)

Responsabile Ambiente: *Dott. Ing. Francesco Ventura*
(Ord. Ing. Prov. Roma 14660)

GEOLOGO:

Dott. Geol. Enrico Curcuruto (Ord. Geo. Regione Sicilia 966)

COORDINATORE SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:

Dott. Ing. Matteo Di Girolamo (Ord. Ing. Prov. Roma A15138)

RESPONSABILE SIA:

Dott. Ing. Francesco Ventura (Ord. Ing. Prov. Roma 14660)

VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:

Dott. Ing. Edoardo Antonio Quattrone

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

MANDATARIA:

MANDANTI:



STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
ANALISI DEGLI IMPATTI

Relazione

CODICE PROGETTO			NOME FILE		REVISIONE	SCALA:
PROGETTO			T00IA30AMBRE01A			
LIV. PROG. ANNO			CODICE ELAB.			
DPCA0350 D 22			T00IA30AMBRE01		A	—
D			—	—	—	—
C			—	—	—	—
B			—	—	—	—
A	EMISSIONE		MAG. 2023	B.ZIMEI	F. VENTURA	M. CAPASSO
REV.	DESCRIZIONE		DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

SOMMARIO

A	Premessa	3
B	La metodologia dell'analisi degli impatti	5
C	Analisi degli impatti.....	10
C.1	Atmosfera.....	10
C.1.1	<i>La valutazione dei potenziali impatti sulla componente</i>	10
C.1.1.1	<i>Analisi delle potenziali interferenze</i>	10
C.1.2	<i>Il rapporto opera-ambiente e le misure mitigative</i>	33
C.1.2.1	<i>Misure per la fase di cantiere</i>	33
C.1.2.2	<i>Misure per la fase di esercizio</i>	34
C.2	Suolo e sottosuolo	34
C.2.1	<i>La valutazione dei potenziali impatti sulla componente</i>	34
C.2.1.1	<i>Dimensione costruttiva</i>	35
C.2.1.2	<i>Dimensione fisica</i>	40
C.2.2	<i>Le misure mitigative</i>	41
C.3	Ambiente idrico	42
C.3.1	<i>La valutazione dei potenziali impatti sulla componente</i>	42
C.3.1.1	<i>Dimensione costruttiva</i>	43
C.3.1.2	<i>Dimensione fisica</i>	46
C.3.1.3	<i>Dimensione operativa</i>	47
C.3.2	<i>Il rapporto opera-ambiente e le misure mitigative</i>	48
C.4	Biodiversità	49
C.4.1	<i>La valutazione dei potenziali impatti sulla componente</i>	49
C.4.1.1	<i>Dimensione costruttiva</i>	49
C.4.1.2	<i>Dimensione operativa</i>	52
C.5	Rumore e vibrazioni	53
C.5.1	<i>La valutazione dei potenziali impatti sulla componente</i>	53
C.5.1.1	<i>Analisi delle potenziali interferenze</i>	53
C.5.2	<i>Il rapporto opera-ambiente e le misure mitigative</i>	75
C.5.2.1	<i>Misure per la fase di cantiere</i>	75
C.5.2.2	<i>Misure per la fase di esercizio</i>	79

C.6	Popolazione e salute umana.....	80
C.6.1	<i>La valutazione dei potenziali impatti sulla componente</i>	80
C.6.1.1	<i>Dimensione costruttiva</i>	82
C.6.1.2	<i>Dimensione operativa.....</i>	85
C.7	Territorio e Patrimonio agroalimentare	86
C.7.1	<i>Inquadramento del tema</i>	86
C.7.1.1	<i>Effetti riferiti alla dimensione Costruttiva</i>	87
C.7.1.2	<i>Effetti riferiti alla dimensione Fisica</i>	89
C.8	Paesaggio.....	92
C.8.1	<i>La valutazione dei potenziali impatti sulla componente</i>	92
C.8.1.1	<i>Dimensione costruttiva</i>	93
C.8.1.2	<i>Dimensione operativa.....</i>	96
C.8.2	<i>Studio del colore: cromatismo da utilizzare per gli interventi architettonici di finitura ...</i>	105
C.8.3	<i>Sintesi del rapporto opera-paesaggio</i>	107
C.8.4	<i>Fotoinserimenti dell'opera</i>	109
C.8.5	<i>Interventi di inserimento paesaggistico-ambientale</i>	114
C.8.5.1	<i>Tipologia degli interventi.....</i>	115
C.9	Valutazione dei potenziali impatti cumulativi.....	115
D	Conclusioni.....	117

A PREMESSA

La presente relazione è redatta nell'ambito dello Studio di Impatto Ambientale del progetto definitivo relativo ai lavori di realizzazione della Circonvallazione di Tempio, costituita da una nuova viabilità di categoria C "Extraurbana secondaria" ex D.M. 05.11.2001, alternativa alla viabilità di attraversamento del centro abitato – costituita dal tratto urbano dell'itinerario S.S.127 – posta a nord dell'abitato stesso e di sviluppo di 3,7 km circa, ed ha l'obiettivo di individuare e valutare gli impatti che le opere in progetto possono determinare, durante la fase costruttiva e quella di esercizio, sullo stato qualitativo attuale delle diverse matrici ambientali e, dove utile, di definire azioni ed interventi per prevenire, contenere e, al limite, compensare gli impatti stessi.

Per lo Scenario di base si rimanda alla relazione "Analisi di sostenibilità delle alternative", mentre per l'inquadramento progettuale di tutti gli aspetti che rappresentano le iniziative alla base del progetto, si rimanda alla relazione "Analisi progettuale della soluzione preferenziale", entrambe allegate al presente SIA.

Di seguito si analizzano le matrici ambientali e i possibili impatti che le opere in progetto possono determinare sulle stesse, tenendo conto della eventuale necessità di misure ed interventi di mitigazione che il progetto deve adottare per essere considerato ambientalmente sostenibile.

Per una migliore comprensione del presente documento si faccia riferimento agli specifici elaborati grafici:

ANALISI DEGLI IMPATTI												
0 7 4 1												
Atmosfera												
T	0	0	IA	3	1	AMB	CT	0	1	A	Mappa delle concentrazioni di inquinanti da traffico veicolare - NO2 Post operam (2039) - Tav. 1 di 3	1:2000
T	0	0	IA	3	1	AMB	CT	0	2	A	Mappa delle concentrazioni di inquinanti da traffico veicolare - NO2 Post operam (2039) - Tav. 2 di 3	1:2000
T	0	0	IA	3	1	AMB	CT	0	3	A	Mappa delle concentrazioni di inquinanti da traffico veicolare - NO2 Post operam (2039) - Tav. 3 di 3	1:2000
T	0	0	IA	3	1	AMB	CT	0	4	A	Mappa delle concentrazioni di inquinanti da traffico veicolare - PM 10 Post operam (2039) - Tav. 1 di 3	1:2000
T	0	0	IA	3	1	AMB	CT	0	5	A	Mappa delle concentrazioni di inquinanti da traffico veicolare - PM 10 Post operam (2039) - Tav. 2 di 3	1:2000
T	0	0	IA	3	1	AMB	CT	0	6	A	Mappa delle concentrazioni di inquinanti da traffico veicolare - PM 10 Post operam (2039) - Tav. 3 di 3	1:2000
T	0	0	IA	3	1	AMB	CT	0	7	A	Mappa delle concentrazioni di inquinanti da traffico veicolare - PM 2.5 Post operam (2039) - Tav. 1 di 3	1:2000
T	0	0	IA	3	1	AMB	CT	0	8	A	Mappa delle concentrazioni di inquinanti da traffico veicolare - PM 2.5 Post operam (2039) - Tav. 2 di 3	1:2000
T	0	0	IA	3	1	AMB	CT	0	9	A	Mappa delle concentrazioni di inquinanti da traffico veicolare - PM 2.5 Post operam (2039) - Tav. 3 di 3	1:2000
T	0	0	IA	3	1	AMB	CT	1	0	A	Fase di cantiere - Scenario critico - Mappa delle concentrazioni di inquinanti - PM 10 - Tav. 1 di 3	1:2000
T	0	0	IA	3	1	AMB	CT	1	1	A	Fase di cantiere - Scenario critico - Mappa delle concentrazioni di inquinanti - PM 10 - Tav. 2 di 3	1:2000
T	0	0	IA	3	1	AMB	CT	1	2	A	Fase di cantiere - Scenario critico - Mappa delle concentrazioni di inquinanti - PM 10 - Tav. 3 di 3	1:2000
0 7 4 2												
Ambiente idrico												
T	0	0	IA	3	2	AMB	CT	0	1	A	Corografia del reticolo e dei bacini idrografici	1:10000
T	0	0	IA	3	2	AMB	CT	0	2	A	Carta idrogeologica	1:2000
T	0	0	IA	3	2	AMB	CT	0	3	A	Carta idrogeologica	1:2000
T	0	0	IA	3	2	AMB	CT	0	4	A	Carta idrogeologica	1:2000
0 7 4 3												
Suolo e sottosuolo												
T	0	0	IA	3	3	AMB	CT	0	1	A	Carta geologica con elementi di geomorfologia	1:2000
T	0	0	IA	3	3	AMB	CT	0	2	A	Carta geologica con elementi di geomorfologia	1:2000
T	0	0	IA	3	3	AMB	CT	0	3	A	Carta geologica con elementi di geomorfologia	1:2000
T	0	0	IA	3	3	AMB	CT	0	4	A	Carta dell'uso del suolo	1:5000
0 7 4 4												
Biodiversità												
T	0	0	IA	3	4	AMB	CT	0	1	A	Carta della vegetazione	1:5000
T	0	0	IA	3	4	AMB	CT	0	2	A	Carta degli ecosistemi	1:5000
0 7 4 5												
Rumore												
T	0	0	IA	3	5	AMB	RE	0	2	A	Caratterizzazione del clima acustico ante operam (campagna di misure)	-
T	0	0	IA	3	5	AMB	SH	0	1	A	Tabulati valori acustici in fase di cantiere	-
T	0	0	IA	3	5	AMB	SH	0	2	A	Tabulati valori acustici post operam, post mitigazione)	-
T	0	0	IA	3	5	AMB	SH	0	3	A	Censimento ricettori acustici	-
T	0	0	IA	3	5	AMB	PL	0	1	A	Planimetria dei ricettori - Tav. 1 di 3	1:2000
T	0	0	IA	3	5	AMB	PL	0	2	A	Planimetria dei ricettori - Tav. 2 di 3	1:2000
T	0	0	IA	3	5	AMB	PL	0	3	A	Planimetria dei ricettori - Tav. 3 di 3	1:2000
T	0	0	IA	3	5	AMB	CT	0	1	A	Mappe orizzontali impatto acustico - Post operam - Diurno - Tav. 1 di 3	1:2000
T	0	0	IA	3	5	AMB	CT	0	2	A	Mappe orizzontali impatto acustico - Post operam - Diurno - Tav. 2 di 3	1:2000
T	0	0	IA	3	5	AMB	CT	0	3	A	Mappe orizzontali impatto acustico - Post operam - Diurno - Tav. 3 di 3	1:2000
T	0	0	IA	3	5	AMB	CT	0	4	A	Mappe orizzontali impatto acustico - Post operam - Notturno - Tav. 1 di 3	1:2000
T	0	0	IA	3	5	AMB	CT	0	5	A	Mappe orizzontali impatto acustico - Post operam - Notturno - Tav. 2 di 3	1:2000
T	0	0	IA	3	5	AMB	CT	0	6	A	Mappe orizzontali impatto acustico - Post operam - Notturno - Tav. 3 di 3	1:2000
T	0	0	IA	3	5	AMB	CT	0	7	A	Mappe orizzontali impatto acustico - Post mitigazione - Diurno - Tav. 1 di 3	1:2000
T	0	0	IA	3	5	AMB	CT	0	8	A	Mappe orizzontali impatto acustico - Post mitigazione - Diurno - Tav. 2 di 3	1:2000
T	0	0	IA	3	5	AMB	CT	0	9	A	Mappe orizzontali impatto acustico - Post mitigazione - Diurno - Tav. 3 di 3	1:2000
T	0	0	IA	3	5	AMB	CT	1	0	A	Mappe orizzontali impatto acustico - Post mitigazione - Notturno - Tav. 1 di 3	1:2000
T	0	0	IA	3	5	AMB	CT	1	1	A	Mappe orizzontali impatto acustico - Post mitigazione - Notturno - Tav. 2 di 3	1:2000
T	0	0	IA	3	5	AMB	CT	1	2	A	Mappe orizzontali impatto acustico - Post mitigazione - Notturno - Tav. 3 di 3	1:2000
T	0	0	IA	3	5	AMB	CT	1	3	A	Mappe orizzontali impatto acustico - Fase cantiere - Tav. 1 di 2	1:2000
T	0	0	IA	3	5	AMB	CT	1	4	A	Mappe orizzontali impatto acustico - Fase cantiere - Tav. 2 di 2	1:2000
T	0	0	IA	3	5	AMB	DT	0	1	A	Dimensionamento degli interventi di mitigazione acustica. Planimetria e tipologico	varie
0 7 4 6												
Paesaggio												
T	0	0	IA	3	6	AMB	CT	0	1	A	Carta del contesto e della struttura del paesaggio	1:20000
T	0	0	IA	3	6	AMB	CT	0	2	A	Elementi di struttura del paesaggio	1:20000
T	0	0	IA	3	6	AMB	CT	0	3	A	Morfologia del paesaggio	1:30000
T	0	0	IA	3	6	AMB	CT	0	4	A	Carta della percezione visiva e dell'intervisibilità	1:20000
T	0	0	IA	3	6	AMB	CT	0	5	A	Analisi percettiva dall'interno dell'infrastruttura	1:20000
T	0	0	IA	3	6	AMB	SZ	0	1	A	Sezioni ambientali - Stato di fatto e stato di progetto Tav. 1 di 2	1:200
T	0	0	IA	3	6	AMB	SZ	0	2	A	Sezioni ambientali - Stato di fatto e stato di progetto Tav. 2 di 2	1:200
T	0	0	IA	3	6	AMB	FO	0	1	A	Fotosimulazioni	1:5000

B LA METODOLOGIA DELL'ANALISI DEGLI IMPATTI

Scopo della presente relazione è quello di determinare e stimare i potenziali impatti indotti sull'ambiente dall'opera e, conseguentemente, fornire al Valutatore quegli elementi utili per l'espressione del giudizio in merito alla sua compatibilità.

Stante tale finalità, la metodologia si compone di quattro step, ed in particolare:

- lettura dell'opera secondo le tre dimensioni;
- scomposizione dell'opera in azioni;
- determinazione della catena azioni-fatti causali-impatti;
- stima dei potenziali impatti;
- stima degli impatti residui.

La prima delle quattro scelte metodologiche sulle quali si fonda la seguente analisi ambientale, risiede nella lettura delle opere ed interventi previsti dal progetto in esame secondo le tre seguenti dimensioni, ciascuna delle quali connotata da una propria modalità di lettura (cfr. tabella seguente).

Dimensione	Modalità di lettura
Costruttiva: "Opera come costruzione"	Opera intesa rispetto agli aspetti legati alle attività necessarie alla sua realizzazione ed alle esigenze che ne conseguono, in termini di materiali, opere ed aree di servizio alla cantierizzazione, nonché di traffici di cantierizzazione indotti
Fisica: "Opera come manufatto"	Opera come manufatto, espresso nelle sue caratteristiche fisiche e funzionali
Operativa: "Opera come esercizio"	Opera intesa nella sua operatività con riferimento al suo funzionamento

Le dimensioni di lettura dell'opera

Muovendo da tale tripartizione, il secondo momento di lavoro consiste nella scomposizione delle opere secondo specifiche azioni di progetto, come riportato nella successiva tabella: tali azioni sono quindi suddivise nelle tre dimensioni dell'opera, ossia nella dimensione costruttiva, fisica, ed operativa che rappresentano rispettivamente l'opera come realizzazione, manufatto, ed esercizio.

Tali azioni per ogni dimensione dell'opera, di seguito riportate, sono state definite in funzione della tipologia di opera e delle attività di cantiere necessarie alla sua realizzazione e della sua funzionalità una volta finalizzata.

Dimensione costruttiva	
AC.1	approntamento aree di cantiere
AC.2	ingombro temporaneo cantiere
AC.3	demolizione pavimentazione esistente
AC.4	realizzazione palificate
AC.5	scavi e sbancamenti
AC.6	realizzazione galleria
AC.7	realizzazione pavimentazione stradale
AC.8	traffico di cantiere
AC.9	gestione acque di cantiere (meteoriche, reflue, attività di cantiere)
AC.10	deposito carburante e liquidi
Dimensione fisica	
AF.1	ingombro
Dimensione operativa	
AO.1	traffico in esercizio
AO.2	gestione acque di piattaforma

Definizione azioni di progetto

Analizzando nel dettaglio l'insieme delle suddette azioni, esse possono essere correlate alle opere in progetto così come indicato nella tabella seguente.

Ambiti di progetto		Azioni di progetto	Dimensione
Tratti dell'opera all'aperto	strada	ingombro	Fisica
		scavi e sbancamenti	Costruttiva
		demolizione pavimentazione esistente	Costruttiva
		realizzazione pavimentazione stradale	Costruttiva
		gestione acque di piattaforma	Operativa
		traffico di cantiere	Costruttiva
		traffico in esercizio	Operativa
	muri	realizzazione opere in elevazione	Costruttiva
	opere complementari	ingombro	Fisica
		scavi e sbancamenti	Costruttiva
Tratti dell'opera in sotterraneo	galleria artificiale	demolizione pavimentazione esistente	Costruttiva
		palificate	Costruttiva
		demolizione rilevato esistente	Costruttiva
		scavo	Costruttiva
		gestione acque di piattaforma	Operativa

Ambiti di progetto		Azioni di progetto	Dimensione
Cantieri		traffico di cantiere	Costruttiva
		traffico in esercizio	Operativa
	Cantiere Base	approntamento aree di cantiere	Costruttiva
		ingombro	Costruttiva
		gestione acque di cantiere	Costruttiva
		deposito carburante e liquidi	Costruttiva
	Area di stoccaggio	approntamento aree di cantiere	Costruttiva
		ingombro	Costruttiva
		movimentazione materie	Costruttiva
	Aree di lavorazione	movimentazione materie	Costruttiva
		ingombro	Costruttiva

A seguito della determinazione delle azioni di progetto, vengono individuati tutti i possibili fattori potenzialmente causa di impatto e i relativi impatti da essi generati.

I fattori di pressione o fattori causali sono definiti e analizzati nell'ambito dello studio di ciascuna componente ambientale. La caratterizzazione in termini di “detrattore” dipende infatti, oltre che dal tipo di intervento previsto in progetto, dalle caratteristiche proprie della matrice analizzata ovvero dalla sensibilità o vulnerabilità della componente con cui le opere interagiscono.

Di seguito una tabella esplicativa della catena “Azioni – Fattori causali – Impatti potenziali”.

Azione di progetto	Attività che deriva dalla lettura degli interventi costitutivi l'opera in progetto, colta nelle sue tre dimensioni
Fattore causale di impatto	Aspetto delle azioni di progetto suscettibile di interagire con l'ambiente in quanto all'origine di possibili impatti
Impatto ambientale potenziale	Modificazione dell'ambiente, in termini di alterazione e compromissione dei livelli qualitativi attuali derivante da uno specifico fattore causale

Catena Azioni – fattori causali – impatti potenziali

Una volta individuati i potenziali impatti generati dall'opera, considerando tutte le componenti ambientali interferite, se ne determina la significatività, ovvero il livello di interferenza che l'opera può determinare (nelle sue tre dimensioni) sull'ambiente circostante.

Gli impatti potenziali sono stimati a diversi livelli, ovvero come impatti:

- diretti e indiretti,

- a breve e a lungo termine,
- temporanei e permanenti,
- reversibili e irreversibili,
- cumulativi,
- locali, estesi e transfrontalieri.

Sarà quindi attribuito, a ciascun impatto, un livello di giudizio, ovvero sarà verificato se:

- l'impatto si manifesta sulla specifica matrice ambientale ovvero se si verifica il fattore di pressione che lo genera;
- l'impatto non si manifesta ovvero se il fattore di pressione che lo genera non sussiste;
- l'impatto si manifesta con effetti non significativi sulla matrice ambientale ovvero se il fattore di pressione che potenzialmente lo genera è trascurabile.

Si evidenzia che, dall'analisi del contesto in cui l'opera si va ad inserire e delle specificità costruttive, risulta evidente che le azioni di progetto potranno dar luogo a potenziali impatti solo a scala locale.

Per quanto attiene alla puntuale definizione dei nessi di causalità intercorrenti tra le azioni di progetto ed i potenziali impatti ambientali relativi a ciascuna delle componenti, si rimanda agli specifici paragrafi del successivo capitolo.

Per quanto concerne le misure di prevenzione e mitigazione adottate nell'ambito del progetto in esame, per gli eventuali impatti potenzialmente generati ne sarà stimata l'efficacia ed in particolare sarà verificato se:

- le misure adottate sono sufficienti alla risoluzione dell'interferenza ovvero non si verifica l'impatto ipotizzato (Impatto mitigabile);
- le misure adottate non sono pienamente sufficienti alla risoluzione dell'interferenza ma ne consentono solo l'attenuazione; l'impatto ipotizzato si verifica ma avrà effetti limitati sulla matrice ambientale (Impatto parzialmente mitigabile);
- le misure adottate non sono sufficienti alla risoluzione dell'interferenza; l'impatto ipotizzato si verifica e non è possibile individuare misure idonee ad una sua efficace risoluzione/attenuazione (Impatto non mitigabile).

Nel caso l'impatto inizialmente stimato sia mitigabile o, ad ogni modo, gli impatti residui siano trascurabili, la valutazione si conclude con esito positivo senza registrare impatti negativi.

Qualora l'impatto inizialmente stimato sia parzialmente mitigabile o non mitigabile, saranno stimati gli impatti residui, ed in particolare sarà verificato se:

- l'impatto residuo non è distinguibile dalla situazione preesistente (Impatto residuo non significativo);
- l'impatto residuo è distinguibile ma non causa una variazione significativa della situazione preesistente (Impatto residuo scarsamente significativo);
- l'impatto residuo corrisponde ad una variazione significativa della situazione preesistente ovvero causa di un peggioramento evidente di una situazione preesistente già critica (Impatto residuo significativo);
- l'impatto residuo corrisponde ad un superamento di soglie di attenzione specificatamente definite per la componente (normate e non) ovvero causa di un aumento evidente di un superamento precedentemente già in atto (Impatto residuo molto significativo).

Nel caso in cui si registri un impatto ambientale residuo significativo, sono valutate e individuate per ciascuna matrice interferita, le adeguate opere ed interventi di compensazione.

Infine, si evidenzia che la stima degli impatti darà conto anche degli eventuali "effetti positivi" generati dalla presenza dell'opera in termini di miglioramento dello stato qualitativo iniziale della matrice ambientale analizzata.

C ANALISI DEGLI IMPATTI

C.1 ATMOSFERA

C.1.1 LA VALUTAZIONE DEI POTENZIALI IMPATTI SULLA COMPONENTE

Seguendo la metodologia esplicitata nel capitolo B, di seguito sono stati individuati i principali impatti potenziali che l'opera oggetto del presente studio potrebbe generare sulla componente in esame.

Considerando separatamente le azioni di progetto nelle tre dimensioni in cui è stata distinta l'opera (fisica, costruttiva ed operativa) sono stati individuati i fattori causali dell'impatto e conseguentemente gli impatti potenziali.

La catena Azioni – fattori causali – impatti potenziali riferita alla componente "Atmosfera" è riportata nella seguente tabella.

Azioni di progetto	Fattori Causali	Impatti potenziali
Dimensione costruttiva		
AC.3 demolizione pavimentazione esistente	Produzione di emissioni polverulente	Modifica delle condizioni di polverosità nell'aria
AC.5 Scavi e sbancamenti		
AC.8 Traffico di cantiere		
Dimensione operativa		
AO.1 Traffico in esercizio	Produzione di emissioni inquinanti	Modifica delle condizioni di qualità dell'aria

Catena Azioni di progetto -fattori causali – impatti potenziali

Con riferimento alla "Dimensione fisica" si sottolinea come la presenza dell'infrastruttura in sé, non determini potenziali impatti sulla componente in esame, pertanto, questa dimensione non è stata inserita nella tabella sopra riportata.

Per quanto riguarda, invece, gli impatti potenziali individuati per le dimensioni costruttiva ed operativa dell'opera in esame, nel paragrafo successivo verranno condotte delle analisi ad hoc al fine di quantificare la criticità di tali impatti, in termini di concentrazioni di inquinanti nell'atmosfera.

C.1.1.1 Analisi delle potenziali interferenze

Il presente paragrafo è volto alla quantificazione delle interferenze generate dall'opera sulla componente "Aria e clima", sia in relazione alle attività di cantiere ("dimensione costruttiva"), sia in relazione all'esercizio della nuova infrastruttura in progetto ("dimensione operativa").

Per una corretta valutazione dell'impatto dell'Opera sulla componente atmosfera risulta necessario evidenziare quanto segue.

Dal punto di vista dello stato attuale di qualità dell'aria, si evidenzia come il tracciato dell'Opera attraversi un'area in cui le concentrazioni di fondo ambientale si mantengono ben al di sotto dei livelli definiti come valori limiti dalla normativa vigente, restituendo pertanto uno scenario attualmente compatibile con i limiti normativi vigenti in materia di inquinamento atmosferico.

Le valutazioni di impatto correlate alla realizzazione dell'Opera in oggetto di Studio, quindi, saranno incentrate sull'analisi delle eventuali modifiche alle concentrazioni degli inquinanti che l'Opera potrebbe apportare allo scenario attuale, modificando o meno le concentrazioni degli inquinanti che attualmente caratterizzano il territorio. A tale scopo, sono state calcolate le concentrazioni degli inquinanti derivanti dall'esercizio dell'infrastruttura allo stato Post Operam, attraverso simulazioni modellistiche riferite allo scenario futuro. Dal confronto degli output ottenuti nello scenario futuro e delle concentrazioni di fondo calcolate per lo scenario attuale si è potuto infine stimare l'eventuale innalzamento delle concentrazioni di inquinanti e quindi la futura compatibilità o meno dell'Opera con i limiti normativi vigenti in materia di inquinamento atmosferico.

Di seguito si riporta una breve descrizione del modello di simulazione utilizzato per lo studio delle concentrazioni degli inquinanti prodotte nelle fasi ante operam e post-operam.

Il modello di simulazione utilizzato

Il modello AERMOD è stato sviluppato nell'anno 2002 dall'EPA (Environmental Protection Agency: Agenzia del governo federale degli Stati Uniti preposta alla protezione della salute umana e dell'ambiente). Il modello è in grado di stimare gli impatti sul territorio di inquinanti emessi da diversi tipi di sorgenti emissive utilizzando allo scopo gli aggiornati algoritmi di calcolo.

AERMOD è un modello di dispersione "steady-state" in cui la diffusione in atmosfera dell'inquinante emesso da una sorgente viene simulata adottando una distribuzione gaussiana della concentrazione, sia nella direzione orizzontale che in quella verticale, se l'inquinante diffonde nello strato limite stabile SBL. Se invece l'inquinante diffonde nello strato limite convettivo CBL, il codice descrive la concentrazione in aria adottando una distribuzione gaussiana nella direzione orizzontale e una funzione densità di probabilità p.d.f. bi-gaussiana per la direzione verticale (Willis and Deardorff, 1981; Briggs, 1993).

Il codice incorpora inoltre un nuovo e semplice approccio per simulare la dispersione di un flusso in situazione di terreno complesso adottando il concetto di linea di flusso (Snyder, et al., 1985). Tale approccio è basato su considerazioni energetiche che permettono di definire, per ogni punto del

territorio sul quale diffonde l'inquinante, la quota alla quale è soddisfatto il bilancio energetico tra l'energia cinetica di una particella d'aria che si muove nel flusso e l'energia potenziale necessaria affinché la particella superi un ostacolo. L'utilizzo di questo approccio evita la necessità di distinguere il terreno in semplice, intermedio o complesso.

L'attuale versione di AERMOD contiene particolari algoritmi in grado di tenere conto di determinate caratteristiche del PBL, è in grado di simulare il comportamento del pennacchio in diverse situazioni:

- calcola il "plume rise" e la "buoyancy";
- è in grado di simulare i "plume lofting" cioè le porzioni di massa degli inquinanti che in situazioni convettive prima di diffondersi nello strato limite, tendono ad innalzarsi e a rimanere in prossimità del top dello strato limite;
- tiene conto della penetrazione del plume in presenza di inversioni in quota;
- può trattare lo strato limite in situazioni urbane.

AERMOD predispone inoltre un'analisi dei parametri meteorologici con lo scopo di definire la struttura verticale dello strato limite e la sua evoluzione temporale. Può inoltre considerare recettori in tutti i tipi di terreno, ubicati sulla superficie o a quote superiori all'altezza del plume; può venire applicato ad aree urbane e rurali, su terreni piani e complessi; può prendere in esame i rilasci di sorgenti singole o multiple, sia puntuali che areali o volumetriche, e le sorgenti possono essere ubicate sia in superficie che in quota.

L'utilizzo del codice AERMOD è articolato in tre distinte fasi operative ad ognuna delle quali è demandata una particolare funzione svolta da codici specifici. Le caratterizzazioni orografica e meteorologica degli scenari oggetto dello studio dispersivo vengono approntate rispettivamente dai codici AERMAP e AERMET che operano in modo disgiunto e autonomo e calcolano i parametri di tipo orografico e meteorologico che concorrono alla descrizione del planetary boundary layer nel quale diffondono gli inquinanti, che successivamente sono simulati con il codice di dispersione AERMOD. Nella seguente figura è riportato il flusso delle fasi operative nelle quali è articolato l'utilizzo del codice AERMOD.

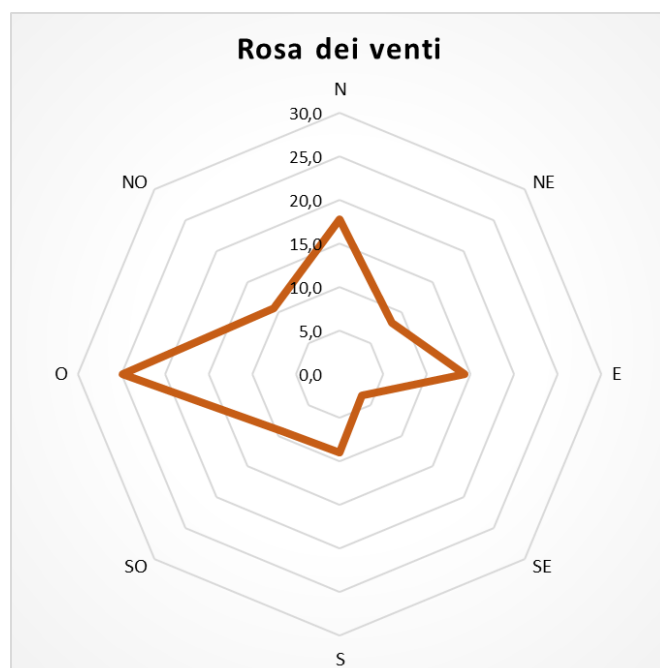
Il codice AERMAP, che rappresenta il preprocessore orografico, dopo la lettura dei dati orografici e delle caratteristiche della griglia orizzontale dei recettori (x_r , y_r), assegnata dall'utente per il successivo calcolo delle concentrazioni, per ogni singolo recettore determina la quota z_r e calcola un parametro h_c , detto "altezza scala" del terreno, che rappresenta l'altezza entro la quale si esplica l'influenza dei vicini rilievi orografici nel punto (x_r , y_r , z_r).

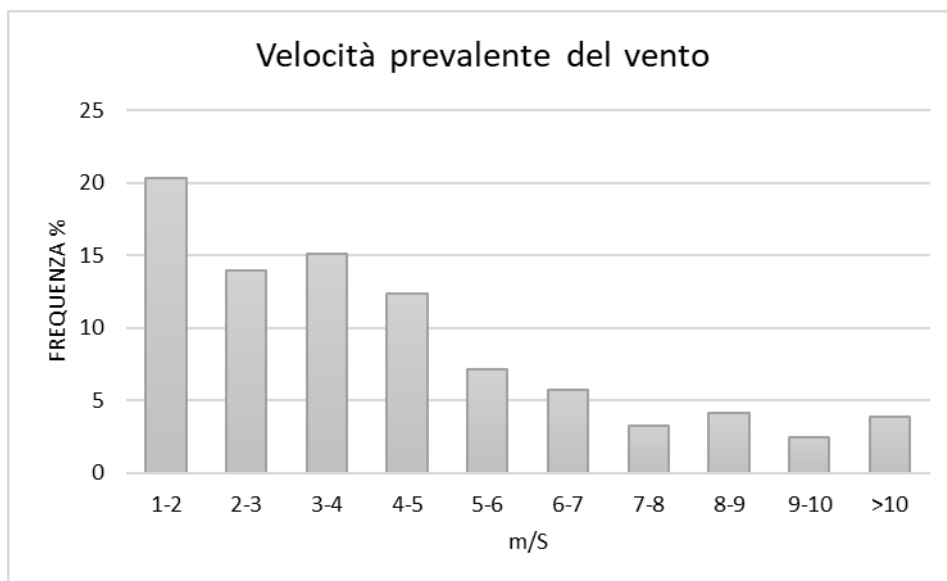
Il codice AERMET, che rappresenta il preprocessore meteorologico, prevede la lettura a livello orario di una serie di parametri meteorologici, quali velocità e direzione del vento, temperatura e copertura nuvolosa, misurati in una stazione al suolo rappresentativa del sito oggetto dello studio e la lettura giornaliera di un profilo della velocità e direzione del vento e della temperatura. I dati letti vengono poi utilizzati per calcolare il valore dei parametri, quali il flusso di calore sensibile, la velocità u^* , la lunghezza di Monin Obukhov L , la velocità convettiva di scala w^* , le altezze di mescolamento, sia meccanica sia convettiva, che definiscono lo strato limite (PBL) nel quale diffondono gli inquinanti.

Il codice di dispersione AERMOD, infine, dopo aver integrato le caratteristiche dello strato di rimescolamento nella fase detta di "interfaccia meteorologica", calcola le concentrazioni al suolo degli inquinanti emessi in atmosfera assumendo particolari ipotesi. Nel caso di atmosfera stabile il codice suppone che l'inquinante diffonda nello spazio mantenendo una forma sia nella direzione orizzontale che verticale assimilabile ad una distribuzione gaussiana, mentre nel caso di atmosfera convettiva la forma adottata dal codice per diffondere il pennacchio il pennacchio riflette la natura non gaussiana della componente verticale della velocità del vento.

Gli output del modello sono restituiti sia in forma tabellare che grafico tramite curve di isoconcentrazione degli inquinanti. Per una comprensione immediata dei livelli di concentrazione prodotti e della loro relativa dispersione sul territorio, si riportano di seguito le curve di isoconcentrazione degli inquinanti simulati.

Di particolare importanza per l'analisi della distribuzione spaziale degli inquinanti è il vento prevalente dell'area interessata dal progetto. Di seguito si riportano le caratteristiche del regime anemologico sul territorio.





I grafici riportati evidenziano come si verifichino velocità di vento comprese tra 1 e 4 m/s per circa il 50%, con una frequenza maggiore di velocità comprese tra 1 e 2 m/s. Considerando che i fenomeni di dispersione degli inquinanti in aria sono fortemente condizionati dall'intensità del vento, è importante sottolineare che le condizioni di calma di vento o velocità di vento basse, sono favorevoli all'accumulo di inquinanti con conseguente aumento delle concentrazioni. Al contrario, un aumento dell'intensità del vento comporta una diminuzione delle concentrazioni degli inquinanti.

La rosa dei venti indica come, in media, le direzioni prevalenti del vento risultino essere comprese tra Ovest e Nord, in aggiunta ad una frequenza di circa il 14% di venti provenienti da Est.

Dimensione costruttiva

Analisi delle emissioni

Di seguito si analizzano le diverse attività cantieristiche correlate alle attività del caso, con lo scopo di individuare le principali sorgenti emissive in termini di particolato sottile, con la conseguente quantificazione dell'impatto, valutando l'effettiva incidenza delle emissioni delle attività di cantiere sullo stato di qualità dell'aria del territorio.

In riferimento all'obiettivo del presente capitolo, saranno analizzate unicamente quelle attività alle quali può essere attribuita un'emissione inquinante in atmosfera non trascurabile. Di seguito si stimeranno, pertanto, le emissioni correlate alle attività di cantiere individuate, valutandole secondo la seguente metodologia:

- Analisi dei diversi cantieri operativi con il fine di individuare quale sia l'Opera con maggiore produzione di polveri inquinanti;
- saranno analizzate nel dettaglio le singole tipologie di attività necessarie alla realizzazione delle opere di progetto;
- per ognuna di esse saranno valutati i fattori di emissione in atmosfera relativamente all'inquinante maggiormente indicativo durante tali attività di cantiere, quale le polveri sottili nella frazione PM10;
- saranno poi applicati i fattori di emissione così calcolati allo scenario in esame, considerandone le corrispettive quantità di terre movimentate, il numero di mezzi di cantiere, ecc.;
- l'obiettivo finale di tale procedura sarà ottenere una emissione complessiva di inquinante valutabile mediante tabelle qualitative definite all'interno di Studi redatti dall'Ente ARPA Toscana, utili per effettuare le valutazioni normative del caso;
- si valuteranno, infine, gli eventuali interventi di mitigazione necessari.

Si evidenzia come la trattazione della materia, stante la tipologia di emissioni significative legate alla realizzazione del progetto in oggetto, verterà sul principale inquinante tipico delle attività esaminate: il particolato atmosferico, e nello specifico nella sua frazione sottile PM10 (particolato atmosferico con diametro medio delle particelle $<10\ \mu\text{m}$), sia derivante dall'utilizzo dei mezzi di cantiere (sorgente principale) sia dai mezzi pesanti correlati al traffico indotto sul territorio delle lavorazioni.

Data la natura dinamica di un cantiere nell'arco della sua esistenza (sia in termini di tempo e durata delle attività che di posizione nello spazio) non è possibile ottenere una stima puntuale e precisa delle emissioni se non in termini di un modello semplificato. Tale schema deve identificare, quantificare e fissare, partendo dai dettagli di progetto, le attività impattanti. In questo paragrafo è descritto lo schema adottato per modellizzare le diverse tipologie di cantiere.

Dagli schemi di progetto vengono identificate all'interno dell'area di cantiere una o più attività fra quelle indicate come impattanti, calcolando l'insieme delle sostanze emesse durante le lavorazioni. Per quel che riguarda i ratei emissivi da assegnare alle singole sorgenti all'interno dell'area di lavoro, si assume che in media questi siano costanti durante tutta la durata delle lavorazioni; per stimarle quindi sono necessari dati inerenti sia la durata temporale del cantiere sia la quantità di materiali da movimentare. Una volta stimati i singoli ratei emissivi, si ottiene una stima dell'impatto complessivo del cantiere sulla zona.

Da un primo screening generale, si sono individuate quelle attività per le quali effettuare le analisi emissive del caso, trascurando quelle opere la cui realizzazione non comporta emissioni di inquinanti degni di nota.

In base alle attività previste dal progetto in esame, si sono individuate quindi le seguenti attività, principalmente responsabili di emissioni di particolato, per le quali stimare le emissioni prodotte mediante formule matematiche:

- *Site Preparation*; Scotico delle aree di cantiere;
- *Unpaved Roads*; Transito mezzi di cantiere;
- *Bulldozing/Scraper*; Attività di escavazione;
- *Aggregate Handling*; Carico e scarico di materiali;
- *Industrial Wind Erosion*; erosione delle aree di stoccaggio ad opera del vento.

Per la valutazione degli impatti delle attività emissive mostrate precedentemente si è fatto riferimento al documento EPA "*Compilation of Air Pollutant Emission Factors*" dell'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente Statunitense (rif. <http://www.epa.gov/ttnchie1/ap42/>), il quale, nella sezione AP 42-*Fifth Edition Compilation of Air Pollutant Emission Factors, Vol-1: Stationary Point and Area Sources*, presenta le seguenti potenziali fonti di emissione:

- *Chapter 13 – Miscellaneous Sources*:
 - *Site Preparation*: scotico delle aree di cantiere (EPA, AP-42 13.2.3);
 - *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);
 - *Aggregate Handling*: movimentazione delle terre (EPA AP-42 13.2.4);
 - *Industrial Wind Erosion Industry*: erosione delle aree di stoccaggio (EPA AP-42 13.2.5);
- *Chapter 11 – Mineral Products Industry - Western Surface Coal Mining*
 - *Bulldozing/Scraper* (EPA AP-42 11.9.2/11.9.3)

Per la stima delle emissioni complessive si è fatto ricorso ad un approccio basato su un indicatore che caratterizza l'attività della sorgente (A in eq.1) e su un fattore di emissione specifico per il tipo di sorgente (E_i in eq.1). Il fattore di emissione E_i dipende non solo dal tipo di sorgente considerata,

ma anche dalle tecnologie adottate per il contenimento/controllo delle emissioni. La relazione tra l'emissione e l'attività della sorgente è di tipo lineare:

$$Q(E)_i = A * E_i \quad (Eq.1)$$

dove:

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

I calcoli numerici di dettaglio sono di seguito effettuati in relazione al cantiere operativo stimato con maggior impatto sul territorio e l'emissione complessiva si otterrà come somma delle emissioni stimate per ognuna delle singole attività necessarie alla realizzazione stessa.

Di seguito si riportano le equazioni e/o valori unitari per la determinazione dei fattori di emissione per le diverse attività potenzialmente impattanti sopra individuate.

Site Preparation: scotico delle aree di cantiere

In questa sede, per preparazione delle aree di cantiere si intende la fase di rimozione dello strato superficiale del terreno al fine di rendere l'area maggiormente fruibile per le maestranze che dovranno poi procedere alla costruzione dell'opera progettata.

Tale operazione, solitamente individuata come scotico, può favorevolmente essere rappresentata dall'attività di "*Scrapers removing topsoil*" (EPA 42 – 13.2.3-1), per la quale è fornito il seguente fattore di emissione:

$$E = 5.7 \text{ kg/vehicle-kilometer traveled (VKT) (EPA, AP-42 13.2.3.1)}$$

Il sollevamento di particolato dalla attività di scotico è pari al prodotto del fattore di emissione E per l'indicatore di attività A (cfr. Eq.1). Si considera che il 60% del particolato prodotto appartenga dimensionalmente alla frazione di PM10.

Tale parametro, espresso come veicolo-chilometri viaggiati, è ricavato in funzione del numero di mezzi impegnati per ripulire i metri quadri della singola area di cantiere per la durata ipotizzata in ore lavorative complessive.

Questo parametro di attività è stato stimato nel seguente modo:

- Si è stimata una produttiva di scotico del mezzo impiegato pari a 50 m/h;

- La larghezza della benna del mezzo è stata assunta pari a 2 m.

Una volta ricavata l'area di terreno rimossa per ora di lavoro in base alle suddette ipotesi, si può ricavare il numero di chilometri percorsi in base alla estensione del cantiere in oggetto.

Unpaved Roads - Mezzi in transito su strade non pavimentate

Per quanto attiene il sollevamento delle polveri generato dai mezzi (escavatori, pale gommate, camion in carico e scarico dei materiali ecc.) in transito sulle piste interne al cantiere si utilizzano le relazioni fornite dall'EPA. Il particolato è in questo caso originato dall'azione di polverizzazione del materiale superficiale delle piste, indotta dalle ruote dei mezzi. Le particelle sono quindi sollevate dal rotolamento delle ruote, mentre lo spostamento d'aria continua ad agire sulla superficie della pista dopo il transito.

Non avendo informazioni dettagliate sul numero di mezzi meccanici (escavatori, pale gommate, ecc...) in transito su tragitti interni alle aree di cantiere e sulle distanze esatte percorse da ognuno di essi su strade non asfaltate, si è assunto come pista di cantiere una tratta pari a 100 metri.

Il particolato sollevato dal rotolamento delle ruote sulle piste non asfaltate è stimato dalla seguente equazione:

$$EF_i(kg/km) = k_i \cdot (s/12)^{a_i} \cdot (W/3)^{b_i} \quad (\text{EPA, AP-42 13.2.2})$$

dove:

- E: fattore di emissione di particolato su strade non pavimentate, per veicolo-miglio percorso (lb/VMT);
- k, a, b: costanti empiriche per strade industriali, rispettivamente pari a 1,5, 0,9 e 0,45 per il PM₁₀;
- s: contenuto in silt del terreno;
- W: peso medio dei veicoli in tonnellate.

In questo studio non si prende in considerazione l'effetto di mitigazione naturale operato dalle precipitazioni e si è considerato il movimento dei mezzi d'opera nel corso della loro attività giornaliera, come equivalente a quello di un mezzo che percorre la pista non asfaltata qui considerata.

Il sollevamento di particolato dalle strade non asfaltate è pari al prodotto del fattore di emissione E per l'indicatore di attività. Tale parametro, espresso come veicolo-chilometri viaggiati, è ricavato dal prodotto del numero di mezzi/ora per i chilometri percorsi.

La pubblicazione US-EPA riporta in opportune tabelle sia i valori dei parametri empirici, sia i valori di riferimento del contenuto di silt per alcune tipologie di strade industriali e siti produttivi. La stima del valore di quest'ultimo parametro è associata a una notevole incertezza. Per il presente studio si assume un contenuto di silt del 12%, all'interno dell'intervallo tipico compreso tra il 12% e il 22%, e superiore (ovvero cautelativo) se confrontato con il valore medio suggerito dalla metodologia AP 42 per siti di costruzione pari a 8.5%.

In considerazione, inoltre, delle seguenti assunzioni:

- spostamenti di 100 m all'interno dell'area di lavorazione,
- peso medio dei mezzi d'opera impiegati di 25 Mg (calcolato come media tra il peso a pieno carico pari a circa 40 ton ed una tara di 10 ton).
- transito di 2 mezzi ogni ora,
- attività svolta per 8 ore al giorno.

Bulldozing/Scraper - Attività di escavazione

Un'altra fonte di emissione di polveri che è stata considerata è l'attività dei mezzi di cantiere quali escavatori o pale gommate. Tale sorgente è stata assimilata alle emissioni riportate nel paragrafo 11.9.2 del documento EPA, AP-42, relativo all'estrazione del carbone. Nella tabella 11.9.2 di tale documento sono riportate le equazioni per il calcolo dei fattori di emissione per sorgenti di polvere in condizioni aperte incontrollate. Il particolato sollevato dai mezzi di cantiere quali bulldozer per attività quali "overburden" (terreno di copertura) è stimato dalla seguente equazione (EPA, AP-42 11.9.2 Bulldozing):

$$E = \frac{(sL)^{1.5}}{(M)^{1.4}} * 0,75 * 0,45 \left(\frac{kg}{h} \right) \quad (EPA, AP-42 11.9.2 Bulldozing)$$

dove:

- sL: contenuto in silt della superficie stradale (%);
- M: umidità del terreno (%).

Il range di validità di tali parametri riportato nella tabella seguente:

TABELLA C.1 - CONDIZIONI DI VALIDITÀ DELLA FORMULA DEL FATTORE DI EMISSIONE PER L'ATTIVITÀ DI ESCAVAZIONE

Bulldozers					
Coal	Moisture	3	4.0 - 22.0	10.4	%
	Silt	3	6.0 - 11.3	8.6	%
Overburden	Moisture	8	2.2 - 16.8	7.9	%
	Silt	8	3.8 - 15.1	6.9	%

In assenza di dati sito specifici, si assumono l'umidità del terreno ed il contenuto in silt pari al valore medio del range di applicabilità della formula con massimo grado di affidabilità.

Aggregate Handling and Storage Piles – Cumuli di terra, ed attività di carico e scarico

Il fattore di emissione utilizzato per la stima della polverosità generata dalle attività di stoccaggio è direttamente proporzionale alla velocità del vento (U) ed inversamente proporzionale all'umidità del terreno in esame (M), come si evince dalla seguente formula (EPA 42 13.2.4):

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

La costante k presente nella formula dipende dalla dimensione delle particelle che si vuole studiare: per il calcolo del PM10 si assume k=0.35. Dalla formula appare evidente come un'attività di bagnatura del terreno aumentando l'umidità (M) permette un notevole abbassamento del fattore di emissione (EF).

Considerando, infine, una condizione anemometrica "media", si stima il fattore di emissione di PM10 pari a 0,0028 kg/tonnellata.

Le emissioni generate dall'attività di movimentazione, in particolar modo quelle prodotte dalle attività di carico e scarico, sono già considerate all'interno della formula utilizzata per la determinazione del fattore emissivo delle attività di stoccaggio.

Erosione delle aree di stoccaggio

Le emissioni causate dall'erosione del vento sono dovute all'occorrenza di venti intensi su cumuli soggetti a movimentazione. Nell'AP-42 (paragrafo 13.2.5 "*Industrial Wind Erosion*"), queste emissioni sono trattate tramite la potenzialità di emissione del singolo cumulo in corrispondenza di certe condizioni di vento. In questa sede si è scelto di seguire l'approccio delle "Linee Guida ARPA Toscana per la valutazione delle polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti". Tali linee guida considerano, per l'erosione

del vento dai cumuli, l'effettiva emissione dell'unità di area di ciascun cumulo soggetto a movimentazione dovuta alle condizioni anemologiche attese nell'area di interesse. Il rateo emissivo orario è calcolato con l'espressione:

$$E_i = EF_i * a * movh$$

- i = particolato (PTS, PM10, PM2,5), nel nostro caso PM10;
- EF_i = fattore di emissione areale dell' i -esimo tipo di particolato (kg/m²);
- a = superficie dell'area movimentata in m²;
- $movh$ = numero di movimentazioni/ora, si assume che corrisponda al n. di mezzi/h, ossia che ciascun cumulo corrisponda ai volumi di capienza di ciascun camion che effettua il trasporto.

Per il calcolo del fattore di emissione areale si distinguono i cumuli bassi da quelli alti, a seconda del rapporto altezza/diametro. Per semplicità, inoltre, si assume che la forma di un cumulo sia conica, sempre a base circolare. Nel caso di cumuli non a base circolare, si ritiene sufficiente stimarne una dimensione lineare che ragionevolmente rappresenti il diametro della base circolare equivalente a quella reale. Dai valori di:

- altezza del cumulo (intesa come altezza media della sommità nel caso di un cumulo a sommità piatta) H in m;
- diametro della base D in m.

Si individua il fattore di emissione areale EF_i dell' i -esimo tipo di particolato per ogni movimentazione dalla sottostante tabella:

Tabella C.2 Fattori di emissione areali per ogni movimentazione

EF (kg/mq) Cumuli alti $H/D > 2$	
PM ₁₀	7,9 E-06
EF (kg/mq) Cumuli alti $H/D < 2$	
PM ₁₀	2,5 E-04

Nel caso in oggetto si assume $H/D < 2$ e si utilizza quindi un EF per il PM10 pari a 0.00025 kg/mq.

Stima complessiva dei ratei emissivi

Assumendo che l'impatto più significativo esercitato dai cantieri di costruzione sulla componente atmosfera sia generato dal sollevamento di polveri (indotto direttamente dalle lavorazioni o indirettamente dal transito degli automezzi sulle aree di cantiere), si sono stimati i ratei emissivi riportati nella tabella seguente. Un parametro da considerare nella stima delle emissioni effettive di PM₁₀, inoltre, riguarda il livello di umidità delle terre movimentate. Secondo quanto proposto dalle "Linee Guida di ARPA Toscana per la valutazione delle polveri provenienti da attività di produzione, trasporto, risollevario, carico o stoccaggio di materiali polverulenti", l'efficienza di abbattimento delle polveri col sistema di bagnatura dipende dalla frequenza delle applicazioni e dalla quantità d'acqua per unità di superficie impiegata in ogni trattamento. Ipotizzando per l'attività in oggetto l'esecuzione di un trattamento ogni 8 ore (ossia una volta al giorno) ed impiegando circa 1 l/mq per ogni trattamento e considerando un traffico medio orario minore a 5 veicoli, si ottiene un'efficienza di abbattimento delle polveri del 90%, come riportato nella Tabella 9 delle suddette Linee Guida. Il fattore di emissione finale è allora dato dal fattore di emissione precedentemente calcolato moltiplicato per il prodotto dei fattori di riduzione.

TABELLA C.3 – INTERVALLO DI TEMPO IN ORE TRA DUE APPLICAZIONI SUCCESSIVE T(H) PER UN VALORE DI TRAFFICO MEDIO ORARIO MINORE DI 5.

Efficienza di abbattimento					
Quantità media del trattamento applicato I (l/m ²)	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

I valori riportati nella successiva tabella, concludendo, sono quindi il risultato dell'applicazione delle formule matematiche precedentemente descritte, tenendo conto della riduzione del 90% derivante dall'attività di bagnatura da eseguire durante le attività polverulente.

Tabella C.4: Emissioni di PM10 derivanti dalle attività di cantiere

ATTIVITA'	EMISSIONE PM ₁₀ g/ora	Fase iniziale (g/h)	Fase corso d'opera (g/h)
1) Scotico delle aree di cantiere	17	17	-
2) Mezzi in transito su strade non pavimentate	20	-	20
3) Attività di escavazione	34	-	34
4) Cumuli di terra, ed attività di carico e scarico	7	-	7
5) Erosione delle aree di stoccaggio	1	-	1
TOTALE:		17 g/h	61 g/h

Le emissioni complessive possono essere suddivise nelle due distinte fasi:

- Attività di preparazione delle attività, in cui la maggior attività responsabile di produzione di PM10 è rappresentata dalle attività di scotico delle aree di cantiere (voce 1 in tabella);
- Attività costruttive vere e proprie, le cui attività maggiormente impattanti sono le voci 2, 3, 4 e 5 mostrate in tabella.

Le seguenti considerazioni si concentrano sulla fase maggiormente impattante, rappresentata dalle attività costruttive tal quali, che si stima possano produrre, nel caso di maggior impatto in cui tutte avvengono in contemporanea, una quantità di PM10 pari a circa 61 gr/ora.

Valutazione degli impatti

Per valutare se l'emissione oraria stimata nella precedente tabella sia compatibile con i limiti della qualità dell'aria si fa riferimento a quanto riportato nei paragrafi "Valori di soglia di emissione per il PM₁₀" delle suddette Linee Guida ARPAT".

Come spiegato nelle citate linee guida, la proporzionalità tra concentrazioni ed emissioni, che si verifica in un certo intervallo di condizioni meteorologiche ed emissive molto ampio, permette di valutare quali emissioni corrispondono a concentrazioni paragonabili ai valori limite per la qualità dell'aria. Attraverso queste si possono quindi determinare delle emissioni di riferimento al di sotto delle quali non sussistono presumibilmente rischi di superamento o raggiungimento dei valori limite di qualità dell'aria.

Per il PM₁₀, quindi, sono stati individuati alcuni valori di soglia delle emissioni al variare della distanza tra recettore e sorgente ed al variare della durata annua delle attività che producono tale emissione.

Queste soglie, funzione quindi della durata delle lavorazioni e della distanza dal cantiere, sono riportate nella successiva tabella:

Tabella C.5: Soglie assolute di emissione del PM₁₀ (valori espressi in g/h)

Intervallo di distanza (m)	Giorni di emissione all'anno					
	> 300	300 + 250	250 + 200	200 + 150	150 + 100	< 100
0 ÷ 50	145	152	158	167	180	208
50 ÷ 100	312	321	347	378	449	628
100 ÷ 150	608	663	720	836	1038	1492
> 150	830	908	986	1145	1422	2044

Dalla tabella riportata sopra si osserva come le emissioni complessive del cantiere in esame ricadano nell'intervallo emissivo secondo il quale gli unici ricettori che potrebbero potenzialmente non essere in linea con le indicazioni normative vigenti, potrebbero risultare essere quelli molto vicini alle aree di lavorazione, quelli cioè ad una distanza ampiamente inferiore a 50 metri. Si evidenzia, inoltre, come il dato complessivo, pari a circa 62 gr/ora, sia molto inferiore al valore minimo indicato pari a 145 gr/ora per cantieri di lunga durata. Tale osservazione porta a dedurre come l'impatto prodotto sia in definitiva di lieve entità e potrebbe interessare quindi soltanto eventuali ricettori posti a ridosso delle aree di cantiere.

Oltre allo studio emissivo sopra riportato, sono state effettuate le simulazioni modellistiche con il modello di simulazione AERMOD, relativamente alle emissioni prodotte nelle aree di cantiere. Negli elaborati cod. da T00IA31AMBCT010 a T00IA31AMBCT12 si riportano le curve di isoconcentrazione dell'inquinante PM₁₀, per il quale è stato applicato il modello.

Dalle concentrazioni restituite come output dal modello di simulazione, si evince come in nessun caso si presentino superamenti dei limiti normativi vigenti in materia di qualità dell'aria, dal momento che sono rari i ricettori residenziali posti nelle immediate vicinanze dei cantieri, in cui tuttavia si registrano concentrazioni mai superiori ai circa 6 µg/mc, ben al di sotto del limite normativo di 50 µg/mc come valore massimo giornaliero e 40 µg/mc come media annuale.

Per stimare l'impatto prodotto dai cantieri sui ricettori, è possibile considerare la concentrazione più alta stimata dal software sui ricettori. Quello in cui si registra la concentrazione più alta è un ricettore residenziale di un piano fuori terra localizzato a circa 25 metri dall'asse stradale e a 15 m dall'area tecnica CV-02.

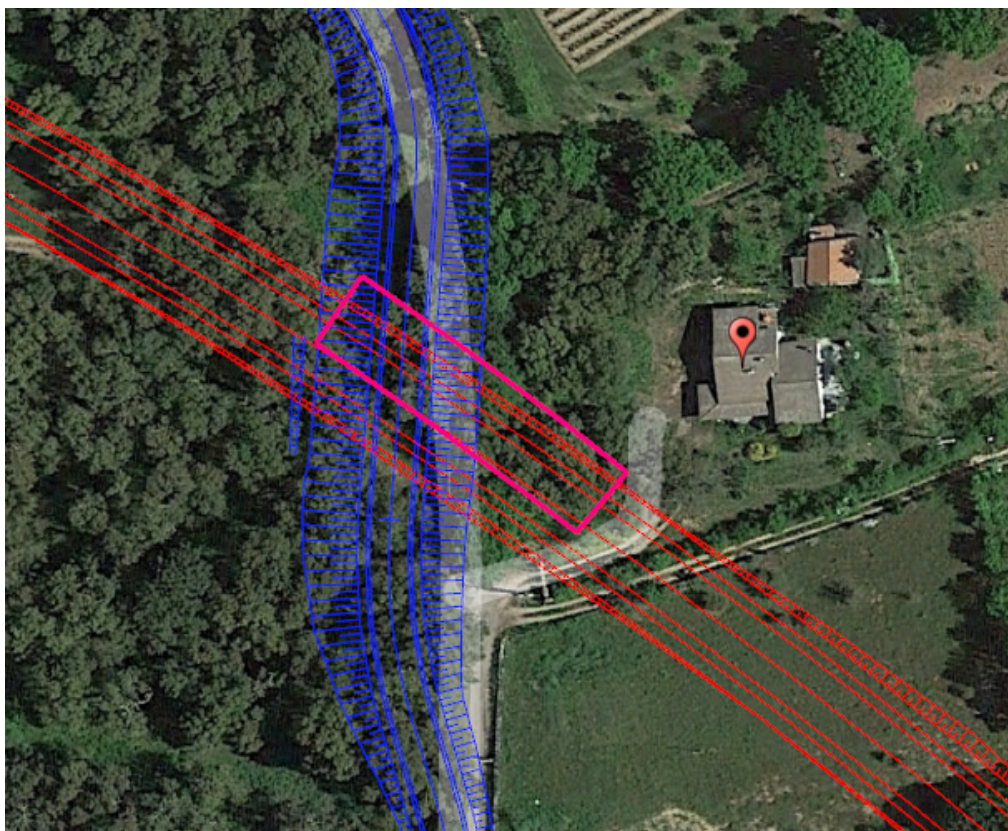


Figura C-1 – Ricettore residenziale in cui il software stima la concentrazione più alta nella fase di cantiere.

Nella tabella seguente vengono sommate le concentrazioni massime prodotte dai cantieri ottenute sul ricettore più critico alle concentrazioni di fondo che caratterizzano il territorio. Si evince come tale valore sia inferiore ai limiti normativi vigenti per tutti gli inquinanti analizzati.

Tabella C.6 Confronto tra le concentrazioni massime sul ricettore critico ed i limiti normativi vigenti

Inquinante	Concentrazione massima sul ricettore critico	Conc. di fondo ambientale	Conc. sul ricettore + Conc. di fondo ambientale	Limite normativo vigente (D.Lgs 155/2010)	Compatibilità ambientale
Polveri sottili PM₁₀	6,65 µg/mc	16,3 µg/mc	22,9 µg/mc	40 µg/mc	SI

A valle delle analisi svolte, sia dal punto di vista delle emissioni che dal punto di vista delle concentrazioni, si può concludere l'analisi cantieristica affermando come gli impatti correlati alla componente atmosfera non risultino tali da produrre scenari preoccupanti relativamente alle indicazioni normative vigenti.

Al paragrafo delle mitigazioni, tuttavia, nonostante i bassi livelli di impatto che sono stati stimati nello studio fin qui effettuato, si riportano delle indicazioni mirate a mitigare il più possibile le emissioni polverulente derivanti dalle attività cantieristiche in oggetto di studio.

Dimensione operativa

Analisi dei dati di input delle simulazioni

Per contestualizzare nel dettaglio la quota parte di concentrazioni inquinanti presenti sul territorio, e direttamente ascrivibili alle emissioni derivanti dal traffico veicolare dell'infrastruttura in esame, si sono eseguite le simulazioni modellistiche del caso, andando a stimare, mediante il modello di simulazione AERMOD, le concentrazioni prodotte dal traffico veicolare nello scenario post-operam. È stato così possibile fare opportune valutazioni sia in riferimento ai livelli complessivi di concentrazioni degli inquinanti (e ai relativi confronti con i limiti normativi) sia valutando l'eventuale aumento delle concentrazioni prodotte dall'infrastruttura in progetto.

Per l'analisi delle variazioni di emissioni inquinanti nel passaggio dallo scenario attuale allo scenario post-operam, si è in prima analisi valutato il parco veicolare transitante, sia per quanto riguarda la quantità sia per quel che riguarda la tipologia e relativo fattore di emissione. Per tale analisi è stata utilizzata la metodologia implementata nel software COPERT V, utile alla stima delle emissioni rilasciate dalle diverse tipologie di veicoli, anche in funzione base alla modalità di guida (velocità, stop&go, rallentamenti, traffico, ecc).

Si sono pertanto definite, attraverso i dati in possesso dell'ACI, le diverse percentuali del parco veicolare circolante nell'ambito territoriale di riferimento, suddividendolo rispetto alla normativa sulle emissioni allo scarico, sia per quanto riguarda i veicoli leggeri sia per i veicoli pesanti.

Per quanto concerne la definizione della composizione del parco veicolare allo stato attuale si è fatto riferimento ai dati ACI relativi all'anno 2021 della regione Sardegna. Partendo dalle informazioni desunte dalla documentazione elaborata dal settore Studi e Ricerche dell'ACI, si sono ottenute le tabelle seguenti, da cui si evince la suddivisione percentuale del parco circolante.

Tabella C.7: Soglie Ripartizione Veicoli Leggeri e Pesanti regione Sardegna (Anno 2021) – Fonte ACI

DATI REGIONE SARDEGNA 2021 (Fonte ACI)									
		EURO STANDARD							%
		EURO 0	EURO 1	EURO 2	EURO 3	EURO 4	EURO 5	EURO 6	
BENZINA	LEGGERI fino a 1400	6,3%	1,3%	5,1%	5,9%	10,9%	4,7%	8,5%	42,7%
	LEGGERI 1401 - 2000	1,1%	0,5%	0,9%	0,6%	1,0%	0,3%	0,4%	4,7%
	LEGGERI oltre 2000	0,1%	0,0%	0,1%	0,1%	0,1%	0,0%	0,0%	0,4%
	PESANTI	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
GASOLIO	LEGGERI fino a 1400	0,2%	0,0%	0,0%	1,3%	6,4%	2,6%	0,9%	11,4%
	LEGGERI 1401 - 2000	0,7%	0,3%	1,3%	4,9%	8,7%	7,2%	9,3%	32,4%
	LEGGERI oltre 2000	0,5%	0,3%	0,9%	1,1%	1,1%	0,7%	0,6%	5,2%
	PESANTI	0,9%	0,1%	0,2%	0,3%	0,1%	0,1%	0,1%	1,9%
IBRIDO-GAS	LEGGERI fino a 1400	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	LEGGERI 1401 - 2000	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,6%	0,6%
	LEGGERI oltre 2000	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,1%
	PESANTI	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
%		9,7%	2,5%	8,5%	14,2%	28,3%	15,5%	20,5%	100%

Relativamente alla composizione del parco circolante considerato nello scenario di riferimento, si è proceduto alla stima delle emissioni medio per i principali inquinanti.

In base alle percentuali mostrate rappresentative del parco veicolare interessato dallo studio del caso, si sono quindi stimati i fattori di emissione per i principali inquinanti derivanti dal traffico veicolare, riportati nella seguente tabella:

Tabella C.8: Fattori di Emissione dei diversi inquinanti

Inquinante	F.E. grammi / (veicolo*km)	
	Leggeri	Pesanti
PM ₁₀	0,12	1,11
PM _{2,5}	0,08	0,98
NO _x	1,85	27,11
CO ₂	399	1.693

Per quanto riguarda lo scenario futuro, si sono considerati invariati i fattori di emissioni, evitando pertanto, in via cautelativa, di tenere conto della diminuzione delle emissioni inquinanti derivati dal futuro inserimento nel parco veicolare attuale di automobili elettriche, ibride o perlomeno con emissioni inquinanti di maggiore efficienza.

Nello studio dello scenario di progetto, oltre alla nuova infrastruttura, si è tenuto conto del traffico veicolare nella tratta considerata stimati per l'anno 2039 di cui si riporta nella seguente tabella uno schema:

Tabella C.9 Dati di traffico lungo l'infrastruttura, scenario futuro.

TRAFFICO		
Scenario 2039		
Tratta	veic/gg	% pesanti
Tratto A	7.373	5%
Tratto B	5.095	4%



Figura C-2 – Localizzazione del tratto A e tratto B.

Lo scenario futuro analizzato si riferisce all'anno 2039. Stimare oggi le emissioni degli autoveicoli che caratterizzeranno uno scenario ancora più distante dall'attuale, non sarebbe di facile determinazione, ma tuttavia a tal proposito, si può affermare come sicuramente si utilizzeranno motori molto più efficienti rispetto ad oggi ed avverrà un rinnovamento del parco veicolare circolante che porterà ad una riduzione dei fattori di emissione e delle relative concentrazioni degli inquinanti rilasciate sul territorio. Pertanto, uno scenario di riferimento superiore a quello dell'anno 2039 sarebbe caratterizzato sicuramente da fattori di emissioni meno inquinanti dello scenario studiato: si ritiene pertanto cautelativa la scelta di analizzare nel dettaglio lo scenario futuro 2039, in cui si prevede un aumento del traffico veicolare, ma si lasciano invariati i fattori di emissione che caratterizzano il parco macchine attualmente presente.

Nel seguente paragrafo si analizzano i risultati ottenuti dalle simulazioni nello scenario futuro, mettendoli in relazione ai limiti stabiliti dalla normativa vigente.

Analisi dei dati di output delle simulazioni

Le simulazioni modellistiche hanno riguardato i principali inquinanti correlati al traffico veicolare, vale a dire le polveri sottili, nelle frazioni PM_{10} e $PM_{2,5}$, ed il biossido di azoto NO_2 , che sono stati studiati nello scenario futuro riferito all'anno 2039.

Le curve di isoconcentrazione di tali inquinanti sono osservabili negli elaborati grafici definiti dai codici da T00IA31AMBCT01 a T00IA31AMBCT09 per lo scenario post operam.

Dalle simulazioni modellistiche si osserva che le concentrazioni inquinanti ascrivibili al traffico veicolare circolante sull'infrastruttura di progetto risultano essere nettamente inferiori dei limiti normativi.

Considerando la concentrazione di fondo ambientale calcolata precedentemente, è importante sottolineare che fa riferimento ad una centralina posta in contesto prettamente rurale, con concentrazioni di inquinanti dovuti al traffico e altre sorgenti antropiche molto basse. Si specifica che la centralina di monitoraggio CENOT3 gestita da ARPA Sardegna ed utilizzata per effettuare il calcolo del fondo ambientale, non misura le $PM_{2,5}$. Per questo motivo non è possibile effettuare il confronto tra la concentrazione misurata e quella calcolata dal modello per tale inquinante. Tuttavia, come si può osservare dalla tabella seguente, le concentrazioni di $PM_{2,5}$ emesse dall'infrastruttura, si mantengono su valori bassi ed inferiori alla normativa vigente. Inoltre, dato che le principali sorgenti di tale inquinante sono di natura antropica (industrie, riscaldamento e processi di combustione) ed il territorio è prettamente di tipo rurale, si può dedurre che le concentrazioni di fondo di $PM_{2,5}$ sono molto basse e principalmente riconducibili all'infrastruttura in esame. Le concentrazioni prodotte dall'infrastruttura, infatti, come si evince dalle immagini delle curve di isoconcentrazione, diminuiscono allontanandosi dal tracciato sino a raggiungere il valore medio dell'unità non oltre un chilometro di distanza dall'infrastruttura.

Nella tabella seguente si riportano i valori massimi ottenuti attraverso le simulazioni. Si specifica che tali concentrazioni massime stimate dal software si registrano lungo l'asse stradale.

Tabella C.10 – Concentrazioni massime stimate attraverso le simulazioni.

Inquinante	Concentrazione massima Output del modello Scenario progetto 2039
Polveri sottili PM_{10}	26,2 $\mu g/mc$
Polveri sottili $PM_{2,5}$	17,5 $\mu g/mc$
Biossido di Azoto NO_2	35,0 $\mu g/mc$

Per stimare l'impatto causato dall'opera sui ricettori, è possibile considerare la concentrazione più alta stimata dal software sui ricettori. Quello in cui si registra la concentrazione più alta è un ricettore residenziale di un piano fuori terra localizzato a circa 13,5 metri dall'asse stradale.



Figura C-3 – Ricettore residenziale in cui il software stima la concentrazione più alta.

Nella tabella seguente vengono sommate le concentrazioni massime prodotte dall'infrastruttura ottenute sul ricettore più critico alle concentrazioni di fondo che caratterizzano il territorio. Si evince come tale valore sia inferiore ai limiti normativi vigenti per tutti gli inquinanti analizzati.

Tabella C.11 Confronto tra le concentrazioni massime sul ricettore critico ed i limiti normativi vigenti

Inquinante	Concentrazione massima sul ricettore critico	Conc. sul ricettore + Conc. di fondo ambientale	Limite normativo vigente (D.Lgs 155/2010)	Compatibilità ambientale
Polveri sottili PM₁₀	22,5 µg/mc	38,8 µg/mc	40 µg/mc	SI
Polveri sottili PM_{2.5}	15,0 µg/mc	-	25 µg/mc	SI
Biossido di Azoto NO₂	30,0 µg/mc	37,1 µg/mc	40 µg/mc	SI

Come si evince dai valori riportati nella precedente tabella, i livelli di concentrazione stimati nello Studio per lo scenario Post-Operam sul ricettore più critico in cui si stima il valore più alto, si attestano

su valori inferiori ai limiti normativi vigenti (D.Lgs. 155/2010), sia per quanto riguarda le polveri sottili, nelle frazioni PM₁₀ e PM_{2.5}, che per quanto riguarda il Biossido di Azoto.

Analizzando le concentrazioni medie prodotte dall'Opera e stimate dal modello di simulazione, sia nello scenario attuale che nello scenario futuro nell'anno 2039, si ottengono le seguenti concentrazioni medie dello scenario post operam del territorio:

Tabella C.12 Concentrazioni medie nello scenario Ante Operam e Post Operam (Output modello di simulazione)

Inquinante	Concentrazione di fondo ambientale	Concentrazione Media Output del modello Scenario progetto 2039
Polveri sottili PM₁₀	16,3 µg/mc	3 µg/mc
Polveri sottili PM_{2.5}	-	2 µg/mc
Biossido di Azoto NO₂	7,1 µg/mc	4 µg/mc

Nella tabella seguente si riporta la somma delle concentrazioni medie prodotte dall'infrastruttura di progetto alle concentrazioni di fondo che caratterizzano il territorio. Si evince come tale valore sia nettamente inferiore ai limiti normativi vigenti per tutti gli inquinanti analizzati.

Tabella C.13 Confronto tra le concentrazioni medie ed i limiti normativi vigenti

Inquinante	Conc. media di progetto + Conc. di fondo ambientale	Limite normativo vigente (D.Lgs 155/2010)	Compatibilità ambientale
Polveri sottili PM₁₀	19,3 µg/mc	40 µg/mc	SI
Polveri sottili PM_{2.5}	-	25 µg/mc	SI
Biossido di Azoto NO₂	11,1 µg/mc	40 µg/mc	SI

A valle delle analisi svolte, si può pertanto concludere come l'Opera in oggetto di studio risulti pienamente compatibile con le indicazioni normative vigenti in materia di inquinamento atmosferico.

C.1.2 IL RAPPORTO OPERA-AMBIENTE E LE MISURE MITIGATIVE

C.1.2.1 Misure per la fase di cantiere

Nonostante le analisi effettuate per la componente atmosfera in fase di cantiere non abbiano evidenziato scenari di criticità ambientale, vengono comunque riportate alcune indicazioni per una corretta gestione delle aree di lavorazione.

Le principali problematiche indotte dalla fase di realizzazione delle opere in progetto sulla componente ambientale in questione riguardano essenzialmente la produzione di polveri che si manifesta durante le operazioni di cantierizzazione.

Per il contenimento delle emissioni delle polveri nelle aree di cantiere e nelle aree di viabilità dei mezzi utilizzati nelle lavorazioni, gli interventi volti a limitare le emissioni di polveri possono essere distinti nelle seguenti due tipologie:

- Interventi per la riduzione delle emissioni di polveri durante le attività costruttive e dai motori dei mezzi di cantiere;
- Interventi per la riduzione delle emissioni di polveri nel trasporto degli inerti e per limitare il risollevarimento delle polveri.

Con riferimento al primo punto, gli autocarri e i macchinari impiegati nel cantiere dovranno avere caratteristiche rispondenti ai limiti di emissione previsti dalla normativa vigente. A tal fine, allo scopo di ridurre il valore delle emissioni inquinanti, potrà ipotizzarsi l'uso dei motori a ridotto volume di emissioni inquinanti e una puntuale ed accorta manutenzione.

Per quanto riguarda la produzione di polveri indotta dalle lavorazioni e dalla movimentazione dei mezzi di cantiere dovranno essere adottate alcune cautele atte a contenere tale fenomeno.

In particolare, al fine di contenere la produzione di polveri occorrerà mettere in atto i seguenti accorgimenti:

- l'esecuzione di una bagnatura periodica della superficie di cantiere. Questo intervento dovrà essere effettuato tenendo conto del periodo stagionale con un aumento di frequenza durante la stagione estiva e in base al numero di mezzi circolanti nell'ora sulle piste. L'efficacia del controllo delle polveri con acqua dipende essenzialmente dalla frequenza con cui viene applicato; nel caso in esame si consiglia di effettuare la bagnatura dell'intera area di cantiere (100% della superficie) con una frequenza giornaliera pari ad 1 nei mesi compresi tra ottobre e maggio, e pari a 2 nei mesi tra giugno e settembre. Si consiglia ovviamente di adattare tali indicazioni in base alla variabilità delle precipitazioni che si andranno a verificare durante i periodi di lavorazione;

- per il contenimento delle emissioni di polveri nel trasporto degli inerti si deve prevedere l'adozione di opportuna copertura dei mezzi adibiti al trasporto;
- 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 e dovrà prevedersi la pulizia ad umido degli pneumatici degli autoveicoli in uscita dal cantiere
- si dovrà infine prevedere una idonea attività di formazione ed informazione del personale addetto alle attività di costruzione e di movimentazione e trasporto dei materiali polverulenti.

C.1.2.2 Misure per la fase di esercizio

Non si prevedono misure di prevenzione e mitigazione in fase di esercizio.

C.2 SUOLO E SOTTOSUOLO

C.2.1 LA VALUTAZIONE DEI POTENZIALI IMPATTI SULLA COMPONENTE

Seguendo la metodologia esplicitata nel capitolo B di seguito sono stati individuati i principali impatti potenziali che l'opera oggetto del presente studio potrebbe generare sulla componente in esame.

Considerando separatamente le azioni di progetto nelle tre dimensioni in cui è stata distinta l'opera (fisica, costruttiva ed operativa) sono stati individuati i fattori causali dell'impatto e conseguentemente gli impatti potenziali.

La catena Azioni – fattori causali – impatti potenziali riferita alla componente Suolo e sottosuolo è riportata nella seguente tabella.

Azioni di progetto	Fattori Causali	Impatti potenziali
Dimensione costruttiva		
AC.1 Approntamento aree di cantiere	Movimento terra	Modifica morfologia in corrispondenza aree cantieri
	Produzione di terre e di rifiuti inerti	Gestione rifiuti e materie
	Sversamenti accidentali	Modificazione delle caratteristiche qualitative del suolo
AC.2 Ingombro temporaneo cantiere	Occupazione suolo	Consumo di suolo e modifica destinazione d'uso
AC.5 Scavi e sbancamenti	Sversamenti accidentali	Modificazione delle caratteristiche qualitative del suolo
	Produzione di terre e di rifiuti inerti	Gestione rifiuti e materie
AC.3 Demolizione pavimentazione esistente	Produzione di rifiuti inerti	Gestione rifiuti e materie
AC.7 Realizzazione pavimentazione stradale	Sversamenti accidentali	Modificazione delle caratteristiche qualitative del suolo

Azioni di progetto	Fattori Causali	Impatti potenziali
AC.10 Deposito carburante e liquidi	Sversamenti accidentali	Modificazione delle caratteristiche qualitative del suolo
Dimensione fisica		
AF.1 Ingombro	Occupazione suolo	Consumo di suolo e modifica destinazione d'uso

Catena Azioni di progetto -fattori causali – impatti potenziali

Con riferimento alla “Dimensione operativa” si sottolinea come il funzionamento dell’infrastruttura in sé, non determini potenziali impatti sulla componente in esame, pertanto, questa dimensione non è stata inserita nella tabella sopra riportata.

Per quanto riguarda, invece, gli impatti potenziali individuati per le dimensioni costruttiva e fisica dell’opera in esame, saranno analizzati nei paragrafi successivi.

C.2.1.1 Dimensione costruttiva

Il presente paragrafo è volto alla quantificazione delle interferenze generate dall’opera sulla componente “Suolo e sottosuolo”, in relazione alle attività di cantiere (“dimensione costruttiva”).

Perdita di suolo

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

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

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

Si evidenzia però che, come riportato nell’elaborato “Analisi progettuale della soluzione preferenziale – Relazione” (T00IA20AMBRE01), nel paragrafo relativo al Bilancio materie, il terreno vegetale asportato, circa 8.980 mc sarà stoccato in siti idonei a ciò destinati e conservato secondo modalità

agronomiche specifiche in attesa di riuso all'interno dell'appalto. Tale misura gestionale consentirà di coprire in gran parte i fabbisogni di terreno vegetale, così come riportato nel bilancio materiali al quale si rimanda.

Stante quanto documentato in merito al riutilizzo del terreno vegetale ai fini della copertura del fabbisogno di terreno vegetale, la significatività dell'impatto in esame può essere considerata trascurabile.

Consumo di risorse non rinnovabili

L'impatto in esame è determinato dal consumo di terre ed inerti necessari al soddisfacimento dei fabbisogni costruttivi dettati dalla realizzazione di rinterri, rilevati ed opere in calcestruzzo.

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

Entrando nel merito del caso in esame, sulla base dei risultati ottenuti a seguito delle indagini di caratterizzazione ambientale svolte in fase progettuale, delle caratteristiche geotecniche e dei fabbisogni di progetto, parte di detto fabbisogno sarà coperto mediante il riutilizzo in qualità di sottoprodotti del materiale da scavo.

I materiali da scavo che verranno prodotti dalla realizzazione delle opere in oggetto, nell'ottica del rispetto dei principi ambientali di favorire il riutilizzo piuttosto che lo smaltimento saranno, ove possibile, reimpiegati nell'ambito delle lavorazioni a fronte di un'ottimizzazione negli approvvigionamenti esterni.

Si precisa che, in riferimento ai fabbisogni dell'opera in progetto e alla caratterizzazione ambientale dei terreni, quota parte dei materiali presentano caratteristiche geotecniche e chimiche idonee per possibili utilizzi interni quali formazione di rilevati, rinterri, riempimenti e coperture vegetali.

Di seguito si riporta la tabella riepilogativa con indicazioni sulla stima dei volumi degli scavi, degli approvvigionamenti e le modalità di utilizzo. Le quantità sono riferite al materiale in banco.

PRODUZIONE MATERIALI DI RISULTA [mc]		FABBISOGNO [mc]		UTILIZZO INTERNO (mc)	APPROVVIG. ESTERNO (mc)	ESUBERI CONFERITI IN IMPIANTI DI RECUPERO RIFIUTI [mc]
Materiali di scavo	273.102	Rilevati	116.271	116.271	-	75.275
		Riempimenti	83.623	83.623	-	
Scotico	8.980	Terreno vegetale	13.446	8.530	4.916	
Pavimentazioni stradali sterrate	408	Pavimentazioni stradali	21.761		21.761	
Micropali, tiranti, etc.	1.209	Scogliera	1.376		1.376	
TOTALI	283.699		236.477	208.424	28.053	75.275
DEMOLIZIONI						
Conglomerato bituminoso	2.743	-	14.481		14.481	2.743
Muratura e calcestruzzo	1.343	-	-	-	-	1.343
TOTALI	4.086	-	14.481		14.481	4.086

Dalla tabella precedente si evince che gli interventi necessari alla realizzazione delle opere in progetto saranno caratterizzati dai seguenti flussi di materiale:

- Materiali di scavo provenienti dalla realizzazione dell'opera (scotico, sbancamenti, trincee, gallerie, micropali, tiranti, etc.) per un totale di 283.699 mc:
 - Sterri: 273.102 mc
 - Scotico: 8.980 mc
 - Micropali, tiranti, etc.: 1.209 mc
 - Demolizione strade sterrate: 408 mc
- di questi una parte (208.424mc) saranno riutilizzati in sito ai sensi del DPR 120/2017 (cfr. Piano di Utilizzo Terre (T00GE00GEORE03):
 - riutilizzo per rilevati stradali: 116.271 mc
 - riutilizzo per riempimenti: 83.623 mc

- riutilizzo come terreno vegetale: 8.530 mc
- Materiali provenienti dalle demolizioni di fabbricati, paratie provvisionali, strutture, e pavimentazioni bituminose di tratti stradali (4.086 mc) saranno gestiti in regime di rifiuto ai sensi della Parte IV del D.Lgs. 152/06 e s.m.i.:
 - Demolizioni fabbricati, etc.: 1.343 mc
 - Demolizioni pavimentazioni stradali bituminose: 2.743 mc
- Materiali provenienti dagli scavi in esubero e non riutilizzabili in cantiere che saranno gestiti in regime di rifiuto ai sensi della Parte IV del D.Lgs. 152/06 e s.m.i.:
 - Materiali provenienti dagli scavi: 75.275 mc
- Per quanto riguarda i fabbisogni di materiali per la fondazione stradale, il terreno vegetale e la scogliera, questi saranno approvvigionati dall'esterno per complessivi 28.053 mc.

Per quanto concerne i fabbisogni, quindi, su un totale di circa 236.477 m³, 208.424 m³ saranno soddisfatti da materiale proveniente dal cantiere, mentre 28.053 m³ saranno soddisfatti, in questa fase progettuale, interamente con l'acquisto da cava. In termini percentuali, la riduzione dei fabbisogni da approvvigionamento esterno risulta complessivamente di circa l' 88% del totale (cfr. tabella seguente).

Fabbisogno (mc)	Approvvigionamenti (mc)	Riduzione % del fabbisogno
236.477	28.053	88%

Riduzione del fabbisogno materiali terrigeni

Tale gestione, come meglio illustrato nei documenti di progetto, è stata resa possibile dalla scelta di gestire in qualità di sottoprodotto ai sensi del DPR 120/2017 la quota parte dei materiali provenienti dagli scavi di risultata tecnicamente idonea al reimpiego in cantiere, tale frazione sarà integralmente riutilizzata.

In conclusione, considerato che una quota parte del materiale di scavo prodotto sarà riutilizzata, in qualità di sottoprodotto, ai fini della copertura del fabbisogno di progetto, scelta progettuale che può essere intesa come misura volta a prevenire il consumo di risorse non rinnovabili, a riguardo è da considerare che per quanto sia la quantità in volume di risulta reimpiegata in cantiere, la stessa esprime la massima quantità riutilizzabile date le caratteristiche fisico-tecniche di tali materiali in relazione alle necessità di progetto.

In conclusione, considerato che la scelta di gestire il materiale di scavo in qualità di sottoprodotto ai sensi del DPR 120/2017, consentendo una riduzione del fabbisogno di circa l' 88%, può essere intesa come misura volta a prevenire il consumo di risorse non rinnovabili, e che il preliminare censimento dei siti di approvvigionamento ha evidenziato come le esigenze a ciò relative espresse dall'opera in progetto potranno essere soddisfatte nell'ambito dell'attuale offerta pianificata/autorizzata, si ritiene che la significatività dell'impatto in esame possa essere considerata trascurabile.

Modifica della morfologia in corrispondenza delle aree di cantiere e di lavorazione

In riferimento alle aree di cantiere e di lavorazione previste dal progetto, ed in considerazione del fatto che alla conclusione dei lavori di realizzazione della nuova infrastruttura stradale, tali aree saranno tempestivamente smantellate, sarà effettuato lo sgombero e lo smaltimento del materiale di risulta derivante dalle opere di realizzazione, e come meglio illustrato negli specifici paragrafi, sarà effettuato il loro ripristino ambientale, si può affermare che le attività di scavo e sbancamento connesse all'approntamento di tali aree determineranno degli impatti pressoché trascurabili in termini di modificazione della morfologia.

In relazione agli aspetti morfologici si evidenzia la stabilità delle aree di interesse che non risultano interessate da fenomeni di dissesto.

Gestione rifiuti e materie

Come già riportato nel paragrafo relativo al consumo di risorse rinnovabili, i materiali da scavo che verranno prodotti dalla realizzazione delle opere in oggetto, nell'ottica del rispetto dei principi ambientali di favorire il riutilizzo piuttosto che lo smaltimento saranno, ove possibile, reimpiegati nell'ambito delle lavorazioni a fronte di un'ottimizzazione negli approvvigionamenti esterni.

Come evidenziato già in precedenza gli interventi necessari alla realizzazione delle opere in progetto saranno caratterizzati dai seguenti flussi di materiale:

- Materiali di scavo provenienti dalla realizzazione dell'opera (scotico, sbancamenti, trincee, gallerie, micropali, tiranti, etc.) per un totale di 283.699 mc:
- di questi una parte (208.424mc) saranno riutilizzati in sito ai sensi del DPR 120/2017 (cfr. Piano di Utilizzo Terre (T00GE00GEORE03):
- Materiali provenienti dagli scavi in esubero e non riutilizzabili in cantiere che saranno gestiti in regime di rifiuto ai sensi della Parte IV del D.Lgs. 152/06 e s.m.i.:

➤ Materiali provenienti dagli scavi: 75.275 mc

- Per quanto riguarda i fabbisogni di materiali per la fondazione stradale, il terreno vegetale e la scogliera, questi saranno approvvigionati dall'esterno per complessivi 28.053 mc.

Visto quindi il riutilizzo di parte del materiale di scavo, il conferimento in impianto di recupero autorizzato della restante parte e il modesto quantitativo di materiale da approvvigionare, l'impatto può essere ritenuto trascurabile.

Modificazione delle caratteristiche qualitative del suolo

Gli impatti sull'ambiente suolo e sottosuolo, derivanti dalle lavorazioni previste per la realizzazione delle opere, sono riconducibili ad eventuali sversamenti accidentali da parte delle macchine operatrici. Di conseguenza gli impatti sono da ritenersi moderati e perlopiù legati all'eccezionalità di un evento accidentale.

Come meglio specificato nel paragrafo successivo, durante la fase di cantiere saranno previsti opportuni accorgimenti atti a minimizzare il verificarsi del potenziale impatto.

Consumo di suolo e modifica destinazione d'uso

Il potenziale impatto è legato alla presenza delle aree di cantiere. In merito alla variazione di destinazione d'uso del suolo in fase di cantiere, si evidenzia che l'occupazione delle suddette aree sarà temporanea e a fine lavori saranno completamente ripristinate.

Per tali motivazioni il potenziale impatto può ritenersi trascurabile.

C.2.1.2 Dimensione fisica

Il presente paragrafo è volto alla quantificazione delle interferenze generate dall'opera sulla componente "Suolo e sottosuolo", in relazione alle sue caratteristiche fisiche e funzionali ("dimensione fisica").

Consumo di suolo e modifica destinazione d'uso

Il consumo di suolo, oltre a riguardare le superfici direttamente interessate dalla copertura artificiale, interessa anche le aree limitrofe. A tal proposito, è necessario comprendere non solo gli effetti diretti sugli ecosistemi, ma anche quelli indiretti che possono influenzare i servizi ecosistemici e la biodiversità. Gli effetti di riduzione della connettività ecologica che ne derivano influenzano negativamente la resilienza e la capacità degli habitat di fornire servizi ecosistemici, l'accesso alle risorse delle specie dovuta all'incremento del loro isolamento e si riflettono sulla qualità e sul valore del paesaggio.

La Strategia nazionale per lo Sviluppo Sostenibile richiama tra gli obiettivi strategici "garantire il ripristino degli ecosistemi e favorire le connessioni ecologiche urbano/rurali". La realizzazione

dell'opera nel suo complesso determinerà un consumo di suolo sia di tipo agricolo, che aree con copertura forestale.

Da evidenziare la realizzazione delle due gallerie artificiali per le quali al termine dei lavori saranno restituite e ripristinate all'originario stato dei luoghi e relativo utilizzo con copertura arboreo-arbustiva.

In relazione alle aree boscate la superficie oggetto di riduzione di copertura forestale stimata è pari a poco più di 30.000 mq (30.838 mq).

A compensazione della riduzione di copertura forestale associata alla realizzazione del progetto, come illustrato negli specifici paragrafi relativi agli interventi di mitigazione ed inserimento ambientale dell'opera, si prevedono degli interventi di ripristino della vegetazione, localizzati in diversi punti lungo il tracciato (cfr. paragrafo successivo relativo alla Biodiversità).

Complessivamente tali interventi di ripristino interesseranno una superficie pari a circa 26.300 mq ai quali andranno a sommarsi gli altri interventi a verde previsti lungo i rilevati stradali ed in corrispondenza dei viadotti.

In particolare è prevista la rimozione delle vecchie opere edili dello svincolo dismesso e la riqualificazione e rinaturalizzazione di tutta l'area oggetto di precedenti lavorazioni stradali non completate e che si trovano attualmente in stato di degrado.

Tali specifici interventi di ripristino e riqualificazione ambientali appena illustrati sono volti quindi proprio ad integrare le Strategie nazionali per lo Sviluppo Sostenibile appena richiamate, ripristinando gli ecosistemi (siepi, prati, macchie arbustive, boschi) e favorendo le connessioni ecologiche rurali (siepi, aree arbustive).

C.2.2 LE MISURE MITIGATIVE

Le misure e gli interventi di mitigazione previsti per la componente Suolo e sottosuolo sono riportati nel dettaglio nell'elaborato del SIA "Analisi progettuale della soluzione preferenziale – Relazione" (T00IA20AMBRE01), al quale si rimanda.

Di seguito se ne riporta un sintetico elenco:

- trattamento delle acque di prima pioggia limitatamente alle aree di cantiere in cui stazionano i mezzi meccanici (aree di parcheggio) ed in cui si sviluppano operazioni di manutenzione (officine);
- impermeabilizzazione delle aree di parcheggio e di quelle destinate alla manutenzione ed allo stoccaggio di materiali pericolosi (officine, carburanti, oli, etc.);
- installazione, nei pressi delle aree di deposito olii, di kit anti-sversamento di pronto intervento;

- per lo stoccaggio dei materiali liquidi pericolosi è previsto l'utilizzo di appositi contenitori con raccolta degli eventuali sversamenti in fase di utilizzo;
- il deposito temporaneo dei rifiuti avverrà con lo stoccaggio dei rifiuti in modalità "differenziata";
- conservazione del terreno vegetale derivante dallo scotico.

C.3 AMBIENTE IDRICO

C.3.1 LA VALUTAZIONE DEI POTENZIALI IMPATTI SULLA COMPONENTE

Seguendo la metodologia esplicitata nel capitolo B di seguito sono stati individuati i principali impatti potenziali che l'opera oggetto del presente studio potrebbe generare sulla componente in esame.

Considerando separatamente le azioni di progetto nelle tre dimensioni in cui è stata distinta l'opera (fisica, costruttiva ed operativa) sono stati individuati i fattori causali dell'impatto e conseguentemente gli impatti potenziali.

La catena Azioni – fattori causali – impatti potenziali riferita alla componente Ambiente idrico è riportata nella seguente tabella.

Azioni di progetto	Fattori Causali	Impatti potenziali
Dimensione costruttiva		
AC.1 Approntamento aree di cantiere	Presenza acque meteoriche di dilavamento dei piazzali del cantiere	Modifica delle caratteristiche qualitative dei ricettori
AC.4	realizzazione palificate di fondazione	
AC.9 Gestione acque (meteoriche, reflue e da attività di cantiere)	Produzione acque di cantiere (da attività di lavaggio e di stoccaggio)	Modifica delle caratteristiche qualitative dei ricettori
	Produzione acque reflue (scarichi civili)	
	Gestione acque meteoriche	
Dimensione fisica		
AF.1 Ingombro (strada)	Acque di dilavamento piattaforma stradale	Modifica delle caratteristiche quantitative dei ricettori
Dimensione operativa		
AO.2 Gestione delle acque di piattaforma	Convogliamento acque di piattaforma	Gestione delle caratteristiche qualitative dei ricettori

Catena Azioni di progetto -fattori causali – impatti potenziali

C.3.1.1 Dimensione costruttiva

Modifica delle caratteristiche qualitative dei ricettori

In termini generali, la modifica delle caratteristiche qualitative delle acque superficiali e sotterranee, è il risultato di una variazione dei parametri chimico-fisici, microbiologici e biologici, che può derivare da lavorazioni finalizzate alla realizzazione delle opere in progetto.

Sempre in termini generali, l'effetto in esame può essere considerato come esito di Fattori causali che, seppur appartenenti alla categoria delle *Produzioni di emissioni e residui*, differiscono tra loro in ragione del tipo di rapporto intercorrente con il processo costruttivo.

In breve, un primo fattore all'origine dell'effetto in esame può essere rappresentato dall'uso di sostanze potenzialmente inquinanti, quali per l'appunto quelle additanti usate nella realizzazione delle fondazioni indirette al fine principale di sostenere le pareti delle perforazioni dei pali di fondazione. In tal caso, pertanto, la produzione di residui è strettamente funzionale al processo costruttivo.

Ulteriori fattori all'origine del medesimo effetto possono essere rappresentati da altre cause che sono, invece, correlate alle lavorazioni o, più in generale, alle attività di cantiere.

Dette cause possono essere così sinteticamente individuate:

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

Entrando nel merito dei fattori precedentemente elencati, ossia con riferimento alla produzione di sostanze potenzialmente inquinanti dovuta alla realizzazione delle opere di palificazione e scavo, i parametri che concorrono a configurare l'effetto in esame sono schematicamente individuabili, sotto il profilo progettuale, nelle tecniche di realizzazione delle opere di fondazione e nelle loro caratteristiche dimensionali, mentre, per quanto concerne le caratteristiche del contesto di interventi, detti parametri possono essere identificati nella vulnerabilità degli acquiferi e nei diversi fattori che

concorrono a definirla (soggiacenza; conducibilità idraulica; acclività della superficie topografica; etc.).

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

Per quanto concerne il primo tema e, nello specifico, quello delle acque meteoriche, si evidenzia che prima della realizzazione delle pavimentazioni dei piazzali del cantiere, ove necessario, saranno predisposte le reti di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche, a valle della quale sono previsti necessari i trattamenti. Inoltre, nelle zone delle aree di cantiere adibite a deposito dei lubrificanti, gli olii ed i carburanti utilizzati dagli automezzi di cantiere, sempre in ragione di quanto previsto dalle citate relazioni di cantierizzazione, dette zone saranno dotate di soletta impermeabile in calcestruzzo e di sistema di recupero e trattamento delle acque.

L'insieme di tali tipologie di interventi si configura come scelta progettuale adeguata ad evitare il prodursi di qualsiasi modifica delle caratteristiche qualitative delle acque superficiali e sotterranee, nonché del suolo, per effetto del dilavamento delle acque meteoriche sulle aree di cantiere.

Relativamente al prodursi di eventi accidentali in esito ai quali possa prodursi una fuoriuscita di sostanze inquinanti provenienti dagli organi meccanici e/o dai serbatoi dei mezzi d'opera e la loro conseguente percolazione nel sottosuolo o dispersione nelle acque superficiali, tale circostanza genericamente riguarda le lavorazioni che avverranno in corrispondenza di aree non pavimentate.

Nel caso in specie, in considerazione delle caratteristiche di progetto, descritte, si ritiene che detta circostanza potrebbe eventualmente verificarsi in corrispondenza delle attività di scotico e scavo per la realizzazione dei corpi stradali e delle fondazioni delle strutture principali.

Con riferimento a detta tematica occorre, in primo luogo, sottolineare che gli effetti derivanti dal loro determinarsi presentano un livello di probabilità e di frequenza che dipendono in modo pressoché diretto dalle procedure manutentive dei mezzi d'opera. In tal senso, sarà necessario predisporre specifici protocolli operativi di manutenzione dei mezzi d'opera e di controllo del loro stato di efficienza, così da prevenire il determinarsi di eventi accidentali.

Un ulteriore aspetto che concorre a definire tali effetti e, nello specifico, la loro portata, è rappresentato dalla preventiva predisposizione di misure e sistemi da attivare in casi di eventi accidentali. A tal riguardo, al fine di limitare gli effetti derivanti da detti eventi, sarà necessario predisporre istruzioni operative in cui siano dettagliate le procedure da seguire, nonché dotare le

aree di cantiere di appositi kit di emergenza ambientale, costituiti da materiali assorbenti quali sabbia o sepiolite, atti a contenere lo spandimento delle eventuali sostanze potenzialmente inquinanti.

È altresì da dire che la realizzazione delle fondazioni indirette delle principali opere d'arte e segnatamente le spalle di appoggio degli impalcati di cavalcavia e viadotti, nonché le fondazioni delle pile degli appoggi intermedi dei viadotti, in relazione alle condizioni locali di soggiacenza della falda e di permeabilità, potrebbero interagire puntualmente con l'acquifero. In tal senso, al fine di prevenire gli effetti negativi indotti da questa circostanza dovrà essere prestata particolare attenzione nella scelta dei componenti il fluido utilizzato nel corso della realizzazione dei pali di fondazione, ossia nella definizione e nel dosaggio degli additivi utilizzati.

La scelta degli additivi per la preparazione del fluido di perforazione dovrà essere rivolta a conseguire una miscela che, non solo, presenti caratteristiche coerenti con le tipologie di terreni da attraversare e, quindi, in grado di garantire elevate prestazioni tecniche, ad esempio, in termini di velocità di avanzamento, protezione da franamenti, lubrificazione degli utensili di scavo, ecc. al contempo, la miscela utilizzata dovrà essere tale da contenere eventuali effetti di contaminazione della falda e, in tal senso, è importante l'impiego di sostanze biodegradabili.

Considerata la dimensione puntuale dell'impatto potenziale e in ragione della scarsa probabilità di sversamenti accidentali nei corpi idrici superficiali e sotterranei, l'effetto, nel suo insieme, sembra potersi considerare trascurabile, evitabile e/o mitigabile con adeguati presidi.

Tuttavia, vista l'elevata vulnerabilità che caratterizza le litologie ospitanti la falda e la soggiacenza della falda superficiale, si ritiene necessario prevedere il monitoraggio della qualità delle acque sotterranee.

Modifica della circolazione idrica sotterranea

L'effetto in questione discende dall'innescare potenziale di processi di filtrazione indotti dagli scavi e consistenti nella penetrazione di acque all'interno dello scavo stesso per effetto della diffusione capillare della falda presente a livelli piezometrici superiori al piano di scavo.

Come richiamato nell'analisi del precedente effetto, la falda potrebbe essere interessata puntualmente dalle opere di palificazione per la realizzazione delle fondazioni profonde delle pile dei viadotti e dei cavalcavia; tali opere potrebbero indurre, in fase di cantiere, perturbazioni localizzate, ancorché temporanee, alla superficie piezometrica rispetto alla condizione AO. La tipologia di opere previste non risulta tale da generare significative modifiche al deflusso della falda.

In ragione di quanto riportato, sembra pertanto possibile affermare che l'effetto derivante dalla realizzazione delle opere di fondazione o delle attività di scavo, non possa localmente alterare le

caratteristiche di deflusso; nel suo insieme sembra ragionevole e prudentiale comunque considerare l'effetto oggetto di monitoraggio.

C.3.1.2 Dimensione fisica

Modifica delle condizioni di deflusso

L'effetto considerato riguarda la modifica delle condizioni di deflusso dei corpi idrici superficiali e sotterranei conseguente alla presenza di nuovi manufatti

- all'interno delle aree golenali e/o soggette al pericolo di alluvionamento, ovvero all'interno di quelle porzioni di territorio soggette ad essere allagate in seguito ad un evento di piena;
- quando la falda viene intercettata da opere che generano un effetto barriera o una severa modifica al regime del deflusso delle acque sotterranee

In relazione al pericolo/rischio di alluvionamento definito per questi corsi d'acqua dal Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico, le opere in progetto dimensionate sono state verificate rispetto ai deflussi attesi per fenomeni con Tr 50, 100, 200 e 500 anni per una completa valutazione dei fenomeni idraulici di interesse.

A supporto del progetto sono stati condotti adeguati studi idraulici riguardo i diversi attraversamenti idraulici presenti, corredati da simulazioni modellistiche considerando il regime di afflussi e deflussi sui bacini che si chiudono in corrispondenza di questi specifici punti.

Lo studio idraulico (descritto all'interno della Relazione Idraulica T00ID00IDRRE02) si è concentrato sulla caratterizzazione dei deflussi e sulla delimitazione delle aree esondabili nella situazione ante e post-operam, nonché sulla verifica allo scalzamento prodotto dall'evento di piena duecentennale in corrispondenza delle pile dei viadotti.

Le verifiche condotte sullo stato ante-operam hanno avuto lo scopo di determinare le aree di esondazione lungo i corsi d'acqua principali e, quindi, di valutare le possibili interferenze con il tracciato di progetto. Le verifiche condotte sullo stato post-operam, invece, hanno avuto lo scopo di verificare gli interventi di sistemazione volti ad eliminare le interferenze con il tracciato di progetto.

Tutte le inalveazioni individuate consistono in una sistemazione fluviale e sono progettate al fine di garantire una regolare sezione di deflusso nei tratti in corrispondenza delle opere del corpo stradale, il mantenimento di una pendenza costante e la limitazione di fenomeni di migrazione del corpo idrico durante gli eventi di piena. Onde evitare scalzamenti ed erosioni, nei tratti a monte e a valle delle opere d'arte dette (circa 20 metri a ridosso) sono previste scogliere con pendenza 2/3 costituite da massi di prima categoria provenienti da cave a paramento irregolare intasati con terra.

Tali interventi permettono il deflusso della portata duecentennale ($TR = 200$ anni) – calcolata secondo quanto riportato nella Relazione Idrologica (T00ID00IDRRE01) – con funzionamento a pelo libero e rispettando il franco idraulico minimo, calcolato secondo normativa, come riferito nel seguito del presente elaborato.

Si precisa che il valore della portata assunto nelle modellazioni idrodinamiche in tutto il tratto fluviale è pari a quello stimato, per i diversi tempi di ritorno, in corrispondenza della sezione terminale dello stesso. Questa assunzione risulta essere molto cautelativa.

Le soluzioni permettono, quindi, di mantenere all'asciutto i rilevati stradali e le opere durante gli eventi di piena ordinaria e per quelli a carattere eccezionale, evitando fenomeni di infiltrazione e permettendo, pertanto, di garantire adeguate condizioni di stabilità al corpo stradale. A valle degli interventi si mantengono in ogni caso inalterate le condizioni di deflusso e di recapito al corpo idrico ricettore.

Pertanto, in considerazione di quanto precede, verificata la compatibilità idraulica delle azioni di progetto, considerata anche l'assenza di significative opere sotterranee che possano intercettare la falda e modificarne il deflusso, l'effetto in questione può essere considerato nullo.

C.3.1.3 Dimensione operativa

L'effetto in questione discende dall'innescare potenziale di processi di contaminazione o inquinamento derivanti dalle acque che ricadono sulla piattaforma stradale. Queste acque, infatti, possono essere cariche di particelle inquinanti e, quindi, devono essere trattate prima di essere immerse in bacini di infiltrazione nel terreno.

La Direttiva Regionale che disciplina gli scarichi in Regione Sardegna è definita con l'Allegato alla Deliberazione Regionale n. 69/25 del 10.12.2008. In attuazione dell'art. 113, comma 3, del D.lgs. 152/06, il convogliamento, la separazione, la raccolta, il trattamento e lo scarico delle acque di prima pioggia e di lavaggio delle superfici scolanti sono soggetti alla gestione qualitativa, qualora tali acque provengano da stabilimenti od insediamenti di attività di produzione di beni e servizi, le cui aree esterne siano adibite al deposito e stoccaggio di materie prime o rifiuti, ed in generale allo svolgimento di fasi di lavorazione, ovvero ad altri usi per i quali vi sia la possibilità di dilavamento dalle superfici coperte di sostanze inquinanti. Le strade non rientrano rigorosamente nelle fattispecie elencate, tuttavia nel caso in cui il recapito degli scarichi di drenaggio di piattaforma venga individuato come "ambientalmente sensibile", allora è "ambientalmente" obbligatorio garantire il trattamento delle acque di prima pioggia ed il controllo dello sversamento accidentale.

Nel caso in esame non sono state rilevate sensibilità ambientali. Si è pertanto optato per un sistema di trattamento di tipo "aperto" che convoglia le acque meteoriche afferenti alla piattaforma stradale

direttamente nei recapiti finali (fossi e corpi idrici superficiali). Il tracciato di progetto prevede sezioni tipologiche correnti in rilevato, in trincea, in viadotto ed in galleria, per le quali si prevede quanto segue. Al piede dei tratti in rilevato, a raccolta delle acque di scarpata, si prevedono fossi in terra, mentre in testa alle trincee (fatto salvo casi specifici in cui la morfologia del terreno declini allontanandosi dalla sede stradale) si prevedono, a protezione della piattaforma stradale, fossi di guardia. Entrando maggiormente nel dettaglio, il drenaggio della piattaforma stradale è demandato, per l'intera estensione dell'intervento di progetto, ad un sistema di embrici disposti lateralmente e ad un collettore disposto in asse al corpo stradale. La raccolta sommitale avverrà mediante embrici, canalette, zanelle e pozzetti. I viadotti sono muniti di dedicati pluviali e collettori, tali da convogliare l'acqua dalla rete sino al recapito a valle.

C.3.2 IL RAPPORTO OPERA-AMBIENTE E LE MISURE MITIGATIVE

In aggiunta agli attraversamenti principali in corrispondenza dei viadotti, la strada intercetta le vie secondarie di deflusso delle acque (fossi naturali minori, fossi artificiali di drenaggio dei campi, impluvi e depressioni naturali del terreno) e riduce la capacità di deflusso del sistema di scorrimento superficiale esistente durante gli eventi meteorici sia ordinari sia straordinari. La mitigazione delle interferenze con il reticolo idrografico prevede:

- Tombini di attraversamento del corpo stradale che rendono permeabile la strada rispetto a eventi meteorici ordinari e fino a tempi di ritorno $TR = 200$ anni;
- Fossi di guardia ai piedi dell'infrastruttura stradale di protezione del piede del rilevato e della trincea che convogliano l'acqua raccolta negli impluvi naturali;
- Inalveazioni per la regimazione delle acque, la deviazione di fossi, il recapito nei corsi d'acqua esistenti.

I tombini di attraversamento del rilevato stradale consentono di ripristinare la continuità dei corsi d'acqua del reticolo idrografico superficiale esistente intercettato dalla strada mediante un collegamento tra monte e valle. Tutti i tombini di attraversamento sono realizzati in cemento armato e sono di tipo scatolare.

Il criterio per la verifica idraulica richiede che il franco idraulico lungo l'opera sia superiore al valore minimo, ricavato come visto, e comunque non inferiore a 1 m.

I fossi di guardia sono presenti su entrambi i lati della piattaforma stradale, sono in terra (rivestita o meno) e hanno forma trapezia, con base minore B pari a 0.50 m e scarpa di pendenza 1/1.

Inalveazioni, inerbite o rivestite, sono realizzate nelle zone di imbocco e sbocco dei tombini e nei casi in cui l'andamento del corso d'acqua naturale debba essere deviato o regimato.

In merito alla dimensione costruttiva, come detto, il potenziale impatto, generato durante la fase di cantierizzazione, ovvero la modifica delle caratteristiche qualitative dei ricettori, può essere ritenuto trascurabile date le caratteristiche delle aree di cantiere; si è ritenuto lo stesso opportuno prevedere alcuni accorgimenti da adottare, ed in particolare:

- i piazzali del cantiere e le aree di sosta delle macchine operatrici saranno impermeabilizzati e saranno dotati di una regimazione idraulica, che consentirà la raccolta delle acque di qualsiasi origine (piovane o provenienti da processi produttivi), per convogliarle nell'unità di trattamento generale;
- le acque provenienti dagli scarichi di tipo civile, connesse alla presenza del personale di cantiere, saranno trattate a norma di legge in impianti di depurazioni, oppure immessi in fosse settiche a tenuta, oppure saranno predisposti wc chimici, che verranno spurgati periodicamente;
- durante le attività di scavo e preparazione dell'area di cantiere, minimizzare le interferenze con le acque di scorrimento superficiale realizzando drenaggi;
- raccogliere e conferire gli olii e le sostanze grasse ad idoneo consorzio per lo smaltimento;
- installazione, nei pressi delle aree di deposito olii, di kit anti-sversamento di pronto intervento;
- per lo stoccaggio dei materiali liquidi pericolosi è previsto l'utilizzo di appositi contenitori con raccolta degli eventuali sversamenti in fase di utilizzo.

C.4 BIODIVERSITÀ

C.4.1 LA VALUTAZIONE DEI POTENZIALI IMPATTI SULLA COMPONENTE

C.4.1.1 Dimensione costruttiva

Sottrazione di habitat e biocenosi

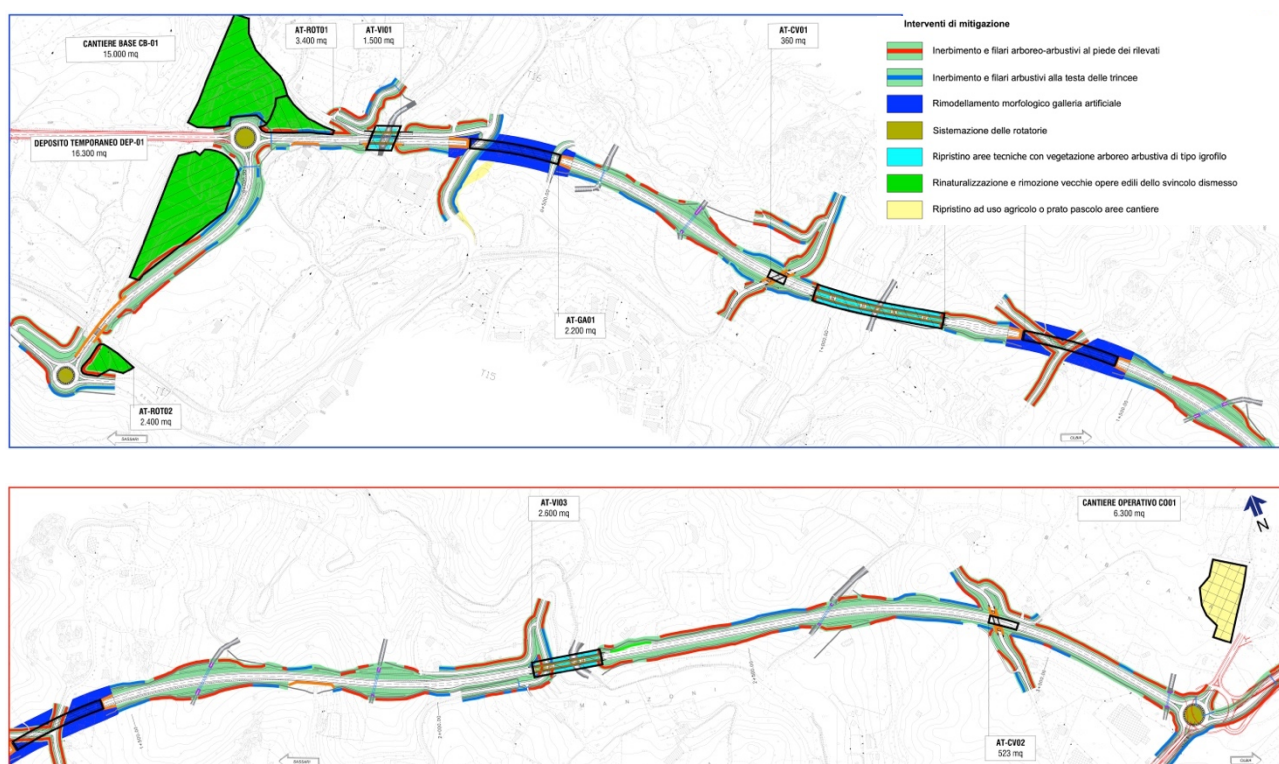
Gli effetti attesi durante la fase costruttiva sono riferiti alla sottrazione di habitat e biocenosi in corrispondenza delle aree di cantiere e nelle aree di lavorazione. Principalmente questa azione comporta, come detto, la sottrazione di terreno vegetale, dovuta allo scotico che precede l'allestimento dei cantieri e la rimozione della vegetazione.

Nel caso in esame le maggiori interferenze dovute alla costituzione delle aree di lavoro e dei cantieri si registrano a carico delle coperture degli usi agricoli, ed a carico di aree boscate presenti lungo il tracciato.

In relazione alle aree boscate, come già detto in precedenza, la superficie oggetto di riduzione di copertura forestale stimata è pari a poco più di 30.000 mq (30.838 mq).

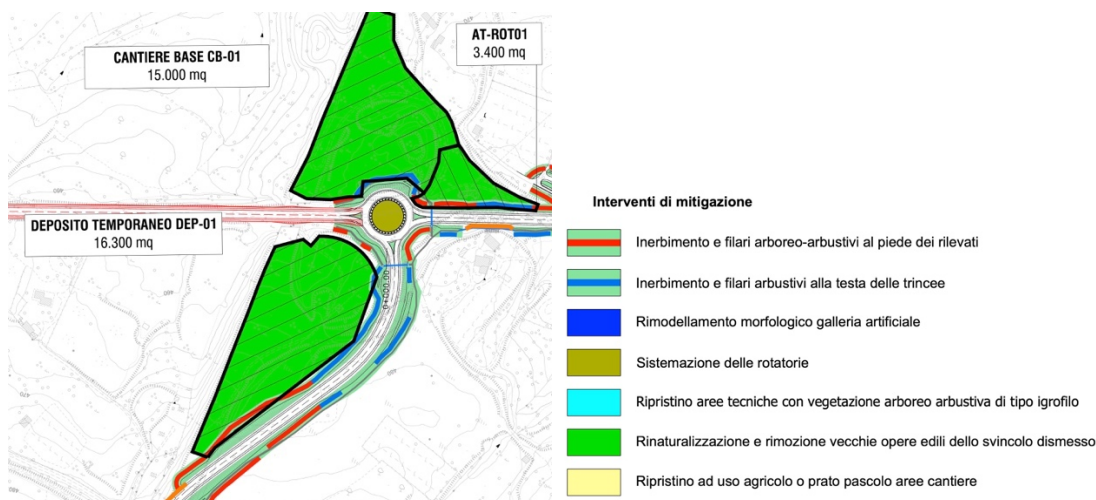
A compensazione della riduzione di copertura forestale associata alla realizzazione del progetto, come illustrato negli specifici paragrafi relativi agli interventi di mitigazione ed inserimento ambientale dell'opera, si prevedono degli interventi di ripristino della vegetazione, localizzati in diversi punti lungo il tracciato.

Relativamente a queste aree, quindi, gli effetti sulle aree boscate sono da considerarsi temporanei e reversibili.



Stralcio della planimetria delle opere di inserimento ambientale

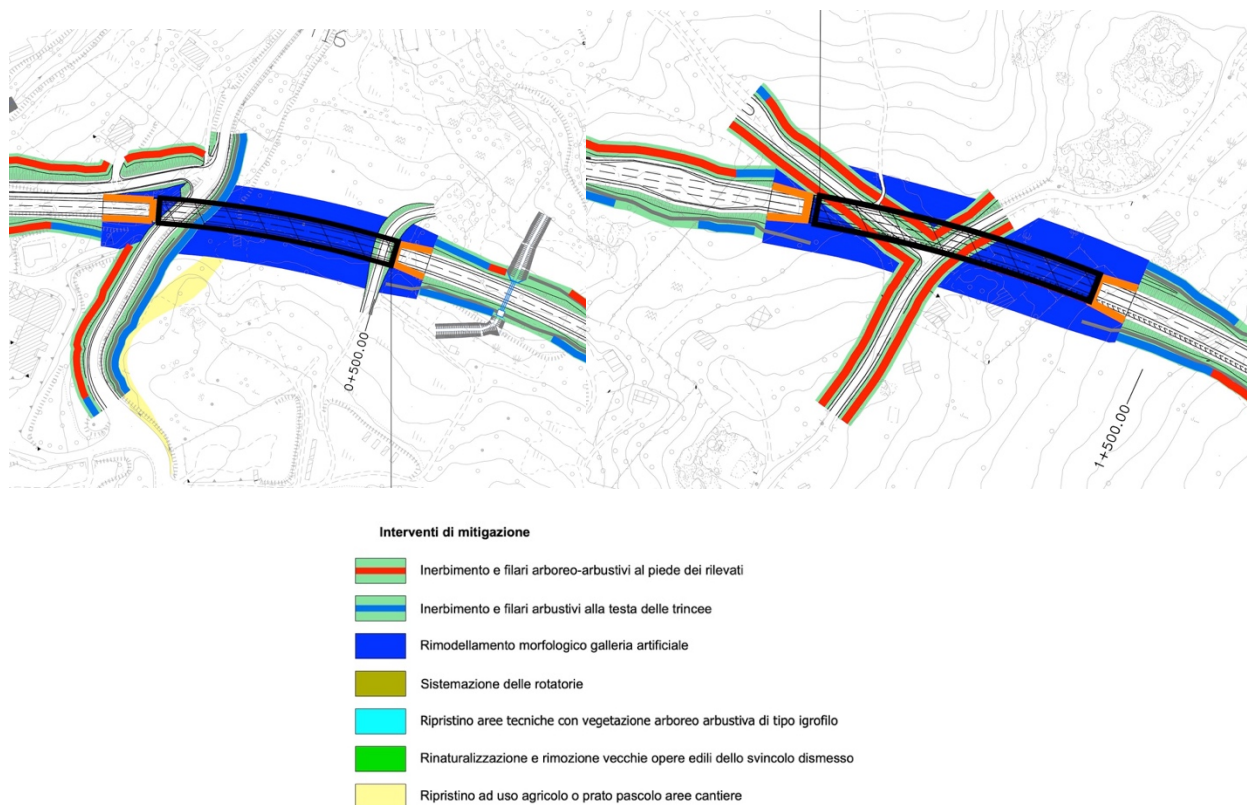
Nello specifico sono previsti interventi di riqualificazione e di ripristino della vegetazione in tutta l'area occupata temporaneamente dal Campo base (CB-01), dall'Area di stoccaggio provvisorio terre (DEP-01) e dall'Area tecnica (AT-ROT01).



Ripristino della vegetazione in tutta l'area occupata temporaneamente dal Campo base (CB-01), dall'Area di stoccaggio provvisorio terre (DEP-01) e dall'Area tecnica (AT-ROT01)

Questo intervento, inoltre, si configura come intervento di riqualificazione e rinaturalizzazione di un'area interessata da precedenti lavorazioni stradali non completate ed attualmente in stato di degrado.

Inoltre interventi estensivi di ripristino della vegetazione sono previsti in corrispondenza delle due gallerie artificiali.



I ripristini della vegetazione in corrispondenza delle due gallerie artificiali GA-01 (a sx) e GA-02 (a dx)

Complessivamente tali interventi di ripristino interesseranno una superficie pari a circa 35.885 mq ai quali andranno a sommarsi gli altri interventi a verde previsti lungo i rilevati stradali ed in corrispondenza dei viadotti.

Tali specifici interventi di ripristino e riqualificazione ambientali appena illustrati sono volti quindi al ripristino degli ecosistemi (siepi, prati, macchie arbustive, boschi) ed a favorire le connessioni ecologiche rurali (siepi, aree arbustive).

Per le aree agricole interferite dalle aree di cantiere, al termine dei lavori tutte le aree che non saranno occupate dall'opera stradale saranno ripristinate all'uso precedente i lavori.

Per quanto sopra l'effetto in questione appare reversibile.

C.4.1.2 Dimensione operativa

Come si è avuto modo di analizzare il territorio le interferenze dirette con superfici boschive determinate dalla realizzazione della nuova sede stradale è, come già detto, mitigata nell'ambito del progetto di inserimento ambientale e paesaggistico; progetto che prevede, in tali contesti, la ricostituzione dell'assetto vegetazionale ante operam. In ragione dell'entità delle trasformazioni e degli interventi volti al ripristino delle superfici vegetate sottratte si ritiene l'effetto, nel suo complesso, poco rilevante.

Va detto inoltre che il progetto si compone di opere a verde previste a corollario delle opere con lo scopo di ricomporre e sistemare le aree residue; tali sistemazioni hanno il duplice scopo di accompagnare l'inserimento delle nuove opere nel contesto, rafforzare le formazioni impattate e innescare processi di riedificazione ambientale nelle aree libere marginali.

Giova anche ricordare che le opere a verde di progetto prevedono l'impiego di specie autoctone, coerenti con il profilo fitogeografico e con le cenosi vegetali potenziali, scelta che partecipa all'azione di contrasto all'ingresso di specie pioniere e sinantropiche, per lo più invasive, che possono rappresentare un'alterazione delle compagini vegetali anche altrove dislocate e presenti nell'area di studio.

Il nuovo asse stradale comporta sicuramente una sottrazione di habitat faunistici di tipo permanente, ma considerando l'estensione degli areali di distribuzione delle specie presenti e l'espansione di habitat idonei sia di alimentazione che di riproduzione in tutto il territorio esaminato, si ritiene che in termini di superficie l'interferenza sia da ritenersi poco significativa.

L'occupazione di habitat, quindi, non è tale da pregiudicare la frequentazione, considerando che si tratta di specie piuttosto comuni, non particolarmente esigenti da un punto di vista ecologico.

Inoltre sono stati previsti interventi estensivi di ripristino della vegetazione che interesseranno una superficie pari a circa 35.885 mq ai quali andranno a sommarsi i circa 7.300 m di siepi e filari arboreo arbustivi previsti lungo tutto l'asse stradale in progetto.

Infine, a tutela della fauna, sono stati previsti specifici interventi mirati a garantire la permeabilità faunistica dell'opera: oltre ai tre viadotti previsti, che garantiscono il passaggio della fauna proprio in corrispondenza di corridoi faunistici rappresentati dai corsi d'acqua attraversati, sono previsti anche nr. 5 sottopassi faunistici in corrispondenza di altrettanti tombini idraulici.

Per la componente biodiversità è previsto il monitoraggio ante, corso e post operam.

C.5 RUMORE E VIBRAZIONI

C.5.1 LA VALUTAZIONE DEI POTENZIALI IMPATTI SULLA COMPONENTE

Di seguito si riportano gli elementi conoscitivi, di analisi e di valutazione dettagliati nell'elaborato "Analisi degli impatti - Rumore – Relazione" (T00IA35AMBRE01) alla quale si rimanda per dettagli ed approfondimenti.

Lo studio acustico è stato redatto dall'Ing. Filippo Giancola, iscritto all'Elenco Nazionale dei Tecnici Competenti in Acustica al N. 7390, coadiuvato dalla dott.ssa Francesca Quarta.

C.5.1.1 Analisi delle potenziali interferenze

Seguendo la metodologia esplicitata nel capitolo B di seguito sono stati individuati i principali impatti potenziali che l'opera oggetto del presente studio potrebbe generare sulla componente in esame.

Considerando separatamente le azioni di progetto nelle tre dimensioni in cui è stata distinta l'opera (fisica, costruttiva ed operativa) sono stati individuati i fattori causali dell'impatto e conseguentemente gli impatti potenziali.

La catena Azioni – fattori causali – impatti potenziali riferita alla componente Rumore è riportata nella seguente tabella.

Azioni di progetto	Fattori Causali	Impatti potenziali
Dimensione costruttiva		
AC.3 Demolizione pavimentazione esistente	Produzione emissioni acustiche	Compromissione del clima acustico
AC.4 Realizzazione palificate		
AC.5 Scavi e sbancamenti		
AC.6 Realizzazione rilevati		
AC.7 Realizzazione pavimentazione stradale		
AC.8 Traffico di cantiere		
Dimensione operativa		

Azioni di progetto	Fattori Causali	Impatti potenziali
AO.1 Traffico in esercizio	Produzione emissioni acustiche	Compromissione del clima acustico

Rumore: Catena Azioni di progetto -fattori causali – impatti potenziali

Dimensione costruttiva - Rumore

Riferimenti normativi

Le attività oggetto di analisi riguardano sostanzialmente due categorie: lavorazioni di cantiere stradale e movimentazione di materiale e lavorazioni nelle aree di cantiere fisse.

Entrambe le categorie di lavori si riferiscono ad aree localizzate e/o a assi infrastrutturali su cui transitano mezzi stradali. Anche se la rete infrastrutturale utilizzata è prevalentemente quella esistente, le caratteristiche di flusso, in termini di numero di mezzi e di velocità di transito, sono tali da richiamare i riferimenti normativi "locali" piuttosto che quelli di interesse nazionale prima citati su "strade" (DPR n. 142 del 30/3/2004 "Rumore prodotto da infrastrutture stradali").

Questa considerazione assume maggiore consistenza in ragione della temporaneità delle attività in essere, caratteristica che può essere regolamentata dall'art. 4, comma 1, lettera g) e dall'art. 6, comma 1, lettera h) della legge quadro sull'inquinamento acustico n.447 26 ottobre 1995.

A questo proposito, i valori di esposizione massima al rumore della popolazione sono normati sulla base della pianificazione acustica comunale in ottemperanza alla citata Legge Quadro 447/1995.

Ogni Amministrazione comunale interessata, cioè, redige la Zonizzazione Acustica del proprio territorio in cui si individuano porzioni di territorio acusticamente omogenee e a cui corrispondono determinati valori di riferimento. Il territorio risulta quindi suddiviso in sei tipologie di sensibilità acustica in ragione del suo uso prevalente: dalla classe 1, la più sensibile, utilizzata per ricettori e aree in cui la quiete sonora è prioritaria (scuole, ospedali, ecc.), alla classe 6, utilizzata per ricettori e aree esclusivamente industriali e produttive in cui sono generalmente presenti all'interno più sorgenti di rumore. Tra queste due categorie sono presenti le classi dalla 2 alla 5 che rappresentano aree di tutela dal rumore intermedie in ragione di alcuni parametri di caratterizzazione del livello di "attività umana", quali, la densità abitativa, la presenza di attività artigianali e/o industriali, la presenza e il tipo di infrastrutture di trasporto, ecc.

In riferimento a queste classi acustiche comunali sono definiti dei limiti acustici, come indicati nel DPCM 14/11/1997, distinti in Valori limite di emissione (art. 2), Valori limite assoluti di immissione

(art. 3), Valori limite differenziali di immissione (art. 4), Valori di attenzione (art. 6), Valori di qualità (art.7).

Inoltre, ai sensi dell'art. 1 comma 4 del D.P.C.M. 01/03/1991, le attività temporanee, quali cantieri edili, qualora comportino l'impiego di macchinari ed impianti rumorosi (che possono superare il limite sopra citato), debbono essere autorizzate anche in deroga ai limiti del presente decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri, dal sindaco, il quale stabilisce le opportune prescrizioni per limitare l'inquinamento acustico sentita la competente USL.

Relativamente ai comuni di Longarone (includendo Castellavazzo) e Ponte delle Alpi, essi stabiliscono che: tutte le attività di cantiere sono soggette a specifica autorizzazione, nonché attività di cantieri edili a carattere di estrema urgenza che dovranno essere immediatamente comunicate e motivate al Comune competente dal responsabile dei lavori."

In generale, le attività di cantiere possono operare nel rispetto del limite diurno (periodo di funzionamento dei cantieri) pari a 70,0 dB(A).

Impostazione Metodologico

L'analisi acustica degli aspetti di cantiere viene rappresentata mediante il software di simulazione sulla base di un input progettuale dedotto dagli elaborati tecnici di cantierizzazione, cioè:

- localizzazione delle diverse aree di cantiere, distinguendo i cantieri fissi dalle aree tecniche lungo linea;
- caratterizzazione delle differenti tipologie e numero dei macchinari ed attività previste;
- caratterizzazione delle sorgenti sonore per ogni tipologia di lavorazione;
- assegnazione della durata giornaliera delle attività e della percentuale di utilizzo (CU) dei singoli macchinari utilizzati;
- calcolo della potenza sonora $L_w(A)$ associata a ciascun cantiere;
- verifica dei parametri normativi del caso;
- previsione di interventi di mitigazione laddove risultato necessario.

Le macchine di cantiere sono state considerate come sorgenti puntiformi a cui è stata assegnata una determinata potenza sonora e una quota sul piano campagna, che rappresenta la quota di emissione. La caratterizzazione acustica dei macchinari viene estrapolata da misure dirette sui macchinari e/o dal database interno del modello di simulazione e/o da fonti documentali pubbliche. A questo proposito in particolare si fa riferimento alla caratterizzazione delle sorgenti di cantiere del

C.P.T. Il C.P.T. (Comitato Paritetico Territoriale per la Prevenzione Infortuni, l'Igiene e l'Ambiente di Lavoro di Torino e Provincia) è un ente senza scopo di lucro, costituito nel 1970 con accordo tra il Collegio dei Costruttori Edili (ANCE) della provincia di Torino, le associazioni artigiane di categoria (CNA-Costruzioni, CASA e Unione Artigiana) e le organizzazioni sindacali dei lavoratori edili (FeNeAL-UIL, FILCA-CISL, FILLEA-CGIL). Il C.P.T. mette a disposizione per bande di ottava dati di "Pressione sonora" e/o "Potenza acustica" di un congruo numero di macchinari di cantiere, suddivisi per tipologia e/o marca e/o modello specifico.

Sulla base della rappresentazione delle varie tipologie di cantiere, l'analisi delle interferenze di tipo acustico viene condotta relativamente alle fasi di maggiore emissione rumorosa estendendone i risultati all'intero ciclo lavorativo. Con tale approccio si è voluto rappresentare una condizione sicuramente cautelativa per i ricettori, demandando alle successive fasi di progettazione il dettaglio maggiore che ad esse compete.

In ragione della tipologia di sorgenti acustiche di progetto, la stima delle eventuali interferenze sugli edifici prossimi alle aree di attività viene effettuata, come detto, in funzione dei limiti acustici dedotti dalla classificazione acustica comunale, se presente. Sono infine state effettuate le simulazioni acustiche del caso, sia simulando le attività presenti all'interno dei cantieri fissi presenti lungo il tracciato sia simulando le attività realizzative dell'opera che si localizzano nelle aree tecniche lungo linea.

Nel seguente paragrafo si riportano le analisi acustiche effettuate per ciascuna tipologia di sorgente sonora individuata.

Dati di input: analisi delle sorgenti sonore

Come riportato in premessa, per lo studio acustico redatto per fase di cantiere, sono stati considerati i cantieri fissi e i cantieri lungo linea.

In particolare, per quanto riguarda i cantieri fissi sono state individuate quattro tipologie:

- Cantieri Base - CB01: ubicato a inizio intervento con accesso da viabilità esistente;
- Aree tecniche - distribuite lungo il tracciato e in stretta adiacenza alle opere d'arte maggiori, ove possibile (ovvero in rispetto delle vaste aree sottoposte a tutela e vincolo e in funzione della morfologia del territorio);
- Deposito temporaneo – DEP01: ubicato a inizio intervento con accesso da viabilità esistente;
- Cantiere operativo – CO01: ubicato a fine intervento con accesso da SP 9.

Il cantiere base ed il deposito temporaneo sono cantieri che insistono sul territorio per l'intera durata dei lavori del singolo tronco di lavorazione. Questi sono cantieri dove si hanno grandi movimentazioni di materiali e mezzi che afferiscono all'intero tronco e in cui è in generale presente anche l'officina per la riparazione di mezzi e per la prefabbricazione.

Le aree tecniche, invece, sono aree operative a servizio delle opere d'arte che sono realizzate nel fronte avanzamento lavori (F.A.L.).

Per quanto riguarda tutti i cantieri, in ragione della permanenza più o meno continuativa sul territorio e delle emissioni acustiche prodotte al loro interno, rispetto alle aree tecniche lungo linea, si è preferito fornire una rappresentazione puntuale sul territorio mediante simulazioni acustiche su tutte le aree e su tutti i ricettori direttamente interessati dal fenomeno.

Per tutte le aree tecniche lungo linea, invece, tenendo conto del ridotto periodo temporale di attività e, quindi, della minore criticità che può essere indotta sul territorio, sono state predisposte delle analisi acustiche seguendo un modello tipologico; sono state effettuate cioè delle simulazioni acustiche rappresentative della modalità di propagazione dei livelli sonori sul territorio verificando le distanze oltre le quali la rumorosità emessa può ritenersi trascurabile.

Per le aree tecniche lungo linea, quindi, sono state oggetto di simulazione le attività correlate alle principali lavorazioni del caso, localizzandole nelle tratte di maggiore presenza di ricettori; sono state stimate quindi le potenze sonore correlate alle attività costruttive delle seguenti tipologie di opera:

- lavorazioni per viadotto;
- lavorazioni per galleria.

Su ogni cantiere e/o area operativa è stato identificato un database di macchinari appartenenti alle seguenti tipologie da utilizzare all'interno delle simulazioni acustiche:

- autocarro;
- escavatore;
- pala meccanica;
- rullo compressore;
- macchina per pali, trivelle;
- Bulldozer;
- Autobetoniere;
- Gru;

- officina.

In riferimento alla relazione di cantierizzazione e delle potenze acustiche dei singoli macchinari dedotti, come detto, da fonti documentali pubbliche, nonché tenendo conto che la giornata lavorativa fa riferimento al solo periodo diurno, il tipo di macchina operatrice considerata e la localizzazione delle potenze sonore dei cantieri sono riportate nelle seguenti tabelle.

CANTIERI FISSI

Cantiere Base e Cantiere operativo			
Macchina operatrice / Attività	Numero	Coeff. Util.	LwA
Movimentazione materiali	1	0,50	100,7
Autocarro	4	0,10	99,4
Officina	1	0,30	100,5
Totale mezzi	5		
LwA diurno			105,0

Deposito temporaneo			
Macchina operatrice / Attività	Numero	Coeff. Util.	LwA
Autocarro	1	0,30	98,1
Pala meccanica	1	0,30	98,6
Movimentazione materiali	1	0,30	98,5
Totale mezzi	3		
LwA diurno			103,2

CANTIERI LUNGO LINEA

Galleria			
Macchina operatrice / Attività	Numero	Coeff. Util.	LwA
Gru	1	0,20	91,9
Autocarro	1	0,25	97,3
Autobetoniera	1	0,30	106,7
Getto cls	1	0,30	80,0
Macchina per pali	1	0,50	106,7
Escavatore	1	0,15	96,0
Totale mezzi	6		
LwA diurno			110,2

Viadotto			
Macchina operatrice / Attività	Numero	Coeff. Util.	LwA
Gru	1	0,30	93,6
Autocarro	1	0,25	97,3
Autobetoniera	1	0,30	106,7
Getto cls	1	0,30	80,0
Macchina per pali	1	0,25	103,7
Escavatore	1	0,30	99,0
Totale mezzi	6		
LwA diurno			109,3

Le potenze sonore mostrate nel presente paragrafo sono quindi state implementate all'interno del modello di simulazione, localizzandole nelle opportune zone di lavorazione. Nel seguente paragrafo si riportano gli output del modello con le opportune valutazioni del caso.

Dati di output delle simulazioni modellistiche

Le simulazioni hanno restituito i livelli di rumore sia in formato numerico che mediante curve di isofoniche, entrambi strumenti di valutazione con le quali è stato possibile dimensionare in maniera opportuna, laddove necessario, gli interventi di mitigazione di cantiere.

Di seguito si illustrano gli output del modello di simulazione sia per i cantieri fissi, che per le aree tecniche lungo linea. Negli elaborati da cod. T00IA35AMBCT13A a cod. T00IA35AMBCT14A, inoltre, vengono riportate le curve isofoniche restituite dal modello.

CANTIERI FISSI

Per quanto riguarda i cantieri fissi, si sono effettuate le simulazioni modellistiche per le 3 aree localizzate lungo il tracciato (1 cantiere base, 1 deposito temporaneo e 1 cantiere operativo).

Dalle simulazioni effettuate, rispetto a tutti i ricettori presenti nel tracciato, nessun ricettore risulta fuori limite rispetto ai valori di emissione considerati.

Per tutti i cantieri fissi sarà comunque necessario prevedere delle azioni di buona gestione dei cantieri in modo da ridurre al massimo l'impatto sul territorio ad opera delle lavorazioni indagate.

CANTIERI LUNGO LINEA

Per quanto riguarda le aree tecniche lungo linea, sono stati analizzati i valori di output numerici restituiti dal modello a diverse distanze dalle aree di lavorazione. Per ogni tipologia di lavorazione, quindi, costituita dalle attività costruttive lungo il tracciato, si riportano di seguito gli output numerici restituiti dal modello alle diverse distanze.

Le attività simulate produrranno quindi sui ricettori limitrofi i seguenti livelli di rumore stimati come valore medio dei vari cantieri lungo linea in funzione alla distanza dalle aree di lavorazione:

Distanza dal cantiere	Impatto acustico per tipologia di lavorazione – Valori in dB(A)		
	Galleria artificiale	Viadotto	Rilevato/trincea
10 m	67,9	62,4	60,4
20 m	65,4	61,0	58,6
30 m	63,1	58,1	55,4
40 m	59,7	56,2	52,7
50 m	56,5	53,9	51,6
60 m	53,8	51,4	50,4

Da quanto riportato, per le suddette tipologie di lavorazione si evidenzia che, ogni qual volta le lavorazioni saranno eseguite in un tratto di infrastruttura che presenta dei ricettori a distanza ravvicinata, sarà opportuno valutare l'installazione di barriere mobili di cantiere. La lavorazione maggiormente invasiva sul clima acustico risulta essere la realizzazione della galleria nella zona degli imbocchi, per la quale si prevede l'installazione di barriere provvisorie ogni volta che si presentino ricettori ad una distanza inferiore di circa 10 metri. Situazione che non si riscontra nel progetto in esame.

Tutto quanto sopra indicato fermo restando che, ogni qual volta le lavorazioni saranno eseguite in un tratto di infrastruttura che presenta dei ricettori a distanza ravvicinata, sarà opportuno valutare, oltre all'applicazione delle buone pratiche di cantiere, l'adozione di tutte le mitigazioni necessarie. Sulla base di quanto previsto dalla zonizzazione dei comuni interessati e dalla normativa in materia rumore, dalla cantierizzazione (aree utilizzate, orari di lavoro, etc.) e dalle macchine e attrezzature effettivamente utilizzate durante le lavorazioni, l'Appaltatore valuterà per ogni specifica area di lavorazione l'eventuale necessità installazione di barriere mobili di cantiere.

Si rimanda alle ulteriori valutazioni di progetto e monitoraggio per eventuali approfondimenti puntuali.

Dimensione costruttiva – Vibrazioni

I principali impatti dovuti alle vibrazioni si riscontrano nella fase di cantiere.

Durante la costruzione di opere infrastrutturali, quali quelle in oggetto, è possibile che si producano moti vibratorii dovuti ad attività quali la battitura dei pali, l'infissione di palancole nel terreno, la compattazione del terreno, le operazioni di scavo all'aperto e in sotterraneo, etc. Altri problemi possono essere dovuti al transito di mezzi pesanti di cantiere su strade e piste estremamente prossime ai recettori in particolar modo nel caso in cui queste siano dissestate.

Propagandosi nei terreni mediante onde di corpo (onde di compressione e taglio) e di superficie, la sismicità indotta da tali attività può interessare edifici situati in prossimità delle aree di lavoro. La sismicità viene percepita all'interno dell'edificio come moto vibratorio dei solai e delle pareti e come rumore indotto dalle stesse vibrazioni (rumore solido).

In linea generale quando un fenomeno vibrante interessa un edificio, in relazione alla sensibilità del soggetto ricettore e all'intensità e durata del fenomeno vibrante stesso, possono generarsi delle criticità in termini di disturbo alle persone residenti nell'edificio. Inoltre, in presenza di vibrazioni particolarmente elevate è possibile che si generino criticità in termini di danno strutturale di varia entità in funzione delle caratteristiche della vibrazione (ampiezza, durata, frequenza, etc) e dell'edificio interessato.

In relazione alla tipologia di macchinario sorgente e alle sue modalità di utilizzo le vibrazioni possono interessare l'edificio ricettore in vario modo. Molto spesso si tratta di fenomeni vibranti di breve durata (ordine dei secondi) che interessano l'edificio poche volte durante la giornata ma nell'arco di più giorni lavorativi: è il caso, ad esempio, delle vibrazioni indotte dal traffico di mezzi pesanti che interessano sporadicamente il ricettore anche per mesi; lo scavo con esplosivi interessa un ricettore in maniera sensibile per 1-3 volte al giorno ma per il numero ristretto di giorni necessario ad eseguire lo scavo. In altre situazioni il fenomeno sismico ha una durata decisamente più ampia (anche ore) ma interessa il ricettore per un numero ristretto di giorni necessario ad eseguire le operazioni: è il caso dell'esecuzione dei pali o dell'infissione delle palancole o di sistemi di scavo meccanizzati (martelli demolitori, frese puntuali, etc).

Gli eventi vibratorii di brevissima durata vengono definiti transienti mentre quelli di più lunga durata continui. Più precisamente le vibrazioni transienti sono quelle che si verificano con una ricorrenza insufficiente a provocare effetti di fatica sui materiali e la cui successione temporale sia tale da non provocare risonanze nella specifica struttura; quelle continue sono quelle non comprese in questa definizione.

Obbiettivo del presente studio è quello di individuare sul territorio le aree edificate potenzialmente interessate dalle vibrazioni indotte dalle operazioni necessarie alla costruzione delle opere in progetto.

Per quanto riguarda invece la fase di esercizio, sulla base di studi analoghi e tenendo conto del tipo di infrastruttura e delle sezioni di progetto, si stima che le interferenze in questa fase si possano ritenere trascurabili.

Grandezze di riferimento

La grandezza primaria per la misura delle vibrazioni ai ricettori è il valore RMS (*Root-Mean-Square*) dell'accelerazione:

$$a = \left[\frac{1}{T} \int_0^T [a(t)]^2 dt \right]^{0.5}$$

Il livello di accelerazione viene espresso in dB come:

$$L = 20 \cdot \text{Log}_{10} \frac{a}{a_0}$$

dove “ a_0 ” è il valore dell'accelerazione di riferimento, pari a 10^{-6} m/s^2 (norma ISO1683).

Gli spettri di vibrazione, nel campo di frequenze da 1 a 80 Hz, vengono rappresentati per terzi di ottava, con i valori centrali di ottava indicati in tabella seguente.

Numero di banda di frequenza	Frequenza centrale [Hz]
1	1
2	1.25
3	1.6
4	2
5	2.5
6	3.15
7	4

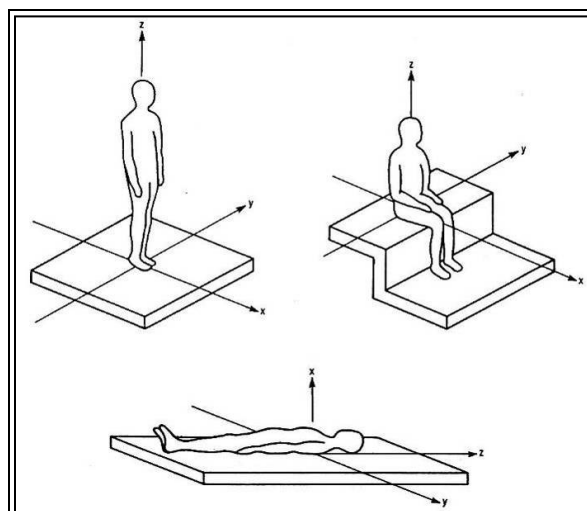
Numero di banda di frequenza	Frequenza centrale [Hz]
8	5
9	6.3
10	8
11	10
12	12.5
13	16
14	20
15	25
16	31.5
17	40
18	50
19	63
20	80

Rappresentazione del campo di frequenze di interesse per terzi di ottava

Per valutare l'effetto della vibrazione sul comfort, le componenti di moto lungo le tre direzioni vengono "sommate" (composte) in corrispondenza del ricettore (la persona stessa), in accordo con la normativa, la quale richiede la somma delle componenti quando nessuna di queste è predominante sulle altre. Il valore totale dell'accelerazione "ar" al ricettore, funzione della frequenza, si ottiene a partire dalle tre componenti di moto longitudinale "ar,L", trasversale "ar,T", e verticale "ar,V" come:

$$\hat{a}_r = \sqrt{[\hat{a}_{r,L}]^2 + [\hat{a}_{r,T}]^2 + [\hat{a}_{r,V}]^2}$$

Il sistema di riferimento impiegato per la definizione degli effetti della persona è definito in figura seguente. Data la diversa destinazione d'uso degli edifici soggetti alla valutazione del livello vibratorio, si è adottato nel presente studio il criterio della posizione dell'individuo non nota o variabile.



Definizione degli assi di riferimento rispetto alla posizione della persona

Parametri e valori limite adottati

In relazione a quanto esposto precedentemente, nel presente studio, a meno che non ci si trovi di fronte ad edifici di particolare delicatezza e antichità, verrà valutato il solo disturbo arrecato alle persone residenti nei ricettori limitrofi all'infrastruttura. Inoltre, poiché la vibrazione indotta dalle lavorazioni / macchinari ha un carattere manifestamente multifrequenza, nel presente studio, al fine di valutare il disturbo sulle persone, verrà adottato come parametro l'accelerazione complessiva ponderata in frequenza (L_w).

Essendo variabile la postura della persona esposta verrà utilizzata la curva di pesatura per assi combinati riportata nel prospetto I della norma UNI 9614.

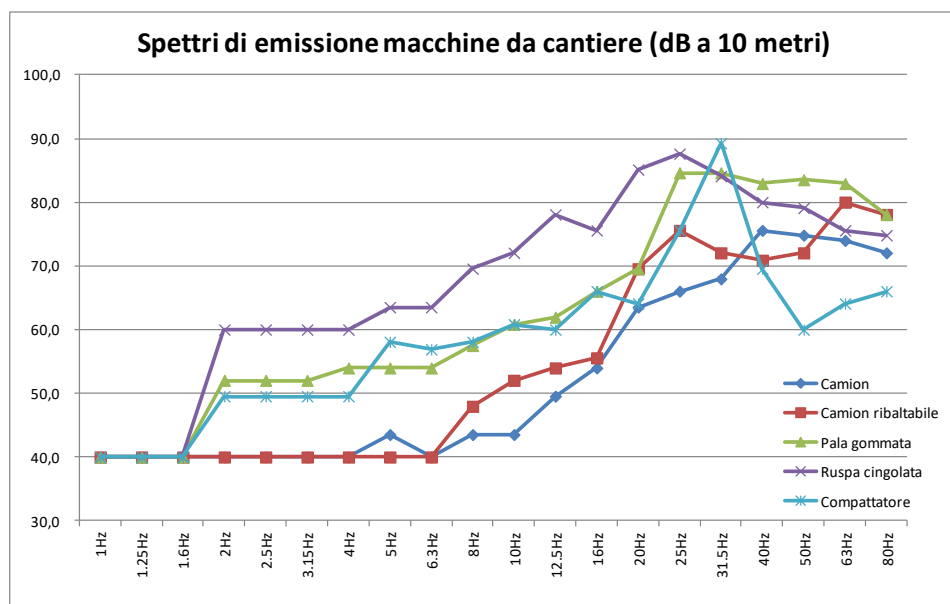
In relazione a quanto detto quindi si può assumere, a favore di sicurezza, il valore limite di 74.0 dB sia per gli assi X-Y, sia per l'asse Z, come valore limite ai fini di una valutazione (ai sensi della norma UNI 9614) delle vibrazioni indotte da traffico ferroviario in edifici residenziali e simili nel periodo notturno. Relativamente al periodo diurno, tale limite sale a 77.0 dB, anche in questo valido per tutti i 3 assi di riferimento per effetto dell'analisi con postura non nota.

Caratterizzazione dei macchinari di cantiere

Le attività lavorative che possono indurre vibrazioni significative riguardano prevalentemente l'uso dei macchinari pesanti di cantiere e di movimento terra, quali ruspe, escavatori, ecc.

Si specifica inoltre che le emissioni di vibrazione in fase di costruzione sono ampiamente variabili in relazione al tipo di attrezzatura/macchina operatrice impiegata, al contesto di utilizzazione e all'operatore.

Nel presente studio sono stati utilizzati sia dati di fonte bibliografica sia dati direttamente acquisiti nel corso di misure svolte in cantieri di grandi opere realizzate in Italia.



Spettri di accelerazione in dB lineari

Si riporta di seguito una tabella riassuntiva dei valori di accelerazione emessa dai macchinari di cantiere a 10 metri dalla sorgente, sia come valore lineare, sia come valore ponderato in base alla pesatura degli assi combinati (UNI9614).

Macchinario	LW TOTALE [LINEARE]	LW TOTALE [PONDERATO]
Camion	80,8	63,2
Camion ribaltabile	84,1	66,8
Pala gommata	91,1	75,5
Escavatore cingolato / Bulldozer	91,9	80,0
Compattatore	89,6	74,9

Livelli complessivi di emissione a 10 metri dei macchinari di cantiere

Propagazione delle vibrazioni

Modalità di attenuazione nel terreno

In linea generale le vibrazioni, nel loro percorso verso il recettore, vengono attenuate per diffusione geometrica e per dissipazione di energia nel terreno.

Dato il tipo di attività considerato, le sorgenti di vibrazioni possono essere considerate puntuali, cioè non in movimento o comunque, nel caso lo fossero, con una velocità estremamente ridotta. Ne consegue che la trasmissione delle onde di corpo avviene per fronti d'onda semisferici con maggiori attenuazioni di tipo geometrico rispetto ai fronti d'onda cilindrici (come nel caso, ad esempio, di flussi veicolari pesanti in velocità). Anche la trasmissione delle onde superficiali avviene per fronti d'onda circolari ed è quindi soggetta a riduzioni di tipo geometrico.

Considerando l'ambito di lavoro relativamente ristretto a ridosso dei cantieri, in prima approssimazione possiamo stimare la presenza di litotipi sostanzialmente omogenei compresi tra lavorazioni e ricettore, cioè privi di discontinuità che ne pregiudichino il comportamento elastico ipotizzato come condizione di input del lavoro.

In questo contesto, coerentemente con quanto espresso dalla letteratura di settore, si stima una riduzione del segnale mediamente di circa 3 decibel per ogni raddoppio della distanza dalla sorgente, nel caso questa possa essere ricondotta ad una lavorazione di tipo lineare oppure, come nella prevalenza dei casi in studio per attività di tipo puntuale, si stima un raddoppio dello smorzamento rispetto al caso precedente, cioè circa 6 decibel ogni raddoppio della distanza dalla sorgente.

Propagazione nelle strutture edilizie

Il modello semplificato di propagazione illustrato in precedenza si riferisce ai soli fenomeni che avvengono nel terreno, supposto omogeneo ed isotropo (perlomeno all'interno di ogni strato). Quando invece le vibrazioni nel terreno raggiungono un edificio esse si propagano attraverso le sue fondazioni e successivamente alle altre parti dell'edificio (pareti, pavimenti, soffitti), trasferendo ad esse l'energia vibratoria. Queste possono essere percepite come vibrazioni trasmesse al corpo delle persone o come rumore re-irradiato di bassa frequenza.

Le vibrazioni possono a loro volta mettere in movimento alcune parti o oggetti delle abitazioni (mobili, vetri, suppellettili) e questi possono generare rumore o causare danni a strumenti sensibili. In alcuni casi le vibrazioni particolarmente elevate e ripetute nel tempo possono procurare un danno strutturale agli edifici, ma ben raramente questi effetti si verificano con infrastrutture dei trasporti.

In presenza di edifici dalla struttura complessa, collegati al terreno mediante sistemi di fondazione di vario genere, accade che i livelli di accelerazione riscontrabili all'interno degli edifici stessi possono presentare sia attenuazioni, sia amplificazioni rispetto ai livelli sul terreno. In particolare, diversi sistemi di fondazione producono una attenuazione più o meno pronunciata dei livelli di accelerazione misurabili sulla fondazione stessa rispetto a quelli nel terreno circostante; tale aspetto è legato al fatto che l'interfaccia terreno-struttura non è perfettamente solidale, e pertanto genera fenomeni dissipativi. Detto fenomeno è condizionato dalla tipologia delle fondazioni (a platea, su plinti isolati, su travi rovesce, su pali, etc.). Nel caso di fondazioni a platea la grande area di contatto con il terreno determina una perdita di accoppiamento praticamente di 0 dB alle basse frequenze, sino alla frequenza di risonanza della fondazione.

Per le altre tipologie di fondazioni possono essere utilizzate curve empiriche che consentono la stima dei livelli di vibrazione della fondazione in funzione dei livelli di vibrazione del terreno.

Va inoltre preso in esame il fenomeno della risonanza strutturale di elementi dei fabbricati, in particolare dei solai: allorché la frequenza di eccitazione coincide con la frequenza naturale di oscillazione libera della struttura, la stessa manifesta un rilevante aumento dei livelli di vibrazione rispetto a quelli presenti alla base della stessa.

La propagazione delle vibrazioni dalle fondazioni di un edificio all'ambiente ricevente all'interno dell'edificio è un problema estremamente complesso, che richiede peraltro la conoscenza esatta della struttura dell'edificio, e può dunque essere studiato solo in fase di progettazione di un nuovo edificio e richiede solitamente metodi numerici agli elementi finiti. Nel presente studio ci si deve necessariamente basare su considerazioni molto meno dettagliate, che tuttavia hanno solide basi sperimentali ed esperienziali.

La propagazione delle vibrazioni attraverso un edificio e la radiazione sonora conseguente viene stimata utilizzando formulazioni empiriche o modelli teorici. Le formulazioni più note si basano sugli studi di Kurzweil e Melke, e sono anche disponibili in testi quali Handbook of Urban Rail Noise and Vibration Control. L'approccio consiste nel trattare la vibrazione proveniente dal terreno con una serie di fattori correttivi dipendenti dalla particolare configurazione dell'edificio.

Fattore correttivo	Motivazione	Modalità di correzione
Accoppiamento terreno-fondazioni	Fattore correttivo che rappresenta la riduzione di vibrazione nell'interfaccia suolo-fondazioni.	La correzione risulta nulla al piano delle fondazioni. Possono essere utilizzati valori misurati in luogo delle correzioni generiche.

Fattore correttivo	Motivazione	Modalità di correzione
Trasmissione attraverso l'edificio	L'ampiezza di vibrazione subisce una attenuazione propagandosi lungo l'edificio.	Il comportamento tipico assume che vi sia una attenuazione da 1 a 2 dB ogni piano.
Risonanze strutturali dei solai	L'ampiezza di vibrazione viene amplificata dalle risonanze strutturali di solai/soffitti.	Per strutture con telaio in legno la frequenza fondamentale di risonanza dei solai è solitamente nel range 15-20-Hz. Strutture in cemento armato hanno frequenze di risonanza nella gamma 20-30-Hz. L'amplificazione nel range di risonanza implica una amplificazione di almeno 6 dB.

Complessivamente, a favore di sicurezza, si può considerare un fattore correttivo per tener conto della differenza tra il livello vibrazionale nel terreno e quello all'interno dell'edificio che, nel caso specifico per le motivazioni sopra dette, si stima essere cautelativamente di +5 dB.

Integrazione cantiere – territorio

Attività impattanti

Al fine di realizzare le opere in progetto, è prevista l'installazione di una serie di cantieri fissi, posizionati lungo il tracciato: 1 cantiere base, 1 deposito temporaneo e 1 cantiere operativo.

Oltre a questi sono stati considerati anche le aree tecniche lungo linea adibite per le realizzazioni delle opere d'arte, distinti in:

- Aree tecniche Lungo linea per viadotti;
- Aree tecniche Lungo linea per Gallerie Artificiali.

In riferimento alla relazione di cantierizzazione e alla caratterizzazione delle sorgenti vibrazionali precedentemente descritta, nonché tenendo conto che la giornata lavorativa fa riferimento al solo periodo diurno, il tipo di macchina operatrice considerata e la localizzazione delle stesse, le emissioni vibrazionali associate alle attività di cantiere sono riportate nelle seguenti tabelle. Si specifica inoltre che, in via cautelativa, si è ipotizzata la rappresentazione puntuale delle aree/attività di cantiere, cioè si è associato ad un unico punto la presenza di tutti i macchinari previsti per quella determinata attività, a prescindere che siano diversamente distribuiti sul territorio.

Cantiere Base e operativi. Valori di emissione a 10 metri dai macchinari			
Macchina operatrice / Attività	Numero	Coeff. Util.	Lw
Movimentazione materiali	1	0,80	62,2
Autocarro	4	0,10	59,3
Officina	1	0,30	-
Lw complessivo diurno			64,0

Cantiere Galleria. Valori di emissione a 10 metri dai macchinari			
Macchina operatrice / Attività	Numero	Coeff. Util.	Lw
Gru	1	0,20	59,8
Autocarro	1	0,25	57,2
Autobetoniera	1	0,30	61,6
Getto cls	1	0,30	58,0
Macchina per pali	1	0,50	77,0
Escavatore	1	0,15	71,8
Lw complessivo diurno			78,4

Cantiere Viadotto. Valori di emissione a 10 metri dai macchinari			
Macchina operatrice / Attività	Numero	Coeff. Util.	Lw
Gru	1	0,30	70,3
Autocarro	1	0,25	57,2
Autobetoniera	1	0,30	61,6
Getto cls	1	0,30	58,0
Macchina per pali	1	0,25	74,0
Escavatore	1	0,30	74,8
Lw complessivo diurno			78,3

Stima delle interferenze

Sulla base della modalità di propagazione precedentemente descritte e delle emissioni di riferimento, sono stati calcolati i livelli di accelerazione stimabili presso i ricettori contenuti nell'ambito di studio, in relazione alla fase di lavorazione di massimo impatto potenziale previsto.

I valori di riferimento per la verifica del disturbo alla popolazione sono quelli relativi alla pesatura per postura non nota, cioè gli assi combinati, che riportano valori di 77 dB e 74 dB, rispettivamente per le abitazioni nel periodo diurno e notturno, 71 dB per le aree critiche, 83 dB per gli uffici e 89 dB per le fabbriche.

Avendo ipotizzato le lavorazioni nel solo periodo diurno e, come detto, sulla base delle modalità di propagazione delle onde studiate nel presente lavoro (in particolare, si considera una modalità di propagazione nel terreno di tipo "sferico" nell'ipotesi di macchinari che si muovono a velocità molto

ridotta – o nulla se si prevedono lavorazioni puntuali – all'interno delle aree del cantiere), ai fini del disturbo alla popolazione si stimano le seguenti distanze massime di potenziale criticità dai cantieri.

- Realizzazione galleria artificiale 22 metri
- Realizzazione viadotti: 21 metri

Da quanto sopra indicato, tutti i ricettori risultano entro i limiti di riferimento adottati.

Dimensione operativa – Rumore

Limiti adottati

Nel caso di analisi della situazione post operam e post mitigazione, le soglie normative acustiche sono in riferimento alle fasce di pertinenza acustica dell'opera di progetto tenendo conto dell'eventuale presenza di infrastrutture concorsuali.

Le soglie normative a cui fare riferimento per la stima di esposizione acustica dei ricettori e per l'eventuale predisposizione di interventi di mitigazione qualora tale esposizione sia eccessiva, riguardano le fasce di pertinenza acustica dell'opera di progetto tenendo conto dell'eventuale presenza di infrastrutture concorsuali.

Nello specifico l'opera in progetto è definita dal DPR 30 marzo 2004 n 142 (All.1 - Tabella 1) come strada di categoria C1– "Strada Extraurbana secondaria" con fasce di pertinenza acustica che complessivamente hanno ampiezza 250 metri dal ciglio, per lato. I limiti acustici sono i seguenti:

- A prescindere dalla fascia, 50 dB(A) Leq per il periodo diurno e 40 dB(A) Leq per il periodo notturno, per ricettori sensibili quali, scuole, ospedali, case di cura;
- 65 dB(A) Leq per il periodo diurno e 55 dB(A) Leq per il periodo notturno, per gli altri ricettori considerando un'ampiezza della fascia di pertinenza unica pari a 250 metri per lato.

Nel caso di sovrapposizione di fasce di pertinenza acustica di altre infrastrutture stradali, è stata verificata la condizione di concorsualità, come indicata nel DMA 29/11/2000, attraverso la stima delle emissioni dei singoli archi viari in ragione del flusso veicolare che insiste su di essi.

Nel caso in cui, oltre all'opera di progetto siano presenti ulteriori infrastrutture, non sottoposte a simulazioni, i limiti imposti alla strada vengono ridotti di una quantità Δ Leq ottenuta in base alla seguente equazione:

$$10 \log_{10} \left(10^{\frac{L_1 - \Delta \text{Leq}}{10}} + 10^{\frac{L_2 - \Delta \text{Leq}}{10}} \right) = \max(L_1, L_2) \quad [1]$$

con L1 ed L2 pari ai limiti propri delle due infrastrutture considerate singolarmente. In questo modo i due assi infrastrutturali rispettano dei limiti inferiori a quelli consentiti qualora le stesse fossero considerate separatamente, imponendo che la somma dei livelli sonori non superi il limite massimo consentito per ogni singolo ricettore. Tale formula fa sì che, nel caso in cui L1 ed L2 siano diversi, si applichi, ai due limiti, un'uguale riduzione percentuale, di modo che non venga penalizzata l'infrastruttura cui compete un limite acustico inferiore. I limiti applicabili sono ottenuti sottraendo ai limiti imposti alla sola strada, il ΔLeq ottenuto in base all'equazione precedentemente riportata. Tale ΔLeq , e di conseguenza i limiti, variano in funzione delle diverse modalità di sovrapposizione delle fasce di pertinenza delle due infrastrutture.

Di seguito sono riportati i diversi scenari che descrivono le possibili interazioni fra le infrastrutture presenti.

Scenario A – Presenza della sola infrastruttura principale

Nel caso che nell'area non siano presenti ulteriori infrastrutture concorsuali si applicano i seguenti limiti al rumore emesso dalla sola infrastruttura di progetto:

Tratto	Fascia	Leq diurno	Leq notturno
Realizzazione strada ex novo	Unica (0 m-250 m)	65,0 dB(A)	55,0 dB(A)

Tabella C.14 Valori limite in dB(A) in base a DPR 142/2004

Scenario B – Presenza della strada e di un'ulteriore infrastruttura

Nel caso in cui, oltre alla infrastruttura principale, sia presente un'ulteriore infrastruttura non oggetto di verifica delle emissioni ai fini normativi, i limiti imposti all'infrastruttura di progetto vengono ridotti.

Nelle zone in cui le rispettive fasce si sovrappongono, i limiti da rispettare sono inferiori a quelli che andrebbero rispettati nel caso in cui le due infrastrutture fossero considerate singolarmente.

Presenza di una Sorgente concorsuale		Infrastruttura principale
		Fascia unica
Infrastruttura secondaria	Fascia A	63,8 dB(A) Leq diurno
		53,8 dB(A) Leq notturno
	Fascia B	62 dB(A) Leq diurno
		52 dB(A) Leq notturno

Tabella C.15 Valori limite in dB(A) in caso di sovrapposizione con fasce di pertinenza di infrastrutture concorsuali.

Le infrastrutture considerate concorsuali nel progetto in esame sono le seguenti:

- Linea Ferroviaria Turistica Sassari – Tempio - Palau;
- SS127,
- SS133.

Analisi acustica dello scenario Post Operam

Gli scenari oggetto di studio sono lo stato post operam, cioè la situazione futura in cui la S.S. 127 oggetto di studio è in esercizio e classificata come strada extraurbana secondaria (Cat. C1), senza interventi di mitigazione, e l'eventuale scenario post operam mitigato, cioè la situazione con l'infrastruttura di progetto con l'inserimento di interventi di mitigazione acustica laddove necessari.

Tutti gli scenari di calcolo sono rappresentati in modalità sia numerica, che grafica. Nella prima modalità, i risultati del modello sono riportati in una tabella numerica, in cui si identifica il livello acustico per ogni edificio (riferito al piano più alto per i ricettori aventi più di un piano), evidenziando gli eventuali esuberi rispetto ai limiti normativi separatamente per il periodo diurno e per il periodo notturno. Nella seconda modalità i risultati del calcolo sono riportati in tavole dove il clima acustico risultante dalla presenza della sorgente stradale è rappresentato tramite curve isofoniche in fasce di ampiezza pari a 5 decibel.

Il software di simulazione ha tenuto conto dell'orografia del terreno e dell'esatto posizionamento piano altimetrico del corpo stradale di progetto, essendo entrambi i dati dedotti da file vettoriali tridimensionali; è stato peraltro tenuto conto delle caratteristiche medie di assorbimento del terreno sulla base del processo di taratura sopra descritto e sono stati inseriti tutti gli edifici presenti

considerandone altezza e destinazione d'uso, nonché i possibili elementi interposti fisicamente tra la sorgente di rumore e gli edifici ricettori.

I dati di traffico di esercizio Post Operam

In questa fase sono stati utilizzati i flussi di traffico relativi al 2039 dedotti dallo studio trasportistico di progetto. Partendo dal TGM è stato possibile ricavare i dati di traffico, implementati nel programma di calcolo per la valutazione del clima acustico Post Operam, come di seguito riportato.

Il dettaglio dei flussi, che riguarda la distinzione in veicoli leggeri, veicoli pesanti per l'infrastruttura SS127 in esame è riportato nel seguito.

Tabella C.16 Dati di traffico lungo l'infrastruttura, scenario futuro.

TRAFFICO				
Scenario 2039				
Tratta	veic/gg	% pesanti	Velocità medie Veic. Leggeri (km/h)	Velocità medie Veic. Pesanti (km/h)
Tratto A	7.373	5%	90	70
Tratto B	5.095	4%	70	70



Figura C-4 – Localizzazione del tratto A e tratto B.

Con questa impostazione, inserendo nel modello di calcolo i traffici estrapolati da modellazione previsionale al 2039, nel comune attraversato dall'infrastruttura di progetto, dei 192 ricettori considerati nelle simulazioni, 1 ricettore a destinazione d'uso residenziale risulta oltre le soglie normative.

Di seguito si riportano i valori di simulazione acustica sul ricettore risultato fuori limite (F.L.) nello scenario post operam.

N° Ricettore	Comune	Destinazione d'uso	Limiti acustici [dB(A)]		Valori di simulazione [dB(A)]			
			D	N	D	Sup.	N	Sup.
143	Tempio Pausania	Residenziale	65,0	55,0	65,2	0,2	56,3	1,3

Tabella C.17 Sintesi dei valori di simulazione sui ricettori fuori limite nello scenario post operam

Per questo scenario sono state elaborate anche le mappe acustiche ad altezza 4 metri dal suolo per i periodi diurno (06:00-22:00) e notturno (22:00-06:00), a partire dalla codifica T00IA35AMBCT01A fino alla codifica T00IA35AMBCT06A.

Relativamente agli espropri, l'ammodernamento dell'opera determina il potenziale esproprio di tutto o parte dei seguenti edifici e relative pertinenze:

NUMERO	COMUNE	DESTINAZIONE D'USO	NUMERO DI PIANI
108	Tempio Pausania	Altro: ruderi, dismessi, box e depositi	1
123	Tempio Pausania	Altro: ruderi, dismessi, box e depositi	1
132	Tempio Pausania	Altro: ruderi, dismessi, box e depositi	1
147	Tempio Pausania	Altro: ruderi, dismessi, box e depositi	1
151	Tempio Pausania	Altro: ruderi, dismessi, box e depositi	1
175	Tempio Pausania	Altro: ruderi, dismessi, box e depositi	1

Tabella C.18 Elenco ricettori potenzialmente espropriati

C.5.2 IL RAPPORTO OPERA-AMBIENTE E LE MISURE MITIGATIVE

C.5.2.1 Misure per la fase di cantiere

In questa fase si prevedono azioni di prevenzione sia per la componente vibrazioni sia per la componente rumore.

Prevenzione degli impatti in fase di cantiere - Vibrazioni

In linea generale, al fine di ridurre le problematiche dovute da vibrazioni indotte da attività di cantiere, in vicinanza dell'abitato occorrerà quindi impiegare, qualora possibile, macchinari di potenza ridotta e studiare, attraverso un adeguato monitoraggio, le procedure operative tali da minimizzare il disturbo sui ricettori.

La definizione di misure di dettaglio è demandata all'Appaltatore, che per definirle dovrà basarsi sulle caratteristiche dei macchinari da lui effettivamente impiegati e su apposite misure. In linea indicativa, l'Appaltatore dovrà:

- rispettare la norma di riferimento ISO 2631, recepita in modo sostanziale dalla UNI 9614, con i livelli massimi ammissibili delle vibrazioni sulle persone;
- contenere i livelli vibrazionali generati dai macchinari agendo sulle modalità di utilizzo dei medesimi e sulla loro tipologia;
- definizione le misure di dettaglio basandosi sulle caratteristiche dei macchinari da lui effettivamente impiegati;

Sarà altresì importante:

- la regolare manutenzione delle attrezzature (ad esempio con la sostituzione dei cuscinetti a sfera usurati), perché indispensabile per il buon funzionamento in condizioni di sicurezza.
- la sostituzione dei macchinari obsoleti.
- la cura della viabilità del cantiere, al fine di ridurre le vibrazioni causate dai sobbalzi dei mezzi, che devono procedere a velocità ridotta.

È buona norma, infine, effettuare una efficace campagna informativa degli abitanti che devono essere messi al corrente preventivamente delle attività che dovranno essere eseguite nei pressi della loro abitazione e della possibilità dell'insorgenza di moti vibratori.

Tale attività informativa risulta assolutamente indispensabile nei casi in cui si sono evidenziate delle potenziali criticità. In tali casi dovrà essere fornita un'informazione più puntuale e scrupolosa circa le attività che dovranno essere eseguite, la loro durata, i macchinari impiegati.

In particolare, in corrispondenza dei recettori potenzialmente interferiti, comunque, sarà opportuno predisporre delle attività di controllo della sismicità indotta durante le attività costruttive.

Prevenzione degli impatti in fase di cantiere - Rumore

In linea generale, in fase di cantierizzazione sarà necessario ricercare e mettere in atto tutti i possibili accorgimenti tecnico organizzativi e/o interventi volti a rendere il clima acustico inferiore ai valori massimi indicati nella normativa tecnica nazionale e regionale. Nel caso tale condizione non fosse comunque raggiungibile, l'appaltatore dovrà effettuare delle valutazioni di dettaglio e, laddove necessario, richiedere al Comune una deroga ai valori limite, ai sensi della Legge 447/95.

Nel presente paragrafo vengono quindi indicate le opere di mitigazione del rumore proponibili, nonché i provvedimenti tecnici atti a contenere il rumore nelle diverse situazioni riscontrabili all'interno delle aree di lavorazione.

Gli interventi antirumore in fase di cantiere possono essere ricondotti a due categorie:

- interventi "attivi", finalizzati a ridurre alla fonte le emissioni di rumore;
- interventi "passivi", finalizzati a intervenire sulla propagazione del rumore nell'ambiente esterno.

In termini generali, considerando che si pone il problema e la necessità di rispettare la normativa nazionale sui limiti di esposizione dei lavoratori (DL 81 del 09.04.2008 e s.m.i.), è certamente preferibile adottare idonee soluzioni tecniche e gestionali in grado di limitare la rumorosità delle

macchine e dei cicli di lavorazione, piuttosto che intervenire a difesa dei ricettori adiacenti alle aree di cantiere. È necessario dunque garantire, in fase di programmazione delle attività di cantiere, che operino macchinari e impianti di minima rumorosità intrinseca.

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

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

Vengono nel seguito riassunte le azioni finalizzate a limitare a monte il carico di rumore nelle aree di cantiere:

- **Scelta delle macchine, delle attrezzature e miglioramenti prestazionali**
 - Selezione di macchine ed attrezzature omologate in conformità alle direttive della Comunità Europea e ai successivi recepimenti nazionali.
 - Impiego di macchine movimento terra ed operatrici gommate piuttosto che cingolate.
 - Installazione, in particolare sulle macchine di elevata potenza, di silenziatori sugli scarichi.
 - Utilizzo di impianti fissi schermati.
 - Utilizzo di gruppi elettrogeni e compressori di recente fabbricazione insonorizzati.
- **Manutenzione dei mezzi e delle attrezzature**
 - Manutenzione generale dei mezzi e dei macchinari mediante lubrificazione delle parti, serraggio delle giunzioni, sostituzione dei pezzi usurati, bilanciatura delle parti rotanti, controllo delle guarnizioni delle parti metalliche, ecc.
 - Svolgimento di manutenzione alle sedi stradali interne alle aree di cantiere e sulle piste esterne, mantenendo la superficie stradale livellata per evitare la formazione di buche.
- **Modalità operazionali e predisposizione del cantiere**
 - Orientamento degli impianti che hanno un'emissione direzionale in posizione di minima interferenza (ad esempio i ventilatori).

- Localizzazione degli impianti fissi più rumorosi alla massima distanza dai ricettori critici o dalle aree più densamente abitate.
- Utilizzazione di basamenti antivibranti per limitare la trasmissione di vibrazioni al piano di calpestio.
- Limitazione allo stretto necessario delle attività nelle prime/ultime ore del periodo diurno (6:00 8:00 e 20:00 22:00).
- Divieto di uso scorretto degli avvisatori acustici, sostituendoli quando possibile con avvisatori luminosi.

Mitigazioni in fase di cantiere - Rumore

Per le tipologie di cantiere previste per la realizzazione dell'opera in oggetto, non risulta necessario inserire interventi di mitigazione fissi né mobili.

Al fine di mitigare eventuali ricettori risultanti fuori limite nella fase di corso d'opera, elemento riscontrabile attraverso il monitoraggio della componente in esame, nel caso in cui si superasse il limite normativo pari a 70,0 dB si dovrà agire come segue: per quanto riguarda i cantieri fissi, si prevede un dimensionamento delle barriere attorno al perimetro delle aree stesse, di altezza tra i 3 e i 4 metri, mentre, per i cantieri lungo linea, si prevede di installare, intorno all'area occupata dai macchinari, un sistema di barriere mobili di altezza tra i 2 e i 3 metri in presenza di ricettori a distanza inferiore di 10 m dal cantiere stesso.

Nell'immagine seguente si riporta un'immagine della Barriera mobile "tipo" utilizzata nello studio in oggetto.

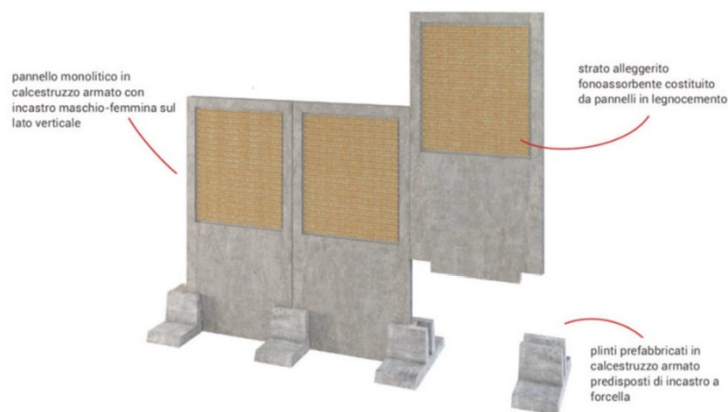


Figura C-5 Esempio di Barriera mobile "tipo"

È importante osservare come, se durante il monitoraggio, si dovesse riscontrare eventuale superamento del limite, per il dimensionamento della lunghezza delle barriere lungo linea si dovrà necessariamente tener conto dell'evoluzione delle attività di cantiere e in particolare della velocità del Fronte Avanzamento Lavori (FAL).

C.5.2.2 Misure per la fase di esercizio

In questa fase non si prevedono azioni di prevenzione per la componente vibrazioni, mentre si riportano gli interventi previsti per la componente rumore.

Prevenzione degli impatti in fase di esercizio

In linea generale, l'obiettivo è stato quello di portare al di sotto dei limiti normativi in ambito esterno il ricettore che ha presentato esuberi acustici rispetto allo scenario post operam, effettuando una verifica dei livelli acustici dell'edificio per definire in maniera esaustiva il dimensionamento degli interventi.

Nell'ottica di minimizzare gli effetti visivi delle schermature acustiche, il dimensionamento degli interventi è stato previsto solo per le situazioni che ne richiedevano effettiva necessità; inoltre, la tipologia di barriera scelta, come meglio dettagliato nel seguito, è prevista con materiali che coniugano l'efficienza sotto il profilo acustico con la qualità sotto l'aspetto visivo e l'armonizzazione ai caratteri paesaggistico-locali.

Mitigazioni in fase di esercizio

Le analisi acustiche mediante software di simulazione hanno definito il dimensionamento degli interventi di mitigazione acustica che riguardano l'installazione di una barriera antirumore.

La schermatura è prevista con modalità di realizzazione standard con adeguato posizionamento rispetto ai dispositivi di ritenuta. Cioè, al fine di scongiurare qualsiasi interazione tra il sistema veicolo/barriera ed eventuali ostacoli non cedibili, come ad esempio una barriera antirumore, è necessario che questi siano collocati oltre ad una distanza minima funzione della tipologia del sistema di ritenuta.

La barriera antirumore prevista avrà altezza pari a 3,0 metri e le prestazioni acustiche previste sono le seguenti:

- categoria assorbimento acustico A3;
- categoria isolamento acustico B3;
- materiale: pannelli in corten e PMMA stratificato.

Nella tabella seguente si riporta il dettaglio degli interventi progettati con identificativo, lunghezza, altezza e posizione rispetto alla chilometrica stradale.

BARRIERA	LUNGHEZZA	ALTEZZA	PK INIZIO	PK FINE	TIPOLOGIA
	(m)	(m)			
BA01	67,00	3,00	2+280	2+347	Standard

Tabella C.19 Dimensionamento degli interventi di mitigazione acustica

Dopo l'inserimento degli interventi di mitigazione acustica, il ricettore che presentava un livello acustico superiore ai limiti normativi è stato mitigato.

Per lo scenario Post Mitigazione sono state elaborate anche le mappe acustiche ad altezza 4 metri dal suolo per i periodi diurno (06:00-22:00) e notturno (22:00-06:00), a partire dalla codifica T00IA35AMBCT07 fino alla codifica T00IA35AMBCT12.

C.6 POPOLAZIONE E SALUTE UMANA

C.6.1 LA VALUTAZIONE DEI POTENZIALI IMPATTI SULLA COMPONENTE

L'oggetto delle analisi riportate nei seguenti paragrafi risiede nell'individuazione e stima dei potenziali effetti che le Azioni di progetto proprie dell'opera in esame, possono generare sulla Popolazione e salute umana, in termini di esposizione agli agenti inquinanti.

Secondo l'impianto metodologico assunto alla base del presente studio, la preliminare identificazione delle tipologie di effetti nel seguito indagati discende dalla preliminare individuazione delle Azioni di progetto e dalla conseguente ricostruzione degli specifici nessi di causalità intercorrenti tra dette azioni, i Fattori causali e le tipologie di Effetti.

Come già illustrato, le Azioni di progetto, intese come attività o elementi fisici dell'opera che presentano una potenziale rilevanza sotto il profilo ambientale, sono state identificate in ragione della lettura dell'opera rispetto a tre distinti profili di analisi, rappresentati dalla *dimensione Costruttiva* (opera come realizzazione), *dimensione Fisica* (opera come manufatto) e *dimensione Operativa* (opera come esercizio).

I Fattori causali, ossia l'aspetto di dette azioni che costituisce il determinante di effetti che possono interessare l'ambiente, sono stati sistematizzati secondo tre categorie, rappresentate dalla *Produzione di emissioni e residui*, *Uso di risorse* ed *Interferenza con beni e fenomeni ambientali*.

Stante quanto premesso, il quadro dei nessi di causalità nel seguito riportati discendono dall'analisi dell'opera in progetto secondo le tre sopracitate dimensioni di lettura, nonché dalle risultanze dell'attività di ricostruzione dello scenario di base, illustrata in precedenza.

Azioni		Fattori causali		Tipologie effetti	
Cod	Descrizione	Cat.	Descrizione	Cod	Descrizione
Ac.01	Approntamento aree di cantiere	Fa	Produzione emissioni atmosferiche	Uc.1	Modifica delle condizioni di esposizione all'inquinamento atmosferico
		Fa	Produzione emissioni acustiche	Uc.2	Modifica delle condizioni di esposizione all'inquinamento acustico
Ac.02	Scavi di terreno e gallerie	Fa	Produzione emissioni atmosferiche	Uc.1	Modifica delle condizioni di esposizione all'inquinamento atmosferico
		Fa	Produzione emissioni acustiche	Uc.2	Modifica delle condizioni di esposizione all'inquinamento acustico
		Fa	Produzione emissioni vibrazionali	Uc.3	Modifica delle condizioni di esposizione all'inquinamento vibrazionale
Ac.03	Demolizione manufatti	Fa	Produzione emissioni atmosferiche	Uc.1	Modifica delle condizioni di esposizione all'inquinamento atmosferico
		Fa	Produzione emissioni acustiche	Uc.2	Modifica delle condizioni di esposizione all'inquinamento acustico
		Fa	Produzione emissioni vibrazionali	Uc.3	Modifica delle condizioni di esposizione all'inquinamento vibrazionale
Ac.05	Realizzazione fondazioni indirette	Fa	Produzione emissioni acustiche	Uc.2	Modifica delle condizioni di esposizione all'inquinamento acustico
		Fa	Produzione emissioni vibrazionali	Uc.3	Modifica delle condizioni di esposizione all'inquinamento vibrazionale
Ac.06	Realizzazione di fondazioni dirette ed elementi strutturali in elevazione	Fa	Produzione emissioni acustiche	Uc.2	Modifica delle condizioni di esposizione all'inquinamento acustico
Ac.07	Stoccaggio di materiali polverulenti	Fa	Produzione emissioni atmosferiche	Uc.1	Modifica delle condizioni di esposizione all'inquinamento atmosferico
		Fa	Produzione emissioni acustiche	Uc.2	Modifica delle condizioni di esposizione all'inquinamento acustico
Ac.08	Attività generali nelle aree di cantiere fisso	Fa	Produzione emissioni acustiche	Uc.2	Modifica delle condizioni di esposizione all'inquinamento acustico
Ac.09	Trasporto dei materiali	Fa	Produzione emissioni atmosferiche	Uc.1	Modifica delle condizioni di esposizione all'inquinamento atmosferico
		Fa	Produzione emissioni acustiche	Uc.2	Modifica delle condizioni di esposizione all'inquinamento acustico

Popolazione e salute pubblica: matrice di causalità – dimensione costruttiva

Azioni		Fattori causali		Tipologie effetti	
Cod	Descrizione	Cat.	Descrizione	Cod	Descrizione
Ao.01	Traffico stradale	Fa	Produzione emissioni atmosferiche	Uo.1	Modifica delle condizioni di esposizione all'inquinamento atmosferico
		Fa	Produzione emissioni acustiche	Uo.2	Modifica delle condizioni di esposizione all'inquinamento acustico

Popolazione e salute pubblica: matrice di causalità – dimensione operativa

Per quanto concerne le condizioni di esposizione all'inquinamento atmosferico ed a quello acustico e vibrazionale, legate alla fase di costruzione, le considerazioni nel seguito riportate sono state desunte dagli studi modellistici ed analisi riportate nei capitoli precedenti.

Per quanto concerne invece le condizioni di esposizione all'inquinamento acustico relative alla dimensione Operativa, ossia in fase di esercizio, le risultanze sintetizzate nel presente paragrafo sono state tratte dal documento "T00IA35AMBRE01 Rumore – Relazione".

C.6.1.1 Dimensione costruttiva

Modifica delle condizioni di esposizione all'inquinamento acustico

L'effetto in esame è relativo alle condizioni di esposizione della popolazione a livelli di inquinamento acustico che possono determinare danno, disturbo o fastidio, così detta *annoyance*, conseguenti allo svolgimento delle attività di realizzazione dell'opera in progetto.

In breve, gli effetti relativi al danno si sostanziano in alterazioni irreversibili o parzialmente irreversibili, quali ad esempio, l'innalzamento della soglia dell'udibile oppure la riduzione della capacità di comprensione del parlato.

Gli effetti ascrivibili al disturbo riguardano delle alterazioni temporanee delle condizioni psico-fisiche del soggetto, che determinano conseguenze fisio-patologiche sugli apparati cardiovascolare, digerente, respiratorio, sulle ghiandole endocrine, nonché sulla sfera psichica nelle sue diverse accezioni (alterazioni comportamentali, del sonno, etc).

Infine, gli effetti riguardanti la *annoyance* possono essere ricondotti ad una sensazione di complessiva scontentezza o fastidio derivante dall'effetto combinati di aspetti specificatamente uditivi e di altri classificabili come extra-uditivi che si riflettono sulla sfera psicosomatica.

Le problematiche maggiori sono attese per le lavorazioni lungo il fronte avanzamento lavori e per gli edifici prossimi al cantiere in particolar modo per quelli caratterizzati da più piani fuori terra.

Per quanto riguarda i cantieri fissi, si sono effettuate le simulazioni modellistiche per le 3 aree localizzate lungo il tracciato (1 cantiere base, 1 deposito temporaneo e 1 cantiere operativo).

Dalle simulazioni effettuate, rispetto a tutti i ricettori presenti nel tracciato, nessun ricettore risulta fuori limite rispetto ai valori di emissione considerati.

Per tutti i cantieri fissi sarà comunque necessario prevedere delle azioni di buona gestione dei cantieri in modo da ridurre al massimo l'impatto sul territorio ad opera delle lavorazioni indagate.

Per quanto riguarda le aree tecniche lungo linea, sono stati analizzati i valori di output numerici restituiti dal modello a diverse distanze dalle aree di lavorazione. Per ogni tipologia di lavorazione, quindi, costituita dalle attività costruttive lungo il tracciato, si riportano di seguito gli output numerici restituiti dal modello alle diverse distanze.

La lavorazione maggiormente invasiva sul clima acustico risulta essere la realizzazione della galleria nella zona degli imbocchi, per la quale si prevede l'installazione di barriere provvisorie ogni volta che si presentino ricettori ad una distanza inferiore di circa 10 metri. Situazione che non si riscontra nel progetto in esame.

Per valutare gli eventuali sforamenti dei limiti e l'entità del disturbo, in questa fase di progettazione si è provveduto anche a monitorare la componente rumore in fase di cantiere. Inoltre è altresì da evidenziare che saranno previsti, tra le normali pratiche di gestione ambientali del cantiere a cui l'Appaltatore verrà vincolato, efficaci metodi di controllo e contenimento delle emissioni acustiche.

A fronte di quanto riportato in precedenza, considerato l'effetto mitigato, le ricadute sulla salute umana sembra possibile possano essere valutate trascurabili.

Come si è detto, a maggior tutela, verrà comunque monitorata la componente in corrispondenza delle aree di maggiore sensibilità.

Modifica delle condizioni di esposizione all'inquinamento atmosferico

L'effetto in esame è riferito alle condizioni di esposizione della popolazione ad inquinanti atmosferici che possono ledere o costituire danno alla salute umana, derivanti dallo svolgimento delle lavorazioni nelle aree di cantiere fisso e nelle aree di lavoro, nonché del traffico di cantierizzazione.

A tale riguardo si ricorda che, secondo la definizione datane dalla normativa italiana, per *inquinamento atmosferico* deve intendersi

ogni modificazione dell'aria atmosferica, dovuta all'introduzione nella stessa di una o di più sostanze in quantità e con caratteristiche tali da ledere o da

*costituire un pericolo per la salute umana o per la qualità dell'ambiente
oppure tali da ledere i beni materiali o compromettere gli usi legittimi
dell'ambiente*

D.Lgs. 152/2006 e smi, art. 268, comma 1 let. a)

In merito agli effetti prodotti sulla salute umana dall'inquinamento atmosferico, come noto, le polveri, distinguibili in polveri inalabili (PM_{10}) e polveri respirabili ($PM_{2,5}$), consistono in particelle solide e liquide di diametro variabile fra 100 μm e 0.1 μm .

Il sistema maggiormente attaccato dal particolato è l'apparato respiratorio e, a tale riguardo, il pericolo più rilevante è rappresentato dalle particelle che raggiungono gli alveoli polmonari, dai quali vengono eliminate in modo meno rapido e completo di quanto non accada nel naso e nella gola, dando luogo ad un possibile assorbimento nel sangue. Il materiale, infine, che permane nei polmoni può avere un'intrinseca tossicità, a causa delle caratteristiche fisiche o chimiche.

Al fine di verificare se ed in quali termini le polveri prodotte dalle attività di cantierizzazione, intese nel loro complesso, possano modificare le condizioni di esposizione della popolazione a tale agente inquinante, si può fare riferimento alle risultanze dello studio modellistico condotto nell'ambito del fattore Aria e Clima, al quale si rimanda.

Dalle concentrazioni restituite come output dal modello di simulazione, si evince come in nessun caso si presentino superamenti dei limiti normativi vigenti in materia di qualità dell'aria. In particolare, il valore massimo registrato nel dominio di simulazione è pari a 10 $\mu g/mc$, valore ben al di sotto del limite normativo di 50 $\mu g/mc$ come valore massimo giornaliero e 40 $\mu g/mc$ come media annuale.

A valle delle analisi svolte, sia dal punto di vista delle emissioni che dal punto di vista delle concentrazioni, si può concludere l'analisi cantieristica affermando come gli impatti correlati alla componente atmosfera non risultino tali da produrre scenari preoccupanti relativamente alle indicazioni normative vigenti.

Pur a fronte delle ipotesi cautelative assunte, lo studio ha evidenziato come gli effetti attesi si attestino ampiamente di sotto dei limiti fissati dalla normativa; inoltre è altresì da evidenziare che saranno previsti, tra le normali pratiche di gestione ambientali del cantiere a cui l'Appaltatore verrà vincolato, efficaci metodi di controllo e contenimento della diffusione delle polveri.

A fronte di quanto qui sintetizzato, è possibile affermare la modifica delle condizioni di esposizione della popolazione all'inquinamento atmosfera sia tale da non compromettere lo stato attuale della salute. Pertanto, per quanto concerne la salute umana non si ritiene che i livelli incrementati possano

incidere sul piano della salute e pertanto si ritiene ragionevole considerare l'effetto, durante la fase costruttiva, nullo.

C.6.1.2 Dimensione operativa

Modifica delle condizioni di esposizione all'inquinamento acustico

Ancorché, sotto il profilo delle conseguenze indotte sullo stato di salute fisica e psichica della popolazione, il fenomeno risulti analogo a quello indagato in precedenza con riferimento alle attività di realizzazione, nel caso in specie, il Fattore causale posto alla sua origine, come anticipato, è rappresentato dal traffico stradale.

A fronte delle risultanze emerse dalla simulazione modellistica dello scenario post mitigazione, è emerso che, per i ricettori esaminati, a fronte del dimensionamento proposto degli interventi di mitigazione acustica lungo il tracciato è possibile abbattere i livelli sonori prodotti e rientrare nei limiti normativi senza che risultino superamenti residui.

Per quanto precede, è possibile sostenere gli effetti a carico della componente sostanzialmente assenti.

Modifica delle condizioni di esposizione all'inquinamento atmosferico

Ancorché, sotto il profilo delle conseguenze indotte sullo stato di salute fisica della popolazione, il fenomeno risulti analogo a quello indagato in precedenza con riferimento alle attività di realizzazione, nel caso in specie, il Fattore causale posto alla sua origine, come anticipato, è rappresentato dal traffico stradale.

A fronte delle risultanze emerse dalla simulazione modellistica dello scenario post-operam, i livelli di concentrazione stimati si attestano su valori nettamente inferiori ai limiti normativi vigenti (D.Lgs. 155/2010), sia per quanto riguarda le polveri sottili, nelle frazioni PM₁₀ e PM_{2.5}, che per quanto riguarda il Biossido di Azoto.

Quanto detto risulta confermato anche a valle della somma delle concentrazioni prodotte dall'infrastruttura di progetto alle concentrazioni di fondo che caratterizzano il territorio. Tali valori sono risultati nettamente inferiori ai limiti normativi vigenti per tutti gli inquinanti analizzati.

Tabella C.20 Confronto tra le concentrazioni totali ed i limiti normativi vigenti

Inquinante	Conc. di progetto + Conc. di fondo ambientale	Limite normativo vigente (D.Lgs 155/2010)	Compatibilità ambientale
Polveri sottili PM₁₀	19 µg/mc	40 µg/mc	SI
Polveri sottili PM_{2.5}	- µg/mc	25 µg/mc	SI

Inquinante	Conc. di progetto + Conc. di fondo ambientale	Limite normativo vigente (D.Lgs 155/2010)	Compatibilità ambientale
Biossido di Azoto NO₂	11 µg/mc	40 µg/mc	SI

Per quanto precede, è possibile sostenere che gli effetti a carico della componente sono sostanzialmente assenti.

C.7 TERRITORIO E PATRIMONIO AGROALIMENTARE

C.7.1 INQUADRAMENTO DEL TEMA

L'oggetto delle analisi riportate nei seguenti paragrafi risiede nell'individuazione e stima dei potenziali effetti che le Azioni di progetto proprie dell'opera in esame, possono generare sul Territorio e Patrimonio agroalimentare, intendendo con ciò gli effetti sugli usi in atto e appropriati del territorio e sulla produzione agroalimentare di eccellenza.

Secondo l'impianto metodologico assunto alla base del presente studio, la preliminare identificazione delle tipologie di effetti nel seguito indagati discende dalla preliminare individuazione delle Azioni di progetto e dalla conseguente ricostruzione degli specifici nessi di causalità intercorrenti tra dette azioni, i Fattori causali e le tipologie di Effetti.

Come già illustrato, le Azioni di progetto, intese come attività o elementi fisici dell'opera che presentano una potenziale rilevanza sotto il profilo ambientale, sono state identificate in ragione della lettura dell'opera rispetto a tre distinti profili di analisi, rappresentati dalla dimensione Costruttiva (opera come realizzazione), dimensione Fisica (opera come manufatto) e dimensione Operativa (opera come esercizio).

I Fattori causali, ossia l'aspetto di dette azioni che costituisce il determinante di effetti che possono interessare l'ambiente, sono stati sistematizzati secondo tre categorie, rappresentate dalla Produzione di emissioni e residui, Uso di risorse ed Interferenza con beni e fenomeni ambientali.

Stante quanto premesso, il quadro dei nessi di causalità nel seguito riportati discendono dall'analisi dell'opera in progetto secondo le tre sopracitate dimensioni di lettura, nonché dalle risultanze dell'attività di ricostruzione dello scenario di base, illustrata in precedenza.

Azioni		Fattori causali		Tipologie effetti	
Cod	Descrizione	Cat.	Descrizione	Cod	Descrizione

Ac.01	Approntamento aree di cantiere	Fc	Occupazione di suolo	Tc.1	Modifica degli usi in atto
-------	--------------------------------	----	----------------------	------	----------------------------

Territorio e Patrimonio agroalimentare: Matrice di causalità – dimensione Costruttiva

Azioni		Fattori causali		Tipologie effetti	
Cod	Descrizione	Cat.	Descrizione	Cod	Descrizione
Af.1	Presenza corpo stradale	Fb	Uso di suolo non urbanizzato	Tf.1	Consumo di suolo
		Fc	Occupazione di suolo	Tf.2	Modifica degli usi in atto
		Fc	Occupazione di suolo destinato a produzioni agricole di particolare qualità e tipicità	Tf.3	Riduzione della produzione agroalimentare di eccellenza

Territorio e Patrimonio agroalimentare: Matrice di causalità – dimensione Fisica

C.7.1.1 Effetti riferiti alla dimensione Costruttiva

Consumo di suolo

L'uso del suolo è un concetto collegato, ma distinto dalla copertura del suolo.

Secondo quanto riportato da ISPRA nell'edizione 2017 del rapporto Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi eco sistemici, per copertura del suolo si intende la copertura biofisica della superficie terrestre, comprese le superfici artificiali, le zone agricole, i boschi e le foreste, le aree seminaturali, le zone umide, i corpi idrici, così come definita dalla direttiva 2007/2/CE, mentre per uso del suolo si intende, invece, un riflesso delle interazioni tra l'uomo e la copertura del suolo e costituisce quindi una descrizione di come il suolo venga impiegato in attività antropiche. La direttiva 2007/2/CE definisce l'uso del suolo come una classificazione del territorio in base alla dimensione funzionale o alla destinazione socioeconomica presenti e programmate per il futuro.

A questo riguardo, la modifica degli usi in atto viene intesa come il processo di transizione tra le diverse categorie di uso del suolo che, generalmente, determina una trasformazione da un uso naturale ad un uso semi-naturale sino ad un uso artificiale.

Stante quanto sopra sinteticamente richiamato ne consegue che, nel caso in specie, la modifica degli usi in atto, riferita alla dimensione Costruttiva, è determinata dalle operazioni condotte per l'approntamento delle aree di cantiere fisso e pertanto legata all'occupazione di suolo da parte di dette aree di cantiere.

Di seguito si riporta una sintesi delle diverse tipologie di area, intese come uso del suolo, interferite dalle aree di cantiere.

Cantiere	Uso del suolo	Area (mq)
AT-ROT02	CANTIERI	2378,00
CO01	SEMINATIVI IN AREE NON IRRIGUE	5757,00
	SISTEMI COLTURALI E PARTICELLARI COMPLESSI	464,00
	SUGHERETE	69,00
AT-CV02	SUGHERETE	524,00
AT-VI03	PRATI ARTIFICIALI	1146,00
	SISTEMI COLTURALI E PARTICELLARI COMPLESSI	668,00
	SUGHERETE	844,00
DEP-01	CANTIERI	13968,00
	SEMINATIVI IN AREE NON IRRIGUE	2365,00
AT-ROT01	CANTIERI	3249,00
	VIGNETI	130,00
AT-CV01	MACCHIA MEDITERRANEA	6,00
	SISTEMI COLTURALI E PARTICELLARI COMPLESSI	356,00
AT-VI01	CANTIERI	1213,00
	TESSUTO RESIDENZIALE RADO E NUCLEIFORME	333,00
AT-VI02	PRATI ARTIFICIALI	39,00
	SEMINATIVI IN AREE NON IRRIGUE	3190,00
	SUGHERETE	2016,00
AT-GA02	PRATI ARTIFICIALI	154,00
	PRATI ARTIFICIALI	86,00
	SISTEMI COLTURALI E PARTICELLARI COMPLESSI	1676,00
	SUGHERETE	419,00
AT-GA01	AREE PREVALENTEMENTE OCCUPATE DA COLTURA AGRARIE	867,00
	CANTIERI	247,00
	PRATI ARTIFICIALI	1091,00
	SISTEMI COLTURALI E PARTICELLARI COMPLESSI	1,00
CB-01	CANTIERI	14467,00
	SISTEMI COLTURALI E PARTICELLARI COMPLESSI	444,00

Uso del suolo previsto nelle diverse aree di cantiere

Uso del suolo	Area (mq)	Area (%)
AREE PREVALENTEMENTE OCCUPATE DA COLTURA AGRARIE	867,00	1,49%
CANTIERI	35522,00	61,07%
MACCHIA MEDITERRANEA	6,00	0,01%
PRATI ARTIFICIALI	2516	4,33%
SEMINATIVI IN AREE NON IRRIGUE	11312	19,45%
SISTEMI COLTURALI E PARTICELLARI COMPLESSI	3609	6,20%
SUGHERETE	3872	6,66%
TESSUTO RESIDENZIALE RADO E NUCLEIFORME	333,00	0,57%
VIGNETI	130,00	0,22%

Ripartizione percentuale dei diversi usi del suolo interferiti dalle aree di cantiere

Come si evince da quanto riportato in tabella la maggior interferenza in fase di cantiere riguarda le aree di cantiere rappresentate dalle vecchie aree di cantiere occupate da opere parzialmente realizzate ed in stato di abbandono e degrado in corrispondenza della rotatoria iniziale.

Operativamente i parametri principali che, in termini generali, concorrono a determinare la stima dell'effetto in parola sono rappresentati dalla estensione delle aree di cantiere fisso e dalle classi dell'uso del suolo interessate.

Come si è detto la maggior parte delle superfici interessate dalla fase di cantiere verrà restituita agli usi ante opera. Inoltre, in corrispondenza delle vecchie aree di cantiere e delle opere parzialmente realizzate ed attualmente in stato di degrado, è previsto, al termine dei lavori un intervento di riqualificazione dell'intera area con rimozione delle opere parzialmente realizzate, e sistemazione a verde dell'intera area.

A fronte di tale condizione, e in considerazione della temporaneità delle modifiche indotte in fase di cantiere sugli usi in atto e la conseguente possibilità di ripristino dei soprasuoli allo stato ante opera a conclusione della fase costruttiva, si ritiene sostenibile considerare l'effetto di tale impatto sostanzialmente trascurabile.

C.7.1.2 Effetti riferiti alla dimensione Fisica

Consumo di suolo

Come definito in letteratura e segnatamente da ISPRA nell'edizione 2017 del rapporto Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici,

Il consumo di suolo [...] è un fenomeno associato alla perdita di una risorsa ambientale fondamentale, dovuta all'occupazione di superficie originariamente agricola, naturale o seminaturale. Il fenomeno si riferisce, quindi, a un incremento della copertura artificiale di terreno, legato alle dinamiche insediative. Un processo prevalentemente dovuto alla costruzione di nuovi edifici e infrastrutture, all'espansione delle città, alla densificazione o alla conversione di terreno entro un'area urbana, all'infrastrutturazione del territorio.

Il concetto di consumo di suolo è, quindi, definito come una variazione da una copertura non artificiale (suolo non consumato) a una copertura artificiale del suolo (suolo consumato).

<http://www.isprambiente.gov.it/it/temi/suolo-e-territorio/il-consumo-di-suolo>

in tal senso, è un fenomeno derivante da un incremento della copertura artificiale di terreno, legato alle dinamiche insediative e infrastrutturali.

Sempre con riferimento al concetto di consumo di suolo occorre tuttavia evidenziare che, secondo il DDL n. 2383 presentato in Senato nel corso della XVII legislatura, assunto per consumo di suolo

[...] l'incremento annuale netto della superficie agricola, naturale e seminaturale, soggetta a interventi di impermeabilizzazione

DL 2383, art. 2 co. 1 let. a)

la successiva lettera b) definisce la superficie agricola come

[...] i terreni qualificati come agricoli dagli strumenti urbanistici, nonché le altre superfici, non impermeabilizzate alla data di entrata in vigore della presente legge, fatta eccezione per le superfici destinate a servizi di pubblica utilità di livello generale e locale previsti dagli strumenti urbanistici vigenti, per le aree destinate a infrastrutture e insediamenti prioritari di cui alla parte V del decreto legislativo 18 aprile 2016, n. 50, per le quali è comunque obbligatorio che i progetti prevedano interventi di compensazione ambientale, per le aree funzionali all'ampliamento delle attività produttive esistenti, nonché per i lotti interclusi e per le aree ricadenti nelle zone di completamento destinati prevalentemente a interventi di riuso e di rigenerazione.

DL 2383, art. 2 co. 1 let. b)

Stante quanto sopra sinteticamente richiamato ne consegue che, secondo la logica di lettura assunta alla base della presente analisi, l'entità di tale tipologia di effetto potenziale è direttamente dipendente dall'estensione areale dell'opera stessa, dall'entità degli interventi di mitigazione previsti e, infine, dal livello di artificializzazione delle aree interessate.

Operativamente, la stima dell'effetto è stata valutata sulla base della tipologia colturale o vegetazionale sottratta e dell'estensione del territorio non già sede di infrastrutture, insediamenti urbani e/o aree impermeabilizzate, impattato con l'assetto finale delle opere.

Come si è detto più volte il territorio attraversato attiene lo spazio rurale eminentemente agricolo con la presenza di coperture di soprasuolo naturale o naturaliforme.

Al fine di mitigare il consumo di suolo sono stati previsti interventi estensivi di ripristino della vegetazione che interesseranno una superficie pari a circa 35.885 mq; tali interventi prevedono inoltre la rimozione delle vecchie opere edili dello svincolo dismesso e la riqualificazione e rinaturalizzazione di tutta l'area oggetto di precedenti lavorazioni stradali non completate e che si trovano attualmente in stato di degrado, permettendo così anche di restituire parte del suolo consumato.

Bisogna infine evidenziare che secondo il DL n. 50/2016, gli interventi infrastrutturali della tipologia di quello presente non sono contemplati ai fini del consumo di suolo, sembra pertanto possibile sostenere, almeno sul piano giuridico, che l'effetto potenziale in esame possa essere ritenuto poco significativo.

Modifica degli usi in atto

Richiamando quanto già espresso nell'ambito della dimensione Costruttiva, in merito alla definizione di uso del suolo, ovvero di come il suolo viene impiegato in attività antropiche, e della modifica degli usi in atto, con la quale si intende il processo di transizione tra le diverse categorie di uso del suolo che, generalmente, determina una trasformazione da un uso naturale ad un uso semi-naturale sino ad un uso artificiale, la modifica degli usi in atto, riferita alla dimensione Fisica, è da ricondursi espressamente alla superficie di impronta a terra delle opere e di come queste ne determinino una perdita ed una trasformazione definitiva in altra destinazione d'uso.

Operativamente i parametri principali che, in termini generali, concorrono a determinare la stima dell'effetto in parola sono rappresentati dalla estensione delle opere e dal tipo di uso del suolo interessato, nonché dalle modalità con le quali dette opere entrano in relazione con l'assetto territoriale, con specifico riferimento alla creazione di aree intercluse; a tal riguardo, in particolare, ci si riferisce alla formazione di aree di dimensioni ridotte le quali, risultando marginali, divengono oggetto di processi di abbandono degli usi in atto.

La modifica è riconducibile massimamente al consumo di superficie prodotto con la realizzazione delle opere stradali e impattate prevalentemente dal frazionamento fondiario delle aree coltivate e dalla riduzione della produttività/reddittività che si può registrare per l'adiacenza alla strada e/o alla modifica dell'assetto dei fattori incidenti in termini agronomici.

Uso di suolo	Area (mq)	Area (%)
AREE PREVALENTEMENTE OCCUPATE DA COLTURA AGRARIE	2531	2,05%
BOSCO DI LATIFOGIE	6768	5,49%
CANTIERI	20472	16,59%
CESPUGLIETI ED ARBUSTETI	844	0,68%
COLTURE TEMPORANEE ASSOCIATE AD ALTRE COLTURE PERMANENTI	6	0,00%
FABBRICATI RURALI	8	0,01%
GARIGA	2511	2,04%
MACCHIA MEDITERRANEA	6412	5,20%
OLIVETI	4875	3,95%
PRATI ARTIFICIALI	18200	14,75%
SEMINATIVI IN AREE NON IRRIGUE	16369	13,27%
SISTEMI COLTURALI E PARTICELLARI COMPLESSI	18842	15,27%
SUGHERETE	19926	16,15%
TESSUTO RESIDENZIALE RADO E NUCLEIFORME	443	0,36%
VIGNETI	5156	4,18%

Ripartizione percentuale dei diversi usi del suolo interferiti dalle aree di cantiere

Come si evince da quanto riportato in tabella la maggior interferenza relativamente all'ingombro dell'opera riguarda:

- le aree di cantiere rappresentate dalle vecchie aree di cantiere occupate da opere parzialmente realizzate ed in stato di abbandono e degrado in corrispondenza della rotatoria iniziale;
- boschi di sughera.

In relazione alle aree boscate, come già detto in precedenza, la superficie oggetto di riduzione di copertura forestale stimata è pari a poco più di 30.000 mq (30.838 mq).

A compensazione della riduzione di copertura forestale associata alla realizzazione del progetto, come illustrato negli specifici paragrafi relativi agli interventi di mitigazione ed inserimento ambientale dell'opera, si prevedono degli interventi di ripristino della vegetazione, localizzati in diversi punti lungo il tracciato.

Complessivamente tali interventi di ripristino interesseranno una superficie pari a circa. 35.885 mq ai quali andranno a sommarsi gli altri interventi a verde previsti lungo i rilevati stradali ed in corrispondenza dei viadotti.

Nel complesso la realizzazione del progetto comporta il frazionamento fondiario, la riduzione di superficie delle aree produttive e consente al contempo però di ricavare delle aree libere da sistemare a verde al fine di inserire le opere nel paesaggio e migliorare le prestazioni ambientali della nuova infrastruttura.

Per quanto sopra riportato, considerando sostanzialmente ridotte le trasformazioni, l'effetto potenziale in esame può essere ritenuto non significativo. Infatti gli usi del suolo sottratti sono fortemente rappresentati lungo il corridoio infrastrutturale e afferenti il progetto in esame per cui, con la trasformazione, non si registra un significativo cambiamento degli assetti generali del mosaico dell'uso del suolo.

C.8 PAESAGGIO

C.8.1 LA VALUTAZIONE DEI POTENZIALI IMPATTI SULLA COMPONENTE

Di seguito si riporta l'analisi degli impatti delle interazioni per il paesaggio distinguendo la fase di cantiere da quella del successivo esercizio.

L'analisi viene effettuata con riferimento all'intero ambito di progetto.

Interazioni in fase di cantiere

In funzione delle caratteristiche e delle valenze del territorio di inserimento progettuale e delle tipologie di intervento e delle relative azioni di progetto necessarie per la realizzazione delle opere

e dei manufatti, la checklist delle interazioni potenzialmente indotte, per gli aspetti paesaggistici, in fase di cantiere risulta essere la seguente:

- Interessamento di aree paesaggisticamente sensibili;
- Modificazione dell'assetto percettivo, scenico e panoramico;
- Modificazione della morfologia dei luoghi;
- Alterazione dei sistemi paesaggistici – Intrusione e suddivisione

Interazioni in fase di esercizio

In funzione delle caratteristiche e delle valenze del territorio di inserimento progettuale e delle tipologie di intervento e delle relative azioni di progetto implicite nell'esercizio delle opere in esame, la checklist delle interazioni potenzialmente indotte in fase di esercizio risulta essere la seguente:

- Interessamento di beni culturali ed aree paesaggisticamente sensibili
- Incidenza della visibilità dell'opera
- Alterazione elementi vegetazionali
- Alterazione dei sistemi paesaggistici
- Modificazioni della morfologia
- Modificazioni dello skyline naturale o antropico
- Modificazioni della funzionalità ecologica, idraulica e dell'equilibrio idrogeologico
- Modificazioni dell'assetto insediativo storico
- Modificazioni dell'assetto fondiario, agricolo e colturale

C.8.1.1 Dimensione costruttiva

Interessamento di aree paesaggisticamente sensibili

Per quanto concerne la prima tipologia di impatti potenziali connessa alla dimensione costruttiva, questa riguarda la possibile compromissione del patrimonio culturale e di aree tutelate e sensibili dal punto di vista paesaggistico, che va indagata in ragione della accertata presenza di testimonianze ed aree nell'ambito del territorio di studio.

Se da un lato è vero che l'approntamento delle aree di cantiere con la presenza dei mezzi d'opera e l'ingombro temporaneo delle aree stesse con la presenza di impianti e manufatti al loro interno,

rileva interferenza con aree che sono tutelate per legge, vincolo paesaggistico art. 142 lett.c e g D.lgs. 42/04, corrispondenti alla fascia di rispetto del fiume e alle aree boscate.

In generale si rilevano interferenze delle Aree Tecniche di cantiere con le suddette aree sensibili per la realizzazione delle gallerie o dei viadotti, tuttavia va sottolineato la temporaneità delle attività di cantiere e come non cambino i rapporti di interrelazione tra le aree suddette e l'allestimento delle aree stesse.

Modificazione dell'assetto percettivo, scenico e panoramico

Con riferimento alla fase di cantiere, la finalità dell'indagine è quella di verificare le potenziali interferenze che le attività di cantiere connesse alla realizzazione dell'opera possono indurre sul paesaggio e patrimonio culturale in termini di modifica degli aspetti connessi al paesaggio nel suo assetto percettivo, scenico e panoramico.

L'indagine operata, si è sviluppata mediante analisi relazionali tra gli aspetti strutturali e cognitivi del paesaggio e le azioni di progetto relative alla dimensione costruttiva, evidenziando di quest'ultime, quelle che possono maggiormente influire in riferimento alla alterazione delle condizioni percettive del paesaggio.

In ragione di tale approccio si ipotizza che le attività riconducibili all'approntamento delle aree di cantiere ed il connesso scavo del terreno, per 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), possano costituire elementi di intrusione visiva, originando così una modificazione delle condizioni percettive, nonché comportare un'alterazione del significato dei luoghi, determinando una modificazione del paesaggio percettivo.

Per quanto attiene alla tipologia di impatto appena descritta, le attività connesse, ossia l'approntamento delle aree di cantiere e quelle riguardanti la realizzazione delle opere, quindi l'ingombro temporaneo del cantiere, complessivamente determinano una tipologia di impatto che può essere considerata poco significativa.

Modificazione della morfologia dei luoghi

Per quanto attiene a questa tipologia di impatto, occorre indicare quali siano le attività connesse a questo, ossia l'approntamento delle aree di cantiere e quelle riguardanti la realizzazione delle opere, quindi l'ingombro temporaneo del cantiere.

Il progetto in esame interferisce con aree sottoposte a vincolo paesaggistico art. 142 lett.c e g D.lgs. 42/04, corrispondenti alla fascia di rispetto del fiume e alle aree boscate, pertanto si avrà una

moderata interferenza legata alle attività di cantiere per la realizzazione delle gallerie artificiali; dei viadotti e per la realizzazione delle scarpate lungo il sedime stradale in progetto.

Alterazione elementi vegetazionali

Nella realizzazione del tracciato stradale la componente “vegetazione e flora” viene potenzialmente coinvolta quasi unicamente nella fase di cantiere (costruzione) e in misura ridotta in quella di esercizio. Gli impatti che essa può subire sono infatti connessi con la realizzazione molto più che con il suo esercizio dove i maggiori rischi possono derivare esclusivamente dal verificarsi di possibili incendi innescati bordo strada o da veicoli in fiamme.

Interazione in fase di cantiere della vegetazione naturale della macchia mediterranea determina un impatto significativo dovuto all'interruzione e sottrazione fisica della continuità della copertura, che sarà mitigato in fase di esercizio con fasce vegetate di idrosemina potenziata e la rinaturalizzazione compensativa a bosco, come illustrato nel successivo capitolo.

Considerato che le aree boscate misti latifoglie e sugherete sono una caratteristica tipico della territorio della Gallura, la riduzione di tale coltura rappresenta un elemento di vulnerabilità legata soprattutto alle caratteristiche della matrice eco-paesaggistica.

Quindi per questo tipo di l'interferenza l'impatto è di tipo medio e, come detto, sarà mitigato attraverso aree compensative a bosco di rinaturalizzazione, aree che attualmente risultano in uno stato di degrado.

Alterazione dei sistemi paesaggistici – Intrusione e suddivisione

Analizzando la struttura paesaggistica nel suo insieme, a partire dalle variazioni nei suoi caratteri percettivi scenici e panoramici per poi valutarne anche tutti gli altri aspetti sia tipo fisico, che naturale ed antropico, per quanto riguarda i cantieri analizzati (base, operativi ed aree tecniche), si può affermare come resti pressoché invariata. Le uniche alterazioni sono di tipo temporaneo e ad ogni modo di modesta entità a livello di intrusione visiva, ad esempio in relazione alla presenza costante di mezzi lungolinea che per la loro stessa conformazione, saranno temporanee e limitate alle zone dove si procederà alle lavorazioni specifiche.

Analoghe considerazioni valgono anche per quanto attiene alla presenza dei baraccamenti, dei mezzi d'opera, nonché dei depositi temporanei, dal momento che l'intrusione visiva determinata dai detti elementi è limitata nel tempo.

Pertanto, l'alterazione dei sistemi paesaggistici, non si rileva come significativa in quanto i sistemi paesaggistici nell'area di indagine restano riconoscibili anche durante la fase di cantierizzazione che

non ne modifica i caratteri sostanziali, fondamentalmente per la modesta entità degli interventi in relazione all'estensione dei sistemi e dei loro caratteri peculiari.

C.8.1.2 Dimensione operativa

Interessamento di beni culturali ed aree paesaggisticamente sensibili

La tipologia di impatti potenziali in oggetto, riguarda la possibile compromissione del patrimonio culturale e di aree tutelate e sensibili dal punto di vista paesaggistico, che va indagata in ragione della accertata presenza di testimonianze ed aree nell'ambito del territorio di studio.

Per quanto attiene quindi ad aree e beni direttamente interferiti dalla soluzione progettuale, se per quanto riguarda i beni culturali, come detto, non si rileva nessun tipo di interferenza diretta, per quanto riguarda i beni paesaggistici invece vi sono quelle con le aree tutelate per legge ai sensi dell'art. 142 del D.lgs. 42/2004 e smi, comma 1 lettera c) relativa a Fiumi, torrenti e corsi d'acqua con fasce di rispetto dei fiumi di 150 metri per lato e quella con le aree tutelate per legge ai sensi dell'art. 142 del D.lgs. 42/2004 e smi, comma 1 lettera g), i territori coperti da foreste e da boschi, ancorché percorsi o danneggiati dal fuoco, e quelli sottoposti a vincolo di rimboschimento.

Posto il rilevamento delle suddette interferenze, è utile sottolineare come sia prevista un'opera di attraversamento del corso d'acqua (Riu Manzoni), non comportando quindi variazione dei rapporti di interrelazione tra il tracciato e le aree sottoposte a tutela.

Per quanto riguarda le aree boscate, l'estensione delle interferenze risulta circa di 3,00 ettari pertanto, ai fini della tutela e valorizzazione del bene, sono state individuate aree compensative di rimboschimento che attualmente risultano in uno stato di degrado.

A fronte di quanto esposto, nel caso in esame, l'impatto in oggetto può quindi definirsi alla luce delle analisi riportate, di livello medio.

Incidenza della visibilità dell'opera

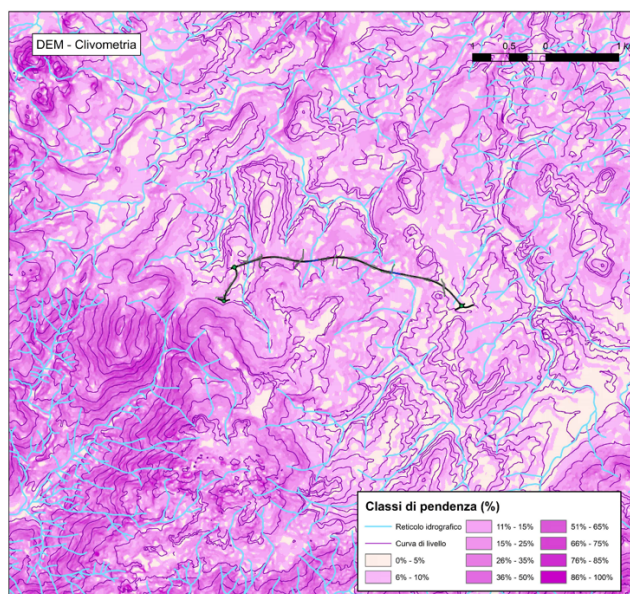
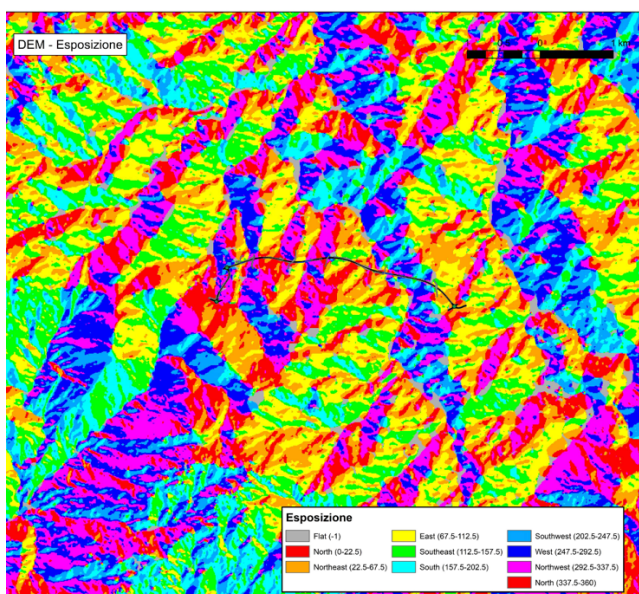
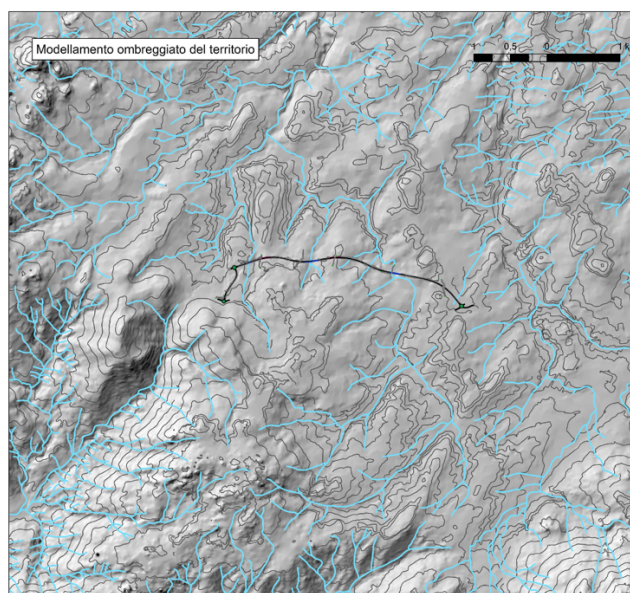
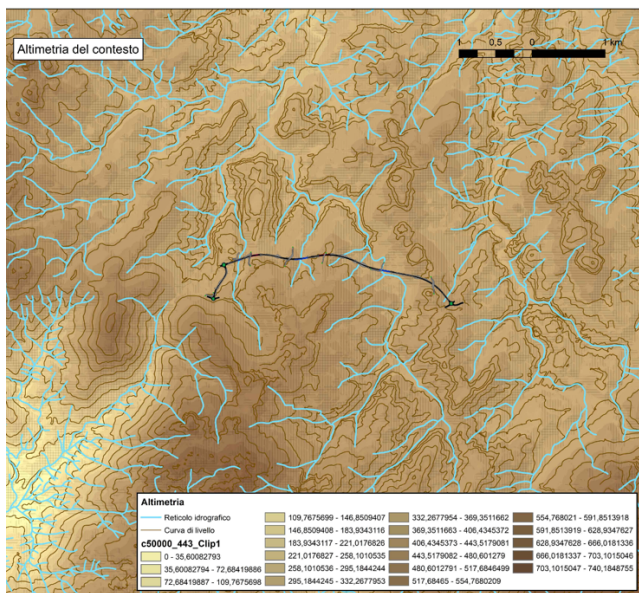
Mediante la lettura percettiva è possibile evidenziare una parte consistente del tessuto di relazioni sensibili esistenti fra i segni del paesaggio naturale ed antropico. Tali segni sono considerati come componenti significative della visione e quindi immediatamente riconoscibili come struttura portante 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 storicoarchitettonico ed archeologico, che esprimono quindi i caratteri propri di ogni territorio ed il loro valore. Questa analisi

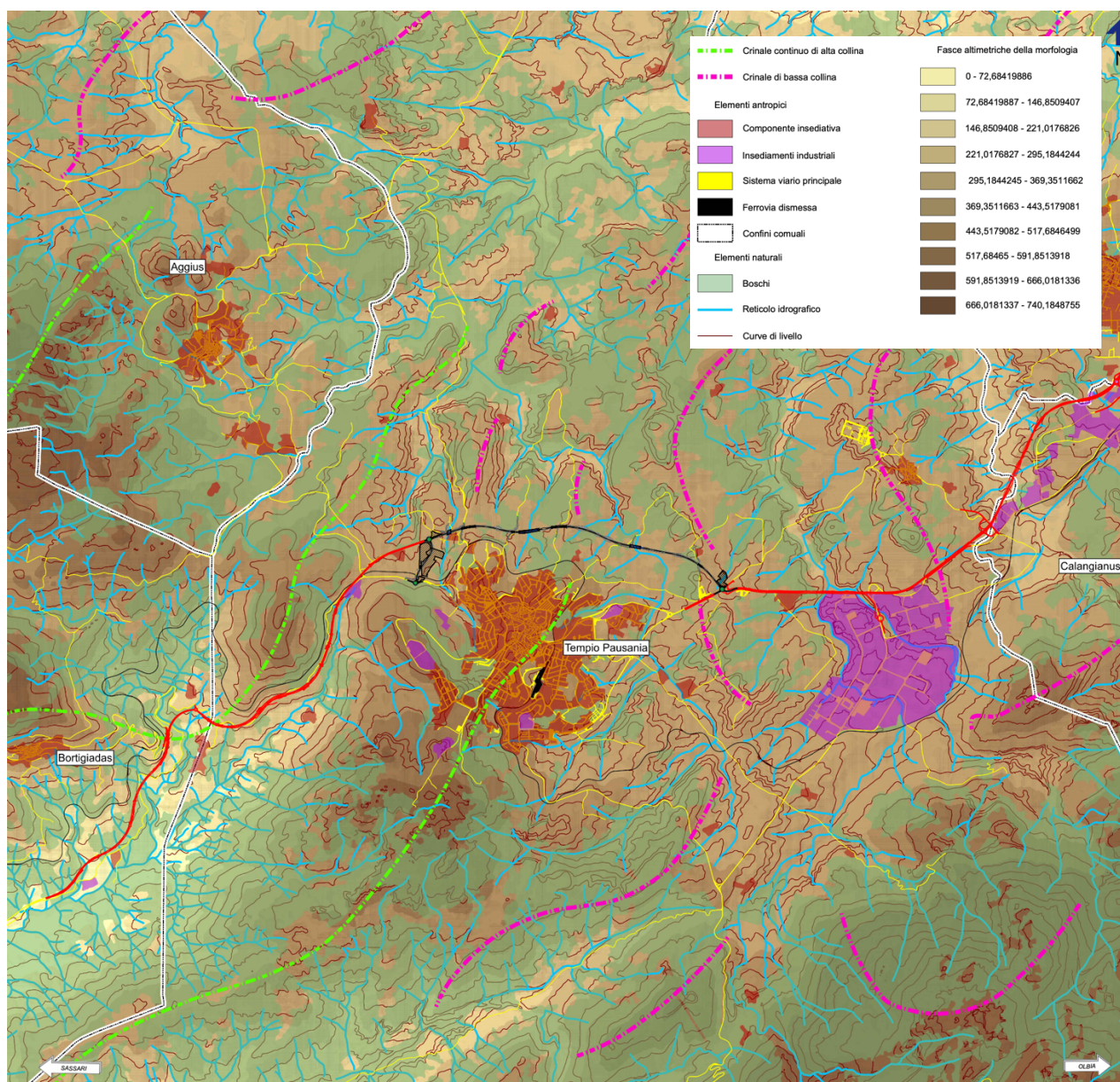
è un processo che permette l'identificazione di differenti tipologie di paesaggio, con i segni del territorio, i quali non solo li caratterizzano, ma permettono una lettura degli spazi in connessione o separazione con gli ambiti circostanti. Il paesaggio visibile è quindi identificabile con gli ecosistemi 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.

Per evidenziare i nessi e le dinamiche intercorrenti fra i diversi sistemi di segni l'ottica percettiva di analisi del paesaggio, sono state individuate alcune caratteristiche geomorfologiche fondamentali del territorio di interesse, il quale genera una fitta maglia di segni che possono considerarsi i meno eludibili, se non i principali, riferimenti visivi del contesto. Quelli cioè che creano orizzonti (ad esempio i crinali) o che definiscono assialità talvolta di limitato "respiro" panoramico, come i fondovalle. Attorno a tali segni sono individuabili delle aree che seguono il tracciato e la cui ampiezza, variabile a seconda dell'elemento geomorfologico considerato, sta in rapporto diretto con l'altitudine dei luoghi considerati, ed in rapporto inverso con la pendenza degli stessi.

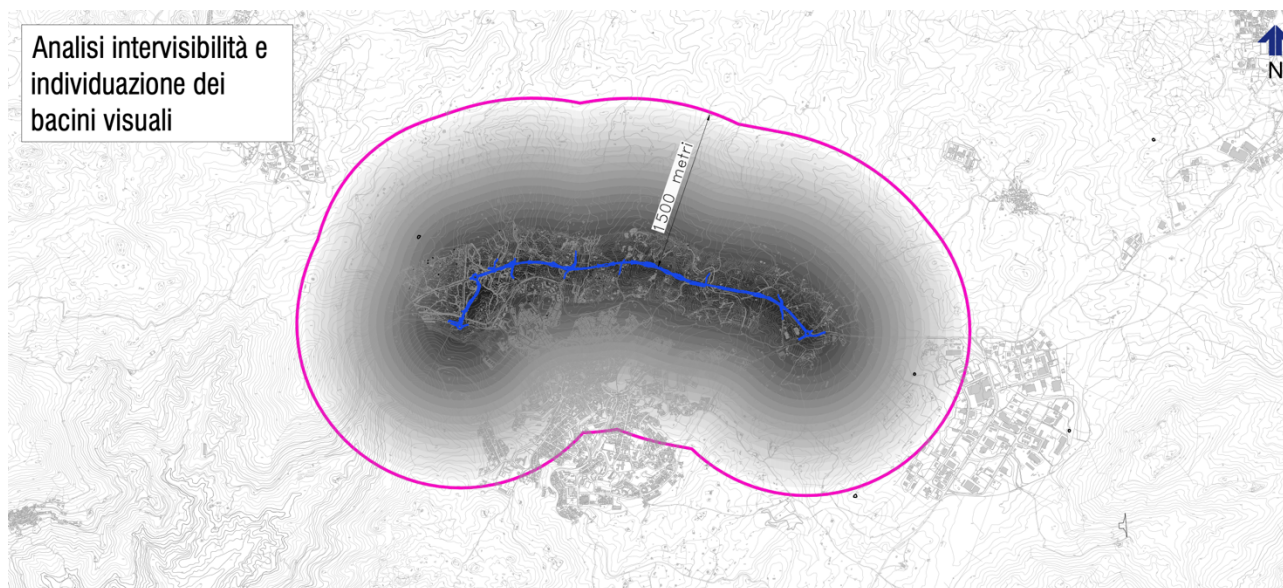


Stralcio della Carta della Morfologia del Paesaggio



Stralcio della Carta della Morfologia del Paesaggio

Quindi, le caratteristiche morfologiche del territorio e quelle tipologiche dell'intervento progettuale determinano la profondità massima della percettibilità visiva in base alla quale è possibile impostare il limite del bacino visuale, inteso come luogo di tutti i punti del territorio entro il quale gli elementi di fruizione e gli elementi progettuali risultano reciprocamente visibili. Nell'ambito del presente lavoro è stato individuato, in maniera preliminare, un bacino visuale potenziale ovvero un'area buffer di 1500 mt dall'asse stradale che rappresenta lo spazio geografico all'interno del quale si concentrano la maggior parte delle analisi per quanto riguarda gli aspetti percettivi.



Individuazione del bacino visuale potenziale

Una volta determinato il bacino visivo potenziale, per procedere con l'analisi dell'intervisibilità, sono stati considerati quegli elementi che possono mascherare la vista delle opere.

Nel caso in esame tali elementi sono principalmente le quinte morfologiche dell'alta collina di Tempio creando una forte occlusione visiva e che portano a una considerevole riduzione delle condizioni di intervisibilità del bacino visuale, sono state individuate inoltre alcune quinte morfologiche semipermeabili corrispondenti ai crinali della bassa collina che concorrono a ridurre la visibilità dell'opera in esame.

Quindi nell'ambito dello studio percettivo è stata realizzata la Carta della percezione visiva e dell'intervisibilità ottenuta tramite le suddette considerazioni di carattere morfologico dei territori circostanti, e utilizzando il DTM (Digital Terrain Model) nella tecnica dell'analisi spaziale (viewshed) sono state definite le aree da cui le opere in esame risultano essere visibili in un raggio di 1,5 km.

Di fatti, la carta suddivide il territorio in punti del terreno (ovvero pixel) dai quali un osservatore può o non può vedere i tracciati.

Il modello consente nell'attribuire ad ogni punto del D.T.M il valore delle dimensioni percepite (superficie apparente) dell'opere in esame. La superficie apparente tiene conto della visuale che un uomo potrebbe vedere considerando la sua altezza media, in funzione della distanza, della quota, della pendenza, delle dimensioni effettive dell'oggetto in esame.

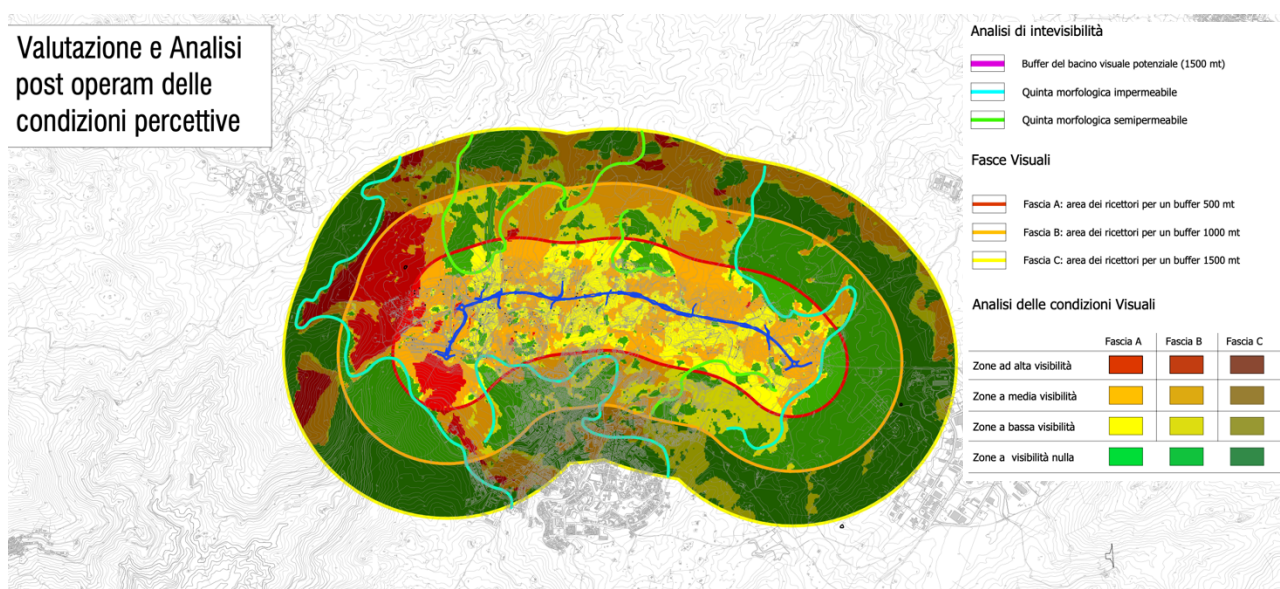
L'analisi delle condizioni visuali mette in relazione la visione del potenziale osservatore (fisso o mobile) e l'opera, considerando le relative altezze, le distanze, la quota e le dimensioni effettive

dell'oggetto in esame, attribuendo quindi alle suddette porzioni di territorio quattro livelli di visibilità dell'opera (alto, medio, basso e nullo).

Le zone a visibilità nulla corrispondono quelle porzioni di territorio dove le suddette quinte morfologiche o antropici del territorio non consentono la visuale delle opere in progetto, o ne riducono fortemente la visibilità.

Le zone di visibilità (alta, media, bassa) corrispondono ai livelli di visibilità dove i potenziali osservatori statici o dinamici possono avere trovandosi all'interno.

Di seguito si riporta uno stralcio della "Carta della percezione visiva e dell'intervisibilità" attraverso la quale è stata elaborata l'analisi della percezione visiva dell'opera in relazione al territorio attraversato.



Stralcio della Carta delle condizioni percettive delle opere in progetto

In considerazione degli elementi di interdizione visiva, sia crinali che elementi di tipo antropico, è stato individuato il bacino di studio che comprende la zona prevalentemente pianeggiante in cui sorge l'agglomerato urbano di Tempio Pausania (tessuto edilizio compatto). L'area è costituita principalmente da colture di vario genere (bassa densità arbustiva ed arborea) e da sugherete (con densità arbustiva ed arborea invece maggiore), così come le aree collinari circostanti.

Le visuali percepite saranno del tipo dinamico e prevalentemente incanalate lungo le direzioni di movimento e in generale le condizioni visuali si attenuano man mano che ci si allontana dalle opere in progetto. Per questo sono state individuate tre fasce, A, B e C, che corrispondono rispettivamente

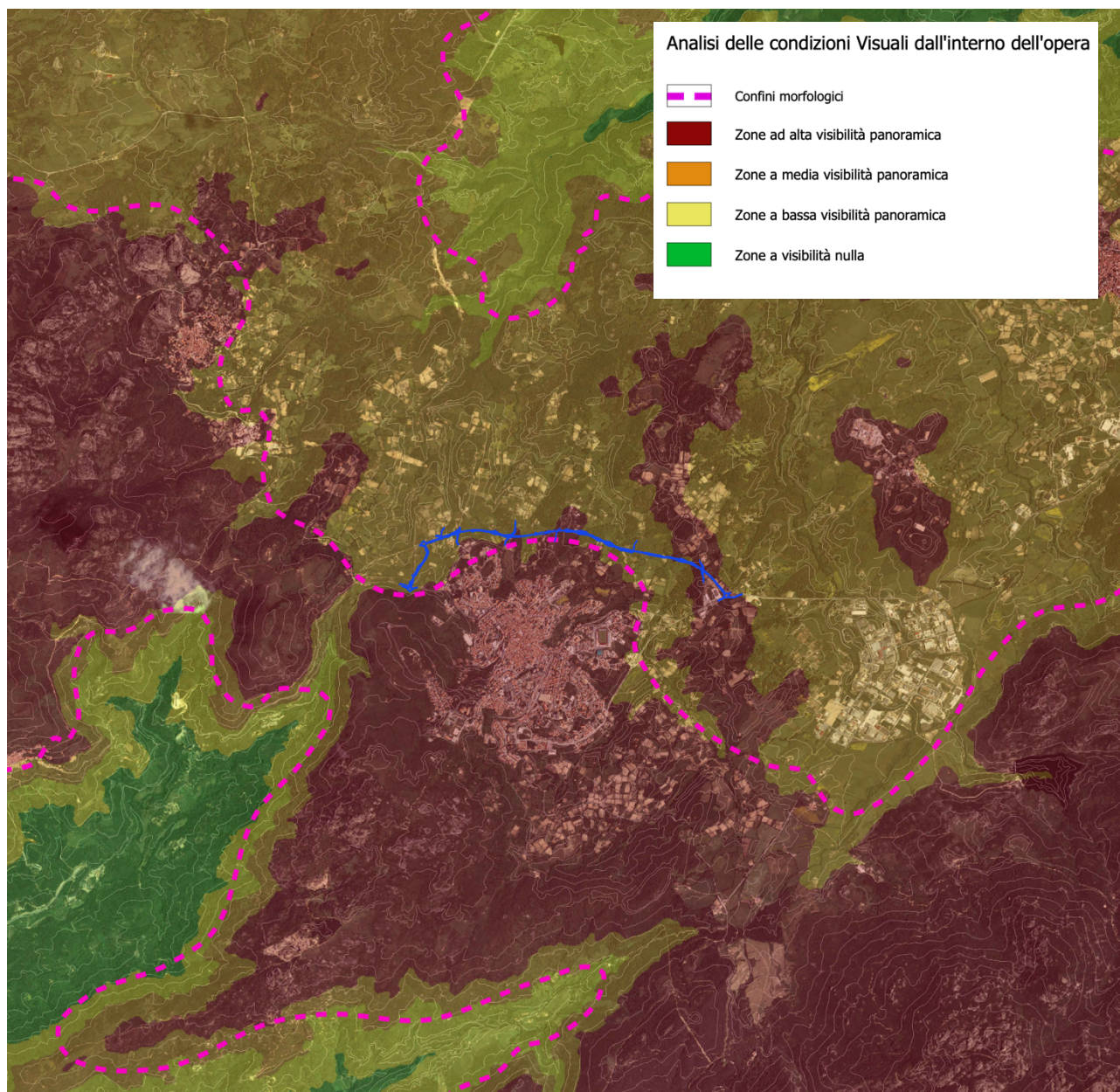
alla distanza di 500, 1000 e 1500 metri dall'opera; infatti, l'osservatore gode allontanandosi di una visuale più aperta e l'opera risulta percettivamente meno significativa fino a fondersi con il contesto.

Una volta individuato il bacino, è necessario comprendere come le relazioni tra gli elementi di struttura del paesaggio delineino la percezione del paesaggio stesso, nel quale si dovrà inserire l'intervento di progetto.

Quindi le zone dove è possibile percepire un'alterazione delle condizioni di visualità sono fronte dell'abitato di Tempio Pausania (media, bassa) risultando un linea di osservazione statica che si affaccia sulla bassa pianura dell'area di studio mentre le zone dell'alta collina risultano avere ricadute più significative (medio, alta) dove il sistema viario qui rappresenta un percorso di osservazione dinamico soprattutto lungo SS127 nella parte iniziale e finale del progetto.

Successivamente si è proceduto alla valutazione e degli aspetti percettivi dall'interno delle opere in progetto, la quale ha messo in evidenza l'entroterra del territori dell'alta collina hanno condizioni di alta panoramicità mentre la zona più pianeggiante della bassa collina ha condizioni medio/basse di panoramicità.

Di seguito si riporta uno stralcio dell'elaborato "Analisi percettiva dall'interno dell'infrastruttura" attraverso la quale è stata elaborata l'analisi degli aspetti percettivi dall'interno delle opere in progetto.



Stralcio carta delle condizioni visive del territorio dall'interno dell'intervento

Quindi la percezione del paesaggio, in un contesto prevalentemente pianeggiante della bassa collina, con la presenza di alcuni crinali dell'alta collina che fanno da contorno, nelle visuali a lungo raggio permette di spaziare verso i punti del territorio più lontani, riuscendo a cogliere anche le lievi variazioni della morfologia territoriale o focalizzando i diversi luoghi simbolici, naturali o artificiali del contesto. Viceversa, volendo traguardare aree situate ad una minore distanza, è possibile intercettare elementi di intrusione visiva come gruppi di alberature, i quali anche avendo un'elevazione minore rispetto a crinali e rilevati, impediscono la visuale anche a distanze più brevi.

Queste diverse modalità di guardare il paesaggio sono quindi spesso condizionate dalle strade e dai percorsi, i quali in alcuni casi hanno una forte naturalità (strade locali dai percorsi che si snodano all'interno di campi coltivati e proprietà delimitate da muretti a secco, viabilità che salgono sui crinali dei rilievi, ecc.), in altri casi invece coincidono con le vie di collegamento più infrastrutturale (la SS127 che attraversa Tempio Pausania, la SS133), oppure possiedono altre caratteristiche (arterie che attraversano la frangia urbana o arrivano ai centri abitati minori del contesto).

Alterazione elementi vegetazionali

Per quanto concerne la potenziale modifica dell'uso del suolo, è possibile affermare come con la realizzazione dell'infrastruttura in alcuni tratti avverrà certamente una modifica dell'assetto agricolo e vegetazionale, che è però stata minimizzata con la scelta di soluzioni progettuali che potessero limitare questo tipo di impatto potenziale al minimo.

Per quanto detto quindi l'impatto relativo alla modifica dell'assetto agricolo e vegetazionale, sarà di tipo medio, in quanto necessariamente andrà a modificarsi la configurazione nell'area per realizzare la nuova opera, ma sarà limitato soltanto ad alcune porzioni di territorio.

Come detto, sarà mitigato attraverso aree compensative a bosco di rinaturalizzazione, aree che attualmente risultano in uno stato di degrado.

Alterazione dei sistemi paesaggistici

La struttura paesaggistica nel suo insieme, a partire dalle variazioni nei suoi caratteri percettivi scenici e panoramici per poi valutarne anche tutti gli altri aspetti sia tipo fisico, che naturale ed antropico, si può affermare si modifichi solo a livello locale, non generando quindi un potenziale impatto a livello di area vasta.

Da un lato sicuramente le nuove opere daranno una nuova e differente configurazione al contesto circostante (comunque di portata locale) ma non tale da apportare una modifica tangibile in quello che può essere considerato il sistema paesaggistico d'insieme, proprio in considerazione della modesta entità degli interventi in relazione all'estensione del sistema stesso e dei suoi caratteri peculiari.

Modificazioni della morfologia

La modifica della morfologia dei luoghi avrà una significatività bassa in quanto se da un lato è vero che la nuova opera apporterà delle modifiche all'assetto generale per la realizzazione delle gallerie e delle scarpate, la configurazione della nuova infrastruttura lo farà sostanzialmente solo a livello locale.

Modificazioni dello skyline naturale o antropico

Non si producono modificazioni che alterino le caratteristiche strutturali e percettive dei crinali o dello skyline, l'altezza dei manufatti, in particolare degli imbocchi delle gallerie, seguono l'andamento naturale morfologico del territorio e si confronta in un contesto in cui sono presenti elementi altri che dominano in altezza, siano essi manufatti, opere infrastrutturali o gli impianti dell'area portuale.

Modificazioni della funzionalità ecologica, idraulica e dell'equilibrio idrogeologico

Non si ritiene possano prodursi in alcun modo alterazioni a carico delle funzionalità ecologica idraulica e dell'equilibrio idrogeologico. In quanto le opere in progetto, il particolare i viadotti e le gallerie, non apportano modifiche con il sistema idrografico.

Modificazioni dell'assetto insediativo storico

Non si ritiene si possano produrre impatti che alterino gli assetti della componente insediativa storica.

Modificazioni dei caratteri tipologici, costruttivi, materici e coloristici, su tessuti o edifici afferenti all'insediamento storico

Non si ritiene si possano produrre impatti sulla componente. Le opere in progetto non si rapportano direttamente e/o indirettamente a tessuti o edifici afferenti all'insediamento storico.

In accordo con la Soprintendenza di competenza, ci si avvarrà dunque dell'esecuzione di indagini geognostiche previste nell'attuale fase di progettazione definitiva e, in particolare, dell'esecuzione di pozzetti di caratterizzazione ambientale.

Modificazioni dell'assetto fondiario, agricolo e colturale

In questa fattispecie sono attese criticità localizzate dovute alla sottrazione contenuta di quantità di superfici agricole e al frazionamento fondiario; le azioni di progetto hanno portata locale sulle componenti strutturanti il paesaggio agrario e una modesta estensione che non incide sufficientemente sull'assetto fondiario in senso generale.

Per ovviare alle problematiche collegate al frazionamento fondiario, le aree residue dai tracciati viari e disarticolate dalle unità produttive, saranno in parte ricomposte e sistemate a verde con lo scopo di accompagnare l'inserimento delle nuove strutture nel contesto e innescare processi di riedificazione ambientale nelle aree libere.

C.8.2 STUDIO DEL COLORE: CROMATISMO DA UTILIZZARE PER GLI INTERVENTI ARCHITETTONICI DI FINITURA

Lo studio cromatico è stato effettuato in questo contesto con lo scopo di definire gli elementi architettonici coerenti con i caratteri del paesaggio e creare una scomposizione delle forme costruite in particolare per gli impalcati e le vellee a copertura della soletta di tutti i viadotti.

Lo studio cromatico è passato attraverso:

- Rilevamento fotografico: è la fase dove si sono raccolti i dati generali del territorio
- Studio del colore: è la fase dove scaturiscono le scelte propedeutiche alla definizione degli elementi architettonici-cromatici.

Rilevamento fotografico. Il rilievo fotografico ha interessato tutta area dell'ambito di interesse progettuale. Procedendo dal generale al particolare, per mezzo delle foto si sono potuti analizzare i particolari e le peculiarità (vegetazione, affioramenti lapidei, manufatti rurali) e le criticità (tralicci, aree agricole in abbandono e manufatti incompiuti).



Studio del colore. L'identità cromatica dell'area di studio non può essere disgiunta dai materiali disponibili localmente, sia per quanto riguarda i materiali vegetazionali, sia per quelli dei pigmenti rocciosi e dei manufatti.

L'uso della sequenza fotografica degli elementi oggetto di rilievo consente una diretta visualizzazione del colore e degli accostamenti materici nella loro uniformità o difformità. Costituiscono la base per l'elaborazione di una mappa cromatica: frequenza e dominanza di colori e toni rilevati.



Nell'ambito del presente studio si è rilevata una particolare cromatura rilevante che si caratterizza legata principalmente alla vegetazione arborea ed arbustiva delle aree boscate caratterizzate da essenze con una cromatura tendente al verde-marrone

La scelta di utilizzare l'acciaio Corten, che si porta dietro la caratteristica finitura marrone effetto ruggine, rappresenta una scelta progettuale che concorre a migliorare l'inserimento paesaggistico delle opere in esame.

Tale scelta, come vedremo nei paragrafi successivi, è stata applicata sia ai materiali costituenti le barriere acustiche sia ai materiali di finitura dei viadotti.

C.8.3 SINTESI DEL RAPPORTO OPERA-PAESAGGIO

Il primo impatto valutato, in relazione ad un potenziale interessamento di beni culturali ed aree paesaggisticamente sensibili, dalle informazioni tratte dalle indagini condotte per l'analisi dei vincoli e della disciplina di tutela, nonché gli esiti della ricognizione e degli approfondimenti effettuati, si può escludere interferenze significative con il patrimonio considerato in merito alle aree di cantiere.

Per la modificazione dell'assetto percettivo, scenico e panoramico, il secondo impatto preso in considerazione, l'ambito urbanizzato e le schermature previste delle aree di cantiere permettono di contenere gli impatti legati alla presenza delle aree di cantiere e dei relativi macchinari.

Infine, per quanto riguarda l'alterazione dei sistemi paesaggistici – Intrusione e suddivisione sia per il cantiere che per le aree di lavorazione, si può affermare come resti pressoché invariata. Le uniche alterazioni sono di tipo temporaneo e ad ogni modo di modesta entità a livello di intrusione visiva

Analoghe considerazioni valgono anche per quanto attiene alla presenza dei baraccamenti, dei mezzi d'opera, nonché dei depositi temporanei, dal momento che l'intrusione visiva determinata dai detti elementi è limitata nel tempo.

In tali aree saranno predisposte schermature costituite da barriere antirumore mobili, le quali fungeranno anche da schermatura visiva. Al contempo sulle stesse saranno apposti dei pannelli informativi a scopo comunicativo, come ad esempio informazioni sulle varie fasi di realizzazione dell'opera e sul layout finale dello stato di progetto.

Inoltre, si aggiunge come al termine dei lavori di realizzazione dell'infrastruttura stradale di progetto e delle relative opere complementari, le aree in corrispondenza delle quali è prevista la localizzazione dei siti di cantiere verranno dismesse e restituite alla destinazione d'uso attuale o rinaturalizzate nel caso delle aree ad oggi in stato di degrado.

In considerazione degli elementi di interdizione visiva, sia crinali che elementi di tipo antropico, è stato individuato il bacino di studio che comprende la zona prevalentemente pianeggiante in cui sorge l'agglomerato urbano di Tempio Pausania (tessuto edilizio compatto). L'area è costituita principalmente da colture di vario genere (bassa densità arbustiva ed arborea) e da sugherete (con densità arbustiva ed arborea invece maggiore), così come le aree collinari circostanti.

Le visuali percepite saranno del tipo dinamico e prevalentemente incanalate lungo le direzioni di movimento e in generale le condizioni visuali si attenuano man mano che ci si allontana dalle opere in progetto. Per questo sono state individuate tre fasce, A, B e C, che corrispondono rispettivamente alla distanza di 500, 1000 e 1500 metri dall'opera; infatti, l'osservatore gode allontanandosi di una visuale più aperta e l'opera risulta percettivamente meno significativa fino a fondersi con il contesto.

Una volta individuato il bacino, è necessario comprendere come le relazioni tra gli elementi di struttura del paesaggio delineino la percezione del paesaggio stesso, nel quale si dovrà inserire l'intervento di progetto.

Quindi le zone dove è possibile percepire un'alterazione delle condizioni di visualità sono fronte dell'abitato di Tempio Pausania (media, bassa) risultando un linea di osservazione statica che si affaccia sulla bassa pianura dell'area di studio mentre le zone dell'alta collina risultano avere ricadute più significative (medio, alta) dove il sistema viario qui rappresenta un percorso di osservazione dinamico soprattutto lungo SS127 nella parte iniziale e finale del progetto.

La percezione del paesaggio dall'interno dell'infrastruttura risulta essere in un contesto prevalentemente pianeggiante della bassa collina, con la presenza di alcuni crinali dell'alta collina che fanno da contorno, nelle visuali a lungo raggio permette di spaziare verso i punti del territorio più lontani, riuscendo a cogliere anche le lievi variazioni della morfologia territoriale o focalizzando i diversi luoghi simbolici, naturali o artificiali del contesto. Viceversa, volendo trarre in considerazione aree situate ad una minore distanza, è possibile intercettare elementi di intrusione visiva come gruppi di alberature, i quali anche avendo un'elevazione minore rispetto a crinali e rilevati, impediscono la visuale anche a distanze più brevi.

Considerando le alterazioni dei sistemi paesaggistici, per quanto attiene quindi ad aree e beni direttamente interferiti dalla soluzione progettuale, è utile sottolineare come sia prevista un'opera di attraversamento del corso d'acqua (Riu Manzoni), non comportando quindi variazione dei rapporti di interrelazione tra il tracciato e le aree sottoposte a tutela.

Per quanto riguarda le aree boscate, l'estensione delle interferenze risulta circa di 3,00 ettari pertanto, ai fini della tutela e valorizzazione del bene, sono state individuate aree compensative di rimboschimento che attualmente risultano in uno stato di degrado.

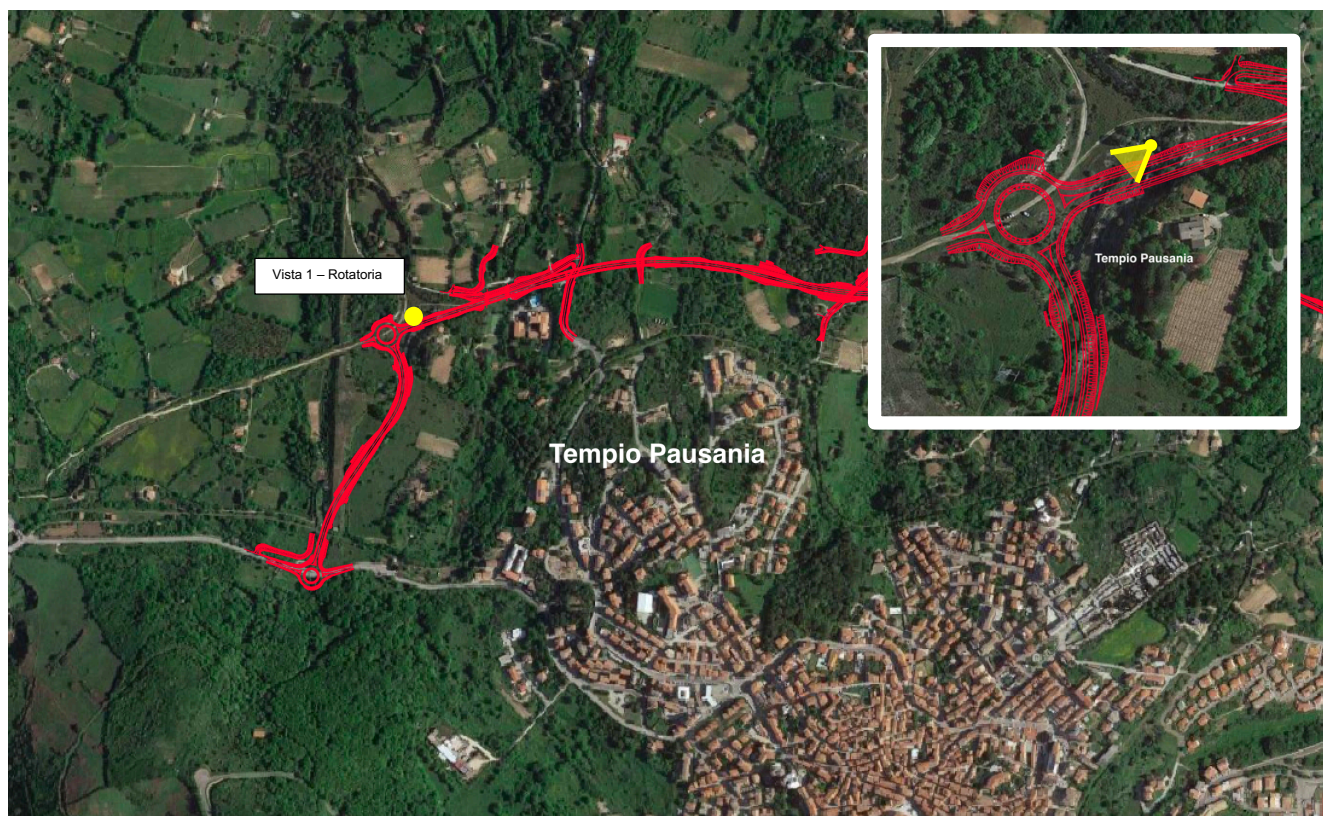
Quindi l'intervento progettuale sarà integrato nel territorio con la realizzazione delle opere di mitigazione ed inserimento ambientale e riqualificazione dei luoghi ai quali si rimanda al paragrafo successivo.

Tali interventi permetteranno di integrare l'opera nel territorio e permetteranno di riqualificare aree intercluse, reliquati stradali e le stesse opere di progetto (vedi sistemazione delle rotatorie illustrate

nel paragrafo successivo) con l'obiettivo di non compromettere i livelli di tutela e di consentire il mantenimento e la valorizzazione dei caratteri paesaggistici del territorio.

C.8.4 FOTOINSERIMENTI DELL'OPERA

Di seguito si riportano i render fotografici con lo stato ante-operam e lo stato post operam con indicazione dell'opera realizzata inserita nel territorio.



Inquadramento del punto di vista 01 – Rotatoria

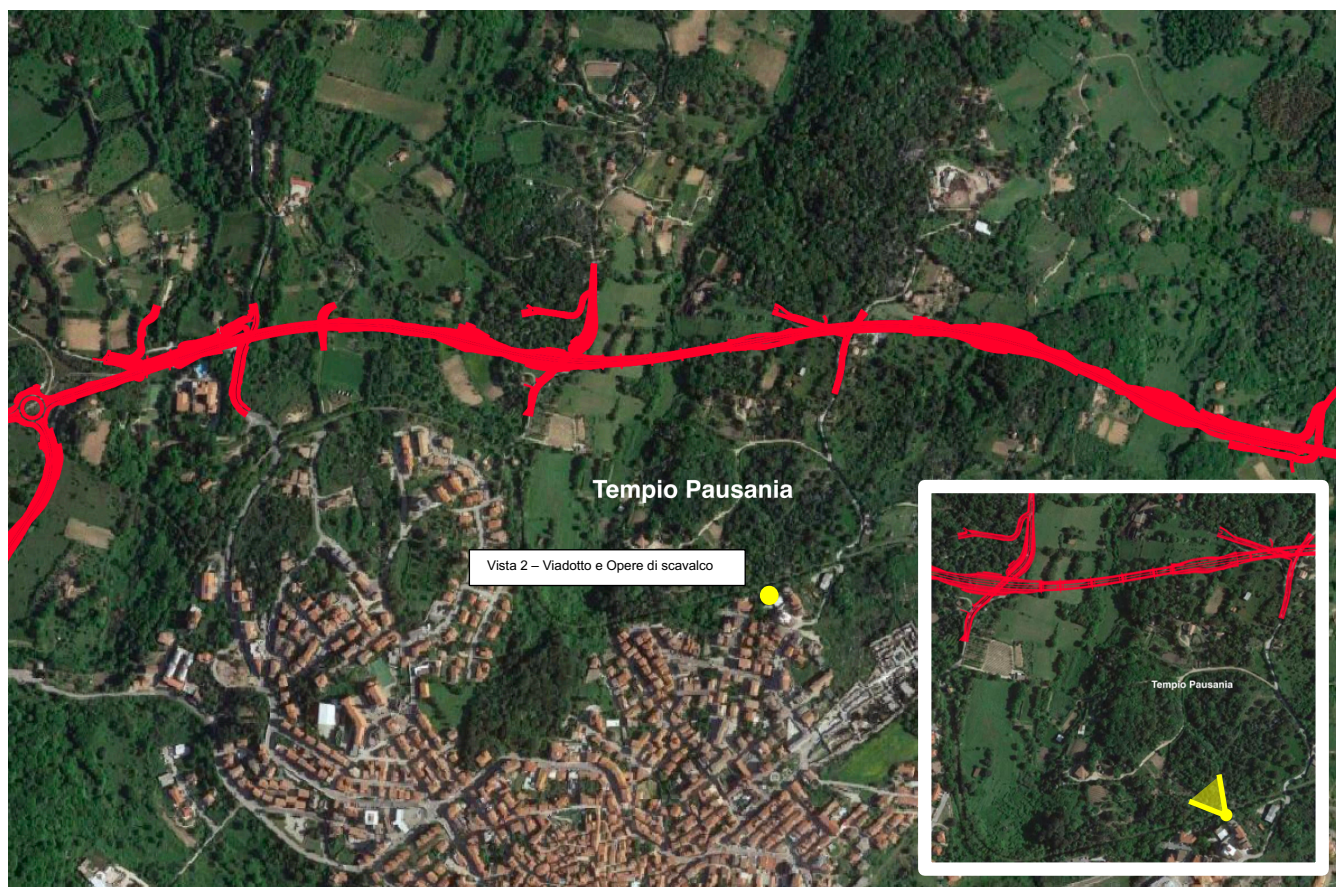
Nel punto di vista 01, nell'immagine rappresentante lo stato ante operam si possono riconoscere gli elementi antropici delle vecchie opere stradali, gli elementi naturali alberi, arbusti e sullo sfondo i rilievi collinari.



Rotatoria 1 – Vista ante-operam



Rotatoria 1 – Vista post-operam



Inquadramento del punto di vista 02 – Viadotto VI02 e opera di scavalco

Nel punto di vista 02, il contesto percettivo è caratterizzato da una visuale panoramica dal punto di percezione del fronte edilizio di Tempio Pausania.

La vista si affaccia sul viadotto VI02 e opere di scavalco per la viabilità locale e la vista si estende fino ai rilievi collinari di Aggius.

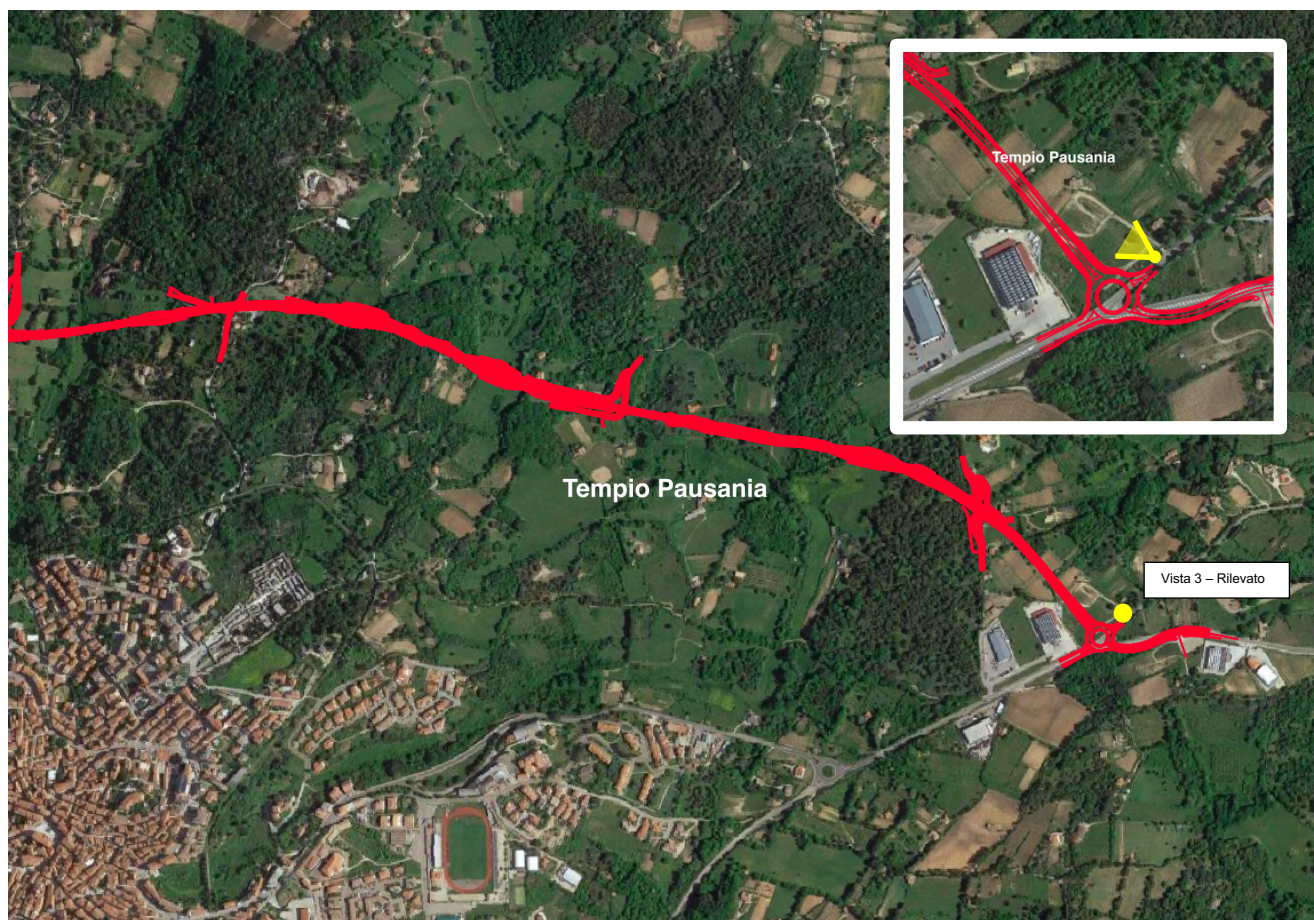
In primo piano l'area è caratterizzata dagli elementi naturali delle aree boscate e dalle coltivazioni agricole del contesto rurale.



Viadotto VI02 – Vista ante-operam



Viadotto VI02 – Vista post-operam



Inquadramento del punto di vista 03 – Rilevato stradale

Nel punto di vista 03, il contesto percettivo è caratterizzato da un ambito commerciale, visibile sullo sfondo del punto fotografico. Nell'area agricola posta in primo piano non risultano elementi vegetazionali rilevanti.



Tratto rilevato basso fine lotto – Vista ante-operam



Tratto rilevato basso fine lotto – Vista post-operam

C.8.5 INTERVENTI DI INSERIMENTO PAESAGGISTICO-AMBIENTALE

Gli interventi individuati per l'inserimento ambientale e paesaggistico dell'opera hanno come obiettivo principale quello di proporre interventi atti a garantire il corretto inserimento del progetto in esame nel contesto ambientale preesistente, ricostituendo e riqualificando la vegetazione e gli habitat presenti nell'intorno dell'opera.

Sulla base di questo presupposto nella definizione degli interventi da adottare si è tenuto conto della compagine naturalistica esistente e delle presenze antropiche. Il filo conduttore degli interventi di

inserimento ambientale è rappresentato dalle opere a verde che svolgono complessivamente varie funzioni: la ricucitura con le formazioni vegetali di tipo naturale esistente, la riqualificazione ecologico-funzionale delle aree di intervento e l'inserimento ambientale dell'opera.

L'obiettivo perseguito nella progettazione degli interventi è quello di intervenire innescando processi evolutivi naturali che nel tempo divengano autonomi, valorizzando le potenzialità del sistema naturale stesso, agevolato da azioni tendenti a superare la fase di recupero iniziale, solitamente più lenta e complessa.

C.8.5.1 Tipologia degli interventi

Di seguito viene riportata la lista delle varie tipologie di interventi previsti, per i dettagli dei quali si rimanda a quanto dettagliatamente descritto nell'elaborato "Analisi progettuale della soluzione preferenziale – Relazione" (T00IA20AMBRE01):

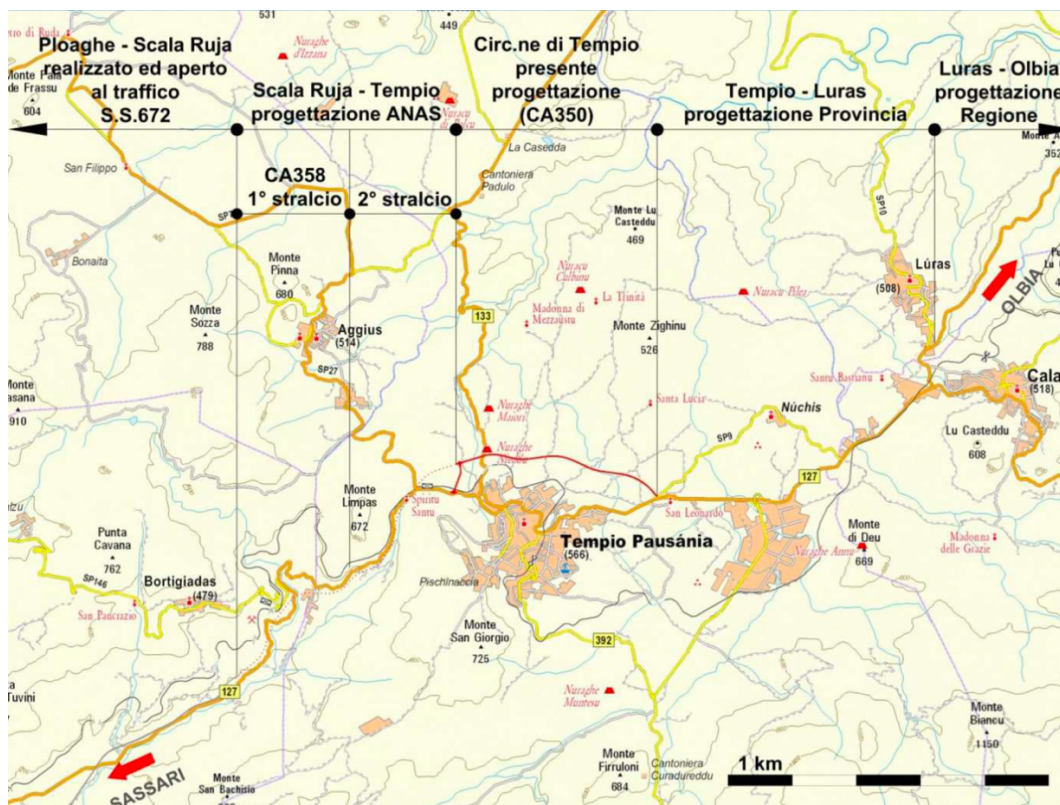
- Inerbimento e filari arboreo-arbustivi al piede dei rilevati
- Inerbimento e filari arbustivi alla testa delle trincee
- Rimodellamento morfologico galleria artificiale
- Sistemazione delle rotatorie
- Ripristino aree tecniche con vegetazione arboreo arbustiva di tipo igrofilo
- Rimozione vecchie opere edili dello svincolo dismesso con riqualificazione e rinaturalizzazione delle aree
- Ripristino ad uso agricolo o prato pascolo aree cantiere
- Sottopassi faunistici
- Rivestimenti in pietra locale
- Interventi architettonici sui viadotti - travi e veletta in acciaio corten a copertura della soletta

C.9 VALUTAZIONE DEI POTENZIALI IMPATTI CUMULATIVI

Per la valutazione di eventuali potenziali impatti cumulativi si è fatto riferimento alla eventuale concomitanza delle attività di realizzazione dell'opera in oggetto con altre opere importanti sul territorio.

Al momento le più importanti opere previste, in adiacenza con le aree interessate dal progetto, sono i lotti di prosecuzione in entrambe le direzioni della stessa viabilità.

Come si evince dalla figura successiva l'intervento fa parte dell'itinerario Ploaghe-Tempio-Olbia ed è preceduto dal Lotto Scala Ruja-Tempio e seguito dal Lotto tempio-Luras.



Itinerario Ploaghe-Tempio – Olbia - stato di attuazione

I diversi interventi sono in carico a diversi Enti (ANAS, Provincia) e non presentano ancora tempistiche di progettazione, appalto e realizzazione definite.

- tratto Scala-Ruja-Tempio: l'intervento, di lunghezza 5,2 km ca in variante alla S.S.127, è stato oggetto negli anni '90 di un appalto Anas, rescisso nel 2001 e del quale risultano alcuni lavori eseguiti presso l'abitato di Tempio. A seguire, Anas predispose un aggiornamento del progetto ai fini del riappalto, che non ha però trovato copertura finanziaria.
- tratto Tempio –Luras (Calangianus): l'attuazione dell'intervento, di lunghezza 5,3 km ca, è stato delegato dalla Regione Sardegna alla Provincia di Olbia-Tempio, sia come progettazione che come esecuzione, che ha redatto nel 2010 un progetto preliminare.

Al momento quindi non sembra possibile che ci possano essere sovrapposizioni nei diversi lotti adiacenti riguardanti il progetto di interesse e quindi non si attendono potenziali impatti cumulativi derivanti dalla sovrapposizione del presente progetto con altri interventi programmati.

D CONCLUSIONI

In merito all'analisi degli impatti è possibile affermare che, considerando tutte le componenti secondo le tre dimensioni (Costruttivi, Fisica, Operativa), i potenziali impatti generati risultano essere, in prevalenza scarsamente significativi o non significativi, solamente per la componente rumore significativi.

Si evidenzia che alla stima di impatti residui non significativi o scarsamente significativi concorre l'adozione delle misure di gestione ambientale del cantiere e l'adozione di specifiche soluzioni progettuali.

Solo per alcune componenti è invece stato necessario adottare specifiche misure di mitigazione ambientale.

Relativamente alla componente "Rumore", nella sua dimensione operativa, a seguito dell'intervento sul tratto in oggetto si è proceduto ad assicurare quella che si è ritenuta la migliore mitigazione acustica tecnicamente realizzabile, prevedendo l'installazione di barriere acustiche lungo il tracciato.

Nello specifico relativamente alla componente "Atmosfera" nella dimensione costruttiva è stata valutata la necessità di intervenire con mitigazioni di cantiere al fine di contenere le emissioni di polveri dovute alle attività di scavo e movimentazione delle terre.

Relativamente alle componenti "Suolo e sottosuolo" e "Ambiente idrico" nella dimensione costruttiva sono stati previsti tutta una serie di procedure ed interventi di mitigazione al fine di contenere eventuali modifiche delle caratteristiche qualitative dei terreni e della falda acquifera.

Relativamente alla componente "Biodiversità" l'allestimento delle aree di cantiere e la realizzazione dell'opera comporterà sicuramente una sottrazione di vegetazione ed habitat faunistici, di tipo temporaneo per i cantieri, di tipo definitivo per l'opera; a compensazione della riduzione di copertura forestale associata alla realizzazione del progetto, come illustrato negli specifici paragrafi relativi agli interventi di mitigazione ed inserimento ambientale dell'opera, si prevedono degli interventi di ripristino della vegetazione, localizzati in diversi punti lungo il tracciato. Complessivamente tali interventi di ripristino interesseranno una superficie pari a circa 26.300 mq ai quali andranno a sommarsi gli altri interventi a verde previsti lungo i rilevati stradali ed in corrispondenza dei viadotti.

L'occupazione di habitat, quindi, non è tale da pregiudicarne la frequentazione, considerando che si tratta di specie piuttosto comuni, non particolarmente esigenti da un punto di vista ecologico.

In merito alla componente "Paesaggio", analizzando la struttura paesaggistica nel suo insieme, a partire dalle variazioni nei suoi caratteri percettivi scenici e panoramici per poi valutarne anche tutti gli altri aspetti sia di tipo fisico, che naturale ed antropico, per quanto riguarda sia il cantiere che le

aree di lavorazione, si può affermare come resti pressoché invariata. Le uniche alterazioni sono di tipo temporaneo ed ad ogni modo di modesta entità a livello di intrusione visiva.

Per quanto riguarda la percezione visiva non sono impattati elementi figurativi di particolare significato simbolico e rappresentativi del paesaggio; gli effetti negativi sulla percezione del paesaggio, quando si manifestano, sono localizzati e a carico dell'utente della viabilità minore limitrofa al tracciato di progetto.