

**E 78 GROSSETO - FANO
TRATTO SELCI - LAMA (E 45) - S.STEFANO DI GAIFA
Adeguamento a 2 corsie del tratto Mercatello sul Metauro Ovest -
Mercatello sul Metauro Est (Lotto 4°)**

PROGETTO DEFINITIVO

AN 245

ANAS - DIREZIONE PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE LAVORI

<p>COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE</p> <p align="center"><i>Ing. Giuseppe Resta</i> Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 20629</p>	<p>I PROGETTISTI SPECIALISTICI</p> <p align="center"><i>Ing. Ambrogio Signorelli</i> Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 20629</p>	<p>PROGETTAZIONE ATI: (Mandataria)</p> <p align="center">GPI INGEGNERIA <i>GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl</i></p>
<p>IL GEOLOGO</p> <p align="center"><i>Dott. Geol. Salvatore Marino</i> Ordine dei geologi della Regione Lazio n. 1069</p>	<p>Ing. Moreno Panfilì Ordine Ingegneri Provincia di Perugia n. A2657</p>	<p align="center">cooprogetti engeko AIM <i>Studio di Architettura e Ingegneria Moderna</i></p>
<p>VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO</p> <p align="center"><i>Ing. Vincenzo Catone</i></p>	<p align="center"><i>Ing. David Cremonesi</i> Ordine Ingegneri Provincia di Frosinone n. A1762</p>	<p>IL PROGETTISTA E RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE. (DPR207/10 ART 15 COMMA 12):</p>
<p>VISTO: IL RESP. DEL PROGETTO</p> <p align="center"><i>Arch. Pianif. Marco Colazza</i></p>	<p align="center"><i>Ing. Giuseppe Resta</i> Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 20629</p>	<p align="center"><i>Dott. Ing. GIORGIO GUIDUCCI</i> Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 14035</p>

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

Elaborati generali

Parte 5

Gli impatti della cantierizzazione

CODICE PROGETTO		NOME FILE		REVISIONE	SCALA
PROGETTO	LIV.PROG	ANNO	T00IA01AMBRE05B		
D	D	22	CODICE ELAB. T00IA01AMBRE05		B
D					
C					
B	Revisione a seguito istruttoria U.0030221 del 16.01.2023	Febbraio '23	Buongarzone	Panfilì	Guiducci
A	Emissione	Ottobre '22	Buongarzone	Panfilì	Guiducci
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

INDICE

1. <u>PREMESSA</u>	2
2. <u>ATMOSFERA</u>	4
2.1. RIFERIMENTI NORMATIVI	4
2.1.1. <i>Normativa Nazionale</i>	4
2.2. DESCRIZIONE DEL MODELLO PREVISIONALE	5
2.3. DISPOSIZIONE DEI CANTIERI E LAYOUT	5
2.4.1. <i>Sorgenti del campo base</i>	6
2.4.2. <i>Sorgenti cantieri operativi</i>	7
2.4.3. <i>Sorgenti delle aree tecniche</i>	7
2.5. ALGORITMI DI CALCOLO	7
2.5.1. <i>Calcolo quantitativo delle emissioni</i>	8
2.6. RICETTORI CONSIDERATI	8
2.7. RISULTATI	9
2.7.1. <i>Risultati delle simulazioni</i>	9
2.7.2. <i>valori calcolati</i>	9
2.8. MISURE DI MITIGAZIONE DA ATTIVARE IN FASE DI CANTIERE	11
2.9. CONSIDERAZIONI	12
2.9.1. <i>Biossido di azoto</i>	12
2.9.2. <i>Polveri PM₁₀</i>	12
2.9.3. <i>Benzene</i>	12
3. <u>AMBIENTE IDRICO</u>	12
4. <u>SUOLO E SOTTOSUOLO</u>	14
5. <u>BIODIVERSITÀ</u>	15
6. <u>RUMORE</u>	18
6.1. LIMITI DI LEGGE	18
6.1.1. <i>Infrastruttura stradali e ferroviarie</i>	19
6.1.2. <i>Concorsuali di più sorgenti</i>	21
6.1.3. <i>Fascia di pertinenza</i>	21
6.1.4. <i>Normativa Regionale</i>	21
6.1.5. <i>Normativa comunale</i>	21
6.2. SORGENTI SONORE	22
6.2.1. <i>Sorgenti sonore persistenti</i>	22
6.2.2. <i>Analisi acustica della cantierizzazione</i>	22

6.2.3. <i>Disposizione dei cantieri e layout</i>	22
6.2.4. <i>Sorgenti sonore introdotte dai cantieri</i>	23
6.2.5. <i>Caratteristiche delle sorgenti</i>	24
6.3. CALCOLO DI IMPATTO ACUSTICO	25
6.3.1. <i>Modello di calcolo</i>	25
6.3.2. <i>Dati di input del modello</i>	26
6.4. RISULTATI	27
6.4.1. <i>Risultati delle simulazioni della fase cantiere</i>	27
6.4.2. <i>Livello emesso ai ricettori in assenza di mitigazione</i>	27
6.4.3. <i>Ricettori con criticità durante la fase 0 (cantieri CO E CB)</i>	27
6.4.4. <i>Ricettori con criticità durante la fase 1 (cantieri AT)</i>	28
6.4.5. <i>Opere di mitigazione</i>	28
6.5. CONSIDERAZIONI	30
7. <u>VIBRAZIONI</u>	30
7.1. SELEZIONE DEI TEMI DI APPROFONDIMENTO	30
7.2. QUADRO NORMATIVO	30
7.3. DEFINIZIONE DEL DISTURBO VIBRAZIONALE	30
7.4. METODOLOGIA PER LA VALUTAZIONE DEI LIVELLI VIBRAZIONALI INDOTTI DAL CANTIERE E DAI MEZZI DI TRASPORTO	30
7.5. MODELLO DI CALCOLO	31
7.5.1. <i>Sorgenti superficiali</i>	31
7.5.2. <i>Sorgenti in profondità</i>	32
7.6. DEFINIZIONE E PREVISIONE DEGLI SCENARI	33
7.6.1. <i>Definizione del tipo di sorgente</i>	33
7.6.2. <i>Stima dei livelli di vibrazione</i>	34
7.7. CONCLUSIONI ALLO STUDIO PREVISIONALE DELLE VIBRAZIONI IN FASE DI CANTIERE	34
7.8. MITIGAZIONI DELLE VIBRAZIONI	34
7.9. ANALISI DELLE POTENZIALI INTERFERENZE IN FASE DI CANTIERE	35
7.9.1. <i>Disturbo da vibrazioni sui ricettori</i>	35
7.10. IL RAPPORTO OPERA – AMBIENTE E LE MISURE DI PREVENZIONE E MITIGAZIONE ADOTTATE DURANTE LA FASE DI CANTIERE	35
7.10.1. <i>Disturbo da vibrazioni sui ricettori</i>	35
8. <u>PAESAGGIO</u>	35
9. <u>SALUTE PUBBLICA</u>	36

PARTE 5 GLI IMPATTI DELLA CANTIERIZZAZIONE

1. PREMESSA

Riprendendo la matrice di attenzione della Parte 2 dello Studio di Impatto ambientale, il cui stralcio è riportato nella figura che segue, risulta che la fase di cantiere è articolata in diverse azioni di progetto che generano diversi fattori di impatto. Questi coinvolgono tutte le matrici ambientali prese in considerazione nell'analisi dello scenario base.

ATTIVITA' DI PROGETTO		Aumento del volume di traffico pesante	Produzione di rumore	Vibrazioni	Emissioni in atmosfera	Emissioni poveri	Alterazione morfologica	Rischio idrogeologico	Modifica caratteristiche pedologiche	Terre e roccia da scavo	Approvvigionamento inerti	Gestione rifiuti/inerti	Gestione acque meteoriche e reflue	Interferenza rete idrica superficiale	Interferenze con la falda	Permeabilità	Consumo di inerti	Alterazione delle caratteristiche geomeccaniche	Variazione uso suolo	Sottrazione di habitat e/o disturbo fauna	Variazione caratteristiche floristico-vegetazionali	Effetto barriera per la fauna	Alterazioni estetiche e cromatiche	Rischio archeologico	Vincoli alle destinazioni d'uso
CANTIERE	OPERE PRELIMINARI - APPRONTAMENTO AREE CANTIERI																								
	Taglio della vegetazione e rimozione materiale																			X	X	X		X	X
	Scotico e accantonamento terreno vegetale					X				X	X														
	Realizzazione fondo con rullo e ghiaia ove necessario								X		X										X	X			
	Scavi e movimenti terra		X	X	X	X							X											X	X
	Gestione cantiere	X	X		X	X						X	X												
	MOVIMENTO MEZZI E MATERIALI																								
	Movimento macchine operatrici	X	X	X	X	X																X			
	Trasporto materiali	X	X		X	X																X			
	Stoccaggi temporanei							X												X	X				X
	OPERE CIVILI																								
	Opere d'arte maggiori viadotti (Gallerie, Impalcato, sottostrutture, fondazioni)				X						X				X	X									X
	Realizzazione opere d'arte minori - muri e paratie							X	X			X									X	X			X
	Realizzazione rilevati e trincee							X	X			X									X	X			X
	Opere d'arte minori - attraversamento idraulico													X								X	X		
	Realizzazione pavimentazioni stradali										X	X			X					X	X		X	X	X
	INSERIMENTO PAESAGGISTICO E AMBIENTALE																								
	Raccordo morfologico e riporto terreno vegetale							X	X	X	X									X					
	Piantumazioni e inerbimenti							X	X											X	X	X	X		
	Barriere fonoassorbenti		X																		X				X
	SMANTELLAMENTO CANTIERI E RIPRISTINO																								
	Smontaggio e rimozione apparecchiature	X	X		X							X												X	X
	Rimozione eventuali opere impermeabilizzazione e ripristino qualità del suolo a							X	X	X								X				X			X
Ripristino delle aree all'uso agricolo							X	X											X	X				X	

Figure 1-1 Matrice di attenzione attività di cantiere

Gli impatti si possono suddividere tra quelli legati alla presenza e alla gestione delle aree cantiere, delle aree tecniche e di stoccaggio terre e quelli attinenti le piste di cantiere e alle modalità realizzative delle opere, in particolare delle opere d'arte maggiori (viadotti e gallerie).

La prima tipologia di impatti è assimilabile a quella di opere puntuali e sono mitigati con l'adozione di specifici presidi che permettono la corretta gestione delle acque e dei reflui, dei rifiuti, delle macchine e degli stoccaggi terra, oltre che la realizzazione di dune inerbite nei punti dove i cantieri sono maggiormente

visibili da strade pubbliche. I cantieri sono pertanto dotati di specifici presidi per la salvaguardia della qualità delle matrici ambientali potenzialmente coinvolte. Inoltre, in fase esecutiva sarà finalizzato il Piano di gestione ambientale per la pianificazione delle attività di gestione e di controllo ambientale del cantiere, al fine di assicurare un corretto e coordinato sviluppo dei lavori e prevenire l'insorgere di possibili criticità ambientali tali da precludere il conseguimento degli obiettivi di sostenibilità.

Le aree cantiere sono state individuate aree di cantiere in numero proporzionale alla lunghezza del tracciato e di conseguenza alla quantità di opere da realizzare per la costruzione dell'infrastruttura. Sarà previsto quindi l'allestimento di aree per lo svolgimento delle attività di costruzione delle opere che comprendono in generale:

- **Cantieri Base:** ospitano i box prefabbricati e le attrezzature necessarie per il controllo, la direzione dei lavori e tutte le strutture per l'alloggiamento delle maestranze e del personale di cantiere (dormitori, mense, servizi igienici, parcheggi dei mezzi). Inoltre le aree dovranno prevedere aree operative e di stoccaggio dei materiali da costruzione e delle terre di scavo. La loro ubicazione è prevista prevalentemente nelle vicinanze di aree antropizzate e a ridosso alle viabilità principali (rete viaria autostradale e provinciale) per facilitarne il raggiungimento.
- **Cantieri Operativi:** sono aree fisse di cantiere distribuite lungo il tracciato che svolgono la funzione di cantiere-appoggio per tratti d'opera su cui realizzare più manufatti. Al loro interno saranno previste aree logistiche, aree per lo stoccaggio dei materiali da costruzione e di stoccaggio temporaneo delle terre di scavo. Oltre alle normali dotazioni di cantiere, alcune aree saranno dotate di impianto di betonaggio e su una è previsto l'impianto di frantumazione per il recupero degli inerti.
- **Aree tecniche:** sono le aree in corrispondenza delle opere d'arte che devono essere realizzate, data a loro dimensione e ubicazione, tali cantieri ospiteranno le dotazioni minime di cantiere oltre che aree di stoccaggio materiali da costruzione e stoccaggio terre ridotte. Data la loro tipologia e il loro carattere di aree mobili, le aree tecniche si modificheranno e sposteranno parallelamente alla costruzione dell'opera a cui si riferiscono. Principalmente tali aree saranno ubicate agli imbocchi delle gallerie, sulle aree di realizzazione dei viadotti e in avanzamento con la realizzazione del rilevato stradale.

Nella tabella seguente si riporta la composizione dei cantieri previsti per il tracciato:

Cantiere	Pk	Comune	Superficie (mq)	Descrizione
CO 1	0+500	Mercatello sul Metauro	4.445	Cantiere Operativo
AT 1	1+100	Mercatello sul Metauro	1.857	Area Tecnica
AT 2	1+150	Mercatello sul Metauro	2.957	Area Tecnica
AT 3	1+350	Mercatello sul Metauro	1.209	Area Tecnica
CO 2	1+350	Mercatello sul Metauro	5.992	Cantiere Operativo
AT 4	1+600	Mercatello sul Metauro	984	Area Tecnica
AT 5	1+750	Mercatello sul Metauro\	1.657	Area Tecnica
AT 6	2+550	Mercatello sul Metauro	984	Area Tecnica
CO 3	3+000	Mercatello sul Metauro	24.202	Cantiere Operativo - Area Frantumazione
CB	200 m da fine lotto	Sant'Angelo in Vado	18.407	Campo Base

Cantiere	Pk	Comune	Superficie (mq)	Descrizione
AST 1	0+550	Mercatello sul Metauro	9.853	Area Stoccaggio Terre
AST 2	1+450	Mercatello sul Metauro	11.918	Area Stoccaggio Terre
AST 3	2+900	Mercatello sul Metauro	8.030	Area Stoccaggio Terre
AST 4	3+400	Mercatello sul Metauro	9.024	Area Stoccaggio Terre
AST 5	500 m da fine lotto	Sant'Angelo in Vado	37.329	Area Stoccaggio Terre
Totale area mq			76.154	

Tabella 1-1 Elenco aree di cantiere, tecniche e stoccaggio terre

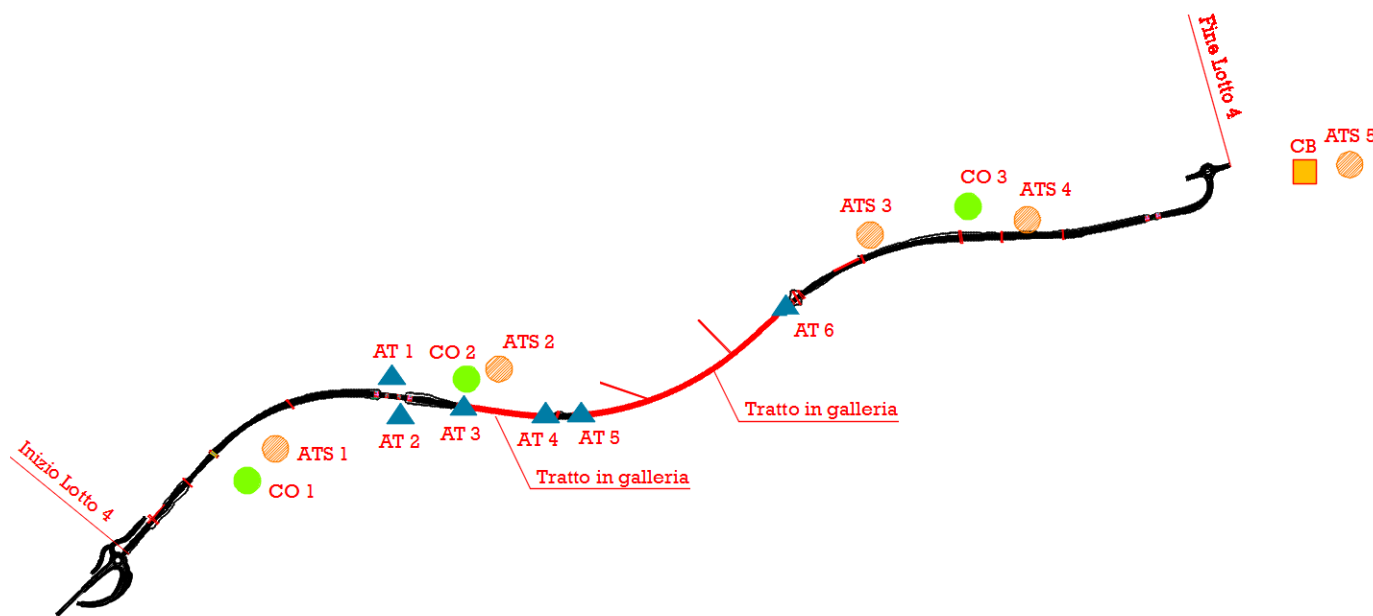


Figure 1-2 Localizzazione aree di cantiere lungo il tracciato

Le principali operazioni strettamente legate movimentazione dei mezzi d'opera (piste cantiere) e alla realizzazione dell'infrastruttura seguono modalità realizzative supportate soprattutto dalle indagini di carattere geologico, idrologiche, idrogeologico e geotecnico, volte ad evitare impatti sulla matrice suolo e sottosuolo e acque superficiali.

Le principali piste di cantiere saranno realizzate con piattaforma stradale a doppia corsia di marcia. Il progetto prevede la larghezza di piattaforma di 6,00 metri. Per rilevati di piccola entità ovvero con altezze minori o uguali ad 1m si realizzeranno scarpate con pendenza 1v/1h.

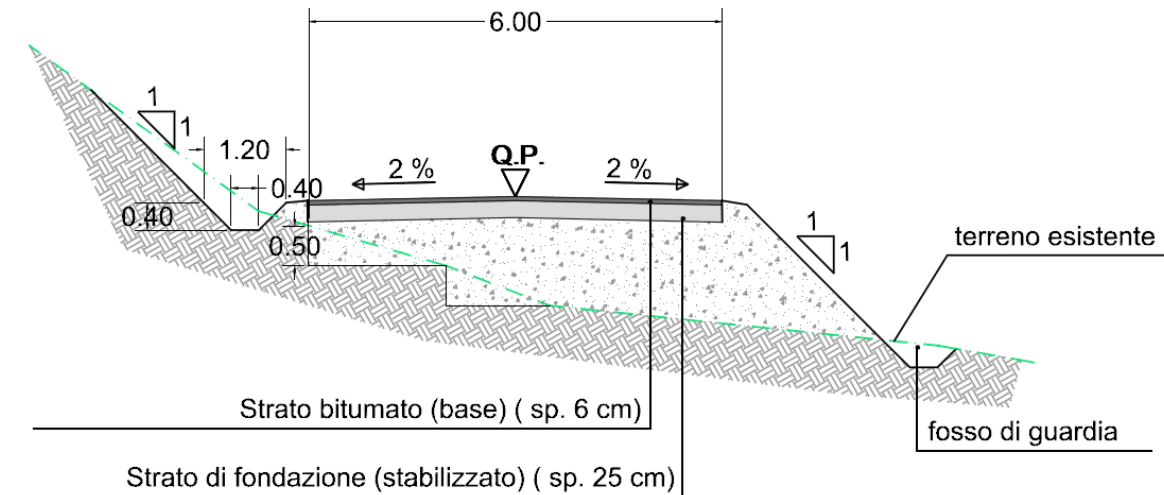


Figure 1-3

Se l'altezza del rilevato è superiore ad 1m per garantire la stabilità del pendio si utilizzerà un sistema di GEOBLOC.

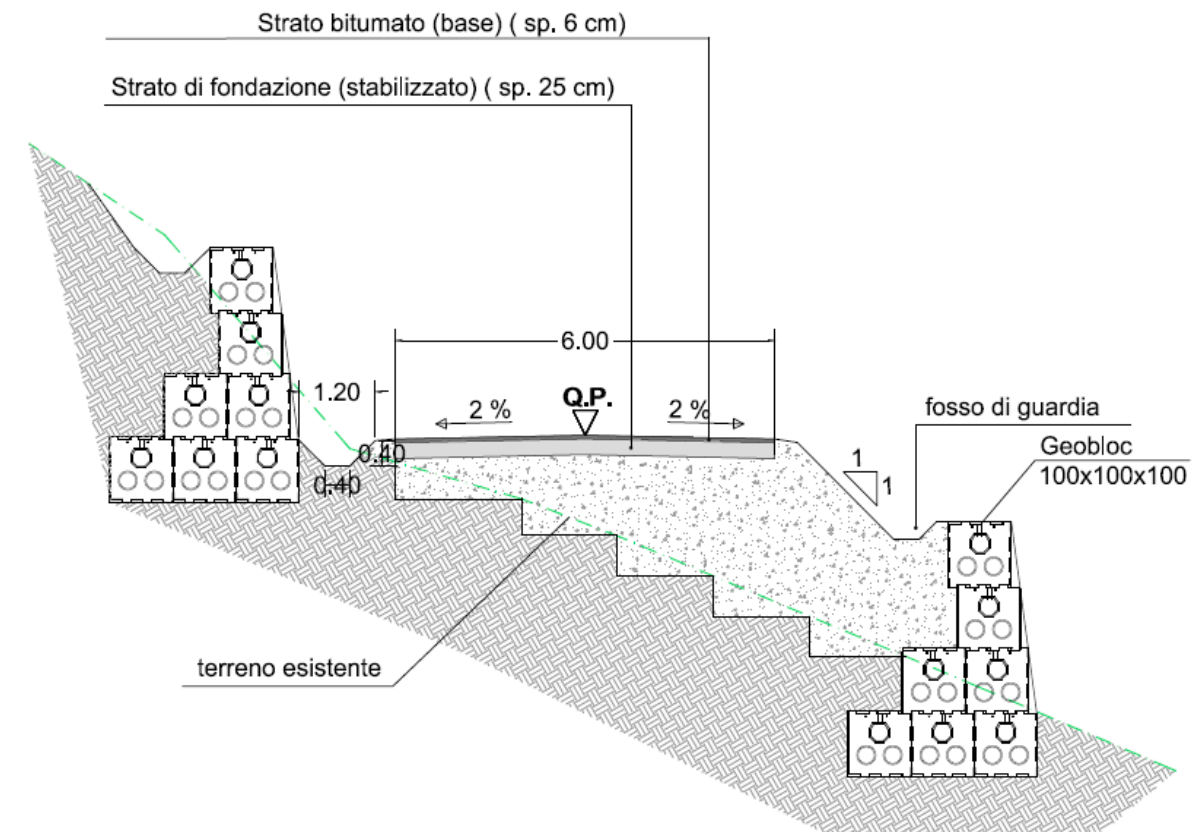


Figure 1-4

Il progetto delle piste di cantiere prevede un pacchetto strutturale dello spessore complessivo di 31cm, con le seguenti caratteristiche:

- formazione di uno strato di fondazione in misto stabilizzato, spessore 25cm;
- stesa di uno strato di base bitumata, spessore 6cm.

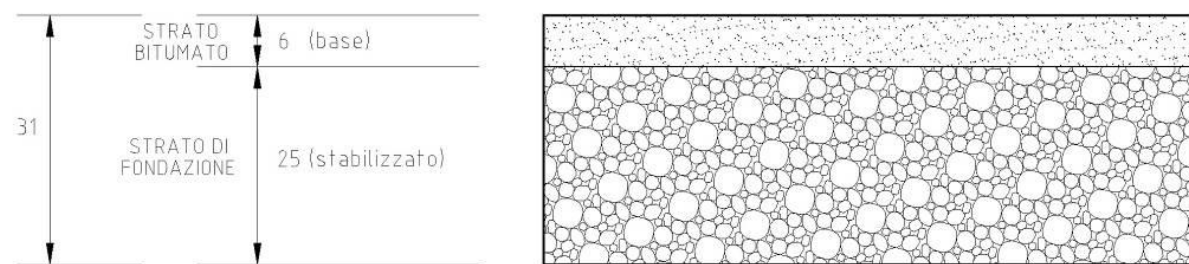


Figure 1-5

Nelle zone dove è prevista la pavimentazione della pista di cantiere, la velocità di percorrenza non dovrà essere superiore a 30 km/h. Nei tratti in curva sono stati previsti opportuni allargamenti per permettere l'iscrizione del veicolo.

La modalità realizzative sono volte a evitare la diffusione delle polveri, a garantire stabilità e a gestire correttamente le acque piovane.

2. ATMOSFERA

La stima dell'impatto sulla matrice qualità dell'aria è stato sviluppato nell'elaborato T00IA04AMBRE02A, del quale si riporta un'ampia sintesi.

2.1. RIFERIMENTI NORMATIVI

2.1.1. NORMATIVA NAZIONALE

Per quanto concerne le emissioni di sostanze inquinanti in atmosfera, il principale riferimento legislativo è il Decreto Legislativo 13 Agosto 2010, n.155: "Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa", riguardante i valori limite per il biossido di zolfo, biossido di azoto, monossido di carbonio, le particelle sospese (PM₁₀ e PM_{2.5}), benzene, piombo e i valori critici per la protezione della vegetazione per gli ossidi di zolfo e gli ossidi di azoto.

I valori limite degli inquinanti per la protezione della salute umana, i margini di tolleranza e le modalità di riduzione di tale margine sono definiti nel decreto nell'Allegato XI.

La maggior parte dei limiti di legge ivi indicati sono entrati in vigore a partire dall' 1 Gennaio 2005, altri dall' 1 Gennaio 2010. Nella Tabella 3-A seguente sono indicati, per i vari inquinanti, il periodo di mediazione, il valore limite e la data entro la quale il limite deve essere raggiunto.

Inquinante	Periodo di mediazione	Valore limite	Data alla quale il valore limite deve essere raggiunto
SO ₂	1 ora	350 µg/m ³ da non superare più di 2 volte per l'anno civile (corrisponde al 99.726 perc.)	1 Gennaio 2005
	24 ore	125 µg/m ³ da non superare più di 3 volte per l'anno civile (corrisponde al 99.178 perc.)	1 Gennaio 2005
NO ₂	1 ora	200 µg/m ³ NO ₂ da non superare più di 18 volte per l'anno civile (corrisponde al 99.794 perc.)	1 Gennaio 2010
	Anno civile	40 µg/m ³ NO ₂	1 Gennaio 2010
NO _x	Anno civile	30 µg/m ³ NO _x	-
PM ₁₀	24 ore	50 µg/m ³ da non superare più di 3 volte per l'anno civile (corrisponde al 90.410 perc.)	1 Gennaio 2005
	Anno civile	40 µg/m ³	1 Gennaio 2005
PM _{2.5}	Anno civile	25 µg/m ³	1 Gennaio 2015
Pb	Anno civile	0.5 µg/m ³	1 Gennaio 2005
Benzene	Anno civile	5 µg/m ³	1 Gennaio 2010
CO	Media massima giornaliera su 8 ore	10 mg/m ³	1 Gennaio 2005

Tabella 2-1: Valori limite per la protezione della salute umana (D. Lgs n. 155/2010).

Si riportano, inoltre, i livelli critici per la protezione della vegetazione, definiti dallo stesso decreto, per SO_x e NO_x.

Inquinante	Livello di protezione	Periodo di mediazione	Valore limite	Data alla quale il valore limite deve essere raggiunto
SO _x	Valore limite per la protezione degli ecosistemi	Anno civile e Inverno (1 Ottobre – 31 Marzo)	20 µg/m ³	-
NO _x	Valore limite per la protezione della vegetazione	Anno civile	30 µg/m ³ NO _x	-

Tabella 2-2 Livelli critici per la protezione della vegetazione (D. Lgs 155/2010).

A livello Regionale, la **Regione Marche** ha promulgato le seguenti norme:

- Delibera di Giunta Regionale n. 25 del 21 gennaio 2013 "Rete regionale di misura degli inquinanti atmosferici: convenzione con le Province e l'ARPAM in materia di monitoraggio della qualità dell'aria ambiente"
- Delibera Amministrativa del Consiglio Regionale n. 52 dell'8 maggio 2007 "Valutazione e gestione della qualità dell'aria ambiente (Decreto legislativo 4 agosto 1999, n. 351): zonizzazione del territorio regionale, piano di azione, individuazione autorità competente";
- Delibera di Giunta Regionale n. 238 del 26 marzo 2007 "Attuazione decreto legislativo n. 183/2004 relativo all'ozono nell'aria: individuazione dei punti di campionamento per la misurazione continua in siti fissi dell'ozono".
- Delibera di Giunta Regionale n. 1129 del 9 ottobre 2006 "Valutazione e gestione della qualità dell'aria ambiente (D. Lgs. 351/1999): individuazione della rete di monitoraggio atmosferico regionale ed altri provvedimenti";
- Legge Regionale 25 maggio 1999 n. 12 "Conferimento alle Province delle funzioni amministrative in materia di inquinamento atmosferico".

2.2. DESCRIZIONE DEL MODELLO PREVISIONALE

La valutazione degli impatti in fase di esercizio è stata eseguita applicando il CALPUFF, modello gaussiano a puff multistrato non stazionario, sviluppato da Earth Tech Inc, in grado di simulare il trasporto, la trasformazione e la deposizione atmosferica di inquinanti in condizioni meteo variabili non omogenee e non stazionarie.

CALPUFF è stato adottato da U.S. Environmental Protection Agency (U.S. EPA) nelle proprie linee guida sulla modellistica per la qualità dell'aria (40 CFR Part 51 Appendix W – Aprile 2003) come uno dei modelli preferiti in condizioni di simulazione long-range oppure per condizioni locali caratterizzate da condizioni meteorologiche complesse, ad esempio orografia complessa e calme di vento. Inoltre il modello appartiene alla tipologia di modelli consigliati dalle linee guida lombarde (Paragrafo 10, Allegato I) e descritti al paragrafo 3.1.2 della linea guida RTI CTN_ ACE 4/2001 "Linee guida per la selezione e l'applicazione dei modelli di dispersione atmosferica per la valutazione della qualità dell'aria", Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente, Centro Tematico Nazionale – Aria Clima Emissioni, 2001. Ne risulta che il modello CALPUFF è quindi uno dei tra i modelli più utilizzati e universalmente riconosciuti come supporto per gli studi di impatto ambientale.

Il sistema di modellazione CALPUFF è, infatti, un modello di dispersione e trasporto che analizza i puff di sostanze emesse da parte di sorgenti, simulando la dispersione ed i processi di trasformazione lungo il percorso in atmosfera delle sostanze stesse. Esso include tre componenti principali:

- pre-processore CALMET, un modello meteorologico, dotato di modulo diagnostico di vento, inizializzabile attraverso dati da stazioni (superficiali e in quota) e in grado di ricostruire i campi 3D di vento e temperatura e 2D dei parametri della turbolenza;
- CALPUFF, ossia il modello di dispersione gaussiana a puff;
- post-processore CALPOST, preposto all'estrazione dai file binari prodotti in uscita da CALPUFF.

Per gli approfondimenti sul modello si rimanda alla relazione specialistica T00IA04AMBRE01A.

2.3. DISPOSIZIONE DEI CANTIERI E LAYOUT

Il sistema di cantierizzazione delle opere di progetto individua e formato da cantieri principali (base e operativi) e da cantieri secondari (aree tecniche ed aree di stoccaggio).

Nella Figure 2-1 si riporta la posizione del cantiere base (CB) dei cantieri operativi (CO1; CO2; CO3) ed infine le aree tecniche (Da AT01 a AT06).

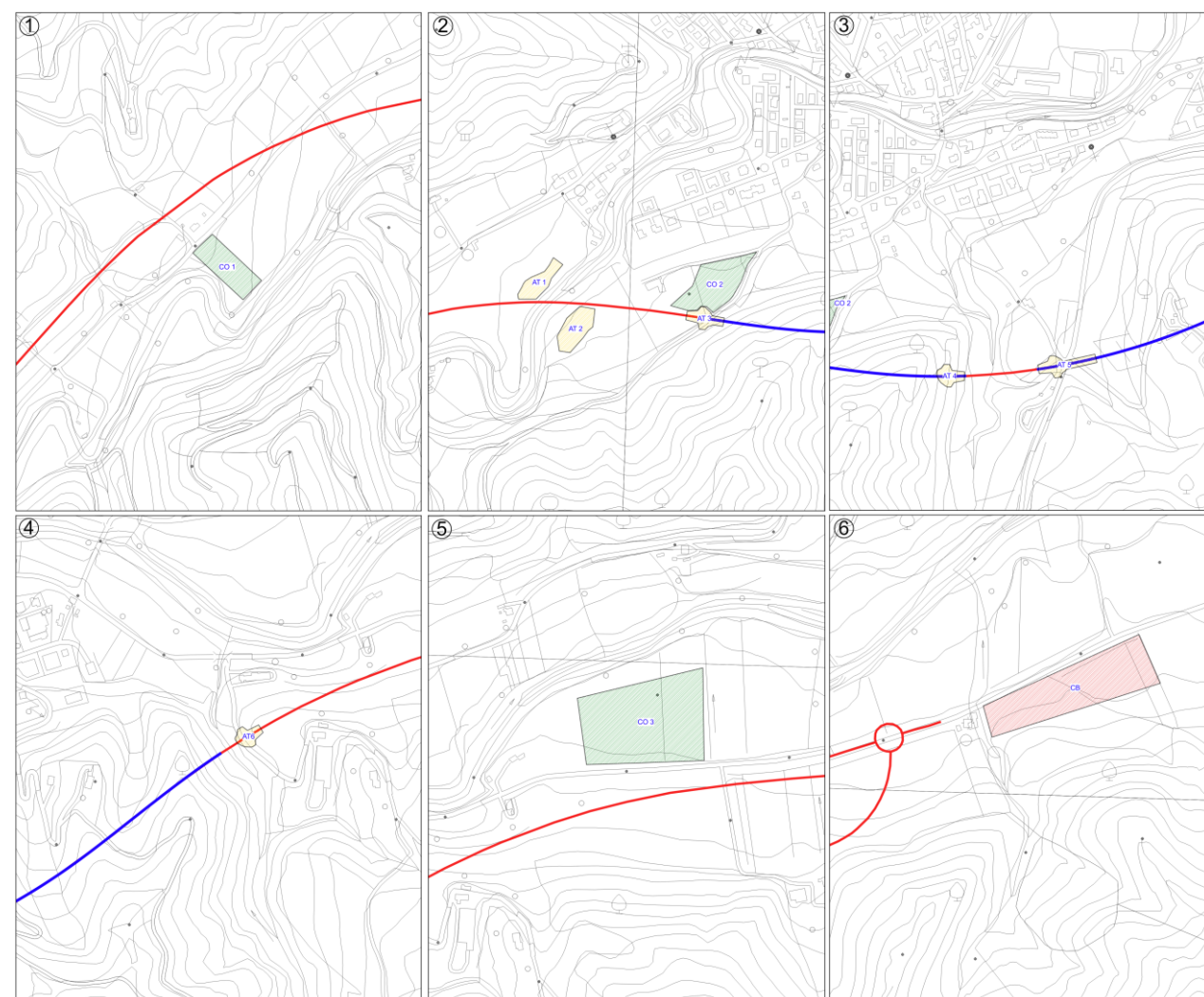


Figure 2-1 Posizione dei cantieri

2.4. CARATTERISTICHE DELLE SORGENTI

La prima attività da sviluppare per effettuare la valutazione degli impatti determinati dalle attività di cantiere relativamente alla componente atmosfera riguarda l'individuazione dei macchinari impiegati, delle tratte percorse dove possono sollevarsi la polvere (piste non asfaltate) e i movimenti terra che vengono effettuati.

E' stata ipotizzata una durata delle attività di 8 ore al giorno, nel periodo diurno dalle 8 alle 19. Nei paragrafi successivi sono riportati dati di input utilizzati per le differenti lavorazioni.

Nella costruzione dell'opera sono previste diverse fasi così riassumibili:

– FASE 0

L'inizio delle attività relative alla costruzione dell'opera sarà preceduto da una "fase 0" costituita da una serie di attività preliminari. Saranno quindi eseguiti gli espropri necessari, la risoluzione delle interferenze a cura degli enti gestori, si effettueranno le bonifiche degli ordigni bellici, saranno eseguite tutte le piste di cantiere sia quelle lungo il tracciato che quelle necessarie alla realizzazione delle opere d'arte e saranno allestiti i cantieri operativi in quanto cantieri fissi durante tutte le fasi dei lavori ed il campo base. Le aree tecniche saranno man mano che si procederà alla realizzazione delle opere.

– FASE 1

Durante la Fase 1 inizieranno fin da subito i lavori relativi alla realizzazione della galleria GN02, parallelamente saranno avviati tutti i lavori non interferenti, in quanto situati in punti del tracciato sufficientemente distanti tra loro.

Queste lavorazioni sono relative alle seguenti opere:

- connessione di inizio tracciato con la rotatoria del lotto precedente e deviazione provvisoria alla Pk. 1+160;
- viadotto S. Antonio;

Secondo le indicazioni del programma lavori si susseguiranno in cascata le lavorazioni suddividendo le squadre di lavoro secondo le seguenti attività:

- Intersezioni e nuove viabilità;
- Opere in sottoterraneo;
- Opere d'Arte principali (viadotti, sottopassi, cavalcavia, ponti);
- Opere idrauliche;
- Opere di sostegno;
- Corpo stradale.

Al completamento dello scavo della galleria naturale più lunga ovvero quella con scavo in naturale (GN02), si effettueranno gli scavi per i due cunicoli di fuga pedonale, a seguire i completamenti.

La realizzazione dello scavo della galleria artificiale alla Pk.1+160.00 sarà anticipata dalla realizzazione di una viabilità provvisoria, necessaria per ricucire via Campolungo e permettere anche la realizzazione della spalla e pila lato Fano del viadotto S. Antonio.

Anche prima della realizzazione della galleria artificiale alla Pk.1+700.00 sarà necessario effettuare una deviazione provvisoria per ricucire Strada S. Andrea in Corona e permettere l'accesso ad una abitazione privata.

L'ultima deviazione da effettuare sarà quella relativa alla realizzazione della rotatoria a fine lotto.

Le parti di corpo stradale (trincea/rilevato) seguiranno le fasi di realizzazione delle opere in quanto sarà necessario utilizzare parte del sedime della nuova viabilità come area tecnica.

– FASE 2

Le lavorazioni della fase 2 sono costituite da tutte quelle che riguardano il completamento dei lavori, queste attività possono essere schematicamente distinte:

- Pavimentazioni stradali;
- Barriere antirumore;
- Impianti;
- Fossi di guardia, canalette, embrici;
- Opere di finitura e segnaletica;
- Opere ambientali e mitigazioni.

Queste lavorazioni anche se saranno ultimane tutte con la data di fine lavori, come previsto dal crono programma, non interferiranno tra loro in quanto alcune attività inizieranno in modo sfalsato temporalmente e comunque saranno avviate in punti diversi del tracciato.

Per le emissioni degli inquinanti (perciò PM10, NO₂ e benzene) bisogna fare un distinguo fra le diverse tipologie di cantiere:

- per i cantieri operativi e campo base la presenza massiccia di macchine operatrici e i relativi movimenti delle terre sono limitati alla sola fase 0, per le restanti fasi tali mezzi sono dislocati nelle aree tecniche.
- Per le aree tecniche la presenza di macchine operatrici è maggiore nella fase 1 dove servono per la realizzazione delle varie opere progettuali, a quest'ultime si aggiungono anche le emissioni di gruppi elettrogeni che servono per l'illuminazione e nei casi delle prime fasi iniziali delle attività di cantiere in attesa della fornitura elettrica.

Nello sviluppo della modellizzazione le sorgenti verranno considerati in **modo uniforme** su tutta l'area del cantiere.

2.4.1. SORGENTI DEL CAMPO BASE

Di seguito si riporta l'elenco, ipotizzato sulla base di quanto rilevato in cantieri analoghi, delle macchine che in prima analisi potrebbero essere impiegate nel campo base nella fase 0.

Macchinario utilizzato	N° mezzi impiegati	Potenza max HP	% impiego giornaliero	% attività effettiva	Km percorsi piste non pavim.
Escavatore	10	120	40%	85%	Nota 1
Dumpers	12	250	40%	85%	0,1 Km
Buldozer	4	120	30%	85%	Nota 1
Rullo metal. vibrante	4	120	30%	85%	0,1 km
Rullo a piastre	2	15	30%	85%	-
Finatrici	2	120	30%	85%	0,1 km
Macchine perforatrici	4	120	20%	85%	-
Camion betoniera	8	175	30%	85%	0,1 km

Nota 1 Per queste tipologie di macchinari la percorrenza è calcolata in funzione dell'area giornaliera di scotico.

Tabella 2-3 Sorgenti all'interno del campo base CB

2.4.2. SORGENTI CANTIERI OPERATIVI

Di seguito si riporta l'elenco, ipotizzato sulla base di quanto rilevato in cantieri analoghi, delle macchine che in prima analisi potrebbero essere impiegati nei cantieri operativi durante la fase 0, va segnalato che a scopo conservativo tale configurazione di applica anche a quelli con superficie ridotta in cui solitamente le macchine utilizzate in contemporanea sono limitate.

Macchinario utilizzato	N° mezzi impiegati	Potenza max HP	% impiego giornaliero	% attività effettiva	Km percorsi piste non pavim.
Escavatore	2	120	40%	85%	Nota 1
Dumpers	1	250	40%	85%	0,1 km
Buldozer	1	120	30%	85%	Nota 1
Rullo metal. vibrante	1	120	30%	85%	0,1 km
Finitrici	1	120	30%	85%	0,1 km
Macchine perforatrici	1	120	20%	85%	-

Nota 1 Per queste tipologie di macchinari la percorrenza è calcolate in funzione dell'area giornaliera di scotico.

Tabella 2-4 Sorgenti all'interno dei cantieri operativi CO

2.4.3. SORGENTI DELLE AREE TECNICHE

Le Aree Tecniche (AT), differiscono dai Cantieri Operativi per le loro minori dimensioni. Si tratta, infatti, di aree generalmente ubicate in corrispondenza delle opere d'arte puntuali da realizzare e non comprendono impianti fissi di grandi dimensioni. Inoltre sono attivi per il tempo strettamente necessario alla realizzazione delle opere di riferimento. In talune aree tecniche sono previste anche le aree per lo stoccaggio temporaneo delle terre.

Queste aree possono essere classificate a seconda della destinazione, in particolare

- Aree tecniche di viadotti
- Aree tecniche di galleria naturale e galleria artificiale
- Aree di lavorazione allo scoperto: rilevati-trincee

Nella presente valutazione sono state considerate le due aree tecniche AT 05 e AT 06 specifiche per la galleria naturale Mercatello 2, in queste aree le attività sono più prolungate e con maggior presenza di ricettori nelle immediate vicinanze.

Per queste due aree si prevede la seguente configurazione di dotazioni e macchinari nella fase 0 di preparazione iniziale:

Macchinario utilizzato	N° mezzi impiegati	Potenza max HP	% impiego giornaliero	% attività effettiva	Km percorsi piste non pavim.AR
Escavatore	2	120	40%	85%	Nota 1
Dumpers	1	250	40%	85%	0,1 km

PROGETTAZIONE ATI:

Buldozer	1	120	30%	85%	Nota 1
Finitrici	1	120	30%	85%	0,1 km
Macchine perforatrici	1	120	20%	85%	-
Camion Betoniera	1	175	30%	85%	0,1 km

Nota 1 Per queste tipologie di macchinari la percorrenza è calcolate in funzione dell'area giornaliera di scotico.

Tabella 2-5

Mentre nella fase 1 in corrispondenza della realizzazione della galleria GN02 si prevede la seguente configurazione:

Macchinario utilizzato	N° mezzi impiegati	Potenza max HP	% impiego giornaliero	% attività effettiva	Km percorsi piste non pavim.
Escavatore	2	120	40%	85%	0,1 Km
Dumpers	3	250	40%	85%	0.1 km Nota 2
Buldozer	1	120	30%	85%	0,1 km
Finitrici	1	120	30%	85%	0,1 km
Macchine perforatrici	1	120	20%	85%	-
Camion Betoniera	1	175	30%	85%	0,1 km
Generatore 250 HP	1	250	50%	85%	-

Nota 2 Per il calcolo delle percorrenze di questa tipologia di mezzi si calcola ipotizzando che per la realizzazione della galleria GN02 sia necessario movimentare 114638 m³ così come previsto nel documento preliminare relativa all'ipotesi tre del tracciato trattato nel SIA, questo volume verrà poi suddiviso fra le due aree tecniche AT05 e AT06 e riferite alle giornate di lavoro effettive previste da cronoprogramma lavori (Cfr documento T00CA01CANCRO1A) questo porta ad una movimentazione giornaliera di 210 m³ per ogni cantiere pari a circa 16 viaggi AR.

Tabella 2-6

2.5. ALGORITMI DI CALCOLO

Al fine di stimare le emissioni dei principali inquinanti caratteristici di ogni fase sono stati utilizzati specifici algoritmi di calcolo per:

- Sollevamento di polveri prodotte durante la fase di scotico;
- Formazione e stoccaggio di cumuli di inerti;
- Emissioni dei mezzi su piste non asfaltate;
- Emissioni delle macchine operatrici;
- Emissione del frantoio presente nel Campo Operativo 3;
- Emissioni di PM10 durante lo scavo di sbancamento;
- Polveri PM10 durante il carico su mezzo di trasporto del materiale derivante dallo scavo

- Polveri PM10 durante scarico del materiale.

2.5.1. CALCOLO QUANTITATIVO DELLE EMISSIONI

In base agli algoritmi di calcolo citati nel presente paragrafo sono state calcolate le polveri e degli ossidi di azoto. Per il benzene si è valutato partendo dalle concentrazioni indicate dalla banca dati dei fattori di emissione medi del trasporto stradale in Italia dell'ISPRA basata sull'EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2019 ed è coerente con le Guidelines IPCC 2006 relativamente ai gas serra e rapportandole alle quantità emesse degli altri inquinanti.

Nome Cantiere	Fase costruzione	Superficie m ²	Ore di lavoro dal lunedì al venerdì	PM ₁₀ g/s/m ²	NO _x g/s/m ²	Benzene g/s/m ²
CB	Fase 0	18407	8	2,65E-06	8,65E-06	2,28E-10
CO1	Fase 0	4445	8	3,01E-06	4,18E-06	1,10E-10
CO2	Fase 0	5992	8	2,68E-06	3,10E-06	8,16E-11
CO3	Fase 0	24202	8	6,73E-07	7,67E-07	2,02E-11
AT05	Fase 0	1657	8	6,41E-06	1,27E-05	3,33E-10
AT06	Fase 0	984	8	7,41E-06	2,13E-05	5,61E-10
AT05	Fase 1	1657	8	7,25E-06	2,96E-05	7,79E-10
AT06	Fase 1	984	8	1,22E-05	4,99E-05	1,31E-09

Tabella 2-7 Dati calcolati per i diversi cantieri/fasi.

Per il cantiere CO3 nella fase 1 è presente anche un impianto di frantumazione che a seguito dell'applicazione delle attività di mitigazione non risultano significative. Per le successive simulazioni si valuteranno le fasi più impattanti.

2.6. RICETTORI CONSIDERATI

Al fine del presente studio sono stati considerati i ricettori residenziali e produttivi presenti nell'area della nuova infrastruttura, come criterio generali sono stati considerati quelli presenti in un buffer di 500 metri dall'asse stradale codificati con la lettera R per quelli di tipo residenziale e con la lettera P quelli produttivi, in quest'area non si sono riscontrate aree naturalistiche. Nelle Figure 2-2 e Figure 2-3 si riportano in mappa la posizione dei ricettori individuati prossima al tracciato, mentre in Tabella 2-8 si riportano le coordinate degli stessi.

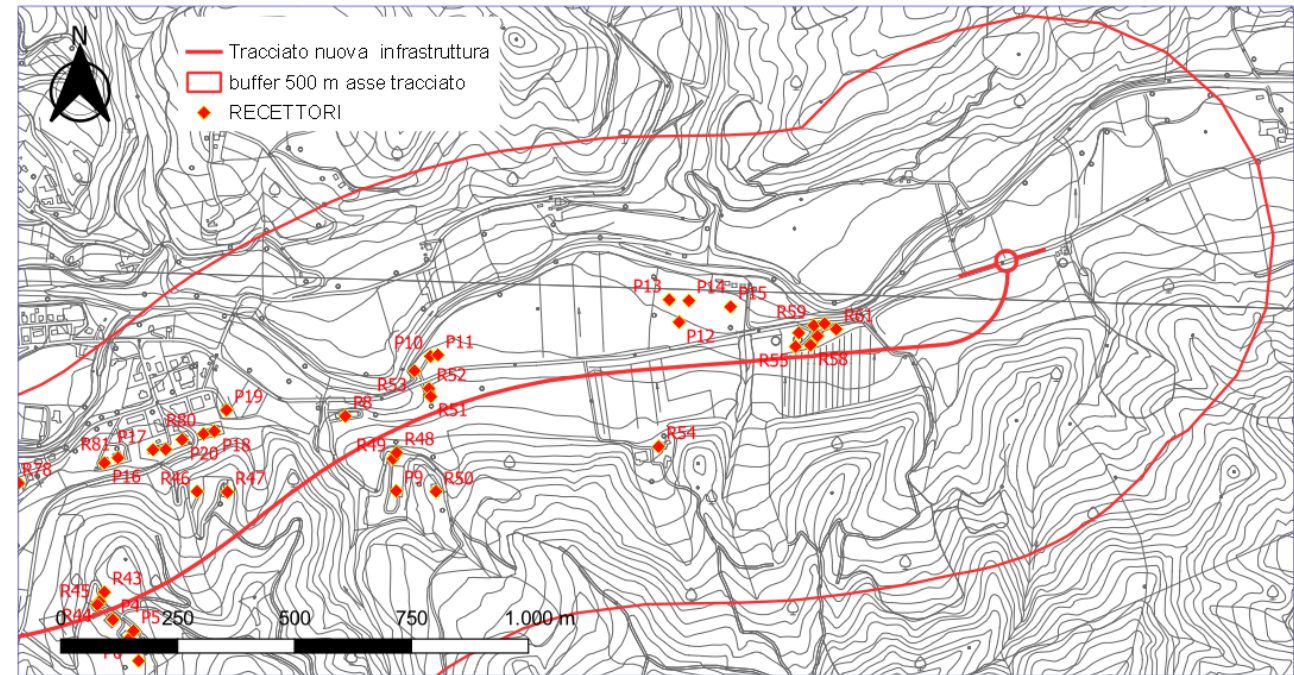


Figure 2-2 Ricettori parte Est del tracciato

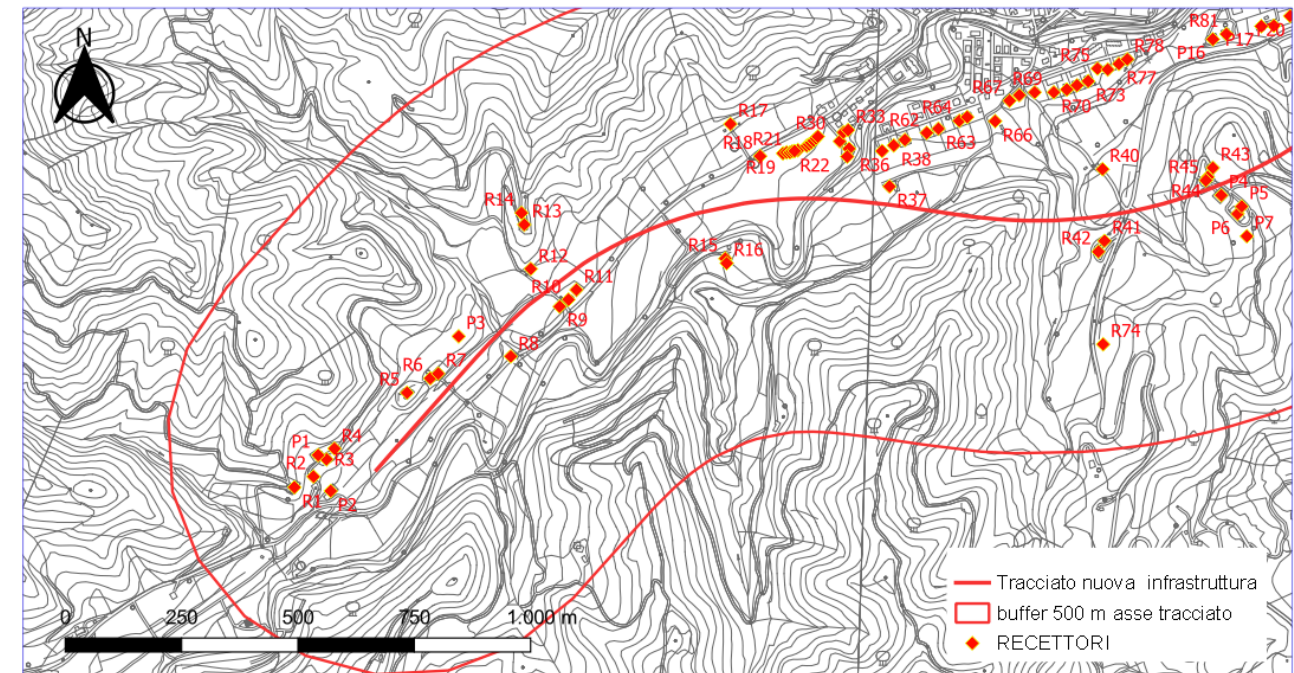


Figure 2-3 Ricettori parte Ovest del tracciato

Sigla Ricettore	X UTM33 Km	Y UTM33 Km	Sigla Ricettore	X UTM33 Km	Y UTM33 Km
P1	283,6487	4835,027	R41	285,34	4835,487
P10	286,2692	4836,149	R42	285,3263	4835,464
P11	286,2853	4836,152	R43	285,5733	4835,645
P12	286,8011	4836,221	R44	285,5603	4835,625
P13	286,7791	4836,27	R45	285,5565	4835,618

Sigla Ricettore	X UTM33 Km	Y UTM33 Km	Sigla Ricettore	X UTM33 Km	Y UTM33 Km
P14	286,8227	4836,268	R46	285,7722	4835,859
P15	286,9104	4836,253	R47	285,8354	4835,859
P16	285,5713	4835,921	R48	286,1972	4835,941
P17	285,6753	4835,95	R49	286,1876	4835,929
P18	285,8074	4835,988	R5	283,8413	4835,162
P19	285,8338	4836,033	R50	286,2821	4835,86
P2	283,677	4834,95	R51	286,2708	4836,063
P20	285,7385	4835,972	R52	286,2652	4836,081
P3	283,9501	4835,282	R53	286,2356	4836,116
P4	285,5908	4835,584	R54	286,7579	4835,955
P5	285,635	4835,562	R55	287,0498	4836,169
P6	285,6251	4835,545	R56	287,0573	4836,199
P7	285,6457	4835,496	R57	287,0978	4836,191
P8	286,0875	4836,02	R58	287,0828	4836,172
P9	286,198	4835,86	R59	287,0891	4836,214
R1	283,5979	4834,958	R6	283,8898	4835,192
R10	284,1867	4835,361	R60	287,1121	4836,218
R11	284,2035	4835,382	R61	287,1364	4836,206
R12	284,1052	4835,427	R62	284,9565	4835,72
R13	284,0924	4835,522	R63	284,9832	4835,728
R14	284,0846	4835,547	R64	285,029	4835,746
R15	284,5241	4835,449	R65	285,0427	4835,754
R16	284,5273	4835,438	R66	285,1044	4835,743
R17	284,5346	4835,738	R67	285,1357	4835,79
R18	284,5995	4835,668	R68	285,1555	4835,8
R19	284,6481	4835,675	R69	285,1898	4835,809
R2	283,6391	4834,98	R7	283,9071	4835,201
R20	284,6554	4835,677	R70	285,231	4835,806
R21	284,6635	4835,677	R71	285,2584	4835,814
R22	284,668	4835,679	R72	285,2821	4835,822
R23	284,6736	4835,68	R73	285,3026	4835,83
R24	284,6799	4835,683	R74	285,3395	4835,266
R25	284,6987	4835,691	R75	285,324	4835,857
R26	284,704	4835,693	R76	285,3461	4835,854
R27	284,7085	4835,698	R77	285,372	4835,868
R28	284,7137	4835,702	R78	285,3865	4835,876
R29	284,7193	4835,707	R79	285,7049	4835,949
R3	283,6674	4835,018	R8	284,0624	4835,239
R30	284,7235	4835,711	R80	285,785	4835,983
R31	284,7713	4835,701	R81	285,6009	4835,932
R32	284,7774	4835,721	R82	286,1448	4836,317
R33	284,7873	4835,727	R83	286,1648	4836,359
R34	284,7896	4835,688	R84	286,266	4836,378
R35	284,7865	4835,668	R85	286,5471	4836,477
R36	284,8612	4835,681	R86	286,5034	4836,474
R37	284,8757	4835,604	R87	287,6333	4836,388
R38	284,8872	4835,693	R88	287,6092	4836,37
R39	284,9093	4835,705	R89	287,6321	4836,37

Sigla Ricettore	X UTM33 Km	Y UTM33 Km	Sigla Ricettore	X UTM33 Km	Y UTM33 Km
R4	283,6854	4835,042	R9	284,1675	4835,347
R40	285,3369	4835,64	R90	287,2919	4836,534

Tabella 2-8 Posizione dei ricettori in UTM 33 chilometriche

2.7. RISULTATI

2.7.1. RISULTATI DELLE SIMULAZIONI

I dettagli delle misure le mappe isoconcentrazione dei vari scenari sono presentati negli allegati indicati nella presente tabella.

Codice documento	Contenuto del documento
T00IA04AMBRE02A	Relazione valutazione previsionale di impatto atmosferico - fase cantiere
T00IA04AMBRE04A	Tabella dei risultati ai recettori - fase cantiere
T00IA04AMBPL04A	Planimetria recettori (fase di cantiere) - Tav. 1 di 3
T00IA04AMBPL05A	Planimetria recettori (fase di cantiere) - Tav. 2 di 3
T00IA04AMBPL06A	Planimetria recettori (fase di cantiere) - Tav. 3 di 3
T00IA04AMBPL37A	Carte isoconcentrazione NO2 media oraria 99.8 percentile (fase cantiere) - Tav. 1 di 3
T00IA04AMBPL38A	Carte isoconcentrazione NO2 media oraria 99.8 percentile (fase cantiere) - Tav. 2 di 3
T00IA04AMBPL39A	Carte isoconcentrazione NO2 media oraria 99.8 percentile (fase cantiere) - Tav. 3 di 3
T00IA04AMBPL40A	Carte isoconcentrazione NO2 media annuale (fase cantiere) - Tav. 1 di 3
T00IA04AMBPL41A	Carte isoconcentrazione NO2 media annuale (fase cantiere) - Tav. 2 di 3
T00IA04AMBPL42A	Carte isoconcentrazione NO2 media annuale (fase cantiere) - Tav. 3 di 3
T00IA04AMBPL43A	Carte isoconcentrazione PM10 media giornaliera 90.4 percentile (fase cantiere) - Tav. 1 di 3
T00IA04AMBPL44A	Carte isoconcentrazione PM10 media giornaliera 90.4 percentile (fase cantiere) - Tav. 2 di 3
T00IA04AMBPL45A	Carte isoconcentrazione PM10 media giornaliera 90.4 percentile (fase cantiere) - Tav. 3 di 3
T00IA04AMBPL46A	Carte isoconcentrazione PM10 media anno (fase cantiere) - Tav. 1 di 3
T00IA04AMBPL47A	Carte isoconcentrazione PM10 media anno (fase cantiere) - Tav. 2 di 3
T00IA04AMBPL48A	Carte isoconcentrazione PM10 media anno (fase cantiere) - Tav. 3 di 3

Tabella 2-9 Lista documenti prodotti.

2.7.2. VALORI CALCOLATI

Va segnalato che sono stati considerati nella valutazione atmosfera diverse tipologie di ricettori acustici in particolare modo:

- Ricettori in prossimità dei diversi cantieri

I risultati esposti nella Tabella 2-10 Valori calcolati sui ricettori sono quelli prodotti dal modello matematico nei diversi scenari considerati in funzione del massimo impatto verso la componente atmosfera:

- Scenario relativo alla fase 0 specifico per la preparazione delle aree di cantiere di tipo operativo (CO) e per il campo base.
- Scenario della fase 1 dove vengono volte la maggior parte delle attività di costruzione dell'opera, questo scenario è stato calcolato sulle aree tecniche dove si concentrano le attività impattanti, in particolar modo sui cantieri AT05 e AT06 specifici per la realizzazione della galleria naturale GN02

Alle concentrazioni calcolate vanno sommate i contributi delle altre sorgenti presenti nelle aree in cui sono localizzati i ricettori.

Va considerato che nel calcolo non sono state considerate le operazioni di mitigazione che possono agire in modo sensibile sulle concentrazioni di polveri PM10 in particolare:

Nella tabella le sigle vanno così interpretate:

- NO₂ 99.8P Come il valore del 99,8 percentile delle medie orarie.
- NO₂ Anno Come media annuale.
- PM₁₀ 90.4P Come il valore del 90,4 percentile delle medie giornaliere.
- PM₁₀ Anno Come media annuale.
- Benz. Anno Come benzene media annuale.

Ricett.	Fase 0 cantieri CO1; CO2; CO3; CB					Fase 1 cantieri AT05; AT06				
	NO ₂ 99.8P	NO ₂ Anno	PM ₁₀ 90.4P	PM ₁₀ Anno	Benz. Anno	NO ₂ 99.8P	NO ₂ Anno	PM ₁₀ 90.4P	PM ₁₀ Anno	Benz. Anno
	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
P1	0,64	0,12	0,08	0,02	0,00	0,14	0,00	0,01	0,00	0,00
P10	6,41	1,39	0,80	0,24	0,00	7,51	0,16	0,46	0,16	0,00
P11	7,04	1,56	0,86	0,27	0,00	8,86	0,17	0,49	0,16	0,00
P12	3,12	0,83	0,37	0,10	0,00	0,89	0,02	0,05	0,02	0,00
P13	3,30	0,86	0,37	0,11	0,00	1,03	0,02	0,05	0,02	0,00
P14	3,07	0,83	0,35	0,10	0,00	0,97	0,02	0,05	0,02	0,00
P15	3,61	0,85	0,31	0,08	0,00	0,72	0,01	0,04	0,01	0,00
P16	0,78	0,22	0,10	0,03	0,00	1,07	0,06	0,16	0,06	0,00
P17	0,94	0,24	0,11	0,04	0,00	1,11	0,06	0,15	0,06	0,00
P18	1,23	0,28	0,15	0,04	0,00	1,12	0,05	0,12	0,05	0,00
P19	1,30	0,29	0,15	0,04	0,00	0,88	0,03	0,09	0,03	0,00
P2	0,55	0,12	0,07	0,02	0,00	0,16	0,00	0,01	0,00	0,00
P20	1,09	0,26	0,13	0,04	0,00	0,79	0,04	0,10	0,04	0,00
P3	1,52	0,30	0,18	0,05	0,00	0,24	0,01	0,02	0,01	0,00
P4	0,62	0,18	0,07	0,02	0,00	2,62	0,11	0,30	0,11	0,00
P5	0,62	0,18	0,07	0,02	0,00	2,17	0,09	0,25	0,09	0,00

Ricett.	Fase 0 cantieri CO1; CO2; CO3; CB					Fase 1 cantieri AT05; AT06				
	NO ₂ 99.8P	NO ₂ Anno	PM ₁₀ 90.4P	PM ₁₀ Anno	Benz. Anno	NO ₂ 99.8P	NO ₂ Anno	PM ₁₀ 90.4P	PM ₁₀ Anno	Benz. Anno
	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
P6	0,59	0,18	0,07	0,02	0,00	4,90	0,12	0,39	0,12	0,00
P7	0,55	0,17	0,07	0,02	0,00	4,44	0,10	0,32	0,10	0,00
P8	2,80	0,64	0,37	0,10	0,00	1,58	0,05	0,14	0,04	0,00
P9	2,12	0,54	0,27	0,08	0,00	1,45	0,03	0,11	0,03	0,00
R1	0,42	0,09	0,06	0,02	0,00	0,14	0,00	0,01	0,00	0,00
R10	3,10	0,66	0,33	0,10	0,00	0,40	0,01	0,03	0,01	0,00
R11	5,77	1,11	0,52	0,16	0,00	0,42	0,01	0,04	0,01	0,00
R12	1,52	0,26	0,14	0,04	0,00	0,35	0,01	0,03	0,01	0,00
R13	1,57	0,24	0,13	0,04	0,00	0,35	0,01	0,03	0,01	0,00
R14	1,72	0,24	0,13	0,04	0,00	0,34	0,01	0,03	0,01	0,00
R15	1,92	0,51	0,32	0,09	0,00	0,80	0,02	0,06	0,02	0,00
R16	1,40	0,37	0,21	0,06	0,00	0,79	0,02	0,06	0,02	0,00
R17	2,08	0,41	0,25	0,07	0,00	0,77	0,01	0,05	0,01	0,00
R18	2,99	0,51	0,31	0,09	0,00	0,92	0,01	0,06	0,02	0,00
R19	3,43	0,55	0,35	0,10	0,00	1,45	0,02	0,09	0,02	0,00
R2	0,55	0,11	0,07	0,02	0,00	0,14	0,00	0,01	0,00	0,00
R20	3,44	0,55	0,34	0,10	0,00	0,97	0,02	0,06	0,02	0,00
R21	3,53	0,56	0,35	0,10	0,00	1,02	0,02	0,07	0,02	0,00
R22	3,59	0,57	0,35	0,10	0,00	1,03	0,02	0,07	0,02	0,00
R23	3,26	0,55	0,33	0,10	0,00	0,96	0,02	0,06	0,02	0,00
R24	3,34	0,55	0,33	0,10	0,00	1,01	0,02	0,07	0,02	0,00
R25	1,89	0,41	0,26	0,07	0,00	1,93	0,03	0,11	0,03	0,00
R26	1,47	0,37	0,22	0,06	0,00	1,95	0,03	0,11	0,03	0,00
R27	0,88	0,30	0,19	0,05	0,00	1,54	0,02	0,09	0,02	0,00
R28	2,41	0,46	0,30	0,08	0,00	1,16	0,02	0,07	0,02	0,00
R29	3,44	0,56	0,35	0,10	0,00	1,13	0,02	0,07	0,02	0,00
R3	0,61	0,12	0,08	0,02	0,00	0,15	0,00	0,01	0,00	0,00
R30	1,22	0,33	0,20	0,06	0,00	1,21	0,02	0,08	0,02	0,00
R31	3,39	0,59	0,38	0,10	0,00	0,87	0,02	0,07	0,02	0,00
R32	2,34	0,47	0,29	0,08	0,00	0,91	0,02	0,07	0,02	0,00
R33	0,81	0,27	0,16	0,05	0,00	0,96	0,02	0,07	0,02	0,00
R34	1,04	0,34	0,20	0,06	0,00	0,97	0,02	0,07	0,02	0,00
R35	2,11	0,50	0,30	0,09	0,00	1,05	0,02	0,08	0,02	0,00

Ricett.	Fase 0 cantieri CO1; CO2; CO3; CB					Fase 1 cantieri AT05; AT06				
	NO ₂ 99.8P	NO ₂ Anno	PM ₁₀ 90.4P	PM ₁₀ Anno	Benz. Anno	NO ₂ 99.8P	NO ₂ Anno	PM ₁₀ 90.4P	PM ₁₀ Anno	Benz. Anno
	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
R36	0,76	0,23	0,12	0,04	0,00	1,30	0,03	0,10	0,03	0,00
R37	1,71	0,76	0,42	0,13	0,00	1,39	0,03	0,11	0,03	0,00
R38	0,97	0,31	0,18	0,05	0,00	1,23	0,03	0,09	0,03	0,00
R39	0,81	0,27	0,15	0,04	0,00	1,35	0,03	0,10	0,03	0,00
R4	0,68	0,13	0,08	0,02	0,00	0,15	0,00	0,01	0,00	0,00
R40	0,51	0,19	0,09	0,03	0,00	10,06	0,22	0,74	0,20	0,00
R41	1,40	0,27	0,17	0,04	0,00	39,12	1,32	3,26	1,10	0,00
R42	0,47	0,16	0,08	0,02	0,00	26,52	0,82	2,07	0,69	0,00
R43	0,65	0,19	0,08	0,03	0,00	2,59	0,13	0,29	0,12	0,00
R44	0,62	0,18	0,08	0,03	0,00	3,25	0,14	0,34	0,14	0,00
R45	0,61	0,18	0,07	0,03	0,00	2,30	0,10	0,23	0,09	0,00
R46	1,07	0,26	0,13	0,04	0,00	1,02	0,06	0,17	0,06	0,00
R47	1,21	0,29	0,14	0,04	0,00	1,34	0,07	0,21	0,07	0,00
R48	2,89	0,73	0,40	0,12	0,00	2,53	0,05	0,15	0,05	0,00
R49	2,74	0,69	0,37	0,11	0,00	2,59	0,05	0,15	0,05	0,00
R5	1,43	0,26	0,16	0,04	0,00	0,19	0,00	0,02	0,01	0,00
R50	2,14	0,55	0,27	0,08	0,00	1,13	0,02	0,08	0,03	0,00
R51	5,19	1,31	0,74	0,22	0,00	6,33	0,17	0,45	0,16	0,00
R52	5,51	1,34	0,76	0,23	0,00	7,82	0,18	0,48	0,17	0,00
R53	5,40	1,19	0,68	0,20	0,00	9,83	0,22	0,62	0,21	0,00
R54	2,46	0,64	0,24	0,06	0,00	0,69	0,01	0,04	0,01	0,00
R55	5,13	1,13	0,29	0,08	0,00	0,44	0,01	0,03	0,01	0,00
R56	5,25	1,15	0,30	0,08	0,00	0,48	0,01	0,03	0,01	0,00
R57	6,05	1,30	0,33	0,09	0,00	0,43	0,01	0,02	0,01	0,00
R58	5,70	1,24	0,31	0,08	0,00	0,43	0,01	0,02	0,01	0,00
R59	5,91	1,26	0,32	0,09	0,00	0,45	0,01	0,03	0,01	0,00
R6	1,38	0,28	0,17	0,05	0,00	0,21	0,01	0,02	0,01	0,00
R60	6,34	1,36	0,35	0,09	0,00	0,43	0,01	0,02	0,01	0,00
R61	6,89	1,48	0,36	0,10	0,00	0,40	0,01	0,02	0,01	0,00
R62	0,64	0,26	0,13	0,04	0,00	1,62	0,03	0,11	0,03	0,00
R63	0,60	0,27	0,13	0,04	0,00	1,88	0,03	0,12	0,03	0,00
R64	0,51	0,23	0,10	0,04	0,00	4,94	0,07	0,20	0,06	0,00
R65	0,51	0,24	0,10	0,04	0,00	5,07	0,07	0,20	0,06	0,00

Ricett.	Fase 0 cantieri CO1; CO2; CO3; CB					Fase 1 cantieri AT05; AT06				
	NO ₂ 99.8P	NO ₂ Anno	PM ₁₀ 90.4P	PM ₁₀ Anno	Benz. Anno	NO ₂ 99.8P	NO ₂ Anno	PM ₁₀ 90.4P	PM ₁₀ Anno	Benz. Anno
	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
R66	0,60	0,30	0,12	0,05	0,00	6,29	0,08	0,24	0,08	0,00
R67	0,61	0,37	0,14	0,06	0,00	6,23	0,08	0,25	0,07	0,00
R68	0,57	0,32	0,13	0,05	0,00	6,41	0,08	0,26	0,07	0,00
R69	0,55	0,31	0,13	0,05	0,00	6,89	0,08	0,28	0,08	0,00
R7	1,38	0,29	0,17	0,05	0,00	0,22	0,01	0,02	0,01	0,00
R70	0,53	0,28	0,11	0,05	0,00	5,70	0,08	0,29	0,08	0,00
R71	0,53	0,27	0,11	0,04	0,00	4,75	0,08	0,27	0,07	0,00
R72	0,52	0,25	0,10	0,04	0,00	2,73	0,06	0,20	0,06	0,00
R73	0,51	0,24	0,10	0,04	0,00	7,11	0,11	0,37	0,10	0,00
R74	0,40	0,14	0,06	0,02	0,00	2,25	0,08	0,25	0,07	0,00
R75	0,54	0,26	0,11	0,04	0,00	7,14	0,11	0,41	0,11	0,00
R76	0,54	0,23	0,10	0,04	0,00	3,97	0,09	0,32	0,08	0,00
R77	0,56	0,23	0,10	0,03	0,00	5,57	0,11	0,40	0,11	0,00
R78	0,57	0,24	0,11	0,04	0,00	2,91	0,08	0,29	0,08	0,00
R79	1,00	0,25	0,12	0,04	0,00	6,57	0,17	0,58	0,16	0,00
R8	3,17	0,72	0,38	0,11	0,00	0,30	0,01	0,03	0,01	0,00
R80	1,23	0,28	0,14	0,04	0,00	0,88	0,04	0,10	0,04	0,00
R81	0,82	0,22	0,10	0,03	0,00	0,97	0,06	0,15	0,06	0,00
R82	2,24	0,42	0,22	0,07	0,00	5,13	0,10	0,39	0,10	0,00
R83	2,01	0,38	0,20	0,06	0,00	4,66	0,09	0,35	0,09	0,00
R84	2,45	0,45	0,26	0,07	0,00	4,43	0,08	0,29	0,08	0,00
R85	3,27	0,78	0,41	0,12	0,00	2,04	0,03	0,10	0,04	0,00
R86	3,09	0,70	0,37	0,11	0,00	2,30	0,04	0,12	0,04	0,00
R87	89,63	21,03	3,59	1,08	0,00	0,20	0,00	0,01	0,00	0,00
R88	68,86	16,81	2,85	0,87	0,00	0,21	0,00	0,01	0,00	0,00
R89	87,01	26,59	4,09	1,35	0,00	0,20	0,00	0,01	0,00	0,00
R9	3,95	0,64	0,32	0,09	0,00	0,37	0,01	0,03	0,01	0,00
R90	10,52	1,47	0,35	0,09	0,00	0,39	0,01	0,02	0,01	0,00

Tabella 2-10 Valori calcolati sui ricettori

2.8. MISURE DI MITIGAZIONE DA ATTIVARE IN FASE DI CANTIERE

Nella valutazione previsionale **non sono state considerate le misure di mitigazione** che possono essere attivate per ridurre gli effetti riducendo le concentrazioni effettive in modo sostanziale.

In ogni caso al fine di mitigare i temporanei impatti sulla qualità dell'aria, in fase di cantiere saranno prese tutte le misure necessarie a ridurre le emissioni in atmosfera. In particolare saranno adottate le seguenti modalità operative:

- bagnatura periodica delle superfici di cantiere in relazione al passaggio dei mezzi e delle operazioni di carico/scarico, con aumento della frequenza delle bagnature durante la stagione estiva;
- ottimizzazione del carico dei mezzi di trasporto al fine di limitare il numero di viaggi necessari all'approvvigionamento dei materiali;
- nella movimentazione e carico del materiale polverulento sarà garantita una ridotta altezza di caduta del materiale sul mezzo di trasporto, per limitare al minimo la dispersione di polveri;
- la velocità massima all'interno dell'area di cantiere è di 5 km/h, tale da garantire la stabilità dei mezzi e del loro carico.
- il trasporto di materiale sfuso, che possa dare origine alla dispersione di polveri, avverrà con mezzi telonati;
- durante le operazioni di carico/scarico dell'automezzo sarà spento sempre il motore;
- nell'area di cantiere il materiale sarà coperto con teli traspiranti o comunque mantenuto umido in modo da minimizzare la dispersione di polveri.
- adozione di velocità ridotta da parte dei mezzi pesanti;
- utilizzo di mezzi di cantiere che rispondano ai limiti di emissione previsti dalle normative vigenti, ossia dotati di sistemi di abbattimento del particolato di cui si prevederà idonea e frequente manutenzione e verifica dell'efficienza.

2.9. CONSIDERAZIONI

Per quanto riguarda la fase di cantiere si è proceduto ad effettuare le modellizzazioni per ognuno degli inquinanti studiati considerando le diverse fasi del cantiere. Si rappresentano di seguito le situazioni emerse nelle mappature eseguite e nelle posizioni puntuali studiate (ricettori discreti).

In generale si ritiene che la realizzazione della nuova opera comporti limitati impatti sulla componente atmosfera oltretutto temporanei e reversibili.

2.9.1. BIOSSIDO DI AZOTO

Dai risultati emersi nelle simulazioni svolte come mappature a curve di isolivello e come valori puntuali presso i ricevitori discreti identificati evidenziano per il post operam un incremento della concentrazione di NO₂ localizzato attorno alla nuova viabilità di progetto, mentre d'altro canto la riduzione del traffico sulla SP73B non agisce in modo efficace sulle concentrazioni finali

I valori calcolati come 99,8 percentile in media oraria superiori a 90 µg/m³ sono localizzati nell'area centrale in corrispondenza dei ricettori siglati R87 e R89.

I valori in media annuale rispecchiamo i trend delle medie orarie.

2.9.2. POLVERI PM₁₀

I risultati calcolati non riportano particolari criticità, i valori più elevati, così come per gli NO₂, rimangono nella zona a ridosso della parte fra le due gallerie.

Sia i valori in termini di concentrazioni al 90,4 percentile che in media annuale rimangono entro il 10 per cento del limite specifico

2.9.3. BENZENE

I valori del benzene si mantengono a livelli molto bassi ben al di sotto del limite di legge, le concentrazioni calcolate non raggiungono il 1% del limite

3. AMBIENTE IDRICO

Riprendendo dal capitolo 2 le azioni di progetto, i fattori che possono determinare impatti potenziali in fase di cantiere e di esercizio sulla matrice in esame sono riassunti nella tabella che segue, con i relativi fattori di perturbazione:

Azione di progetto	Fattore di impatto	Indicatore	Interventi di mitigazione per la sostenibilità ambientale dell'azione di progetto
<i>Cantiere</i>			
Approntamento aree di cantiere (Base, Operativi e Aree tecniche specifiche per le opere)	Acque reflue e meteoriche	Qualità delle acque dei ricettori	La gestione delle acque avviene in forma separata per le seguenti tipologie: - acque meteoriche di dilavamento dei piazzali del cantiere; - lavaggio ruote dei mezzi che trasportano il materiale scavato ed il calcestruzzo; - scarichi civili. Le acque reflue e meteoriche saranno gestite in modo da non determinare problematiche ambientali.

La gran parte delle acque reflue da trattare saranno caratterizzate soprattutto da solidi sospesi contenuti nelle acque prodotte dai manufatti di lavaggio ruote, dal dilavamento dei piazzali dei cantieri e dalle attività di avanzamento delle lavorazioni. Oltre ai solidi sospesi, nelle acque reflue saranno presenti olii ed idrocarburi in tracce, non quantificabili, dato il movimento dei mezzi all'interno dell'area di cantiere. Inoltre va considerato che le acque reflue provenienti da particolari lavorazioni, come lo scavo delle gallerie, conterranno sicuramente residui di calcestruzzo e degli additivi usati per i getti, e non potrà essere rilevata la loro presenza a parte. Come additivi potranno essere utilizzati quelli comuni per questo tipo di lavori: acceleranti di indurimento del calcestruzzo e spritz beton, fluidificanti, compensatori ritiro igrometrico ecc., con la composizione chimica che varia in relazione al tipo del prodotto scelto.

Per questo motivo saranno predisposti opportuni impianti di trattamento delle acque nelle aree di cantiere. Le acque in uscita dai sistemi di trattamento saranno convogliate in opportuni contenitori di raccolta e da qui riutilizzate per quanto possibile, mentre gli esuberanti saranno scaricati nel corpo idrico recettore prossimo all'area di cantiere o eventualmente dispersi nel terreno mediante sistemi di infiltrazione come pozzi o trincee drenanti che verranno valutati sulla base delle condizioni geologiche ed idrogeologiche specifiche del sito.

Acque reflue industriali provenienti dai fronti di scavo

In particolar modo all'imbocco delle gallerie le acque reflue saranno caratterizzate dalla massiccia presenza di componenti cementizie, additivi, residui di terre di scavo etc. L'impianto di trattamento presente in tali aree dovrà consentire il convogliamento in opportune vasche di sedimentazione con dosaggio di flocculanti, correzione del PH, decantatore e disoleatore, impianto di recupero dei fanghi. Le acque trattate saranno riutilizzate per le necessità di cantiere, le quantità eccedenti verranno convogliate nel rispettivo punto di scarico.

Acque meteoriche e di dilavamento

Per ciascuna area di cantiere sono state previste vasche per la sedimentazione e disoleazione delle acque di dilavamento onde assicurare l'abbattimento dei solidi sospesi prodotti durante le fasi di accumulo e dilavamento delle superfici di cantiere. Le acque meteoriche e di dilavamento derivanti dalle lavorazioni e prodotte durante il lavaggio dei piazzali saranno conferite attraverso tubazioni impermeabili alle vasche per il trattamento, successivamente parte verrà riciclata e riutilizzata per le necessità di cantiere, la restante verrà smaltita nelle modalità illustrate.

Lavaggio ruote

I mezzi che lasciano l'area di cantiere dovranno pulire i pneumatici passando attraverso un apposito manufatto di lavaggio munito di ugelli per il lavaggio delle superfici esterne ed interne delle ruote singole o gemellate. L'acqua di lavaggio sarà convogliata in una vasca di decantazione acque reflue e di seguito inviata all'impianto di trattamento per essere riutilizzata.

Lavaggio betoniere e mezzi di cantiere

Il lavaggio delle cisterne delle betoniere verrà effettuato dalla riserva in dotazione della betoniera. Le acque provenienti dal lavaggio delle cisterne saranno convogliate dapprima in una macchina separatrice dell'inerte per il recupero dello stesso, e successivamente nella vasca di sedimentazione. L'acqua di sfioro dalla vasca sarà inviata all'impianto di trattamento.

Scarichi civili

In merito alla gestione degli scarichi civili provenienti dai cantieri è stata condotta una ricognizione preliminare sulla presenza delle reti fognarie, dalla quale si evince che molte delle aree di cantiere potrebbero essere servite dalla rete pubblica. In questa fase di progettazione non è stato ricevuto riscontro da parte dei gestori sulla reale possibilità di allaccio alle reti di scarico presenti, perciò si rimanda quest'analisi più approfondita alle fasi successive. Si è quindi scelto di prevedere nei cantieri ove è stata prevista l'ubicazione di apprestamenti dotati di servizi igienico-sanitari, dei sistemi di trattamento dei reflui. Occorrerà quindi prevedere un impianto con trattamento primario dei reflui (tipo fossa Imhoff) e trattamento secondario tramite depuratore biologico. A valle dell'impianto, dopo opportuni campionamenti ed analisi per la verifica dei limiti degli inquinanti, si potrà procedere allo scarico nei corpi idrici recettori o alla dispersione nel suolo con i metodi decritti.

Descrizione dell'impianto di trattamento

L'impianto di trattamento verrà ubicato all'interno delle aree di cantiere, nell'area dove è facilitato l'accesso da parte dei mezzi per il rifornimento dei materiali e per l'allontanamento dei fanghi. Le portate di progetto degli impianti saranno difficilmente raggiunte in quanto le attività sopra elencate non avvengono in contemporanea ed inoltre i pozzetti e le vasche di decantazione previsti costituiscono un volume di accumulo e laminazione.

Ciclo di trattamento

Le acque torbide vengono convogliate nella vasca di raccolta che sarà additivata con coagulante. Mediante una pompa sommersa le acque vengono travasate nella seconda vasca nella quale avviene il dosaggio del prodotto di flocculazione mediante una pompa dosatrice. Il flocculante permette l'aggregazione delle sostanze solide in sospensione, aumentandone il raggio e quindi accelerandone la sedimentazione. Nella vasca è presente una elettropompa sommersa che provvede ad inviare l'acqua al decantatore statico. Il separatore ha la funzione meccanica di separazione dei liquidi (olio-acqua).

Dallo sfioro del decantatore, l'acqua viene convogliata nel filtro a coalescenza con funzione di separatore di oli e idrocarburi in sospensione e di seguito nella vasca di raccolta acque trattate. I fanghi si depositano nel cono di fondo del decantatore e vengono estratti per gravità in modo discontinuo ed inviati, tramite tubazione, nella vasca di raccolta e di omogeneizzazione. Successivamente il fango viene convogliato nelle camere della filtropressa da una pompa antiabrasiva ad alta pressione. La parte solida

viene trattenuta dalle tele filtranti all'interno delle piastre, mentre il liquido ancora presente viene separato e riportato nella vasca delle acque reflue. Un'apposita automazione, inserita nel quadro elettrico, controlla le varie fasi di lavoro dell'impianto. Dalla vasca di acque trattate dell'impianto, l'acqua viene prelevata per il riuso nel cantiere. Le quantità d'acqua eccedenti vengono convogliate nel punto di scarico. Sulla tubazione in uscita dalla vasca è stato previsto un misuratore di portata ed un pozzetto di ispezione per prelievo campioni.

Ai fini della sicurezza dell'impianto di depurazione è stato previsto un pozzetto scolmatore (sfioratore per by pass) per le portate eccedenti la capacità dell'impianto. Il pozzetto scolmatore dovrà essere munito di una sonda segnalatrice collegata ad un dispositivo per la segnalazione luminosa/acustica dell'avvenuta attivazione del by pass.

L'applicazione dei presidi per la corretta gestione delle acque, associati al Piano di gestione ambientale da finalizzare in fase esecutiva, rende l'impatto sulla matrice poco significativo.

4. SUOLO E SOTTOSUOLO

I fattori che possono determinare impatti potenziali in fase di cantiere sulla matrice in esame sono riassunti nella tabella che segue, con i relativi fattori di perturbazione:

Azione di progetto	Fattori di perturbazione	Interventi di mitigazione per la sostenibilità ambientale dell'azione di progetto
<u>Cantiere</u>		
Approntamento aree di cantiere (Base, Operativi e Aree tecniche specifiche per le opere))	Scavi e movimento terra	Verifica rispetto delle CSC e massimizzazione del recupero in sito; Separazione dello strato superficiale da quello sottostante; Ripristino delle aree di cantiere rispettando l'ordine di scavo.
	Alterazione morfologica	L'impatto sarà temporaneo in quanto le aree saranno ripristinate al termine dei lavori.
	Rifiuti di cantiere	Adozione di protocolli di gestione differenziata in relazione ai codici CER.
	Occupazione di suolo	Attività temporanea alla quale segue il ripristino dei luoghi al termine dei lavori.
	Terreno vegetale	Gestione del terreno vegetale per mantenere la fertilità.
Realizzazione rilevati, tratti in trincea e gallerie	Scavi e movimenti terra	Verifica rispetto delle CSC e massimizzazione del recupero in sito; Separazione dello strato superficiale da quello sottostante; Realizzazione dei rilevati e delle trincee utilizzando i terreni degli strati superficiali derivanti dagli scavi per la realizzazione di suoli idonei per attività di rinverdimento.
	Rischio idrogeologico	C'è una PAI R2 lungo la percorrenza nel fondovalle del Metauro per la quale sono stati previsti interventi di consolidamento.
	Alterazioni morfologiche	Raccordi morfologici per garantire la stabilità delle scarpate.
Realizzazione viadotti	Scavi e movimenti terra	Verifica rispetto delle CSC e massimizzazione del recupero

PROGETTAZIONE ATI:

			in sito; Separazione dello strato superficiale da quello sottostante; Ripristino delle aree di cantiere non interessate dalle opere rispettando l'ordine di scavo.
	Fondazioni	Livello piezometrico	Le modalità di realizzazione delle fondazioni evita interferenze con la falda.
Realizzazione pavimentazione stradale	Approvvigionamento inerti	Compatibilità con la disponibilità della risorsa	Il progetto si caratterizza per l'elevata quantità di scavi con possibilità di recupero degli inerti. Ciò minimizza il ricorso di approvvigionamento dall'esterno.

Come si può osservare dalla tabella, l'attività di cantiere prevede diverse fasi di lavorazione consistenti nello sbancamento e nella sistemazione del terreno per il livellamento delle aree e la realizzazione dell'infrastruttura.

Alterazione morfologica

Le aree di cantiere previste dal progetto saranno oggetto di scotico del terreno da accantonare e la riprofilatura per il posizionamento delle strutture. Al termine dei lavori le strutture saranno smantellate e le aree ripristinate, eseguendo il raccordo morfologico con le superfici circostanti.

La ricomposizione ambientale riguarderà anche le piste di cantiere realizzate per raggiungere le Aree tecniche.

Inoltre, sarà eseguito il raccordo morfologico dei rilevati e delle trincee per favorire la loro stabilità, garantita anche da eventuali tratti con realizzazione di opere di contenimento. Il corretto raccordo morfologico favorirà il recupero del manto vegetale che completerà l'inserimento paesaggistico dell'opera. Tale modalità operativa fa sì che l'impatto sia definito trascurabile.

Acque sotterranee

L'impatto della infrastruttura che, nella sua fase di attività, avrà sulle acque sotterranee è di tipo qualitativo (pericolosità di inquinamento), e quantitativo (variazioni nella geometria e nelle quote delle falde superficiali, e nelle cubature degli acquiferi saturi ed insaturi).

Le fondazioni dei viadotti sono realizzate su pali di medio diametro ($\varnothing 450$), armati con tubolare in acciaio e realizzati mediante perforazione a rotazione o rotopercolazione. I pali di grande diametro ($\varnothing 1000$) sono realizzati mediante perforazione a rotazione o rotopercolazione e impiego di fanghi bentonitici per il sostegno delle pareti del foro.

Nelle aree con probabilità di intercettare la falda si valuterà l'opportunità di realizzazione di fondazioni con pali trivellati intubati in modo da scartare l'ipotesi di una possibile interferenza a lungo termine tra le opere di fondazione e il corpo acquifero.

Terre e rocce da scavo

Le maggiori interferenze sull'ambiente saranno quelle legate agli scavi e riporti di terreno, che comunque saranno gestiti nel rispetto delle normative vigenti.

L'obiettivo è di massimizzare il riutilizzo dei terreni e degli inerti una volta fatta la verificata analitica e accertato il rispetto delle Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC) di cui alle colonne A e B della

tabella uno dell'allegato cinque alla parte quarta del decreto legislativo n. 152 del 2006 e successive modificazioni. I suddetti limiti di riferimento riguardano la specifica destinazione d'uso urbanistica del sito di produzione e del sito di destinazione secondo il Piano di Utilizzo. Tale elaborato dettaglia anche i siti di cava dove saranno inviate le terre in esubero.

Rifiuti di cantiere

I rifiuti di cantiere appartengono generalmente al codice CER 17. Altre tipologie di rifiuti, generalmente nel campo base, possono derivare dalla presenza del personale ed essere assimilabili agli urbani.

Per la corretta gestione dei rifiuti l'esercizio del cantiere dovrà essere corredato da un Piano di l'obiettivo di massimizzare il loro recupero attraverso ditte specializzate. La corretta modalità operativa in accordo al suddetto Piano e alla normativa vigente renderà trascurabile l'impatto.

Approvvigionamento inerti

Il cantiere si caratterizza per un esubero di materiali che pertanto saranno gestiti attraverso il recupero degli inerti. Gli esuberanti saranno inviati ai siti estrattivi da ripristinare, indicati nel Piano di Utilizzo predisposto ai sensi del D.Lgs 120/2017.

Gestione terreno vegetale

Il terreno vegetale (strato più superficiale, orientativamente di 30 - 40 cm) sarà asportato e accantonato in cumuli con pendenze limitate e/o con sistemazioni idrauliche per rallentare i deflussi superficiali e quindi per evitarne il dilavamento. In caso di accantonamento di lungo periodo, sia per evitare il dilavamento, sia per evitare fenomeni di alterazione biochimica del terreno, i cumuli dovranno essere rinverditi mediante un miscuglio di specie erbacee costituito da graminacee e leguminose. Anche gli altri strati, più profondi, saranno accumulati separatamente. Le precauzioni relative al terreno fertile e, comunque, l'accantonamento separato di ciascuno strato, è necessario affinché, ricollocando tali strati per effettuare i ripristini di suolo, si riuscirà a mantenere la medesima seriazione naturale del terreno. Le aree su cui va ricollocato il terreno fertile, preferibilmente le superfici sulle quali verranno effettuati gli "interventi di inserimento e integrazione" e gli "interventi di recupero e ripristino ambientale", saranno preventivamente bonificate da ogni tipo di rifiuto di cantiere e lavorate. Le aree di cantiere che saranno restituite ai proprietari saranno seminate con una coltura leguminosa da sovescio in modo da far riprendere l'attività biologica dei microrganismi, utile per la fertilità del suolo.

5. BIODIVERSITÀ

I fattori che possono determinare impatti potenziali in fase di cantiere sulla matrice in esame sono riassunti nella tabella che segue, con i relativi fattori di perturbazione:

Azione di progetto	Fattori di perturbazione	Interventi di mitigazione per la sostenibilità ambientale dell'azione di progetto
<i>Cantiere</i>		
Approntamento aree di cantiere (Base, Operativi e Aree tecniche specifiche per le opere)	Taglio della vegetazione	Variazione uso del suolo e copertura vegetale, Sottrazione di habitat Le aree di occupazione temporanea saranno ripristinate e recuperata l'originaria destinazione d'uso; E' prevista la piantumazione delle superfici di esproprio permanente non occupate dall'infrastruttura viaria; E' prevista la compensazione ambientale che prevede il reimpianto delle siepi e di un numero doppio delle piante isolate o in filare sottratte; Le superfici boscate sottratta, pari a 1.17.60 Ha sarà compensata con il pagamento del corrispettivo per l'impianto di una superficie boscata di 15.51.09 Ha
	Scotico, scavi e accantonamento terreno	Alterazione delle caratteristiche pedologiche Verifica rispetto delle CSC e massimizzazione del recupero in sito; Separazione dello strato superficiale da quello sottostante; Inerbimento dei cumuli di terreno accantonati nelle aree di stoccaggio per mantenere la fertilità del suolo; Ripristino delle aree di cantiere rispettando l'ordine di scavo. L'impatto sarà temporaneo in quanto le aree saranno ripristinate al termine dei lavori.
	Gestione cantiere	Tipologia e quantità rifiuti Adozione di protocolli di gestione delle acque per evitare di impattare sui corpi idrici superficiali.
Opere civili	Realizzazione opere d'arte maggiori	Attraversamento corsi d'acqua con viadotto Il viadotto garantisce la permeabilità per il passaggio della fauna. Il disturbo durante il periodo dei lavori è

			temporaneo e l'elevato indice di naturalità del conteso di area vasta fa sì che l'impatto sia poco significativo.
		Occupazione di suolo e di habitat	Il disturbo durante il periodo dei lavori è temporaneo e l'elevato indice di naturalità del conteso di area vasta fa sì che l'impatto sia poco significativo.
	Realizzazione piattaforma, rilevati, trincee e opere d'arte minori	Effetto barriera per la fauna	Il tracciato si caratterizza per la realizzazione di ampi tratti in galleria dove è maggiore al superficie boscata e tratti in viadotto che garantiscono la permeabilità per il passaggio della fauna durante i lavori. Il disturbo durante il periodo dei lavori è temporaneo e l'elevato indice di naturalità del conteso di area vasta fa sì che l'impatto sia poco significativo.
Movimento mezzi	Movimento macchine operatrici	Emissioni in atmosfera e rumore	Le emissioni in atmosfera sono mitigate con la bagnatura delle piste e delle aree cantiere ove necessario e soprattutto con la pavimentazione delle superfici dove è previsto il passaggio dei mezzi d'opera (piste e aree cantiere). L'impatto acustico determina allontanamenti temporanei. L'elevata naturalità della zona permette di tamponare l'effetto.

Come risulta dalla tabella riportata sopra, gli impatti maggiori si hanno a carico della vegetazione a seguito del taglio delle piante, l'occupazione del suolo e lo sviluppo del cantiere. L'incidenza sulla vegetazione determina la sottrazione degli habitat e impatti potenziali sulla fauna.

L'indagine botanico vegetazionale di dettaglio ha riguardato una superficie complessiva di 6.609.115,0 m² (6,61 km²). La ripartizione di questa superficie in ragione dello stato odierno della vegetazione e dell'uso del suolo è riportata nella successiva tabella.

Descrizione della tipologia	Superficie (m ²)	Valenza
Querceti temperati a cerro (<i>Quercus cerris</i>) e acero d'Ungheria (<i>Acer obtusatum</i>)	2588554	10a
Querceti temperati a roverella (<i>Quercus pubescens</i>)	74015	10a
Boschi ripariali a pioppo (<i>Populus nigra</i>) e salice bianco (<i>Salix alba</i>)	390743	10a
Bosco di carpino nero (<i>Ostrya carpinifolia</i>), orniello (<i>Fraxinus ornus</i>), acero d'Ungheria	565890	9
Boschi di conifere alloctone o fuori dal loro areale	6543	8
Vegetazione erbacea delle aree calanchive	98332	7
Cespuglieti a prugnolo (<i>Prunus spinosa</i>): Arbusteti a ginepro comune (<i>Juniperus communis</i>)	86976	7

Ginestreti a <i>Spartium junceum</i>	35582	7
Praterie mesofile a bromo (<i>Bromus erectus</i>)	4089	7
Praterie da sfalcio planiziali, collinari e montane	1589	6
Siepi miste	3772	6
Filare a olmo (<i>Ulmus minor</i>)	687	5
Filare di latifoglie	25205	5
Filare di pioppo (<i>Populus nigra</i>) e roverella (<i>Quercus pubescens</i>)	5628	5
Filare di roverella (<i>Quercus pubescens</i>)	58225	5
Filare igrofilo	5039	5
Roveti rovo (<i>Rubus sp.</i>) e vitalba (<i>Clematis vitalba</i>)	5849	4
Piantagioni di latifoglie	24748	3
Oliveto	3450	3
Vigneto	7944	2
Seminativi	1945053	2
Filare ornamentale di conifere	573	1
Parchi, giardini e aree verdi	18339	1
Prati e cespuglieti ruderali periurbani	35661	1
Edificato, aree produttive e infrastrutturali	616629	0

Tabella 5-1 Ripartizione attuale della superficie naturali e dell'uso del suolo nell'area di studio

La condizione complessiva è prevalentemente rappresentata dalle due estreme condizioni costituite da ambienti di elevata naturalità (46,2%) e da vegetazione fortemente condizionata dalle attività umane (40,2%).

	Antropogena	Seminaturale	Subnaturale	Naturale
%	40,2	4,9	8,7	46,2

L'indice IVN dell'Area di dettaglio nella condizione odierna, prima di qualunque intervento, è di 0,527 valore da considerarsi "medio". Rispetto all'area vasta l'IVN è leggermente più basso in quanto influenzato da una maggiore incidenza delle antropizzate, in particolare di carattere agricolo (Vedi Parte 6, cap. 5 Biodiversità).

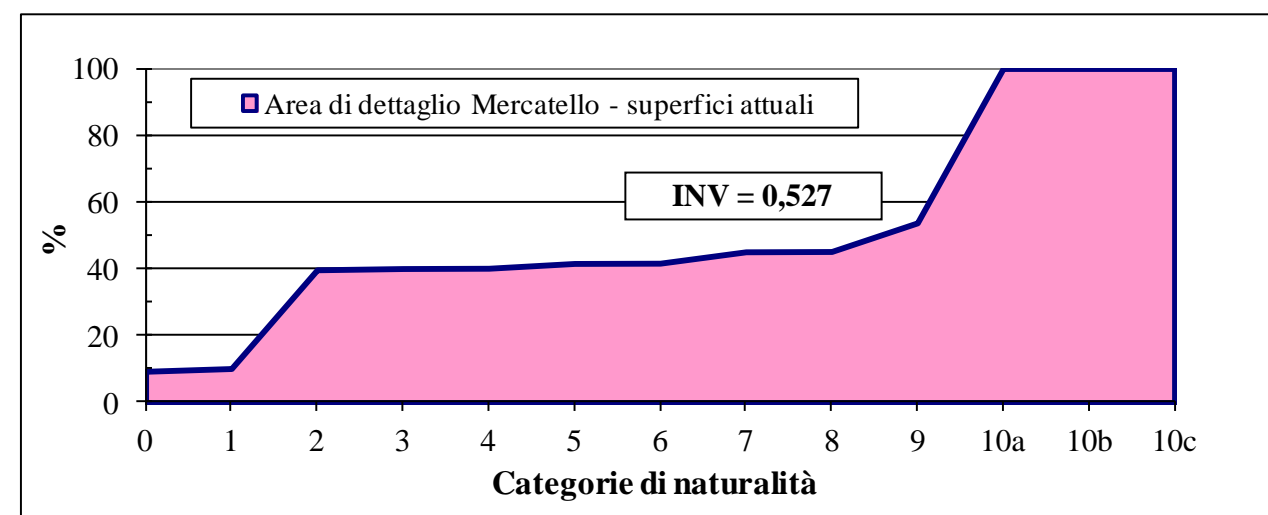


Figura 5-1

Come anticipato sopra, la realizzazione dell'opera comporta come principale effetto sulla vegetazione la sottrazione di superficie naturaliformi con la conseguente scomparsa delle condizioni necessarie alla permanenza delle specie originarie.

Più in particolare:

- 181.449 m² pari al 2,74% dell'Area di dettaglio sanno temporaneamente adibite per i cantieri, le piste di accesso e per altre attività provvisorie indispensabili alla realizzazione dell'opera;
- 147.104 m² pari al 2,22% dell'Area di dettaglio sanno permanentemente utilizzate per l'opera in esercizio;
- la somma delle precedenti superfici, pari a 335.538 m² equivale al 5,08% dell'Area di dettaglio e costituisce il massimo, seppure temporalmente limitato, impatto per la naturalezza del territorio dell'Area di dettaglio.

Nella tabella che segue si riporta la superficie di ciascuna tipologia vegetazionale e di uso del suolo agricolo e antropico coinvolto nella fase temporanea e permanente. Si considerano entrambe impattate tutte nella fase di cantiere. Le seconde sono da considerare anche per la fase di esercizio.

Descrizione della tipologia	m ² persi temporaneamente	m ² persi permanentemente	Valenza
Querceti temperati a cerro (<i>Quercus cerris</i>) e acero d'Ungheria (<i>Acer obtusatum</i>)	874	980	10a
Boschi ripariali a pioppo (<i>Populus nigra</i>) e salice bianco (<i>Salix alba</i>)	6420	640	10a
Bosco di carpino nero (<i>Ostrya carpinifolia</i>), orniello (<i>Fraxinus ornus</i>), acero d'Ungheria	2265	581	9
Cespuglieti a prugnolo (<i>Prunus spinosa</i>): Arbusteti a ginepro comune (<i>Juniperus communis</i>)	0	1362	7
Filare di latifoglie	0	4786	5
Filare igrofilo	0	1830	5
Filare a olmo (<i>Ulmus minor</i>)	0	300	5
Roveti rovo (<i>Rubus sp.</i>) e vitalba (<i>Clematis vitalba</i>)	3492	1402	4
Piantagioni latifoglie	1710	650	3
Vigneto	0	951	2
Seminativi	171.500	101995	2
Parchi, giardini e aree verdi	0	532	1
Prati ruderali periurbani	0	10292	1
Edificato, aree produttive e infrastrutturali	1635	21341	0

Tabella 5-2 Ripartizione della superficie sottratta in ragione dello stato odierno della vegetazione e dell'uso del suolo

Allo stato attuale del territorio, la ripartizione delle precedenti superfici in categorie di naturalezza mostra per entrambe le future fruizioni una netta dominanza della vegetazione antropogena.

Perdita in % dell'odierna fruizione del suolo	Antropogena	Seminaturale	Subnaturale	Naturale
Superficie temporaneamente sottratta	95,6	0	1	3,4
Superficie permanentemente sottratta	93,2	5,6	0,3	0,9

Grado di naturalezza dell'Area di dettaglio nella condizione di massimo impatto

La temporanea presenza dei cantieri e dell'opera in fase di realizzazione impone la massima sottrazione di suolo pari a 328.553 m² che equivalgono al 4,97% dell'Area di dettaglio.

In questa condizione di massimo impatto l'indice IVN dell'Area di dettaglio è di 0,518 quindi diminuisce di 0,09 rispetto alla condizione odierna (0,527). E' sicuramente un valore molto basso che deriva dall'aver prescelto aree con uso antropico della vegetazione.

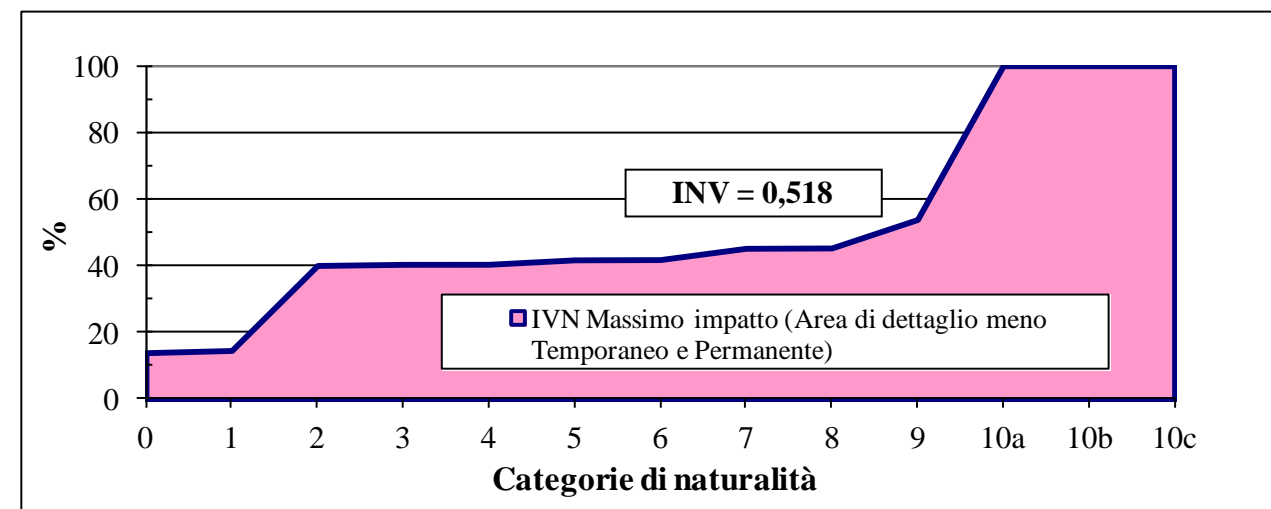


Figura 5-2

Nel complesso l'impatto sull'indice di naturalezza risulta contenuto. E sicuramente Esso è comunque mitigato dalla realizzazione delle opere a verde che in alcuni punti ampliano la fascia di esproprio permanente oltre le superfici indicate sopra.

Gli interventi di mitigazione sono volti principalmente a favorire l'integrazione dell'opera nel contesto ambientale, agricolo e antropico di riferimento. La loro riuscita è importante in quanto permette di ricucire le connessioni con il territorio circostante e di recuperare parte della differenza dell'indice IVN fra lo stato attuale e di esercizio dell'opera.

Le superfici boscate coinvolte si potranno compensare con nuove piantumazioni nelle aree in disponibilità per la realizzazione dell'infrastruttura solo in piccola parte. Per il resto si provvederà con la compensazione monetaria.

Si sottolinea che buona parte delle aree cantiere e delle aree di stoccaggio coinvolgono seminativi. Al termine dei lavori tutte le aree di cantiere saranno oggetto recupero ambientale e paesaggistico ripristinando la vegetazione naturale o la capacità produttiva dei suoli agricoli.

Relativamente alle superfici forestali, alle siepi e agli alberi delle specie protetti coinvolti, la L.R. 6/2015 "Legge forestale regionale" prevede, nel caso non si riesca con le piantumazioni a soddisfare la compensazione, di versare il corrispettivo monetario.

Relativamente alla fauna, l'impatto in fase di cantiere è legato alla sottrazione di superfici con vegetazione naturale e al disturbo legato al rumore prodotto durante le varie operazioni di cantiere. Anche se il cantiere ha una durata di 3 anni, il disturbo che ne deriva si può considerare temporaneo e di scarsa rilevanza in quanto l'elevata naturalezza del contesto di area vasta permette alle specie faunistiche di adattarsi alla pressione antropica che si viene a creare. L'elevata naturalezza del contesto di area vasta, la realizzazione di ampi tratti in galleria e di tratti in viadotto rendono l'impatto in fase di cantiere sostenibile, inoltre le recinzioni necessarie, predisposte per i cantieri, non determinano impatti alla componente biodiversità poiché sono collocate nei cantieri prossimi alla viabilità principale, in aree già soggette alla pressione antropica. Al fine di impedire il passaggio della fauna la recinzione dovrà essere bene ammorsata nel terreno per una idonea profondità.

6. RUMORE

Lo studio di impatto acustico della fase di cantiere è stato sviluppato nell'elaborato T00IA08AMBRE02A. Esso è stato articolato come segue:

- Previsione della pressione acustica delle sorgenti di cantiere in base alle attività descritte nel documento relazione cantierizzazione T00CA01CANRE01A e utilizzo di metodologie e banche dati di stima della pressione acustica.
- Misure fonometriche della durata settimanale necessarie alla caratterizzazione dello stato ante operam dell'area di progetto e alla validazione del modello di simulazione;
- Individuazione dei possibili recettori esposti direttamente all'esercizio della nuova tratta.
- Calcolo mediante software di modellizzazione dei livelli attesi sui punti recettori e valutazione del rispetto dei limiti applicabili.
- Opere di mitigazione acustica in funzione dei superamenti dei limiti sonori previsti, dimensionamento di massima e ricalcolo dei nuovi valori.

L'analisi dello stato attuale è stata riportata nella descrizione dello Scenario Base (Parte 2 dello Studio di Impatto Ambientale). Nel presente capitolo si riporta la stima degli impatti della fase di cantiere considerando, ove previste, l'efficacia delle mitigazioni.

6.1. LIMITI DI LEGGE

A seguire si riportano le norme di riferimento che indicano i limiti acustici da rispettare. La legge 447/1995, legge quadro sull'inquinamento acustico, realizza il passaggio dal regime precedente, basato su una disposizione provvisoria contenuta nella norma istitutiva del Ministero dell'Ambiente (articolo 2, comma 14, legge 349/1986) ed attuata dal DPCM del 1° Marzo 1991 sui limiti di esposizione ad un sistema normativo più articolato.

Nell'ambito dell'attuazione della legge quadro particolare rilevanza assume il DPCM 14 Novembre 1997, che introduce nuovi valori limite di emissione ed immissione delle sorgenti sonore (in sostituzione di quelli stabiliti dal precedente DPCM 1° Marzo 1991). I valori limite stabiliti dal nuovo DPCM sono riferiti alle diverse classi di destinazione d'uso (Cfr. Tabella 3 A) in cui dovrebbe essere diviso il territorio comunale.

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

Tabella 6-1 Classi di Zonizzazione del territorio comunale.

La legge quadro 447/95 conferma la suddivisione del territorio comunale nelle 6 classi già previste dal DPCM 1/3/91; mentre mediante il DPCM 14/11/97 definisce nuovi e più articolati limiti, introducendo i valori di attenzione e di qualità:

- Limite di emissione: il valore massimo di rumore che può essere emesso da una sorgente sonora, misurato in prossimità della sorgente stessa.
- Limite di immissione: il valore massimo di rumore che può essere immesso da una o più sorgenti sonore nell'ambiente abitativo o nell'ambiente esterno, misurato in prossimità dei recettori; i valori limite di immissione sono distinti in:
- Valori limite assoluti, determinati con riferimento al livello equivalente di rumore ambientale;
- Valori limite differenziali, determinati con riferimento alla differenza tra il livello equivalente di rumore ambientale ed il rumore residuo;
- Valore di attenzione: livello di rumore che segnala la presenza di un potenziale rischio per la salute umana o per l'ambiente;
- Valore di qualità: i valori di rumore da conseguire nel breve, nel medio e nel lungo periodo con le tecnologie e le metodiche di risanamento disponibili, per realizzare gli obiettivi di tutela previsti dalla presente legge.

I limiti normativi fissati dal DPCM 14 Novembre 1997, attuativi della legge quadro, sono definiti nelle tabelle B, C e D del decreto riportate di seguito:

CLASSE	Tempi di riferimento	
	Diurno (06.00-22.00)	Notturmo (22.00-06.00)
CLASSE I – aree particolarmente protette	45	35
CLASSE II – aree destinate ad uso prevalentemente residenziale	50	40
CLASSE III – aree di tipo misto	55	45
CLASSE IV – aree di intensa attività umana	60	50
CLASSE V – aree prevalentemente industriali	65	55
CLASSE VI – aree esclusivamente industriali	65	65

Tabella 6-2 Valori Limite di emissione DPCM 14/11/97.

CLASSE	Tempi di riferimento	
	Diurno (06.00-22.00)	Notturmo (22.00-06.00)
CLASSE I – aree particolarmente protette	50	40
CLASSE II – aree destinate ad uso prevalentemente residenziale	55	45
CLASSE III – aree di tipo misto	60	50
CLASSE IV – aree di intensa attività umana	65	55
CLASSE V – aree prevalentemente industriali	70	60

CLASSE VI – aree esclusivamente industriali	70	70
---	----	----

Tabella 6-3 Valori Limite di immissione DPCM 14/11/97.

CLASSE	Tempi di riferimento	
	Diurno 06.00-22.00)	Notturno (22.00-06.00)
CLASSE I – aree particolarmente protette	47	37
CLASSE II – aree destinate ad uso prevalentemente residenziale	52	42
CLASSE III – aree di tipo misto	57	47
CLASSE IV – aree di intensa attività umana	62	52
CLASSE V – aree prevalentemente industriali	67	57
CLASSE VI – aree esclusivamente industriali	70	70

Tabella 6-4 Valori di qualità DPCM 14/11/97.

Per quanto riguarda i valori limite, con l'entrata in vigore del DPCM 14/11/97 vengono determinate una situazione transitoria ed una a regime:

- **Situazione transitoria:** nell'attesa che i Comuni provvedano alla classificazione acustica del territorio comunale, secondo quanto specificato negli art. 4 e 6 della L. 447/95, si continueranno ad applicare i valori limite dei livelli sonori di immissione, così come indicato nell'art. 8 del DPCM 14/11/97 previsti dal Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 1 Marzo 1991.
- **Come specificato** nella circolare del 6 Settembre 2004 del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del territorio "Interpretazione in materia di inquinamento acustico: criterio differenziale e applicabilità dei valori limite differenziali. (GU n. 217 del 15-9-2004)" anche in assenza della zonizzazione acustica occorre applicare i limiti di immissione differenziali di cui all'art. 4, comma 1, del DPCM 14/11/97.
- **Situazione a regime:** Per ciascuna classe acustica, in cui è stato suddiviso il territorio comunale, il livello di immissione dovrà rispettare i limiti assoluti di immissione di cui alla tabella C del DPCM 14/11/97 ed i limiti differenziali di cui all'art. 4, comma 1, del DPCM 14/11/97, oltre ai limiti di emissione di cui alla tabella B del DPCM 14/11/97.

Per quanto riguarda la situazione transitoria, il DPCM in esame prevede, "in attesa che i Comuni provvedano" alla suddetta classificazione acustica comunale, secondo i criteri stabiliti dalle Regioni, che "si applichino i limiti di cui all'articolo 6, comma 1 del Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 1° Marzo 1991", che corrispondono ai valori massimi assoluti.

Tabella 6-5 Valori Limite assoluti DPCM 1/03/91

Zonizzazione	Limite diurno Leq(A)	Limite notturno Leq(A)
Tutto il territorio nazionale	70	60
Zona A (*)	65	55
Zona B (*)	60	50
Zona esclusivamente industriale	70	70

(*) Zone di cui all'art. 2 del DM n. 1444 del 02/04/1968:

PROGETTAZIONE ATI:

Zona A: le parti di territorio interessate da agglomerati urbani che rivestono carattere storico, artistico o di particolare pregio ambientale o da porzioni di esse, comprese le aree circostanti, che possono considerarsi parte integrante, per tali caratteristiche, degli agglomerati stessi.

Zona B: le parti del territorio totalmente o parzialmente edificate, diverse dalle zone A: si considerano parzialmente edificate le zone in cui la superficie coperta dagli edifici esistenti non sia inferiore al 12,5% della superficie fondiaria della zona e nelle quali la densità territoriale sia superiore a 1,5 m³/m².

Sia in assenza che in presenza del piano di zonizzazione acustica Il DPCM 1 Marzo 1991, così come il DPCM 14/11/97 per i valori limite di immissione, prevede un ulteriore criterio per la tutela della popolazione dall'inquinamento acustico. La differenza tra il rumore ambientale (rumore rilevato con la sorgente rumorosa attiva) e il rumore residuo (rumore rilevato escludendo la sorgente disturbante) non può essere superiore a 5 dB(A) in diurno e 3 dB(A) in notturno.

I valori limite differenziali di immissione, definiti all'art. 2, comma 3, lettera b), della legge 26 Ottobre 1995, n. 447 non si applicano:

- Nelle aree classificate nella classe VI;
- Se il rumore misurato a finestre aperte sia inferiore a 50 dB(A) durante il periodo diurno e 40 dB(A) durante il periodo notturno;
- Se il livello del rumore ambientale misurato a finestre chiuse sia inferiore a 35 dB(A) durante il periodo diurno e 25 dB(A);
- Alla rumorosità prodotta: dalle infrastrutture stradali, ferroviarie, aeroportuali e marittime; da attività e comportamenti non connessi con esigenze produttive, commerciali e professionali; da servizi e impianti fissi dell'edificio adibiti ad uso comune, limitatamente al disturbo provocato all'interno dello stesso.

6.1.1. INFRASTRUTTURA STRADALI E FERROVIARIE

D.P.R. n.142 del 30 Marzo 2004 "Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'art.11 della L. n.447 del 26 Ottobre 1995" per le infrastrutture stradali come definite nell'All.1; stabilisce le fasce territoriali di pertinenza acustica e i limiti di immissione per le infrastrutture esistenti e di nuova realizzazione.

Il decreto si applica ad infrastrutture stradali esistenti e di nuova realizzazione, classificandole secondo l'articolo 2 del D. Lgs. n. 285 del 1992 come:

- Autostrade A;
- strade extraurbane principali B;
- strade extraurbane secondarie C;
- strade urbane di scorrimento D;
- strade urbane di quartiere E;
- strade locali F.

Il decreto, nell'Allegato 1, definisce quindi limiti di immissione specifici entro "fasce di pertinenza acustica" di ampiezza variabile a seconda del tipo di strada e del fatto che sia nuova o esistente, riassunti in Tabella 3 F e Tabella 3 G (rispettivamente tabella 1 e 2 dell'Allegato 1 al DPR 30 marzo 2004, n. 142); nel caso di fasce divise in due parti si dovrà considerare una prima parte più vicina all'infrastruttura (fascia A) ed una seconda più distante (fascia B).

Tipo di strada (secondo Codice della strada)	Sottotipi a fini acustici (secondo DM 6.11.01)	Ampiezza fascia di pertinenza acustica (m)	Scuole, ospedali, case di cura e di riposo*		Altri Ricettori	
			Diurno dB(A)	Notturmo dB(A)	Diurno dB(A)	Notturmo dB(A)
A- autostrada		250	50	40	65	55
B- extraurbana principale		250	50	40	65	55
C- extraurbana secondaria	C1	250	50	40	65	55
	C2	150	50	40	65	55
D- urbana di scorrimento		100	50	40	65	55
E - urbana di quartiere		30	Definiti dai Comuni, nel rispetto dei valori riportati in tabella C allegata al D.p.c.m. in data 14 novembre 1997 e comunque in modo conforme alla zonizzazione acustica delle aree urbane, come prevista dall'articolo 6, comma 1, lettera a) della legge n. 447 del 1995			
F - locale		30	Definiti dai Comuni, nel rispetto dei valori riportati in tabella C allegata al D.p.c.m. in data 14 novembre 1997 e comunque in modo conforme alla zonizzazione acustica delle aree urbane, come prevista dall'articolo 6, comma 1, lettera a) della legge n. 447 del 1995			

* Per le scuole vale il solo limite diurno.

Tabella 6-6 Limiti di immissione per strade di nuova realizzazione.

Come indicato all'art. 2 del decreto citato, i valori limite di immissione stabiliti dal decreto stesso "sono verificati, in corrispondenza dei punti di maggiore esposizione, in conformità a quanto disposto dal Decreto del Ministro dell'ambiente in data 16 marzo 1998, pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 76 del 1° aprile 1998, e devono essere riferiti al solo rumore prodotto dalle infrastrutture stradali."

In particolare al successivo art. 6 è indicato come "per le infrastrutture di cui all'articolo 2, comma 3, il rispetto dei valori riportati dall'allegato 1 e, al di fuori della fascia di pertinenza acustica, il rispetto dei valori stabiliti nella tabella C del decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri in data 14 Novembre 1997 è verificato in facciata degli edifici ad 1 metro dalla stessa ed in corrispondenza dei punti di maggiore esposizione, nonché dei ricettori."

Tipo di strada (Secondo Codice della strada)	Sottotipi a fini acustici (secondo DM 6.11.01)	Ampiezza fascia di pertinenza acustica (m)	Scuole, ospedali, case di cura e di riposo*		Altri Ricettori	
			Diurno dB(A)	Notturmo dB(A)	Diurno dB(A)	Notturmo dB(A)
A – autostrada		100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)			65	55
B - extraurbana principale		100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)			65	55
C - extraurbana secondaria	Ca (strade a carreggiate)	100 (fascia A)	50	40	70	60

PROGETTAZIONE ATI:

Tipo di strada	Sottotipi a fini acustici	Ampiezza fascia di pertinenza acustica (m)	Scuole, ospedali, case di cura e di riposo*		Altri Ricettori	
			Diurno dB(A)	Notturmo dB(A)	Diurno dB(A)	Notturmo dB(A)
separate e tipo IV Cnr 1980)	Cb (tutte le altre strade extraurbane secondarie)	150 (fascia B)	50	40	65	55
		100 (fascia A)			70	60
D - urbana di scorrimento	Da (strade a carreggiate separate e interquartiere)	100	50	40	70	60
		50 (fascia B)			65	55
E - urbana di quartiere	Db (tutte le altre strade urbane di scorrimento)	100	50	40	65	55
		30			Definiti dai Comuni, nel rispetto dei valori riportati in tabella C allegata al Dpcm in data 14 Novembre 1997 e comunque in modo conforme alla zonizzazione acustica delle aree urbane, come prevista dall'articolo 6, comma 1, lettera a) della legge n. 447 del 1995	
F - locale		30	Definiti dai Comuni, nel rispetto dei valori riportati in tabella C allegata al Dpcm in data 14 Novembre 1997 e comunque in modo conforme alla zonizzazione acustica delle aree urbane, come prevista dall'articolo 6, comma 1, lettera a) della legge n. 447 del 1995			

* Per le scuole vale il solo limite diurno.

Tabella 6-7 Limiti di immissione per strade esistenti e assimilabili, ampliamenti in sede, affiancamenti e varianti.

Qualora l'obiettivo del rispetto dei suddetti valori limite non sia tecnicamente conseguibile, ovvero si evidenzino l'opportunità di procedere ad interventi diretti sui ricettori, il decreto prescrive che debba essere assicurato il rispetto dei seguenti limiti:

- 35 dB(A) Leq notturno per ospedali, case di cura e case di riposo;
- 40 dB(A) Leq notturno per tutti gli altri ricettori di carattere abitativo;
- 45 dB(A) Leq diurno per le scuole.

Tali valori vanno valutati al centro della stanza, a finestre chiuse, all'altezza di 1,5 metri dal pavimento, mentre per i ricettori inclusi nella fascia di pertinenza acustica, come definita all'articolo 3 e riportata nelle tabelle precedenti, devono essere individuate ed adottate opere di mitigazione sulla sorgente, lungo la via di propagazione del rumore e direttamente sul recettore, per ridurre l'inquinamento acustico prodotto dall'esercizio dell'infrastruttura.

Per le infrastrutture ferroviarie è stato emanato il D.P.R. 18 Novembre 1998 n. 459 che individua due fasce di pertinenza territoriali all'interno delle quali il rumore ferroviario è disciplinato autonomamente dalla zonizzazione acustica comunale. Infatti l'art. 5 del D.P.R. 459/98 indica per le infrastrutture esistenti, le loro varianti, le infrastrutture di nuova realizzazione in affiancamento ad infrastrutture esistenti e le nuove infrastrutture, con velocità di progetto non superiori a 200 km/h, i valori limite riportati a seguire.

Tipo di infrastruttura Ampiezza fascia di pertinenza acustica	Scuole (*), ospedali, case di cura e di riposo	Altri ricettori			
		Diurno dB(A)	Notturmo dB(A)		
Infrastrutture di nuova realizzazione con velocità di progetto superiore a 200 km/h	250 m	50	40	65	55
Infrastrutture di nuova realizzazione	fascia A:	50	40	70	60

con velocità di progetto non superiore a 200 km/h	100 m				
	fascia B: 150 m			65	55
Infrastrutture esistenti	fascia A: 100 m	50	40	70	60
	fascia B: 150 m			65	55
(*) per le scuole vale il solo limite diurno					

Tabella 6-8 Fasce di pertinenza delle ferrovie e relativi limiti (DPR 459/98, Allegato 1).

Per ciò che riguarda le aree aeroportuale esse vengono disciplinate dai diversi Decreti attuativi della 447/95, sia nella classificazione delle zone che nella disciplina dei voli.

6.1.2. CONCURSUALI DI PIÙ SORGENTI

Ai sensi del D.M.A. del 29/11/00, il rumore immesso in un'area in cui vi sia la concorsualità di più sorgenti, ovvero sia un'area in cui vi sia la sovrapposizione di più fasce di pertinenza, non deve superare complessivamente il maggiore fra i valori limite di immissione previsti per le singole infrastrutture. L'attività di risanamento viene quindi ripartita tra le infrastrutture concorrenti secondo il seguente criterio, volto a definire un nuovo valore limite per ogni sorgente.

6.1.2.1. Definizioni

- Livello di immissione prodotto dalla sorgente i-esima - L_i -: Rappresenta il valore di rumore immesso nell'ambiente esterno dalla singola sorgente i-esima.
- Valori limite assoluti di immissione - L_{zona} -: Definito come il livello cui deve pervenire, a seguito di risanamento, ogni singola sorgente, avente rumore egualmente ponderato.

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

Dove:

- L_s e il valore limite della sorgente concorsuale.
- L_{zona} è il maggiore fra i limiti di immissione previsti dalle singole infrastrutture.
- N rappresenta il numero delle sorgenti interessate al risanamento.
- Livello decrementale - δL_i –

$$\delta L_i = L_i - L_s$$

Se $\delta L_i \geq 0$ la sorgente non dev'essere risanata.

- Percentuale dovuta alla singola sorgente j-esima - P_j -

$$L_{s,j} = 10 \log_{10} \left(\frac{10^{\frac{L_{zona}}{10}} * 10^{\frac{L_{fascia,j}}{10}}}{\sum_j^N 10^{\frac{L_{fascia,j}}{10}}} \right)$$

Con $j=1, \dots, N$ e N pari al numero di infrastrutture di trasporto presenti nell'area.

In alternativa al criterio sopra indicato l'attività di risanamento può anche essere ripartita attraverso un accordo fra le infrastrutture coinvolte, le regioni e le province autonome, i comuni e le province territorialmente competenti.

L'approccio previsto dalla normativa consente al gestore, laddove non vi sia superamento del limite complessivo, di non verificare la presenza di altre sorgenti. In questo modo, a fronte di un rispetto complessivo dei valori, non si valuta il contributo delle singole sorgenti e non si tiene conto della possibilità che le stesse modifichino la loro potenza emissiva negli anni.

Verrà effettuata pertanto una verifica della concorsualità esclusivamente laddove:

- Si abbia un effettivo superamento del limite, non preesistente all'introduzione della nuova infrastruttura.
- Il ricettore si trovi all'interno di due o più fasce di pertinenza di infrastrutture differenti.
- La rumorosità prodotta dalle infrastrutture concorsuali non sia inferiore di 10 dB rispetto a quella prodotta dalla nuova infrastruttura.

6.1.3. FASCIA DI PERTINENZA

- Per la nuova infrastruttura ai sensi del DPR 142 30 Marzo 2004, può essere classificata come:
 - Mercatello sul Metauro Ovest - Mercatello sul Metauro Est: cat. C1 - extraurbana principale, singola carreggiata doppio senso di marcia, limite di 90km/h.
- Per l'esistente Strada statale SS73 Bis di Bocca Trabaria
 - C – Extraurbana secondaria Cb con la prima fascia (A) larga 100 metri rispetto al confine della infrastruttura, una seconda fascia (B) che è di larghezza di 50 metri.

6.1.4. NORMATIVA REGIONALE

6.1.4.1. Regione Marche

Di seguito si riporta la normativa Regionale ad oggi adottata:

- Legge Regionale 14 novembre 2001, n. 28 "Norme per la tutela dell'ambiente esterno e dell'ambiente abitativo dall'inquinamento acustico nella Regione Marche".
- Delibera di Giunta Regionale n. 896 del 24 giugno 2003 "Legge quadro sull'inquinamento acustico e LR n. 28/2001 "Norme per la tutela dell'ambiente esterno e dell'ambiente abitativo dall'inquinamento acustico nella Regione Marche" – approvazione del documento tecnico "Criteri e linee guida di cui: all'art. 5 comma 1 punti a) b) c) d) e) f) g) h) i) l), all'art. 12, comma 1, all'art. 20 comma 2 della LR n. 28/2001".
- Delibera di Giunta Regionale n. 809 del 10 luglio 2006. - L. 447/95 "Legge quadro sull'inquinamento acustico" e L.R. 28/2001: "Modifica criteri e linee guida approvati con DGR 896 del 24.06.2003"
- Decreto del Dirigente della P.F. Qualità dell'aria, Bonifiche, Fonti Energetiche e Rifiuti n. 12 del 29 gennaio 2018 "D.Lgs. 17/02/2017, n. 42, Capo VI. Modalità e modulistica per l'inserimento e l'iscrizione nell'elenco ministeriale dei tecnici abilitati allo svolgimento dell'attività di tecnico competente in acustica"

6.1.5. NORMATIVA COMUNALE

Il comune di Mercatello sul Metauro ha approvato il Piano di Classificazione Acustica del territorio comunale, ai sensi della L. 447/95, con delibera del Consiglio Comunale N°13 del 31/02/2008. In particolare nella Figure 6-1 si riporta uno stralcio delle aree a ridosso dell'opera considerata.

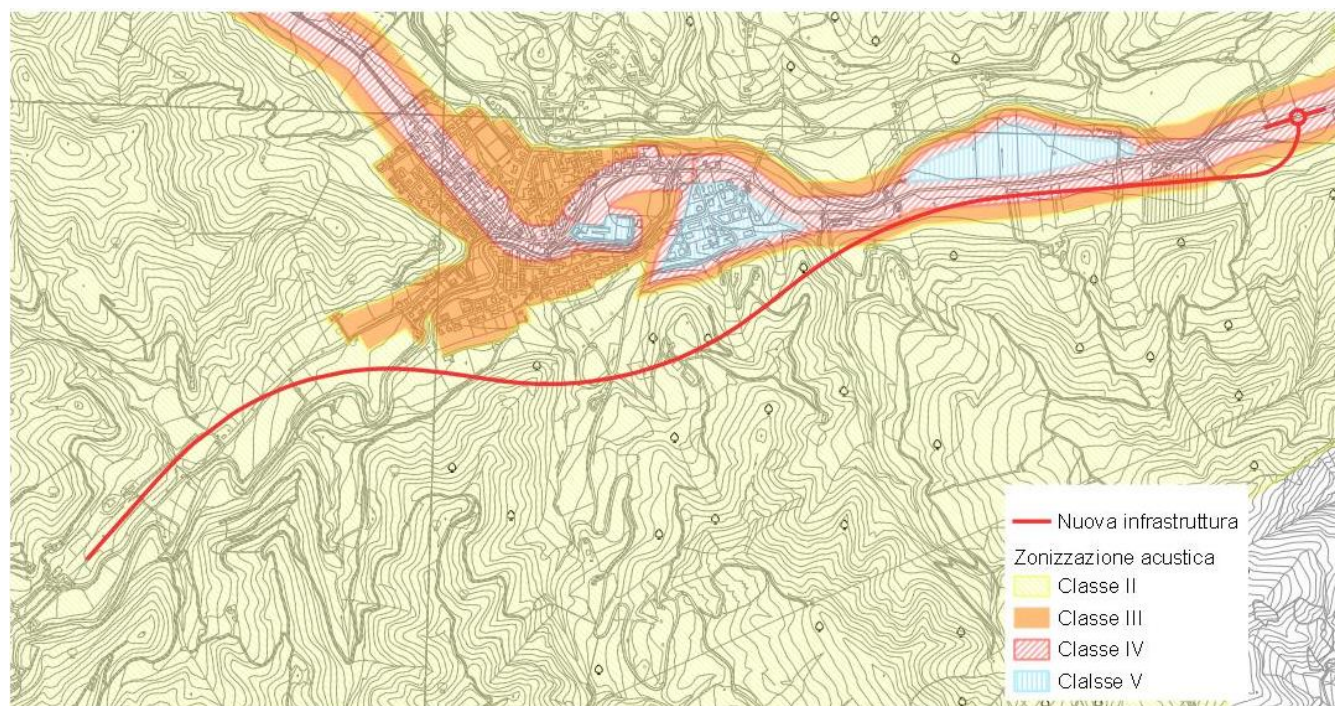


Figure 6-1 Stralcio zonizzazione acustica dell'area di progetto comune di Mercatello sul Metauro. Per l'area interessata dal Cantiere Base e dall'Area Stoccaggio terre 2 che ricadono nel comune di S. Angelo in Vado si fa riferimento alla zonizzazione acustica del comune confinante

6.2. SORGENTI SONORE

6.2.1. SORGENTI SONORE PRESISTENTI

Il clima acustico attuale dell'area del progetto è determinato dalle seguenti sorgenti:

- Viabilità stradale delle seguenti arterie:
 - Strada statale SS73 Bis di Bocca Trabaria
 - Diverse viabilità minori di tipo locale.
 - Rumore delle aree industriali/artigianali/commerciali:
 - Altre zone commerciali ed artigianali diffuse sul territorio.

Le molteplici fonti di rumore con direzioni di provenienza a 360° e di sostanziale equivalenza in termini di livello sonoro in molte aree che non siano in prossimità delle sorgenti stesse, determinano un clima acustico caratterizzato da una rumorosità diffusa.

6.2.2. ANALISI ACUSTICA DELLA CANTIERIZZAZIONE

Nel presente capitolo viene affrontato in modo sistematico il tema del rumore prodotto dal cantiere, in particolare sono state considerate:

- le localizzazioni e le configurazioni delle aree di cantiere;

- la configurazione morfologica dei luoghi nello stato attuale e nella fase di cantiere;
- la presenza di ricettori potenzialmente disturbati;
- le sorgenti di rumore che si prevede siano presenti e operative nelle diverse situazioni di cantiere e le relative emissioni acustiche (singole per macchinario e complessive per area di cantiere);
- gli accorgimenti e le misure di mitigazione che si prevede siano applicate, tramite specifiche disposizioni che saranno impartite alle imprese e mediante eventuali sistemi di mitigazione provvisori.

Sulla base degli elementi sopra elencati, con riferimento a schede di emissione delle sorgenti (singoli macchinari o scenari di emissione), dati dedotti dalla letteratura, ipotesi basate sull'esperienza in situazioni simili, che delineano sonogrammi riferiti a tempistiche di utilizzo e di contemporaneità definite come standard, sono stati calcolati i livelli in facciata dei ricettori esposti, i quali sono poi stati confrontati con i limiti derivanti dalla Classificazione Acustica Comunale. L'analisi svolta nella presente Relazione è pertanto da considerarsi puramente orientativa ed ipotetica e non dovrà essere in alcun modo vincolante nei confronti delle future scelte progettuali e di organizzazione del cantiere.

Come generalmente previsto nelle disposizioni per le imprese in materia ambientale contenute nel futuro Progetto Esecutivo, sarà poi compito dell'impresa appaltatrice, in base alla propria organizzazione e ai tempi programmati, redigere in ogni caso una Valutazione di impatto acustico per tutte le aree di cantiere, nel rispetto delle specifiche contenute nelle disposizioni per le imprese in materia ambientale e considerando il presente studio come base analitica e modellistica.

Sudette valutazioni dovranno dimostrare il rispetto dei limiti acustici ovvero supportare la eventuale richiesta di autorizzazione in deroga ai limiti acustici, nei casi in cui essa risulti necessaria. In tali casi l'impresa dovrà comunicare agli Enti Competenti, tutti gli elementi tecnici necessari ai fini di legge e per la completa contestualizzazione spaziale e temporale delle attività rumorose. In particolare, si farà riferimento ai contenuti del presente documento evidenziando le modifiche eventualmente intercorse e i necessari correttivi alle stime di impatto e al dimensionamento delle eventuali misure di mitigazione, nonché specificando l'entità e la durata delle eventuali deroghe richieste.

In questo modo il presente studio e le disposizioni per le imprese in materia ambientale, relative al contenimento degli impatti acustici definiscono un sistema integrato per la programmazione, il controllo e il contenimento degli impatti acustici determinati dai lavori.

6.2.3. DISPOSIZIONE DEI CANTIERI E LAYOUT

Il sistema di cantierizzazione delle opere di progetto individua e formato da cantieri principali (base e operativi) e da cantieri secondari (aree tecniche ed aree di stoccaggio).

Nella si riporta la posizione del cantiere base (CB) dei cantieri operativi (CO1; CO2; CO3) ed infine le aree tecniche (Da AT01 a AT06).

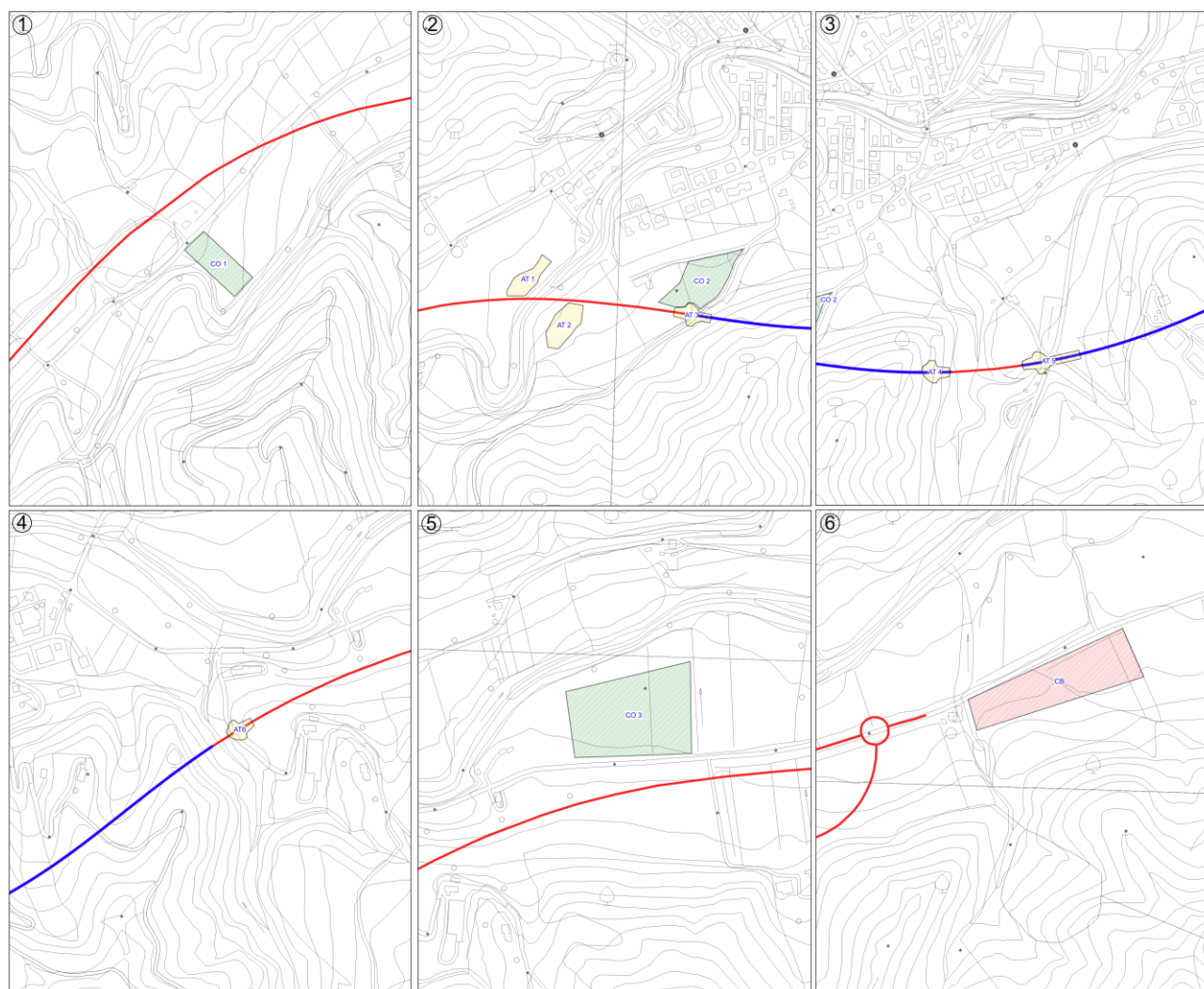


Figure 6-2 Posizione dei cantieri

6.2.4. SORGENTI SONORE INTRODOTTE DAI CANTIERI

Le emissioni prodotte dal cantiere si suddividono fondamentalmente in tre tipologie:

- Rumore prodotto dai cantieri fissi e dalle aree operative (tempo di riferimento diurno).
- Rumore prodotto dal transito dei mezzi pesanti lungo la viabilità di cantiere (diurno).

La prima attività da sviluppare per effettuare la valutazione degli impatti determinati dalle attività di cantiere relativamente alla componente acustica riguarda l'individuazione dei macchinari impiegati, delle effettive durate di impiego rispetto alla durata del cantiere.

E' stata ipotizzata una durata delle attività di 8 ore al giorno, nel periodo diurno dalle 8 alle 19. Nei paragrafi successivi sono riportati dati di input utilizzati per le differenti lavorazioni.

Nella costruzione dell'opera sono previste diverse fasi così riassumibili:

– FASE 0

L'inizio delle attività relative alla costruzione dell'opera sarà preceduto da una "fase 0" costituita da una serie di attività preliminari. Saranno quindi eseguiti gli espropri necessari, la risoluzione delle interferenze a

cura degli enti gestori, si effettueranno le bonifiche degli ordigni bellici, saranno eseguite tutte le piste di cantiere sia quelle lungo il tracciato che quelle necessarie alla realizzazione delle opere d'arte e saranno allestiti i cantieri operativi in quanto cantieri fissi durante tutte le fasi dei lavori ed il campo base. Le aree tecniche saranno man mano che si procederà alla realizzazione delle opere.

– FASE 1

Durante la Fase 1 inizieranno fin da subito i lavori relativi alla realizzazione della galleria GN02, parallelamente saranno avviati tutti i lavori non interferenti, in quanto situati in punti del tracciato sufficientemente distanti tra loro.

Queste lavorazioni sono relative alle seguenti opere:

- connessione di inizio tracciato con la rotatoria del lotto precedente e deviazione provvisoria alla Pk. 1+160;
- viadotto S. Antonio;

Secondo le indicazioni del programma lavori si susseguiranno in cascata le lavorazioni suddividendo le squadre di lavoro secondo le seguenti attività:

- Intersezioni e nuove viabilità;
- Opere in sotterraneo;
- Opere d'Arte principali (viadotti, sottopassi, cavalcavia, ponti);
- Opere idrauliche;
- Opere di sostegno;
- Corpo stradale.

Al completamento dello scavo della galleria naturale più lunga ovvero quella con scavo in naturale (GN02), si effettueranno gli scavi per i due cunicoli di fuga pedonale, a seguire i completamenti.

La realizzazione dello scavo della galleria artificiale alla Pk.1+160.00 sarà anticipata dalla realizzazione di una viabilità provvisoria, necessaria per ricucire via Campolungo e permettere anche la realizzazione della spalla e pila lato Fano del viadotto S. Antonio.

Anche prima della realizzazione della galleria artificiale alla Pk.1+700.00 sarà necessario effettuare una deviazione provvisoria per ricucire Strada S. Andrea in Corona e permettere l'accesso ad una abitazione privata.

L'ultima deviazione da effettuare sarà quella relativa alla realizzazione della rotatoria a fine lotto.

Le parti di corpo stradale (trincea/rilevato) seguiranno le fasi di realizzazione delle opere in quanto sarà necessario utilizzare parte del sedime della nuova viabilità come area tecnica.

– FASE 2

Le lavorazioni della fase 2 sono costituite da tutte quelle che riguardano il completamento dei lavori, queste attività possono essere schematicamente distinte:

- pavimentazioni stradali;
- Barriere antirumore;
- Impianti;
- Fossi di guardia, canalette, embrici;
- Opere di finitura e segnaletica;
- Opere ambientali e mitigazioni.

Queste lavorazioni anche se saranno ultimane tutte con la data di fine lavori, come previsto dal crono programma, non interferiranno tra loro in quanto alcune attività inizieranno in modo sfalsato temporalmente e comunque saranno avviate in punti diversi del tracciato.

Per le emissioni degli inquinanti (perciò PM10, NO2 e benzene) bisogna fare un distinguo fra le diverse tipologia di cantiere:

- per i **cantieri operativi CO e il campo base CB** la presenza massiccia di macchine operatrici e sono limitati alla **sola fase 0**, per le restanti fasi tali mezzi sono dislocati nelle aree tecniche.
- Per le **aree tecniche AT** la presenza di macchine operatrici è maggiore **nella fase 1** dove servono per la realizzazione delle varie opere progettuali, a quest'ultime si aggiungono anche le emissioni di gruppi elettrogeni che servono per l'illuminazione e nei casi delle prime fasi iniziali delle attività di cantiere in attesa della fornitura elettrica.

Nella presente relazione sono stati valutati gli impatti acustici principali derivanti dalle attività previste nelle aree di cantiere. In particolare, si è ipotizzando che le lavorazioni avverranno solo nel periodo diurno con una durata dei lavori di 8 ore distribuite tra le 8 e le 19.

6.2.5. CARATTERISTICHE DELLE SORGENTI

La prima attività da sviluppare per effettuare la valutazione degli impatti determinati dalle attività di cantiere relativamente alla componente rumore riguarda l'individuazione dei livelli di potenza sonora caratteristici dei macchinari impiegati.

Tale fase è stata sviluppata attraverso un'attenta analisi dei dati bibliografici esistenti e, in particolare, di quelli contenuti all'interno dello Studio del Comitato Paritetico Territoriale per la prevenzione infortuni, l'igiene e l'ambiente di lavoro di Torino e Provincia, "Conoscere per prevenire n° 11", nelle prossime sezioni verrà indicata come "Banca dati INAIL".

La banca dati si basa su una serie di rilievi fonometrici che hanno consentito di classificare dal punto di vista acustico, 358 macchinari rappresentativi delle attrezzature utilizzate per la realizzazione delle principali attività cantieristiche.

Come già detto è stata ipotizzata una durata delle attività di 8 ore al giorno, nel periodo diurno dalle 8 alle 19. Nei paragrafi successivi sono riportati dati di input utilizzati per le differenti lavorazioni.

6.2.5.1. Sorgenti nel campo base durante la fase 0

Di seguito si riporta l'elenco, ipotizzato sulla base di quanto rilevato in cantieri analoghi, delle macchine che in prima analisi potrebbero essere impiegati nel campo base.

Macchinario utilizzato	N° impiegato	LW dB(A) assegnato	% impiego giornaliero	% attività effettiva	LW equiv.	Fonte del dato
Escavatore	10	104	40%	85%	106,3	Banca dati INAIL 318B LN CATERPILLAR.
Dumpers	12	84,5	40%	85%	87,6	Banca dati INAIL DOOSAN MOXI MT 31.
Buldozer	4	116	30%	85%	113,1	Banca dati INAIL FR220 HITACHI
Rullo metal. vibrante	4	108,3	30%	85%	105,4	Banca dati INAIL DYNAPAC CC232
Rullo a piastre	2	102,5	30%	85%	96,6	Banca dati INAIL BATMATIC LD 325
Finitrici	2	104	30%	85%	98,1	DATASHEET SUPER 1003i a WIRTGEN G. CO

PROGETTAZIONE ATI:

Macchine perforatrici	4	120	20%	85%	115,3	DATASHEET Atlas Copco ROC D7-11
Camion betoniera	8	98,8	30%	85%	98,9	Banca dati INAIL Iveco 330-30

Tabella 6-9 Calcolo delle sorgenti all'interno dei campi base.

In base alle informazioni della **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** si può calcolare la potenza complessiva dei diversi macchinari, nello specifico pari a 118,1 dB(A) riferito all'intero periodo diurno (06:00-22:00) per entrambi i campi base visto l'utilizzo delle stesse attrezzature.

Ai fini modellistici vista l'ubiquità dei diversi macchinari durante le fasi di cantiere si ipotizza di distribuire tale valore in maniera omogenea all'interno dell'area stessa in base all'effettiva superficie occupata come visibile nella tabella di seguito.

Campo base	Superficie cantiere	LW dB(A) su m²	Periodo riferimento
CB	18407 m²	75,4	diurno (06:00-22:00)

Tabella 6-10 potenza acustica superficiale calcolata sul campo base.

6.2.5.2. Sorgenti cantieri operativi durante la fase 0

Di seguito si riporta l'elenco, ipotizzato sulla base di quanto rilevato in cantieri analoghi, delle macchine che in prima analisi potrebbero essere impiegati nei cantieri secondari, va segnalato che a scopo conservativo tale configurazione di applica anche a quelli con superficie ridotta in cui solitamente le macchine utilizzate in contemporanea sono limitate.

Macchinario utilizzato	N° impiegato	LW dB(A) assegnato	% impiego giornaliero	% attività effettiva	LW equiv.	Fonte del dato
Escavatore	2	104	40%	85%	99,3	Banca dati INAIL 318B LN CATERPILLAR.
Dumpers	1	84,5	40%	85%	76,8	Banca dati INAIL DOOSAN MOXI MT 31.
Buldozer	1	116	30%	85%	107,1	Banca dati INAIL FR220 HITACHI
Rullo metal. vibrante	1	108,3	30%	85%	99,4	Banca dati INAIL DYNAPAC CC232
Finitrici	1	104	20%	85%	93,3	DATASHEET SUPER 1003i a WIRTGEN G. CO
Macchine perforatrici	1	120	20%	85%	109,3	DATASHEET Atlas Copco ROC D7-11

Tabella 6-11 Calcolo delle sorgenti all'interno dei cantieri operativi.

In base alle informazioni della **Tabella 6-11** si può calcolare la potenza complessiva dei diversi macchinari, nello specifico pari a 111,9 dB(A) riferito all'intero periodo diurno (06:00-22:00) per entrambi i campi base visto l'utilizzo delle stesse attrezzature.

Ai fini modellistici vista l'ubiquità dei diversi macchinari durante le fasi di cantiere si ipotizza di distribuire tale valore in maniera omogenea all'interno dell'area stessa in base all'effettiva superficie occupata come visibile nella tabella di seguito.

Cantiere	Superficie cantiere m ²	LW dB(A) su m ²	Periodo riferimento
CO 1	4445	75,4	diurno (06:00-22:00)
CO 2	5992	74,1	diurno (06:00-22:00)
CO 3	24202	68,1	diurno (06:00-22:00)

Tabella 6-12 potenza acustica superficiale calcolata sui cantieri operativi.

6.2.5.3. Sorgenti aree tecniche durante la fase 1

Le Aree Tecniche (AT), differiscono dai Cantieri Operativi per le loro minori dimensioni. Si tratta, infatti, di aree generalmente ubicate in corrispondenza delle opere d'arte puntuali da realizzare e non comprendono impianti fissi di grandi dimensioni. Inoltre sono attivi per il tempo strettamente necessario alla realizzazione delle opere di riferimento. In talune aree tecniche sono previste anche le aree per lo stoccaggio temporaneo delle terre.

Queste aree possono essere classificate a seconda della destinazione, in particolare:

- Aree tecniche di viadotti
- Aree tecniche di galleria naturale e galleria artificiale
- Aree di lavorazione allo scoperto: rilevati-trincee

Nella presente valutazione sono state considerate le due aree tecniche AT 05 e AT 06 specifiche per la galleria naturale Mercatello 2, in queste aree le attività sono più prolungate e con maggior presenza di ricettori nelle immediate vicinanze.

Per queste due aree si prevede la seguente configurazione di dotazioni e macchinari nella fase 0 di preparazione iniziale:

Macchinario utilizzato	N° impiegato	LW dB(A) assegnato	% impiego giornaliero	% attività effettiva	LW equiv.	Fonte del dato
Escavatore	2	104	40%	85%	99,3	Banca dati INAIL 318B LN CATERPILLAR.
Dumpers	3	84,5	60%	85%	76,8	Banca dati INAIL DOOSAN MOXI MT 31.
Buldozer	1	116	30%	85%	107,1	Banca dati INAIL FR220 HITACHI
Finitrici	1	104	20%	85%	93,3	DATASHEET SUPER 1003i a WIRTGEN G. CO
Macchine perforatrici	1	120	20%	85%	109,3	DATASHEET Atlas Copco ROC D7-11
Camion Betoniera	1	98,8	30%	85%	89,9	Iveco 330-30 (INAIL)
Generatore	1	95,0	50%	85%	85,3	MOSA GE275 FSX

Tabella 6-13 potenza acustica superficiale calcolata sulle aree tecniche.

In base alle informazioni della Tabella 6-13 si può calcolare la potenza complessiva dei diversi macchinari, nello specifico pari a 111,7 dB(A) riferito all'intero periodo diurno (06:00-22:00) per entrambi i campi base visto l'utilizzo delle stesse attrezzature.

PROGETTAZIONE ATI:

Ai fini modellistici vista l'ubiquità dei diversi macchinari durante le fasi di cantiere si ipotizza di distribuire tale valore in maniera omogenea all'interno dell'area stessa in base all'effettiva superficie occupata come visibile nella tabella di seguito.

Cantiere	Superficie cantiere m ²	LW dB(A) su m ²	Periodo riferimento
AT 05	1657	79,5	diurno (06:00-22:00)
AT 06	984	81,8	diurno (06:00-22:00)

6.3. CALCOLO DI IMPATTO ACUSTICO

6.3.1. MODELLO DI CALCOLO

Il modello utilizzato (CADNA A Version 2018 Datakustik) è un software previsionale validato a livello internazionale per modellizzare la propagazione acustica in ambiente esterno. Il software è stato sviluppato sulla base di algoritmi che rispettano diversi standard acustici e, per il presente studio, è stato utilizzato il metodo conforme allo standard ISO 9613-2 e il metodo NMPB-Routes-96/NMPB-Routes-08.

I parametri presi in considerazione dal modello corrispondono a quelle grandezze che fisicamente influenzano la generazione e la propagazione del rumore. Più precisamente sono:

- disposizione e forma degli edifici presenti nell'area di studio;
- topografia del sito e tipologia del terreno;
- parametri meteorologici della zona;
- caratteristiche del traffico presente in termini di flusso, velocità e composizione.

Gli algoritmi di calcolo si basano sul calcolo del livello sonoro totale Lp per tutte le sorgenti e sorgenti immagine (diretta + riflessione), quindi tale metodologia è particolarmente adatta al calcolo dei livelli di pressione sonora in aree complesse. Il modello è in grado di stimare il livello di pressione sonora in corrispondenza dei punti individuati visualizzando l'andamento delle curve isofoniche in un'area selezionata.

Per quanto riguarda il rumore prodotto da sorgenti fisse, il dato di input è il livello di Potenza sonora in ottave mediante l'uso di standard ISO 3740, 3744, 8297; norme per intensità ISO 9614, o altri metodi.

Inoltre, si applica una correzione per il periodo di attivazione della sorgente per ogni periodo del giorno. Nei casi in cui non siano disponibili gli spettri di potenza sonora reale di riferimento forniti dai costruttori, vengono utilizzati livelli di potenza sonora calcolati sulla base dei valori di pressione sonora garantiti dal committente o dal costruttore o misurati a distanze note (1 m o 10 m) da ogni singola sorgente. Il livello di attenuazione sonora viene calcolato con l'ausilio del modello previsionale.

È importante sottolineare **che la precisione dei risultati** ottenuti dipende da vari fattori come:

- Attenuazione tra sorgente e ricevitore in bande d'ottava da 63 Hz a 8000 Hz.
- Sorgenti non prese in considerazione perché ritenute non rilevanti o non riproducibili.
- Strutture o manufatti non riproducibili dal modello.
- Effetti di assorbimento del suolo.
- Diversità nella tipologia di materiali delle strutture o manufatti presenti.
- Variabilità delle condizioni meteo-climatiche.
- Precisione della potenza sonora delle sorgenti considerate e la sua eventuale variabilità nel tempo.
- Accuratezza delle caratteristiche geometriche dell'area e dell'opera considerate (affidabilità della cartografia e delle misure disponibili).
- Presenza di eventuali strutture presenti ma non riproducibili nel modello.

6.3.2. DATI DI INPUT DEL MODELLO

Al fine dell'utilizzo del modello matematico previsionale è necessario fornire le caratteristiche acustiche delle nuove sorgenti introdotte durante la realizzazione del progetto, le caratteristiche del terreno in termini di elevazione e assorbimento acustico, edifici che possono avere effetti sulla propagazione acustica ecc.

6.3.2.1. Modello digitale del terreno

Al fine della corretta ricostruzione dello scenario di simulazione, è necessario individuare elementi morfologici del terreno che possano avere effetti sulla propagazione acustica, questo attraverso modelli digitali del terreno e l'estrazione delle isolinee specifiche.

6.3.2.2. Modello digitale degli edifici.

Al fine del calcolo da parte del modello sono stati ricostruiti gli edifici nel dominio di calcolo con particolare attenzione a quelli più prossimi che possono avere effetti di riflessione /assorbimento del rumore.

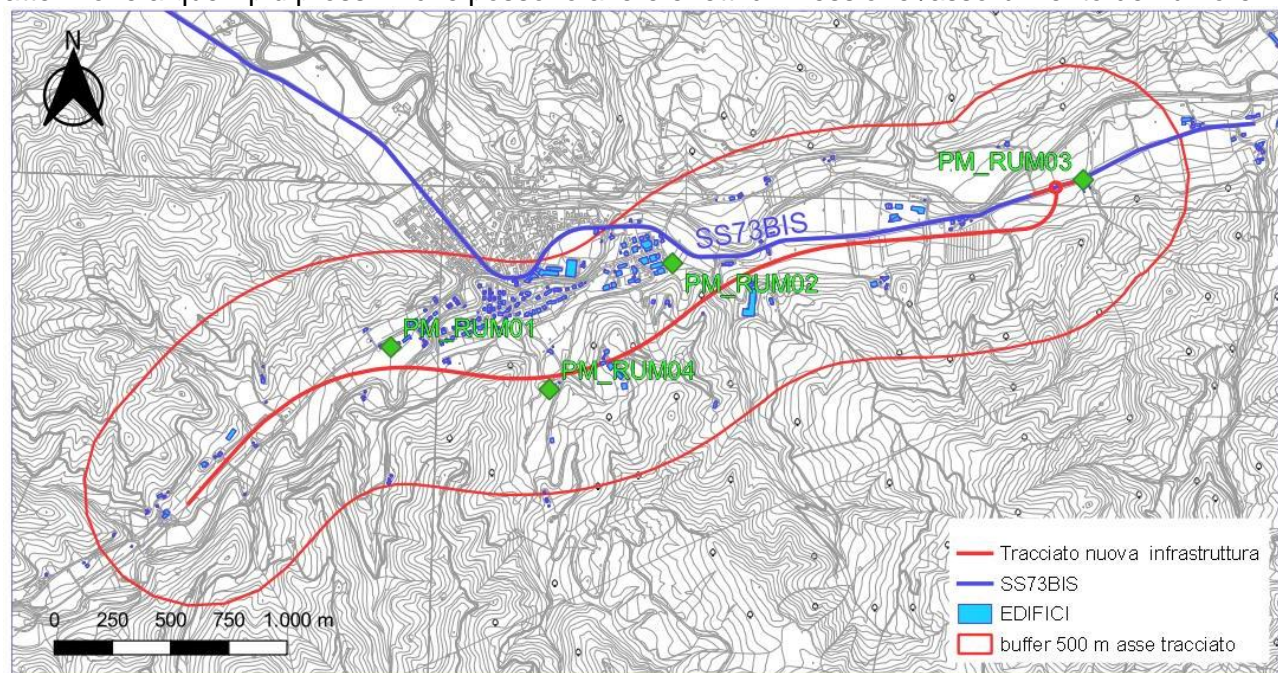


Figure 6-3 Mappa degli edifici dell'area

6.3.2.3. Parametri di calcolo

I principali parametri di calcolo generale sono elencati nella Tabella 6-16

Parametro	Valore	Parametro	Valore
N° riflessioni	2	Max raggio di ricerca	1000 m
Spaziatura griglia	20 metri	Altezza calcolo griglia	4 m
Max errore	0,2 dB	Strade e parcheggi G:	0

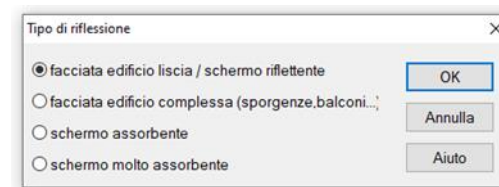
Tabella 6-14 Parametri impostati nel modello di calcolo.

Per i parametri meteorologici impostati per il modello NMPB si sono utilizzati i seguenti valori:

	20°	40°	60°	80°	100°	120°	140°	160°	180°	200°	220°	240°	260°	280°	300°	320°	340°	360°
Giorno:	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Sera:	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75
Notte:	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Tabella 6-15 Percentuale di condizioni favorevoli

Mentre per gli edifici sono stati utilizzati i seguenti tipo di riflessione:



6.3.2.4. Modello di calcolo e procedure di taratura

Per il rumore da traffico veicolare, il metodo di calcolo utilizzato, è quello francese «NMPB-Routes-96 (SETRA-CERTU-LCPC-CSTB)», citato in «Arrêté du 5 mai 1995 relatif au bruit des infrastructures routières, Journal Officiel du 10 mai 1995, article 6» e nella norma francese «XPS 31-133».

Tra le caratteristiche salienti del NMPB c'è la possibilità di modellizzare il traffico stradale con dettagli relativi al numero di corsie, numero di veicoli/h, velocità e caratteristiche dei veicoli, profilo trasversale delle strade;

Per il rumore da traffico ferroviario: metodo di calcolo ufficiale dei Paesi Bassi pubblicato in « Reken-en Meetvoorschrift Railverkeerslawai '96, Ministerie Volkshuisvestin, Ruisimtelijke Ordening en Milieubeheer, 20 November 1996» Questo metodo è denominato come RMR nelle linee guida.

Per le la rumorosità delle degli sbocchi delle gallerie si è utilizzata una sorgente piana verticale di ampiezza e altezza corrispondente all'imbocco della galleria. Il livello impostato Lw" è stato calcolato dal livello Lw' della strada e dal coefficiente C₁ calcolato come indicato dallo studio "Prediction of Sound radiated from Tunnel Openings" di Wolfgang Probst della DataKustik GmbH and ACCON GmbH, Gewerbering 5, D-86926 Greifenberg, Germany.

Nel caso di presenza di giunti nei viadotti si considerano come due sorgenti lineari e posizionando opportunamente due ricettori di taratura, uno in corrispondenza del giunto emittente e uno in corrispondenza di un giunto senza sorgenti emittenti, la differenza tra i due livelli deve risultare dell'ordine di 2.4/2.2 dB.

La taratura di un modello matematico di simulazione è un passo fondamentale per garantire una sufficiente precisione allo studio acustico. Infatti, i valori di assorbimento acustico dei materiali possono essere ricavati da certificati, prove di laboratorio, schede tecniche dei materiali o anche valori medi presenti in letteratura, ma l'effettiva resa acustica dei materiali realmente presenti è rilevabile solo ed esclusivamente mediante misurazione diretta. E anche in questo caso è comunque impossibile discriminare i coefficienti dei singoli materiali, ma si ha comunque la garanzia che il risultato modellizzato è tarato sul caso reale. La taratura è stata eseguita sui valori medi nel Tempo di Riferimento (diurno e notturno) mediante confronto tra i valori misurati e i valori risultanti dalla simulazione nei medesimi punti e nelle medesime condizioni operative (tutte le sorgenti in funzione e nessun intervento di bonifica). La metodologia di taratura è specificata nella norma UNI 11143-1.

Secondo quanto riportato nella norma uni 11143-1 al fine di calibrare il modello di simulazione se lo Scarto quadratico tra i livelli sonori calcolati, e quelli misurati, in tutti i punti di verifica è minore di 3 db(a), ovvero con uno scarto di 1,73 db, allora il modello di calcolo è da ritenersi calibrato.

Nel caso specifico sono stati utilizzati i valori misurati di alcune delle stazioni di misura della campagna misura elencate nella Relazione valutazione previsionale di impatto acustico - fase di esercizio documento T00IA08AMBRE01A, nello specifico le misure effettuate sulla postazione di misura PM_RUM02 e PM_RUM03.

Punto	Periodo di riferimento	Leq misurato	Leq Modello	Differenza dB
PM_RUM02	Periodo diurno	48,0	49,4	-1,4
PM_RUM02	Periodo notturno	43,5	41,6	1,9
PM_RUM03	Periodo diurno	64,1	63,3	0,8
PM_RUM03	Periodo notturno	55,2	54,6	-0,6

Tabella 6-16 Punti di taratura modello.

Pertanto la taratura risulta verificata.

6.4. RISULTATI

6.4.1. RISULTATI DELLE SIMULAZIONI DELLA FASE CANTIERE

I dettagli delle misure le mappe isofoniche dei vari scenari sono presentati negli allegati alla presente relazione la tabella.

Codice documento	Contenuto del documento
T00IA08AMBRE02A	Relazione valutazione previsionale di impatto acustico - fase di cantiere
T00IA08AMBPL22A	Clima acustico fase cantiere - Planimetrie recettori - Tav. 1 di 3
T00IA08AMBPL23A	Clima acustico fase cantiere - Planimetrie recettori - Tav. 1 di 3
T00IA08AMBPL24A	Clima acustico fase cantiere - Planimetrie recettori - Tav. 1 di 3
T00IA08AMBPL25A	Clima acustico fase cantiere - Mappe emissione acustica cantiere - Tav. 1 di 3
T00IA08AMBPL26A	Clima acustico fase cantiere - Mappe emissione acustica cantiere - Tav. 1 di 3
T00IA08AMBPL27A	Clima acustico fase cantiere - Mappe emissione acustica cantiere - Tav. 1 di 3
T00IA08AMBRE06A	Clima acustico fase cantiere - Tabella dei risultati ai recettori

Tabella 6-17 Lista documenti prodotti.

6.4.2. LIVELLO EMESSO AI RICETTORI IN ASSENZA DI MITIGAZIONE

La valutazione del rumore emesso dal cantiere viene effettuata sul livello di emissione propagato al ricettore, confrontato con i limiti di emissione di cui al DPCM 14/11/97. Si è optato per questa valutazione in quanto il livello di immissione sarebbe fortemente influenzato dal rumore prodotto dalle infrastrutture stradali, impedendo una corretta valutazione dell'effettiva incidenza del rumore prodotto dal cantiere.

6.4.3. RICETTORI CON CRITICITÀ DURANTE LA FASE 0 (CANTIERI CO E CB)

Dalla valutazione acustica si registrano le seguenti violazioni dei limiti acustici:

Ricettore	Piano di riferimento	Valore di emissione acustica dB(A)	Limite emissione applicabile dB(A)	Classe acustica	Cantiere resp. del valore
PM_R8	PT-SUD	50,1	50	II	CO1
PM_R9	PT-SE	61,5	50	II	CO1
PM_R10	PT-SE	62,6	50	II	CO1
PM_R10	1P-SE	64,8	50	II	CO1
PM_R11	PT-SE	59,9	50	II	CO1
PM_R12	PT-SE	51,0	50	II	CO1
PM_R13	1P-SUD	50,9	50	II	CO1
PM_R13	2P-SUD	50,6	50	II	CO1
PM_R36	1P-SUD	56,6	55	III	CO2
PM_R37	PT-NORD	51,0	50	II	CO2
PM_R37	1P-SUD	55,8	50	II	CO2
PM_R37	2P-SUD	58,2	50	II	CO2
PM_R38	PT-SUD	55,1	55	III	CO2
PM_R38	1P-SUD	57,6	55	III	CO2
PM_R39	PT-SUD	55,5	55	III	CO2
PM_R39	1P-SUD	57,9	55	III	CO2
PM_R62	PT-SUD	56,0	55	III	CO2
PM_R62	1P-SUD	58,5	55	III	CO2
PM_R63	PT-SUD	55,6	55	III	CO2
PM_R63	1P-SUD	58,0	55	III	CO2
PM_R64	1P-SUD	56,2	55	III	CO2
PM_R64	2P-SUD	56,3	55	III	CO2
PM_R65	1P-SUD	55,2	55	III	CO2
PM_R65	2P-SUD	55,3	55	III	CO2
PM_R84	1P-SUD	50,8	50	II	CB
PM_R85	1P-SUD	50,4	50	II	CB
PM_R87	2P-NORD	60,2	60	IV	CB

Ricettore	Piano di riferimento	Valore di emissione acustica dB(A)	Limite emissione applicabile dB(A)	Classe acustica	Cantiere resp. del valore
PM_R89	2P-NORD	62,3	60	IV	CB

Tabella 6-18 Ricettori direttamente esposti ai cantieri con criticità in fase 0.

Per questo nell'analisi delle criticità si terrà conto della diversa natura ed esposizione di questi recettori, le opere di mitigazione avranno effetti su quelli che in termini di rumore parziale sono esposti principalmente ai cantieri.

6.4.4. RICETTORI CON CRITICITÀ DURANTE LA FASE 1 (CANTIERI AT)

Dalla valutazione acustica si registrano le seguenti violazioni dei limiti acustici:

Ricettore	Piano di riferimento	Valore di emissione acustica dB(A)	Limite emissione applicabile dB(A)	Classe acustica	Cantiere resp. del valore
PM_R40	PT-SUD	55,6	50	II	AT5
PM_R40	1P-SUD	56,9	50	II	AT5
PM_R40	2P-SUD	58,0	50	II	AT5
PM_R40	PT-EST	51,2	50	II	AT5
PM_R40	1P-EST	53,9	50	II	AT5
PM_R40	2P-EST	54,1	50	II	AT5
PM_R41	PT-EST	58,4	50	II	AT5
PM_R41	PT-NORD	59,5	50	II	AT5
PM_R42	1P-EST	57,5	50	II	AT5
PM_R42	PT-EST	55,3	50	II	AT5
PM_R42	PT-NORD	54,0	50	II	AT5
PM_R43	1P-OVEST	51,9	50	II	AT5
PM_R48	PT-OVEST	50,4	50	II	AT6
PM_R49	1P-NORD	52,0	50	II	AT6
PM_R49	PT-OVEST	53,2	50	II	AT6
PM_R49	1P-OVEST	54,2	50	II	AT6
PM_R49	2P-OVEST	55,7	50	II	AT6
PM_R49	2P-NORD	52,9	50	II	AT6
PM_P9	PT-OVEST	53,1	50	II	AT6

Tabella 6-19 Ricettori direttamente esposti ai cantieri con criticità in fase 1

6.4.5. OPERE DI MITIGAZIONE

6.4.5.1. Barriere acustiche

Il metodo adottato per ridurre il rumore indotto dal traffico stradale è quello di frapporre tra la fonte del rumore (in questo caso il corpo della infrastruttura) ed i ricettori (edifici residenziali) un ostacolo efficace alla propagazione del suono, Tale ostacolo è costituito da una barriera con idonee caratteristiche di isolamento acustico, e dimensioni tali da produrre l'abbattimento di rumore necessario all'area da proteggere. Al fine di ridurre l'esposizione al rumore dei ricettori limitrofi all'opera viene considerato come intervento di mitigazione una barriera acustica di altezza 5m il cui dettaglio della localizzazione e lunghezza sono illustrati in dettaglio nella figura che segue.

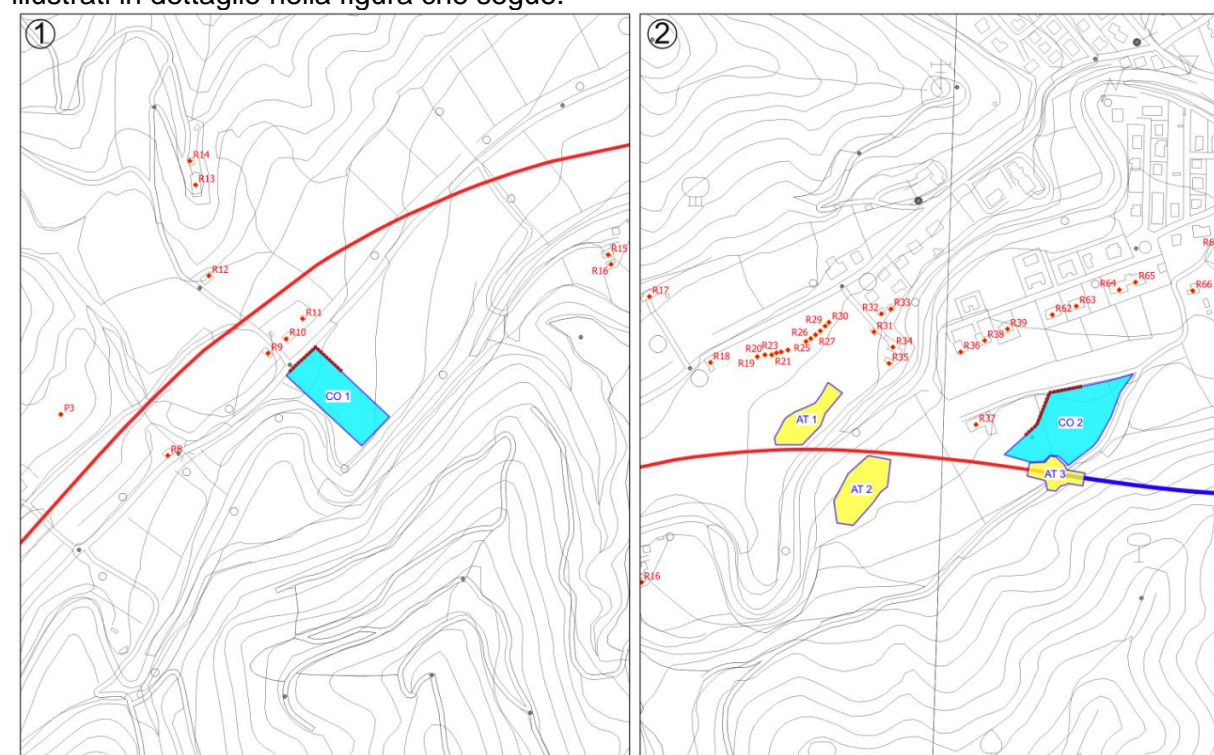


Figure 6-4 Cantieri CO1 e CO2 con barriere (linea rossa con tratteggio).

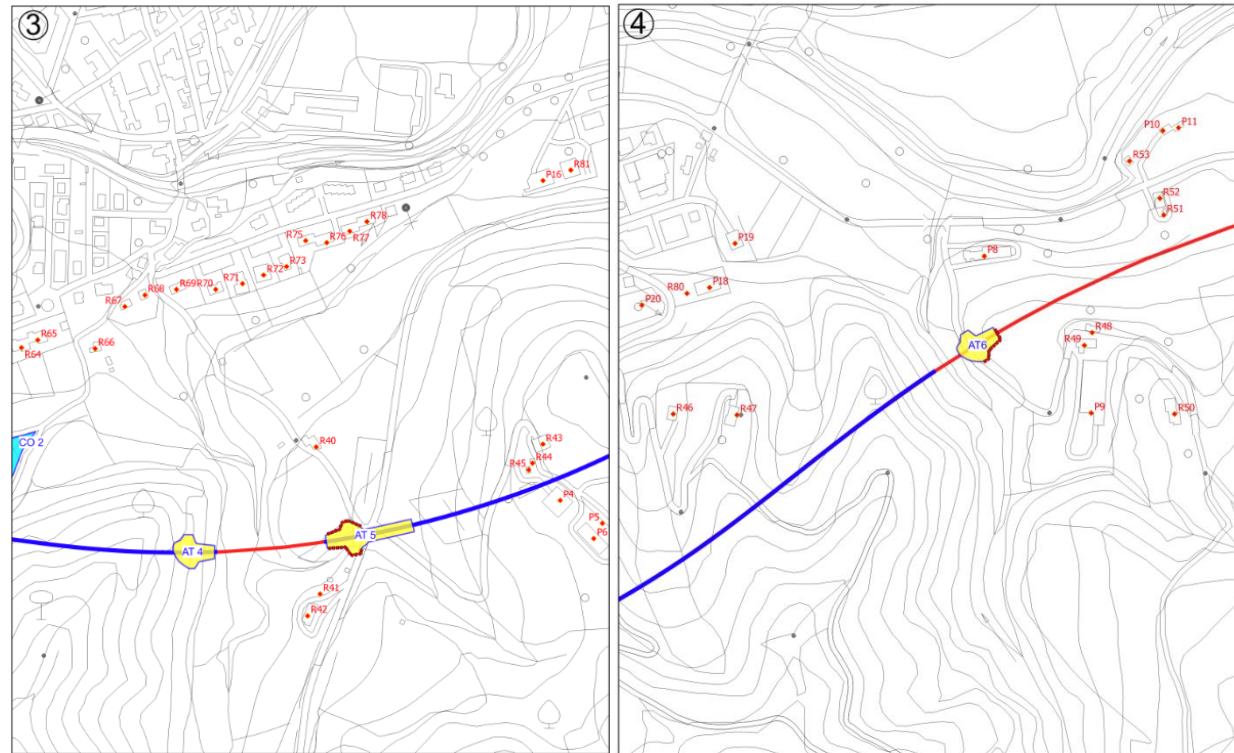


Figure 6-5 Cantieri AT5 e AT6 con barriere (linea rossa con tratteggio).

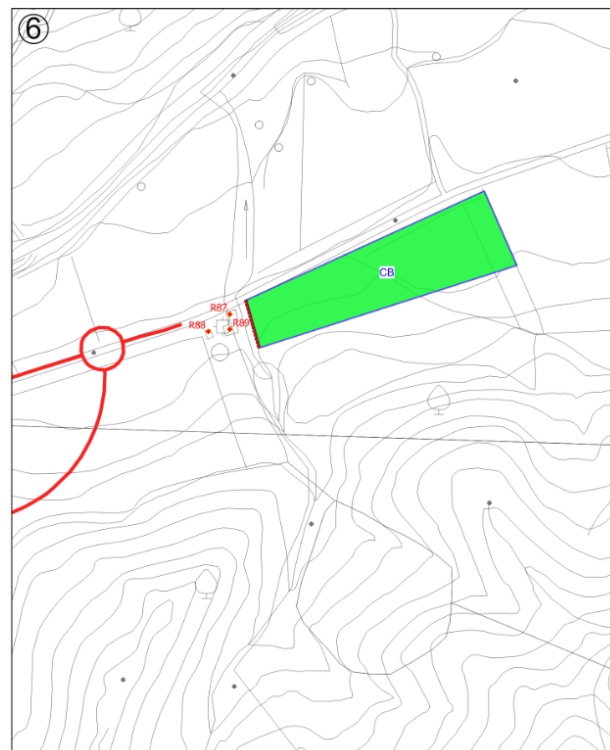


Figure 6-6 Campo Base con barriere (linea rossa con tratteggio)

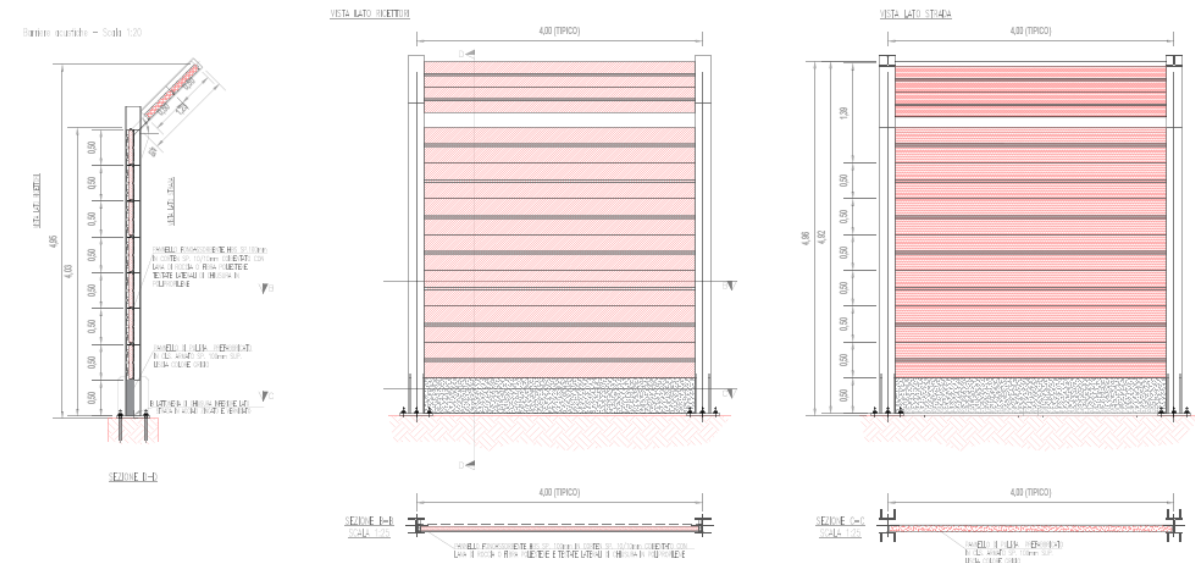


Figure 6-7 Particolare di una barriera.

6.4.5.2. ulteriori mitigazioni

Al fine di un completo rientro dei valori superiori ai limiti, oltre all'uso delle barriere acustiche è stato necessario definire delle ulteriori azioni in particolare:

- Cantiere di tipo CO è necessario procedere alle operazioni in fase 0 con un ridotto utilizzo contemporaneo di macchine operatrici rumorose, in particolare è stato considerato l'impiego della seguente configurazione di mezzi per un massimo di 4 ore al giorno nella fase di scotico nella zona di cantiere prossima alla via Cà Lillina.

Macchinario utilizzato	N° impiegato	LW dB(A) assegnato	% impiego giornaliero	% attività effettiva	LW equiv.	Fonte del dato
Escavatore	1	104	40%	85%	93,3	Banca dati INAIL 318B LN CATERPILLAR.
Dumpers	1	84,5	40%	85%	73,8	Banca dati INAIL DOOSAN MOXI MT 31.
Buldozer	1	116	30%	85%	104,0	Banca dati INAIL FR220 HITACHI

Tabella 6-20 Tabella configurazione macchine utilizzata nella valutazione con mitigazione per CO1

- Cantiere AT5 e AT6 è necessario procedere alle operazioni considerate nella fase 1 con un ridotto utilizzo contemporaneo di macchine operatrici, in particolare è stato considerato l'impiego della seguente configurazione di mezzi per un massimo di 8 ore al giorno.

Macchinario utilizzato	N° impiegato	LW dB(A) assegnato	% impiego giornaliero	% attività effettiva	LW equiv.	Fonte del dato
Escavatore	1	104	40%	85%	93,3	Banca dati INAIL 318B LN CATERPILLAR.
Dumpers	1	84,5	40%	85%	73,8	Banca dati INAIL DOOSAN MOXI MT 31.

Questa configurazione è necessaria per realizzare la trincea iniziale della galleria che una volta realizzata permette di procedere con le attività rumorose al suo interno permettendo l'impiego delle restanti attrezzature.

Le mitigazioni previsti al punto 6.4.5.1 e 6.4.5.2 permettono un rientro di tutte le criticità emerse.

6.5. CONSIDERAZIONI

Dai risultati ottenuti si delinea un quadro di conformità dei cantieri rispetto ai limiti acustici specifici dei ricettori prossimi, questo purché vengano adottate le misure di mitigazione acustiche proposte.

7. VIBRAZIONI

7.1. SELEZIONE DEI TEMI DI APPROFONDIMENTO

Per quanto riguarda il fenomeno delle "Vibrazioni", le lavorazioni e i macchinari necessari per la realizzazione delle opere costituenti il progetto oggetto di studio, possono determinare la generazione di vibrazioni durante le fasi di costruzione.

Nell'esaminare il progetto sono stati considerati quali cantieri più critici quelli maggiormente prossimi ai ricettori abitativi in riferimento alla realizzazione delle opere civili: viadotto e gallerie.

L'analisi delle interferenze vibrazionali si riferiscono agli aspetti connessi al disturbo potenziale sui ricettori e quindi ai criteri individuati dalla norma UNI 9614:2017 per le attività di cantiere. Per quanto riguarda il disturbo alle persone, i principali riferimenti sono costituiti dalla norma ISO 2631 – 2: 2018 "Evaluation of human exposure to whole body vibration / "Continuous and shock-induced vibration in buildings (1 to 80 Hz)".

La norma assume particolare rilevanza pratica poiché ad essa fanno riferimento le norme tecniche per la redazione degli Studi di Impatto Ambientale relativi alla componente ambientale "Vibrazioni", contenute nel D.P.C.M. 28/12/1988. Ad essa, seppur con alcune non trascurabili differenze, fa riferimento la norma UNI 9614 "Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo", considerata come riferimento in quanto indica i valori di riferimento per ciascuna tipologia di ricettore.

4.2.2 Premessa allo studio vibrazionale nella fase di cantiere

La valutazione delle vibrazioni ha lo scopo di stimare gli effetti sui ricettori prossimi ad un cantiere delle vibrazioni emesse dai macchinari di cantiere impiegati per la realizzazione di un'opera.

Lo studio vibrazionale per la fase di cantiere è volto, in particolare, all'accertamento del disturbo alle persone, il quale ha limiti più restrittivi rispetto a quelli determinati sulle strutture. Se i livelli di vibrazione risultano accettabili per le persone, risultano automaticamente evitati danni strutturali agli edifici.

Saranno analizzate le principali fonti di vibrazioni previste che sono sostanzialmente raggruppabili in macchine operatrici (escavatore, sonda perforatrice, ecc.) ed in mezzi adibiti al trasporto (autocarri, autobetoniera, ecc.). Verrà descritto il metodo adottato per la previsione dei livelli vibrazionali indotti durante realizzazione delle opere e tali livelli saranno confrontati con i limiti stabiliti dalla normativa tecnica in materia, ISO 2631 e UNI 9614, riguardanti l'effetto delle vibrazioni sulle persone.

Per lo studio dell'impatto vibrazionale si è proceduto con le operazioni seguenti:

- analisi del territorio in cui si colloca l'opera e delle caratteristiche dei ricettori;
- definizione degli scenari critici per l'impatto da vibrazioni;
- valutazione dei livelli di vibrazioni previsti sui ricettori.

7.2. QUADRO NORMATIVO

Le norme di riferimento per la valutazione delle vibrazioni sono le seguenti:

- UNI 9614 – "Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo";

PROGETTAZIONE ATI:

- UNI 9916 – "Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici". La valutazione della fase di cantiere sarà eseguita in base alla norma UNI 9614:2017. Di seguito si riportano i limiti considerati in relazione alla destinazione d'uso dell'edificio della UNI 9614:2017.

Destinazione d'uso	Accelerazione Vettore Vsorg (m/s ²)
Abitazioni (periodo notturno dalle 22:00 alle 6:00)	3,6 10 ⁻³
Abitazioni (periodo diurno dalle 6:00 alle 22:00)	7,2 10 ⁻³
Abitazioni (periodo diurno festivo dalle 6:00 alle 22:00)	5,4 10 ⁻³
Luoghi di lavoro	14 10 ⁻³
Ospedali, case di cura e affini (indipendentemente dal periodo)	2 10 ⁻³
Asili e case di riposo (valido anche nel periodo diurno in caso sia previsto il riposo delle persone)	3,6 10 ⁻³
Scuole di ogni ordine e grado (limitatamente al periodo di utilizzo)	5,4 10 ⁻³

Tabella 1 Valori di riferimento individuati dalla normativa tecnica UNI 9614:2017

7.3. DEFINIZIONE DEL DISTURBO VIBRAZIONALE

La caratterizzazione del disturbo vibrazionale è effettuata in termini di definizione del Vettore Sorgente (Vsorg espresso in mm/s²) ossia del vettore accelerazione relativo alla sorgente in valutazione. Convenzionalmente, in analogia con le analisi del rumore, è possibile valutare i valori di accelerazione in termini di deciBel, tramite la relazione:

in cui compaiono i valori di riferimento $a_0 = 0.001 \text{ mm/s}^2$.

7.4. METODOLOGIA PER LA VALUTAZIONE DEI LIVELLI VIBRAZIONALI INDOTTI DAL CANTIERE E DAI MEZZI DI TRASPORTO

Il fenomeno con cui una vibrazione si propaga da una sorgente alle aree circostanti dipende dalla natura del terreno, dalla frequenza del segnale e dalla distanza fra il punto di eccitazione e quello di valutazione dell'effetto.

La valutazione dei livelli vibrazionali è stata condotta a fronte dell'acquisizione degli spettri di emissione dei fenomeni considerati (attività dei mezzi di cantiere e per il trasporto dei materiali nonché impianti fissi), utilizzando sia dati bibliografici che rilievi strumentali. Gli spettri impiegati sono riferiti a misure eseguite ad una distanza nota dalla sorgente vibratoria e sono afferenti alla componente verticale. In particolare, si assume nello studio che la componente predominante nell'accelerazione immessa e conseguentemente nella accelerazione della Sorgente, sia quella verticale.

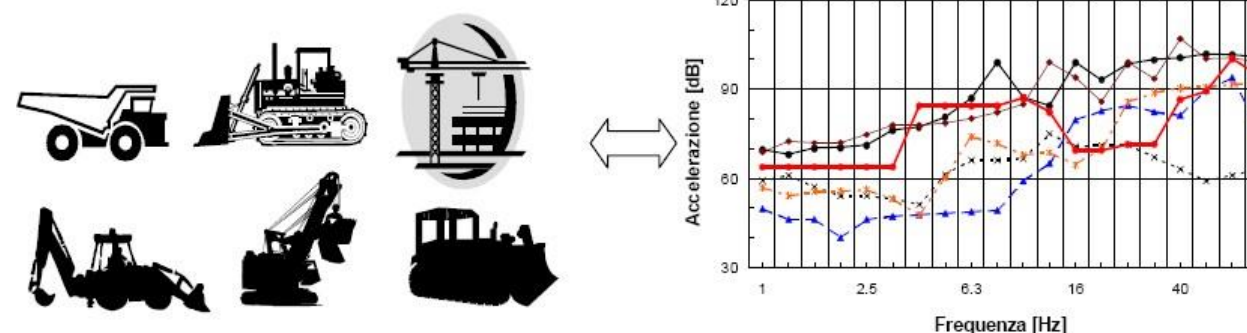


Figura 3.7 – relazione tra mezzi d'opera e spettro di emissione di vibrazioni

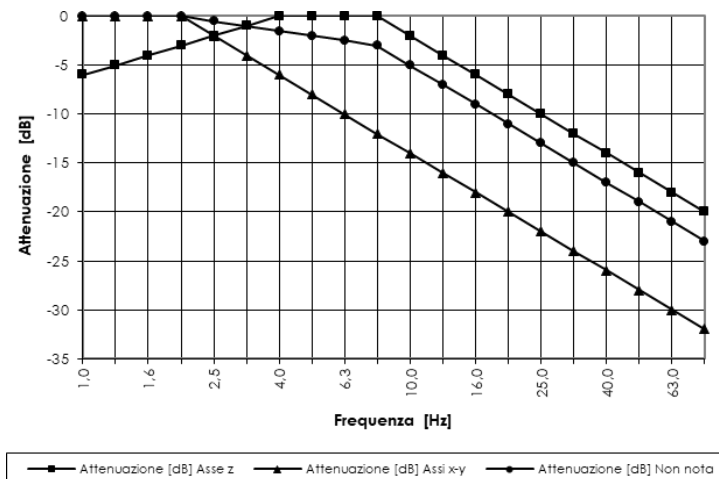
Dagli spettri di emissione delle sorgenti si determina il livello di accelerazione a distanze crescenti dalla sorgente mediante una legge di propagazione. Nel seguito per valutare la propagazione dell'accelerazione a distanza si è utilizzata la seguente formulazione semplificata, valida per sorgenti superficiali:

$$a(d, f) = a(d_0, f) \cdot \left(\frac{d_0}{d}\right)^n \cdot e^{-2\pi \cdot f(\eta/c) \cdot (d-d_0)}$$

I livelli di accelerazione a distanze crescenti dalla sorgente corrispondenti agli scenari analizzati sono dati dalla combinazione, frequenza per frequenza, degli spettri di vibrazione relativi alle singole macchine. Per sommare gli spettri si è effettuata la radice quadrata della somma dei quadrati dei valori (per ogni frequenza) relativi ad ogni macchina. Per ciascuna frequenza si è quindi ottenuto quindi un valore complessivo di tutte le macchine attive contemporaneamente (ATOT,f):

$$ATOT,f = \sqrt{A_1(f,d)^2 + A_2(f,d)^2 + \dots + A_N(f,d)^2}$$

Si è ottenuto quindi un nuovo spettro di emissione costituito dalla somma degli spettri di tutte le macchine attive contemporaneamente. Effettuato il calcolo di propagazione, per valutare il disturbo ai ricettori, si è applicata allo spettro risultante delle macchine attive la curva di attenuazione definita per postura non nota dalla UNI 9614.



Filtri di ponderazione per i diversi assi di riferimento

Si ottiene lo spettro dei livelli ponderati di accelerazione complessiva per singola frequenza e distanza, con cui è possibile realizzare specifici grafici di propagazione dello spettro della somma delle sorgenti analizzate.

PROGETTAZIONE ATI:

Il livello totale di accelerazione ponderata in funzione della distanza, a_w,d , è ottenuto sommando tutti i corrispondenti valori per frequenza ATOT,f. Il valore ottenuto è rappresentativo dell'accelerazione complessiva ponderata, che individua il Vettore Immissione ad una determinata distanza. Ripetendo questa operazione per una sequenza di distanze si è ottenuto il profilo di attenuazione dell'accelerazione ponderata e complessiva di tutti i Vettori di Immissione. Per la definizione del Vettore Sorgente è necessario stabilire l'accelerazione residua. In particolare, se l'accelerazione residua è molto bassa il Vettore Immissione sarà molto prossimo, se non coincidente al Vettore Sorgente. Nella valutazione si procede ad una valutazione dell'accelerazione residua o tramite indagini sperimentali o in base a dati noti di letteratura basati sulla fruizione dei luoghi relativamente alla destinazione d'uso.

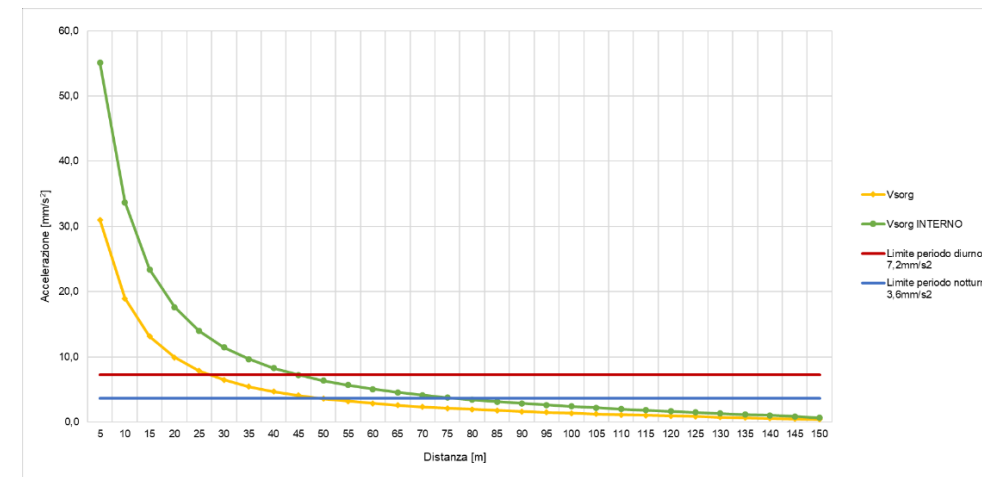


Figura 3.10 – Valutazione della propagazione del livello di vibrazioni (Vettore Sorgente) a diverse distanze

7.5. MODELLO DI CALCOLO

Al fine dell'esecuzione del calcolo della propagazione delle vibrazioni saranno presi in considerazione due posizioni che possono assumere le sorgenti: sarà identificato il caso in cui le sorgenti sono in superficie (sorgenti superficiali) ed in profondità (sorgenti profonde).

7.5.1. SORGENTI SUPERFICIALI

Parlando della trasmissione di vibrazioni nel terreno, è necessario distinguere tra tre tipi principali di onde che trasportano energia vibrazionale: onde di compressione (onda P), onde di taglio (onda S) e onde di superficie (orizzontali, onde R, e verticali, onde L), le quali hanno velocità di propagazione differente in funzione del modulo di Poisson del terreno.

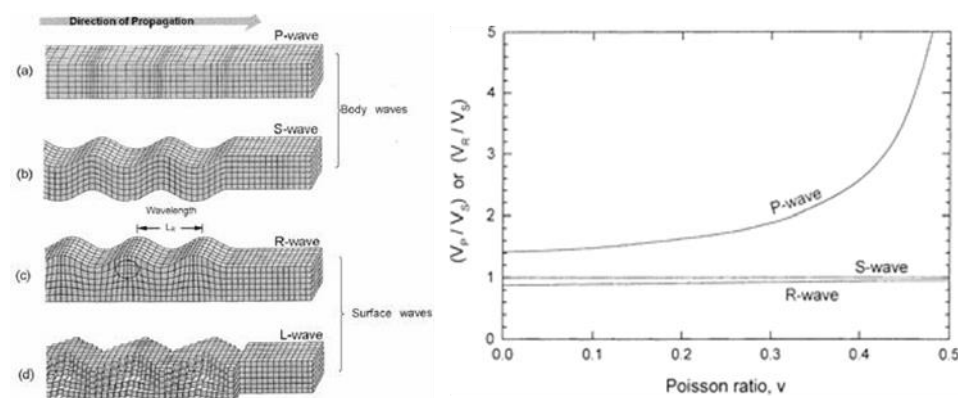


Figura 3.11 – Tipi di onda di volume e di superficie (a sinistra) e velocità relativa delle onde P, R rispetto onde S (a destra)

Come precedentemente accennato, l'espressione semplificata con cui si esprime il decadimento dell'accelerazione con la distanza, per tutti tre i tipi di onde superficiali considerati (P, S, R), è basata sulla formulazione già esposta in precedenza:

$$a(d, f) = a(d_0, f) \cdot \left(\frac{d_0}{d}\right)^n \cdot e^{-2\pi \cdot f \cdot (\eta/c) \cdot (d-d_0)}$$

dove η è il fattore di perdita del terreno, c la velocità di propagazione in m/s, f la frequenza in Hz, d la distanza in m, e d_0 la distanza di riferimento a cui è noto lo spettro di emissione, assunta pari a 5 m. L'esponente n varia a seconda del tipo di onda e di sorgente di vibrazioni. Ai fini dell'analisi dei livelli massimi, si è preceduto prendendo a riferimento una sorgente concentrata, ponendo per l'esponente n il valore a 0.5 per le onde di superficie (predominanti in caso di sorgente posta in superficie), e ad 1 per le onde di volume (predominanti in caso di sorgente profonda).

La propagazione, a partire da una sorgente posta in profondità, subisce, nel caso di terreno omogeneo, una maggiore attenuazione al crescere della distanza dalla sorgente rispetto ad una sorgente posta in superficie.

Tipo di sorgente	Onda	Strato	n
Linea superficiale	Superficie	Superficie	0
	Volume	Superficie	1.0
Punto superficiale	Superficie	Superficie	0.5
	Volume	Superficie	2.0
Linea Sotterranea	Volume	Profondo	0.5
Punto Sotterraneo	Volume	Profondo	1.0

Tabella 3.15 - Definizione dell'esponente n in base al tipo di sorgente e onda

PROGETTAZIONE ATI:

Il termine esponenziale rappresenta i fenomeni di dissipazione di energia meccanica in calore, che, come è possibile riscontrare, cresce proporzionalmente alla frequenza. Pertanto, le basse frequenze si propagano a distanze maggiori, mentre le alte frequenze decadono a distanze minori.

Il rapporto η/c (indicato anche come ξ) dipende, infine, dal particolare tipo di terreno considerato, ed assume valori elevati nel caso di terreno coltivato soffice, mentre assume valori molto modesti nel caso di pavimentazioni rigide.

Classe	Tipo di terreno	Coefficiente di attenuazione	ρ
I	Cedevole o tenero (può essere scavato facilmente)	0.003-0.01	$2 \times 10^{-4} - 6 \times 10^{-4}$
II	Consolidato (può essere scavato utilizzando una pala)	0.001-0.003	$6 \times 10^{-5} - 2 \times 10^{-4}$
III	Duro (non può essere scavato con una pala, necessita di un piccone)	0.0001-0.001	$6 \times 10^{-6} - 6 \times 10^{-5}$
IV	Duro consolidato (scavato difficilmente utilizzando un martello)	<0.0001	< 6×10^{-6}

Tabella 3.16 - Coefficiente di attenuazione

Il modello semplificato di propagazione illustrato considera il terreno omogeneo ed isotropo; nel caso si abbia propagazione in presenza di edifici, collegati al terreno mediante sistemi di fondazione, i livelli di accelerazione riscontrabili all'interno risultano "filtrati" dalla funzione di trasferimento del sistema delle fondazioni e della struttura edilizia.

In particolare, sistemi di fondazione diversi producono 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 o di amplificazione.

7.5.2. SORGENTI IN PROFONDITÀ

Nel caso dell'attività di cantiere ove intervenga necessità di realizzazioni di opere in profondità (palificazione, perforazioni ecc.), la valutazione della legge di propagazione delle vibrazioni con la distanza è più complessa, in quanto non si ha più la semplice legge di propagazione delle onde superficiali, ma si ha a che fare con una sorgente posta in profondità, che dà luogo alla propagazione di onde di volume. Si consideri ora lo schema di emissione illustrato nella seguente figura:

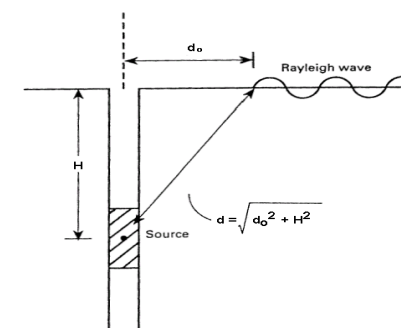


Figura 3.12 – Schema della propagazione a partire da una sorgente profonda

Si può notare che, rispetto all'emissione di onde di superficie da parte di una sorgente concentrata posta sulla sommità del suolo, al recettore arrivano onde che hanno compiuto un percorso più lungo, e che si sono maggiormente attenuate lungo tale percorso a causa della legge di divergenza volumetrica anziché superficiale.

Considerando che l'epicentro di emissione si collochi circa a metà della lunghezza dell'elemento infisso, ovvero, per un palo di 9 m, a circa 5 m di profondità, si ha la seguente espressione relativa alla propagazione delle vibrazioni con cui è possibile calcolare il livello di accelerazione sulla superficie del suolo in funzione della distanza d_0 (misurata in orizzontale, sulla superficie) fra l'asse del palo ed il recettore.

$$a(d_0, f) = a(d_0, f) \cdot \left[\frac{d_0}{\sqrt{D^2 + H^2}} \cdot e^{-2\pi \cdot f \cdot \frac{\eta}{c} (\sqrt{D^2 + H^2} - d_0)} \right]$$

Sintesi delle ipotesi assunte

Il calcolo dei livelli vibrazionali ai ricettori, in condizioni di campo libero, risultanti dalle configurazioni dei macchinari da cantiere previsti negli scenari analizzati è stato condotto considerando una legge di attenuazione stabilita sulla base delle seguenti assunzioni:

- le macchine da cantiere sono ipotizzate come sorgenti puntuali;
- l'attenuazione dissipativa del mezzo è calcolata secondo un approccio teorico semplificato basato sull'ipotesi di mezzo debolmente dissipativo e campo vibratorio costituito in prevalenza da onde di superficie del tipo di Rayleigh;
- il terreno si ipotizza di tipo consolidato, appartenete alla Classe II ($\sigma < 1.5 \times 10^{-4}$), e di categoria C ($c = 300$ m/s; $\eta = 0.04$);
- l'attenuazione geometrica afferente alla sorgente puntuale che lavora in superficie (escavatore, autocarro, pala, autocarro, ecc.) è stata assunta proporzionale a r^{-1} , mentre quella che opera in profondità è stata considerata con una legge di attenuazione proporzionale a $r^{-0.5}$;
- l'epicentro di emissione, nel caso di sorgenti profonde, si collochi, nel caso di pali, circa a metà della lunghezza dell'elemento infisso nel terreno;
- i livelli vibrazionali a distanze crescenti dalla sorgente corrispondenti agli scenari analizzati sono dati dalla combinazione, frequenza per frequenza, degli spettri di vibrazione relativi alle singole macchine di cantiere, mediante radice quadrata della somma dei quadrati delle ordinate spettrali relative alle singole macchine.

7.6. DEFINIZIONE E PREVISIONE DEGLI SCENARI

Con riferimento alle vigenti normative, le attività di cantiere possono essere definite come sorgenti di vibrazione intermittente. Un ricettore adiacente all'area di cantiere è infatti soggetto ad una serie di eventi di breve durata, separati da intervalli in cui la vibrazione ha una ampiezza significativamente più bassa. In relazione alle attività lavorative di cantiere previste per la realizzazione dell'opera in esame, sono stati individuati scenari di cantiere critici per il potenziale impatto in termini di vibrazioni sull'ambiente circostante. In particolare, le emissioni vibrazionali durante le lavorazioni possono essere legate agli impianti fissi/semifissi nei diversi cantieri stabili, e discontinue, dovute alle lavorazioni nelle aree di cantiere e nei fronti di avanzamento.

Lo studio, di seguito riportato relativamente alla fase di cantiere, analizza le seguenti macro-fasi di realizzazione dell'opera:

- realizzazione delle gallerie;

- realizzazione del viadotto tra le gallerie.
- Inoltre, saranno considerate le attività a supporto delle precedenti elencate e svolte presso le aree di stoccaggio, aree tecniche e/o cantieri operativi.

7.6.1. DEFINIZIONE DEL TIPO DI SORGENTE

Analizzando le principali sorgenti previste in funzione delle attività lavorative, esse sono raggruppabili in macchine operatrici ed in mezzi adibiti al trasporto, le prime hanno una distribuzione spaziale abbastanza prevedibile e delimitata all'interno dell'area di lavoro e stoccaggio mentre, i secondi si distribuiscono lungo il percorso che collega il fronte di avanzamento lavori ai luoghi di approvvigionamento o di stoccaggio. Gli scenari in esame sono stati definiti con lo scopo di fornire risultati cautelativi, pertanto, si è concentrata l'analisi sulle aree di avanzamento del cantiere stradale in quanto le aree di cantiere fisse ospitano macchinari che per loro natura sono costruiti per minimizzare l'emissione di vibrazioni.

Si è individuata la condizione operativa di cantiere più gravosa in termini di emissioni di vibrazioni sul territorio tenendo conto delle diverse attività di cantiere e del trasporto dei materiali verso le aree di stoccaggio temporaneo e di smaltimento.

Data la localizzazione delle principali aree di lavoro, e in considerazione che in prossimità di alcuni cantieri non sono presenti ricettori nelle immediate vicinanze, sono state prese in considerazione per l'analisi previsionale delle vibrazioni le aree di cantiere prossime a ricettori abitativi:

- Realizzazione imbocco est galleria naturale Mercatello2, ricettori R48 e R49;
- Realizzazione galleria naturale Mercatello2, ricettori R43-R45
- Realizzazione imbocco ovest galleria naturale Mercatello2, viadotto e imbocco est galleria naturale Mercatello1, ricettori R41 e R42;
- Realizzazione imbocco ovest galleria naturale Mercatello1, R37.

Per ciascun cantiere è stata considerata la condizione operativa potenzialmente più impattante definita sulla scorta dei ricettori presenti, lavorazioni previste, impianti e macchinari presenti.

Per gli scenari elencati sono stati considerati i seguenti mezzi che per eseguire una valutazione conservativa, si ipotizza lavoreranno simultaneamente. Per quanto riguarda l'orario di lavoro, si assume una operatività, su un solo turno nel periodo diurno tra le 8:00 – 22:00, per un totale di 8 ore lavorative.

Escavatore cingolato con martellone
Macchina per pali
Betoniere
Camion pompa per CLS
Autocarri

La valutazione dei livelli vibrazionali è stata quindi condotta a fronte della valutazione dei livelli e degli spettri di emissione dei macchinari di cantiere utilizzando dati bibliografici. Gli spettri impiegati sono riferiti a misure eseguite ad una distanza di circa 5 m dalla sorgente vibratoria e sono afferenti alla sola componente verticale considerata quella che fornisce il contributo maggiore sul vettore immissione.

Come è possibile identificare dall'analisi degli spettri delle sorgenti presenti nelle aree di cantiere, quelle che potrebbero fornire un maggiore disturbo sono quelle lavorazioni che prevedono attività in sotterraneo ossia la realizzazione di micropali, pali, e scavo con martellone degli accessi delle gallerie.

Di questi il worst case è rappresentato dall'escavatore cingolato con martellone il cui livello di vibrazione a 5 metri si può porre pari a circa 90 dB.

7.6.2. STIMA DEI LIVELLI DI VIBRAZIONE

Il modello di propagazione illustrato fa riferimento ai soli fenomeni che avvengono nel terreno, supposto omogeneo ed isotropo (perlomeno all'interno di ogni strato), senza tenere in considerazione la presenza di edifici, collegati al terreno mediante sistemi di fondazione che possono comportare variazioni dei livelli di accelerazione riscontrabili all'interno degli edifici stessi.

I sistemi di fondazione causano, in base alla tipologia, l'attenuazione dei livelli di accelerazione misurabili sulla fondazione rispetto a quelli nel terreno circostante.

Il fenomeno della risonanza strutturale degli elementi dei fabbricati, in particolare i solai, avviene quando la frequenza di una sollecitazione eccitante continua nel tempo (forzante) coincide con la frequenza naturale di oscillazione libera della struttura, in queste condizioni si verifica un incremento dei livelli di vibrazione rispetto a quelli in altre parti dell'edificio.

Una stima dell'effetto locale di riduzione/amplificazione di ciascun edificio è possibile parametrizzando gli effetti combinati secondo curve empiriche che consentono la stima dei livelli di vibrazione in funzione dei livelli di vibrazione del terreno.

Sulla base di tali ipotesi, diviene possibile stimare in maniera approssimata per ogni edificio, note le sue caratteristiche costruttive, l'eventuale variazione massima sul solaio più sfavorito.

In merito alla previsione dell'impatto vibrazionale presso i ricettori, avendo assunto per edifici residenziali un valore limite ammissibile pari a 7,2 mm/s² (77 dB) in virtù del periodo di lavoro diurno, si applicherà un fattore che tenga conto della possibile amplificazione da parte della struttura dell'edificio ricettore (assunta mediamente pari a +5dB) permettendo così la valutazione all'interno degli edifici.

In sintesi, le distanze per cui è raggiunto il limite del periodo diurno di 7,2 mm/s² (77 dB) per i ricettori residenziali e considerando i possibili effetti di amplificazioni prodotti dagli edifici (assunti pari a +5 dB), sono riportate nella tabella seguente.

Scenario	Descrizione fase di lavorazione	Distanza ricettore cantiere	Distanza del limite diurno di 7,2 mm/s ² (77dB) m	Distanza del limite diurno di 7,2 mm/s ² interno agli edifici (77dB) m
1	R37	80	30	40
2	R41 – R42	50	30	40
3	R43 – R44 – R45	40	30	40
4	R48 – R49	140	30	40

Sintesi distanze dal confine delle aree di cantiere per cui si hanno valori di vibrazioni eccedenti i limiti

Considerando la vicinanza alle lavorazioni di strutture, si segnala l'eventualità di alcune criticità legate al possibile superamento della soglia di disturbo in dipendenza dalla distanza dei ricettori nel periodo di riferimento diurno, soprattutto negli scenari 2 e 3.

A seguito di ciò si dovranno adottare delle misure al fine del contenimento delle vibrazioni, quale la buona pratica di conduzione delle attività di cantiere ed eventualmente procedere ad una valutazione di maggior dettaglio con la redazione del "piano di gestione dell'impatto vibrazionale di cantiere" e la predisposizione di un monitoraggio per la verifica puntuale dei risultati predetti, nonché eseguire una buona comunicazione ai ricettori che potrebbero essere interessati dal fenomeno delle vibrazioni.

7.7. CONCLUSIONI ALLO STUDIO PREVISIONALE DELLE VIBRAZIONI IN FASE DI CANTIERE

Per lo scenario di Corso D'Opera è stata applicata la metodologia del "Worst Case Scenario". Questo permette di valutare le condizioni di esposizione alle vibrazioni indotte dalle attività di cantiere e di verificare il rispetto dei limiti della norma UNI 9614:2017 nelle condizioni operative più gravose sul territorio, che nel caso positivo, permettono di accertare una condizione di rispetto anche nelle situazioni meno critiche.

Nel modello è stato quindi imputato il layout delle diverse aree di lavorazione ritenute più impattanti nei confronti dei ricettori presenti nell'area.

Per ciascun scenario è stata considerata la condizione operativa potenzialmente più impattante definita sulla scorta delle lavorazioni previste, impianti e macchinari presenti, caratteristiche emissive e maggior frequenza di esecuzione. In tal senso gli scenari simulati tengono conto della presenza di ricettori della tipologia di lavorazioni previste e della contemporaneità delle stesse. In virtù di quanto detto gli scenari assunti nelle simulazioni previsionali delle vibrazioni sono:

Per quanto concerne le sorgenti di vibrazioni caratterizzanti le aree di cantiere, l'analisi consiste nella verifica dei livelli previsti dalla norma UNI 9614:2017, in relazione alla destinazione d'uso del ricettore. La verifica dei livelli di emissione è stata effettuata considerando il vettore sorgente indotto dai macchinari utilizzati per le lavorazioni.

Dai risultati ottenuti e riportati in precedenza, si evince come possano sussistere condizioni di superamento dei limiti individuati dalla UNI 9614:2017.

In termini di disturbo alle persone va evidenziato come in generale tutte le lavorazioni che danno origine a vibrazioni e che potrebbero arrecare disturbo ai residenti, prossimi alle aree di lavoro, si svolgono principalmente in orario diurno.

In termini di severità, l'impatto atteso si estenderà alla sola durata dei lavori in prossimità dei ricettori e sarà, quindi, limitato nel tempo, in quanto tutti i cantieri presi in considerazione sono cantieri di avanzamento che si spostano man mano che avanzano i lavori. L'ambito nel quale si colloca il progetto, considerando la presenza di alcuni ricettori a distanza ravvicinata rispetto alle aree di cantiere, risulta sensibile al fenomeno.

7.8. MITIGAZIONI DELLE VIBRAZIONI

Al fine di ridurre l'impatto vibrazionale dovuto ai mezzi coinvolti nelle lavorazioni di cantiere risulterà necessario attuare procedure operative per limitare gli impatti e predisporre un monitoraggio vibrazionale da attuarsi in corrispondenza delle aree abitative per le quali sono risultate criticità. Che consenta di adottare ulteriori misure di salvaguardia dei ricettori in caso di superamento dei limiti.

E' necessario agire, quando possibile, sulle modalità di utilizzo dei macchinari, sulla loro tipologia e adottare semplici accorgimenti, come quello di far stazionare gli autocarri in attesa di essere caricati a motore spento e, se il motore deve essere mantenuto acceso, farli attendere il più possibile lontano dai ricettori.

Le misure di dettaglio potrebbero essere definite sulle caratteristiche dei macchinari impiegati e su apposite procedure di condotta delle lavorazioni. In linea indicativa, potrebbero essere osservate le seguenti indicazioni:

- rispettare la norma di riferimento ISO 2631 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;
- definire le misure di dettaglio di riduzione delle vibrazioni basandosi sulle caratteristiche dei macchinari effettivamente impiegati;
- posizionare gli impianti fissi lontano dai ricettori, in particolare se presenti di sensibili;
- mantenere in buone condizioni di manutenzione le aree di cantiere, le strade di cantiere eliminando dossi, avvallamenti o buche.
- Per eventuali ricettori sensibili, dove presumibilmente le attività legate alle lavorazioni più impattanti potrebbero essere incompatibili con la fruizione del ricettore, dovranno essere attuate procedure operative che consentano di evitare lavorazioni impattanti negli orari e nei tempi di utilizzo dei ricettori e nel periodo di riposo degli occupanti.
- nei casi in cui non sia possibile mantenere entro i limiti i livelli vibrazionali, pur avendo messo in atto tutte le pratiche al fine di ridurle e solo per attività temporanee, si ricorrerà alla stesura del "piano di gestione dell'impatto vibrazionale di cantiere" di dettaglio. Il piano potrà prevedere una sorveglianza attiva dell'immissione delle vibrazioni al fine di valutare l'efficacia delle misure di mitigazione del cantiere ed eventualmente intervenire sul ciclo di lavoro. Inoltre, potrà essere prevista una adeguata campagna di

informazione ai ricettori che saranno interessati da livelli vibrazionali eccedenti i limiti indicati dalla UNI 9614 al fine di informarli sul possibile disturbo.

7.9. ANALISI DELLE POTENZIALI INTERFERENZE IN FASE DI CANTIERE

7.9.1. DISTURBO DA VIBRAZIONI SUI RICETTORI

In base alle conclusioni del modello previsionale delle vibrazioni sviluppato per la fase di cantiere si riscontrano alcuni ricettori per i quali si potrebbe determinare il superamento del limite previsto dalla UNI 9614:2017. In particolare, si individuano sei ricettori a destinazione residenziale (R37 che si trova a circa 80 metri dall'imbocco ovest della galleria naturale Mercatello 1, R41 e R42 che si trovano a circa 50 metri dall'imbocco ovest della galleria naturale Mercatello 2, R43, R44 e R45 che si trovano sopra il tracciato in galleria ad una distanza verticale di circa 40 metri (R48 e R49 che si trovano a circa 140 metri sono invece difficilmente impattabili dalle vibrazioni) per i quali si potrebbero verificare valori oltre i limiti per le lavorazioni connesse alla realizzazione della galleria naturale Mercatello 2.

7.10. IL RAPPORTO OPERA – AMBIENTE E LE MISURE DI PREVENZIONE E MITIGAZIONE ADOTTATE DURANTE LA FASE DI CANTIERE

7.10.1. DISTURBO DA VIBRAZIONI SUI RICETTORI

In tale sede il tema delle vibrazioni indotte dalle lavorazioni è affrontato rispetto alla tematica del disturbo sui ricettori secondo la norma UNI 9614:2017. Questa definisce dei valori di riferimento in funzione del periodo temporale e della tipologia di ricettore. Nel caso specifico essendo le attività lavorative previste nel solo periodo diurno e non essendo presenti edifici sensibili, il valore soglia di riferimento è pari a 7,2 mm/s². Al fine di una valutazione puntuale, su ogni ricettore, si è provveduto a sviluppare un modello previsionale di propagazione delle vibrazioni nella fase di cantiere.

In relazione alle conclusioni del modello previsionale delle vibrazioni sviluppato si riscontrano alcuni ricettori per i quali si potrebbe determinare il superamento del limite previsto dalla UNI 9614:2017. In particolare, si individuano sei ricettori a destinazione residenziale per i quali si potrebbero verificare valori oltre i limiti a causa delle lavorazioni previste.

In considerazione di quanto emerso dallo studio si dovrebbe provvedere alla predisposizione di un monitoraggio della componente che sia rappresentativo dello stato vibrazione dei ricettori che sono stati individuati. L'esecuzione dei rilievi potrà essere stabilita con esattezza in funzione del cronoprogramma esecutivo delle attività, concordando lo svolgimento delle misurazioni preventivamente con la DL. Infatti, in fase di cantiere, si potrà valutare l'opportunità di indagare solo quelli di volta in volta effettivamente saranno interessati dalle lavorazioni.

Quali ulteriori azioni che l'Appaltatore potrà mettere in atto preliminarmente ai lavori, in accordo con quanto indicato dalla norma UNI 9614:2017, si prevede:

- di individuare, qualora necessario sulla base delle necessità realizzative, eventuali valori soglia in deroga ai limiti indicati dalla UNI 9614:2017 di concerto con l'Autorità competente in virtù anche della tipologia di attività (evento breve durata e/o frequenza limitata nel giorno);
- di definire un Piano di gestione dell'impatto vibrazionale di cantiere (PGIVC) in accordo alla norma UNI 9614:2017;
- di predisporre una attività informativa preventiva in modo da tenere informata la popolazione interessata e quindi facilitare la tollerabilità delle persone alle vibrazioni indotte.

8. PAESAGGIO

I fattori che possono determinare impatti potenziali in fase di cantiere sulla matrice in esame sono riassunti nella tabella che segue, con i relativi fattori di perturbazione.

Azione di progetto	Fattori di perturbazione	Interventi di mitigazione per la sostenibilità ambientale dell'azione di progetto	
<i>Cantiere</i>			
Approntamento aree di cantiere (Base, Operativi e Aree tecniche specifiche per le opere)	Taglio della vegetazione	Variazione uso del suolo e copertura vegetale; Sottrazione di habitat	Le aree di occupazione temporanea saranno ripristinate e recuperata l'originaria destinazione d'uso; Al termine del cantiere è prevista la piantumazione delle superfici di esproprio permanente non occupate dall'infrastruttura viaria.
	Stoccaggi temporanei	Variazione uso del suolo; Alterazione morfologica; Alterazioni estetiche e cromatiche;	Inerbimento dei cumuli di terreno accantonati nelle aree di stoccaggio per mitigare l'impatto paesaggistico e mantenere la fertilità del suolo; L'impatto sarà temporaneo in quanto le aree saranno ripristinate al termine dei lavori.
	Gestione cantiere	Presenza macchine, manufatti e attrezzature	Realizzazione di dune inerbite per mitigare gli impatti paesaggistici verso la viabilità adiacente i Cantieri Operativi e il cantiere base.
Opere civili	Realizzazione opere d'arte maggiori	Alterazioni morfologiche; Attraversamento corsi d'acqua con viadotto; Variazione uso del suolo e sottrazione di vegetazione; Alterazioni estetiche e cromatiche.	Mitigazione opere d'arte; Ripristino aree di cantiere; Piantumazione di specie arbustive e arboree.
	Realizzazione piattaforma, rilevati, trincee e opere d'arte minori	Alterazioni morfologiche; Attraversamento corsi d'acqua con viadotto; Variazione uso del suolo e sottrazione di vegetazione; Alterazioni estetiche e cromatiche.	Mitigazione opera d'arte; Inerbimenti scarpate rilevati e trincee; Piantumazione specie arboree e arbustive per favorire l'inserimento ambientale e paesaggistico dell'opera.

Gli impatti in fase di cantiere della fase di cantiere sono prevalentemente di carattere temporaneo e reversibile con il ripristino della aree. I cantieri tecnologici, specifici per determinate realizzazioni sono generalmente di estensione limitata, da poco meno di 1.000 mq (AT4 e AT6) a circa 3.000 mq (AT2).

Inoltre essi sono operativi per il periodo di realizzazione della singola opera per poi essere recuperati.

L'impatto sul paesaggio di maggiore entità è determinato dal Cantiere Base, ampio 18.407 mq e il Campo Operativo 3, ampio 24.202 mq, dove sarà posizionato l'impianto di frantumazione per il recupero degli inerti.

A queste si associano le aree per lo stoccaggio delle terre, dove si vedranno i cumuli di terreno in attesa di essere gestiti tramite recupero o invio ai siti estrattivi per il recupero morfologico. Le aree cantiere sono comunque posizionate in ambiti dove non ci sono emergenze storico-culturali.

Col materiale proveniente dallo scotico verranno creati degli accumuli temporanei di altezza non superiore ad 2 mt d'altezza con sezione trapezoidale avente la base minore non superiore a 3 mt al fine di evitare alterazioni nelle caratteristiche del terreno e qualora la base abbia dimensioni maggiori di 3 mt l'altezza dei cumuli verrà contenuta entro 1 mt.

A seconda poi della durata della fase di cantierizzazione sarà prevista sullo strato edafico la realizzazione di un inerbimento temporaneo, con specie erbacee annuali e perenni pioniere autoctone allo scopo di garantire una rapida stabilizzazione della massa movimentata e per favorire i processi di ricolonizzazione microbiologica del suolo.

Per mitigare l'impatto visivo dei cantieri operativi e del campo Base, situati in adiacenza alla viabilità principale esistente si realizzeranno dune in terra inerbite alte 2 m.

Alle azioni che determina fattori di impatto negativi seguono attività di progetto con impatti positivi legati allo smantellamento, al ripristino della destinazione d'uso delle aree e alla realizzazione delle opere di mitigazioni architettoniche e a verde.

Nel complesso, data la temporaneità dei cantieri, si può affermare che l'impatto sia sostenibile, inoltre le recinzioni necessarie, predisposte per i cantieri, non determinano impatti alla componente paesaggio poiché sono collocate nei cantieri prossimi alla viabilità principale, in aree già soggette alla pressione antropica.

9. SALUTE PUBBLICA

Per quanto riguarda la salute pubblica, come approfondito per la valutazione degli impatti in fase di esercizio (Parte 6), l'impatto è legato essenzialmente alle emissioni di polveri e rumore.

Per tali aspetti si rimanda alle valutazioni fatte nei capitoli dedicati da dove risulta la sostenibilità, prevedendo le mitigazioni indicate dal progetto (Barriere acustiche e pavimentazione delle piste e delle aree di cantiere per evitare la diffusione delle polveri. A tale misura si associa l'eventuale bagnatura delle aree di lavoro durante la stagione siccitosa.