

S.S. N. 4 "SALARIA"

**ADEGUAMENTO DEL TRATTO TRISUNGO-ACQUASANTA TERME.
TRATTO GALLERIA VALGARIZIA - ACQUASANTA TERME. LOTTO 2 DAL
KM 155+400 AL KM 159+000 (EX AN6)**

PROGETTO DEFINITIVO

COD. AN257

PROGETTAZIONE: ATI SINTAGMA - GP INGEGNERIA - ENGEKO - GDG - ICARIA

IL RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:

Dott. Ing. Giorgio Guiducci
Ordine degli Ingegneri della Prov. di Roma n° 14035

IL PROGETTISTA:

Dott. Ing. Vasco Truffini
Ordine degli Ingegneri della Prov. di Perugia n° A659

IL GEOLOGO:

Dott. Geol. Giorgio Cerquiglini
Ordine dei Geologi della Regione Umbria n°108

IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:

Dott. Ing. Marco Abram
Ordine degli Ingegneri della Prov. di Perugia n° A2808

IL RESPONSABILE DI PROGETTO

Pianificatore Territoriale Marco Colazza

IL R.U.P.

Dott. Ing. Vincenzo Catone

PROTOCOLLO

DATA

IL GRUPPO DI PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:

Sintagma

Dott. Ing. N. Granieri
Dott. Ing. V. Truffini
Dott. Ing. L. Spaccini
Dott. Arch. A. Bracchini
Dott. Ing. E. Bartolucci
Dott. Ing. L. Casavecchia
Dott. Geol. G. Cerquiglini
Dott. Ing. F. Pambianco
Dott. Ing. M. Abram
Dott. Arch. C. Presciutti
Dott. Agr. F. Berti Nulli
Geom. S. Scopetta
Geom. M. Zucconi

MANDANTI:

GPI INGEGNERIA
GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl

Dott. Ing. G. Guiducci
Dott. Ing. E. Moscatelli
Dott. Ing. A. Signorelli
Dott. Ing. A. Belà
Dott. Ing. G. Lucibello
Dott. Arch. G. Guastella
Dott. Geol. M. Leonardi
Dott. Ing. G. Parente

engeko

Dott. Ing. C. Muller

GEOTECHNICAL DESIGN GROUP

Dott. Ing. D. Carlaccini
Dott. Ing. C. Consorti
Dott. Ing. E. Loffredo
Dott. Ing. S. Sacconi

ICARIA
società di ingegneria

Dott. Ing. V. Rotisciani
Dott. Ing. F. Macchioni
Dott. Ing. G. Verini
Dott. Ing. V. Piuino
Dott. Ing. G. Pulli

Dott. Ing. **GIORGIO GUIDUCCI**
ORDINE INGEGNERI
ROMA
N° 14035

SEGRETERIA DEGLI ARCHITETTI
DOTT. ARCH.
ALESSANDRO BRACCHINI
264
DELLA PROVINCIA DI PERUGIA

AMBIENTE

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

Parte 5 - Gli impatti ambientali delle opere in fase di cantiere

CODICE PROGETTO		NOME FILE		REVISIONE	SCALA:
PROGETTO	LIV. PROG. ANNO	T00-IA01-AMB-RE05-B			
DPAN257	D 22	CODICE ELAB.	T00IA01AMBRE05	B	-
B	Emissione consegna finale	mag-22	A.Borsi	A.Bracchini	G.Guiducci
A	Emissione	giu-22	A.Borsi	A.Bracchini	G.Guiducci
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

INDICE

1	LA METODOLOGIA GENERALE PER L'ANALISI DEGLI IMPATTI	3
2	LA DEFINIZIONE DELLE AZIONI DI PROGETTO PER LA DIMENSIONE COSTRUTTIVA.....	6
3	LA SIGNIFICATIVITÀ DEGLI IMPATTI DI CANTIERE	8
3.1	ARIA E CLIMA	8
3.1.1	Selezione dei temi di approfondimento	8
3.1.2	Analisi delle potenziali interferenze in fase di cantiere	8
3.1.3	Il rapporto opera-ambiente e le misure di prevenzione e mitigazione adottate durante la fase di cantiere	22
3.2	GEOLOGIA E ACQUE	26
3.2.1	Selezione dei temi di approfondimento	26
3.2.2	Analisi delle potenziali interferenze in fase di cantiere	26
4.1.1	Il rapporto opera – ambiente e le misure di prevenzione e mitigazione adottate durante la fase di cantiere	27
4.2	TERRITORIO E SUOLO	31
4.2.1	Selezione dei temi di approfondimento	31
4.2.2	Analisi delle potenziali interferenze in fase di cantiere	32
4.2.3	Il Rapporto opera – ambiente e le misure di prevenzione e mitigazione adottate durante la fase di cantiere	35
4.3	BIODIVERSITÀ.....	39
4.3.1	Selezione dei temi di approfondimento	39
4.3.2	Analisi delle potenziali interferenze in fase di cantiere	39
4.3.3	Il rapporto opera – ambiente e le misure di prevenzione e mitigazione adottate durante la fase di cantiere	43
4.4	RUMORE E VIBRAZIONI	47
4.4.1	Selezione dei temi di approfondimento	47
4.4.2	Premessa allo studio vibrazionale nella fase di cantiere	48

4.4.3	Quadro tecnico e normativo	48
4.4.4	Definizione del disturbo vibrazionale	49
4.4.5	Metodologia per la valutazione dei livelli vibrazionali indotti dal cantiere e dai mezzi di trasporto	49
4.4.6	Modello di calcolo	52
4.4.7	Definizione e previsione degli scenari	55
4.4.8	Valutazione delle vibrazioni ai ricettori	69
4.4.9	Conclusioni allo studio previsionale delle vibrazioni in fase di cantiere	75
4.4.10	Mitigazioni delle vibrazioni.....	76
4.4.11	Analisi delle potenziali interferenze in fase di cantiere	76
4.4.12	Il rapporto opera – ambiente e le misure di prevenzione e mitigazione adottate durante la fase di cantiere	77
4.5	SALUTE UMANA	78
4.5.1	Selezione dei temi di approfondimento	78
4.5.2	Analisi delle potenziali interferenze in fase di cantiere	78
4.5.3	Il rapporto opera – ambiente e le misure di prevenzione e mitigazione adottate durante la fase di cantiere	83
4.6	PAESAGGIO E PATRIMONIO CULTURALE	85
4.6.1	Selezione dei temi di approfondimento	85
4.6.2	Analisi delle potenziali interferenze in fase di cantiere	85
4.6.3	Il rapporto opera – ambiente e le misure di prevenzione e mitigazione adottate durante la fase di cantiere	90

1 LA METODOLOGIA GENERALE PER L'ANALISI DEGLI IMPATTI

Scopo del presente capitolo è quello di fornire una metodologia da applicare per la determinazione degli impatti indotti sull'ambiente dalla realizzazione dell'opera nella sua dimensione costruttiva (Parte 5 del presente SIA, costituita dal documento in esame) e dall'opera della sua dimensione fisica ed operativa (Parte 6 del presente SIA, alla quale si rimanda).

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

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

Il primo step, sul quale si fonda la seguente analisi ambientale, risiede nella lettura delle opere ed interventi previsti dal progetto in esame secondo le tre seguenti dimensioni, ciascuna delle quali connotata da una propria modalità di lettura (cfr. Tabella 1).

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

Tabella 1.1 - Le dimensioni di lettura dell'opera

Muovendo da tale tripartizione, il secondo momento di lavoro consiste nella scomposizione delle opere secondo specifiche azioni di progetto, come riportato nel successivo paragrafo per quanto riguarda la dimensione costruttiva e nella Parte 6 alla quale si rimanda, per la dimensione fisica ed operativa dell'opera in progetto. Tali azioni per ogni dimensione dell'opera sono state definite in funzione della tipologia di opera e delle attività di cantiere necessarie alla sua realizzazione e della sua funzionalità una volta finalizzata.

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

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

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

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

Tabella 1.2 - Catena Azioni – fattori causali – impatti potenziali

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

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

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

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

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

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

Per quanto attiene alla puntuale definizione dei nessi di causalità intercorrenti tra le azioni di progetto ed i potenziali impatti ambientali relativi a ciascuna delle componenti, si rimanda agli specifici paragrafi della Parte 5 in esame e della Parte 6 relativi ad ogni componente ambientale.

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

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

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

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

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

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

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

2 LA DEFINIZIONE DELLE AZIONI DI PROGETTO PER LA DIMENSIONE COSTRUTTIVA

In merito al secondo step della metodologia sopra definita, il presente paragrafo è volto all'individuazione delle azioni di progetto relative alla realizzazione dell'opera, ovvero alla sua dimensione costruttiva. Si specificano, pertanto, nella seguente tabella, le azioni di cantiere che saranno poi analizzate nei paragrafi successivi, all'interno di ciascuna componente ambientale, al fine dell'individuazione dei fattori causali e conseguentemente degli impatti associati ad ogni azione di progetto.

AC.1	Approntamento aree di cantiere
AC.2	Scotico terreno vegetale
AC.3	Scavi e sbancamenti
AC.4	Formazione rilevati
AC.5	Esecuzione fondazioni
AC.6	Posa in opera di elementi prefabbricati
AC.7	Realizzazione elementi gettati in opera
AC.8	Realizzazione della pavimentazione stradale

Tabella 2.1 - Definizione azioni di progetto per la dimensione costruttiva

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

Tratti dell'opera all'aperto	Strada in rilevato	Scavi e sbancamenti
		Rinterri
		Realizzazione pavimentazione stradale
		Realizzazione elementi gettati in opera
		Posa in opera elementi prefabbricati
		Traffico di cantiere
Aree di cantiere	Cantiere Base	approntamento aree di cantiere
		gestione acque di cantiere
		attività di frantumazione
Aree di cantiere	Cantiere Base	approntamento aree di cantiere
		gestione acque di cantiere
		attività di frantumazione

Studio di Impatto Ambientale Parte 5: Gli impatti della cantierizzazione

	Cantieri operativi	approntamento aree di cantiere
		movimentazione materie

Tabella 2.2 - Definizione azioni di progetto per la dimensione costruttiva correlate alla tipologia di opera

3 LA SIGNIFICATIVITÀ DEGLI IMPATTI DI CANTIERE

3.1 ARIA E CLIMA

3.1.1 Selezione dei temi di approfondimento

Per quanto riguarda la verifica delle potenziali interferenze sulla qualità dell'aria legate alla dimensione costruttiva dell'opera oggetto di studio, si può fare riferimento alla seguente matrice di correlazione azioni-fattori causali-effetti.

Azioni di progetto	Fattori Causali	Impatti potenziali
Dimensione costruttiva		
AC Attività di cantiere - lavorazioni	Produzione emissioni polverulente	Modifica condizioni di polverosità nell'aria

Tabella 3.1 - Aria e clima: Matrice di causalità – dimensione Costruttiva

Nel seguito si riportano le analisi quantitative delle concentrazioni di inquinanti prodotte durante la fase di realizzazione delle opere.

Scopo della presente trattazione è quello di descrivere la metodologia applicata per la determinazione degli impatti indotti sull'ambiente dalla realizzazione dell'opera nella sua fase costruttiva – la fase di cantiere.

Stante tale finalità, la metodologia si compone dei seguenti passaggi, ed in particolare:

- analisi del progetto di cantiere;
- determinazione della catena azioni-fatti causali-impatti;
- stima dei potenziali impatti;
- analisi e valutazione rispetto agli standard di qualità dell'aria.

Il primo elemento, sul quale si fonda la seguente analisi ambientale, risiede nella lettura delle opere ed interventi previsti dal progetto in esame ed in particolare per questo ambito il programma e progetto della cantierizzazione che consiste nella relazione tecnica, nel cronoprogramma e nelle tavole grafiche di cantiere.

Successivamente, dalle informazioni contenute nella relazione di cantiere si è provveduto a schematizzare la fase di realizzazione delle opere secondo specifiche azioni di progetto per quanto riguarda la dimensione costruttiva. Tali azioni per ogni dimensione dell'opera sono state definite in funzione della tipologia di opera e delle attività di cantiere necessarie alla sua realizzazione.

A seguito della determinazione delle azioni di progetto, vengono individuati tutti i potenziali termini di sorgente (emissioni in atmosfera) legate alle fasi di realizzazione dell'opera per poi valutarne i potenziali impatti sulla qualità dell'aria. La valutazione di questi impatti è commentata rispetto ai valori limite di qualità dell'aria previsti dalla normativa vigente D.lgs. 155/2010 e smi.

3.1.2 Analisi delle potenziali interferenze in fase di cantiere

Analizzando le informazioni disponibili nei documenti progettuali per il cantiere di realizzazione dell'opera in oggetto, il presente paragrafo è volto ad analizzare, per la componente atmosfera, i fattori causali e gli impatti associati.

Per quanto riguarda la verifica delle potenziali interferenze sulla qualità dell'aria legate alla dimensione costruttiva dell'opera oggetto di studio, si può fare riferimento alla seguente correlazione azioni-fattori causali-effetti: le attività ed i traffici di cantiere determinano la produzione di emissioni inquinanti quali ad esempio polveri PM₁₀ e PM_{2,5} e gas come, ad esempio, NOx che, una volta emessi in atmosfera, possono determinare una modifica della qualità dell'aria locale.

Nel seguito della trattazione, si riportano le analisi quantitative delle concentrazioni determinate dal periodo di svolgimento della fase di cantiere per la realizzazione dell'opera.

3.1.2.1 Modellistica diffusionale

Il cantiere di costruzione dell'opera

Nel caso in esame relativo alla realizzazione dell'adeguamento del tratto Trisungo-Acquasanta Terme, della S.S n. 4 "Salaria" -. Lotto 2.

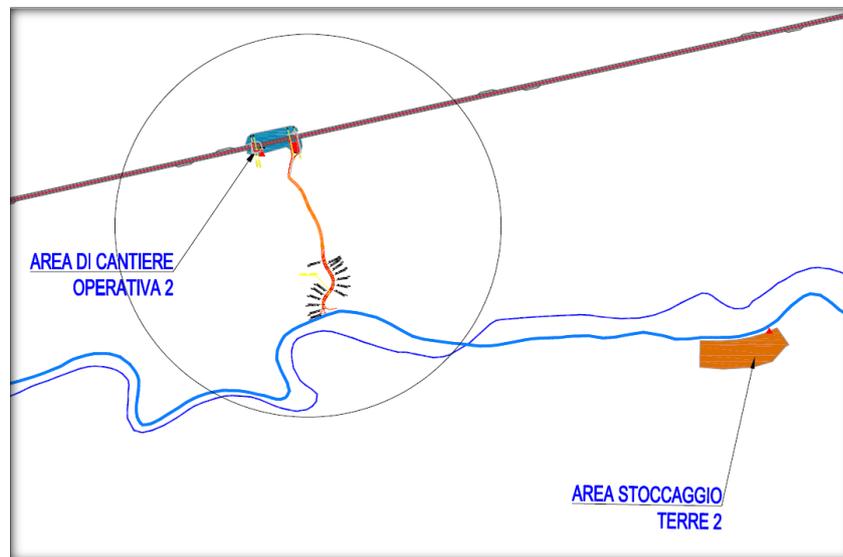
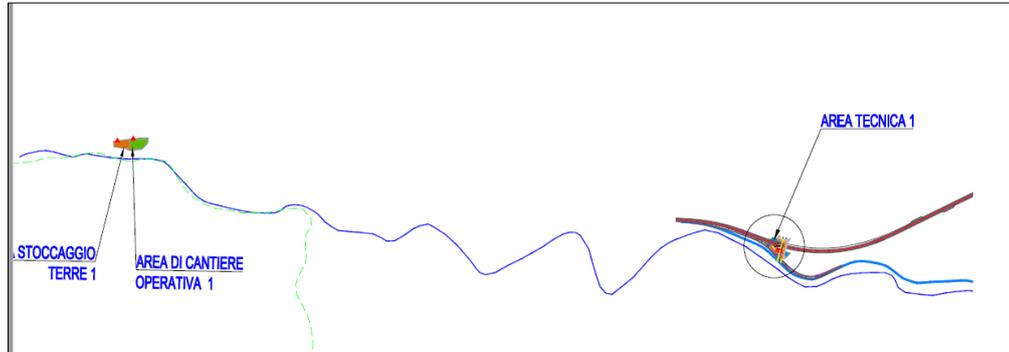
Il progetto del cantiere prevede molteplici attività che secondo lo sviluppo del cronoprogramma sono state impostate con una durata complessiva di 4 anni e che vengono considerate contemporanee tra loro in termini temporali e spaziali al fine di simulare la configurazione di potenziale impatto di cantiere peggiore.

Le attività suddivise per tipologia ed area di lavoro, sono elencate nella seguente tabella per il cantiere di realizzazione della variante.

Area di lavoro	Tipologia	Estensione	Attività
AREE DI CANTIERE	cantieri stoccaggio (AS01,AS02,AS03) 	AS01 1067 m2 AS02 12096 m2 AS03 20860 m2	scarico camion
			formazione cumulo (movimentazione materiale)
			erosione del vento
			Passaggio mezzi pesanti
			Emissioni dirette da motori delle macchine operatrici
			Emissioni dirette da motori delle macchine operatrici
AREE DI CANTIERE	Ingressi/uscite gallerie 		carico camion
			Passaggio mezzi pesanti
			Emissioni dirette da motori delle macchine operatrici
			Emissioni dirette da motori delle macchine operatrici
TRAFFICO INDOTTO	Transito sulle piste e viabilità		Passaggio mezzi pesanti
			Emissioni dirette da motori delle macchine operatrici

Tabella 3.2 - Tipologia di attività di cantiere dettagliata per area di lavoro come descritto nella planimetria di cantiere (figura seguente)

Nella seguente figura, estratta dalla planimetria di cantiere allegata al progetto, sono rappresentate le aree di cantiere, le piste di cantiere e la viabilità esterna sulla quale si muoveranno i camion per trasporto all'esterno verso le aree di stoccaggio.



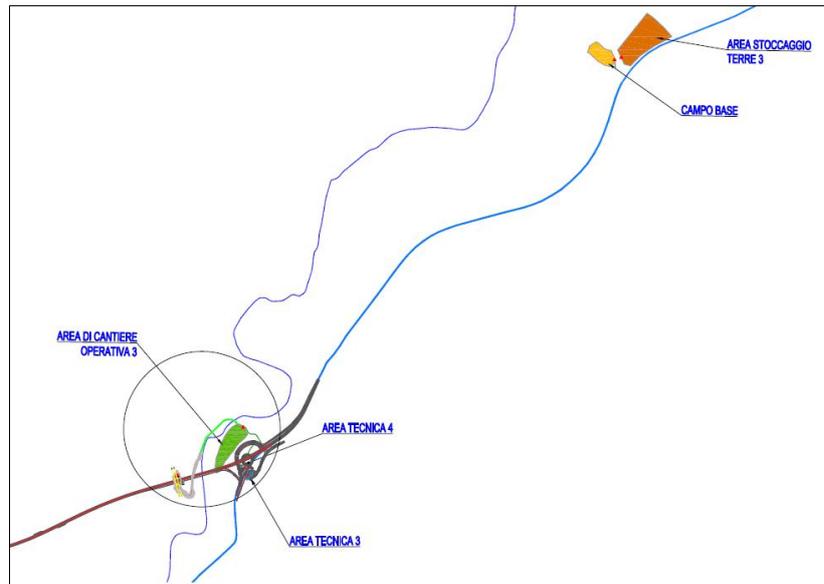


Figura 3.1 - Planimetria di cantiere

WBS	DURATA FASE	Volume da allontanare	N. VIAGGI PER VOL SCAVO ALL'ESTERNO DEL CANTIERE AL GIORNO
Favalanciata	920	319675	17
Acquasanta Terme (lato Roma)	770	225617	15
Acquasanta Terme (lato Ascoli)	470	150412	16

In relazione alle attività previste, dalle quali vengono generate le emissioni di gas e polveri, si effettua la stima delle emissioni, che rappresenta uno degli elementi di ingresso principali per l'applicazione del modello di simulazione.

Si specifica come per tali attività di movimentazione di terra verranno valutati come inquinanti le polveri (PM10 e PM2.5) e come gas gli Ossidi di Azoto (NOX) tralasciando gli altri inquinanti di poco interesse per la tipologia di sorgente individuata.

Oggetto della stima delle emissioni seguente e delle simulazioni saranno le emissioni derivanti dalla gestione del materiale nelle aree di stoccaggio, dal carico del materiale nelle aree in uscita dalla galleria e il trasporto verso l'area di stoccaggio.

3.1.2.2 Stima delle emissioni

Le emissioni rappresentano la capacità per unità di tempo di emissione delle attività che si stanno analizzando. L'emissione specifica rappresenta la parte unitaria delle emissioni che, moltiplicata per l'unità di tempo in cui la sorgente rimane in condizione "attiva", permette il calcolo delle emissioni di inquinanti totali relativa alla sorgente o al gruppo di sorgenti considerate.

Per la stima di tali valori si è fatto riferimento ai dati bibliografici messi a disposizione dalla U.S. E.P.A. (United States Environmental Protection Agency) nella banca dati AP42 - "Compilation of Air Pollutant

Emission Factor". In tale documento sono riportati i fattori di emissione riguardanti le principali sorgenti di emissione da considerare per la fase di cantiere oggetto del presente studio.

In questo paragrafo, si esplicitano i singoli fattori di emissione relativi al PM10, al PM2.5 ed agli ossidi di azoto NOx (principali inquinanti generati dalle operazioni di cantiere), in relazione alle attività ritenute significative per l'inquinamento atmosferico.

Attività di cantiere	Riferimento per la selezione del fattore di emissione per polveri PM10 e PM2.5 AP42 US-EPA
Formazione cumulo (movimentazione materiale)	13.2.4 "Aggregate Handling and Storage Piles"
Erosione del vento	13.2.5 "Industrial Wind Erosion"
Scarico del camion	SCC3-05-010-42
Carico del camion	SCC3-05-010-37
Transito di mezzi su pista pavimentate	13.2.1 Paved roads (trascurabile)
Emissioni dirette da motori delle macchine operatrici	EEA-BV810v3-Other Mobile SouRes and Machinery – SNAP 0808XX
Fattori di emissione medi per mezzi pesanti	Sinanet Ispra – inventario nazionale – heavy duty vehicles > 25 ton di portata.

Per il transito dei mezzi sulle strade pavimentate, si considerano trascurabili i contributi derivanti dal risollevarsi delle polveri data la pavimentazione della strada e si considera solamente il contributo derivante dallo scarico dei mezzi.

3.1.2.3 Fattori di emissione

In questo paragrafo si dettagliano i fattori di emissione considerati per lo studio in oggetto.

ATTIVITÀ DI SCARICO DEL MATERIALE

Per la fase di scarico è stato considerato il fattore SCC 3-05-010-42 "Truck unloading: Buttom-Dump-Overburden" pari a 0,0005 Kg/Mg di PM10 per tonnellata di materiale scaricato. Per il fattore del PM2.5 si considera una quota pari al 20% del PM10.

- Fattore: PM10 : 0.0005 kg/t
- Fattore: PM2.5: 0.0001 kg/t

ATTIVITÀ DI CARICO DEL MATERIALE

Per la fase di scarico è stato considerato il fattore SCC 3-05-010-37 "Truck loading" pari a 0,0075 Kg/Mg di PM10 per tonnellata di materiale caricato. Per il fattore del PM2.5 si considera una quota pari al 20% del PM10.

- Fattore: PM10 : 0.0075 kg/t
- Fattore: PM2.5 0.0015 kg/t

FORMAZIONE E STOCCAGGIO CUMULI

Il fattore di emissione utilizzato per la stima della polverosità generata dalle attività di formazione e stoccaggio cumuli prende in considerazione le attività di sollevamento delle polveri per via eolica dei cumuli (si sottolinea che tale circostanza risulta in realtà considerata a scopo cautelativo) ed è il seguente:

$$E = k \cdot (0,0016) \cdot \frac{\left(\frac{U}{2.2}\right)^{1.3}}{\left(\frac{M}{2}\right)^{1.4}}$$

Dove:

- k = costante adimensionale variabile in funzione della dimensione delle particelle:
- k= 0.35 per il calcolo di PM10 e 0.11 per il calcolo del PM2.5
- U = velocità media del vento (m/s)
- M = umidità del materiale accumulato (%)

La suddetta formula empirica garantisce una stima attendibile delle emissioni considerando valori di U e M compresi nel range di valori (ben rappresentativo della situazione oggetto di studio) specificati nella tabella seguente.

Parametro	Range
Velocità del vento	0,6 – 6.7 m/s
Umidità del materiale	0,25 – 4,8 %

Nel caso in esame, la velocità del vento è stata assunta pari a 6.5 m/s: tale valore descrive la media delle situazioni riscontrabile in sito, compatibilmente con l'intervallo di applicabilità della formula sopra riportato. L'umidità del materiale è assunta pari a 4%.

Le quantità di materiale da movimentare sono state individuate dall'analisi congiunta degli elaborati e planimetrie di progetto. Si riportano di seguito i fattori di emissione associati alle operazioni di formazione e stoccaggio cumuli:

- **Fattore PM10: 0.0009 kg/t**
- **Fattore PM2.5 0.0003 kg/t**

EROSIONE DEL VENTO DEI CUMULI

Facendo riferimento a quanto riportato nel paragrafo 13.2.5 "Industrial Wind Erosion" ed applicando la seguente formula si può determinare il coefficiente di emissione per il PM10 che è pari a 0,00024 kg/h.

$$EF_i(\text{kg/h}) = EF_i \cdot a \cdot mvh$$

Il valore sopra riportato è stato ottenuto impostando un'altezza del cumulo pari a 2 m, ipotizzandolo conico con un diametro di 5.6 m e con una superficie laterale di circa 30 m² e movimentazioni orarie. Il rapporto tra altezza del cumulo e diametro è superiore a 0.2 quindi il cumulo è considerato "alto" e il fattore di emissione risulta pari a 7.9x10⁻⁶ kg/m².

- **Fattore PM10: 0.00024 Kg/h**
- **Fattore PM2.5: 0.00003 Kg/h**

Fattori emissione Traffico Indotto DI CANTIERE – emissioni dai motori (exhaust)

È stato valutato il contributo dei gas di scarico dei mezzi pesanti da e per le aree di cantiere.

Per la stima delle emissioni si è fatto ricorso ad un approccio basato su un indicatore che caratterizza l'attività della sorgente (A in eq.1) e di un fattore di emissione specifico per il tipo di sorgente (Ei in eq.1). Il fattore di emissione Ei dipende non solo dal tipo di sorgente considerata, ma anche dalle tecnologie adottate per il contenimento/controllo delle emissioni. La relazione tra l'emissione e l'attività della sorgente è di tipo lineare:

$$Q(E)_i = A * E_i \quad (\text{eq.1})$$

dove:

- Q(E)_i: emissione dell'inquinante i (kg/h);
- A: indicatore dell'attività (veicolo-chilometri viaggiati);
- E_i: fattore di emissione dell'inquinante i (ad es. g/km veic).

I fattori di emissione sono stati desunti per mezzi pesanti dal sito di ISPRA Inventaria – fattori di emissione medi per traffico autoveicolare anno 2019.

Tabella 3.3 Fattori di emissione (fonte Ispra)

Inquinante	Fattore di emissione medi (g/km*veic)
NOX	2.791
PM10	0.146
PM25	0.104

Emissioni dai gas di scarico di mezzi d'opera

Per la stima dei fattori di emissione delle macchine e dei mezzi d'opera impiegati è stato fatto riferimento al database del programma di calcolo COPERT III ed all'Atmospheric Emission Inventory Guidebook dell'EEA. All'interno del documento è possibile individuare dati relativi ai seguenti macchinari principali (Other Mobile SouRes and Machinery – SNAP 0808XX

sorgenti emmissive	PM10	PM25	NOX	U.M.	Fonte
Macchine operatrici	0.2	0.2	3.5	gr/h*kW	EEA-BV810v3-Other Mobile SouRes and Machinery – SNAP 0808XX

Per la stima delle emissioni dei mezzi operatrici, è stato fatto uso dei fattori di emissione della tabella precedente considerando un fattore specific, Load-specific fuel consumption, riferito alle modalità di lavoro delle macchine pari al 30% come riportato in letteratura (fonte: *Fuel consumption and engine load factors of equipment in quarrying of crushed stone Tomislav Korman, Trpimir Kujundžić Mario Klanfar February 2016 <https://www.researchgate.net/publication/296573614>*)

Nella seguente tabella si riepilogano i fattori di emissione individuati per le singole attività e per gli inquinanti allo studio PM10, PM2.5 e NOx.

Tabella 3.4 identificazione dei fattori di emissione per le singole attività di cantiere.

Attività di	PM10	PM2.5	NOx
-------------	------	-------	-----

cantiere	Fattore di emissione	Unità di misura	Fattore di emissione	Unità di misura	Fattore di emissione	Unità di misura
Formazione cumulo (movimentazione materiale)	0.0009	kg/ton	0.0003	kg/t		kg/ton
Erosione del vento	0.00024	kg/h	3.19E-05	kg/h		kg/h
Carico del camion	0.0075	kg/ton	0.0015	kg/ton		kg/ton
Scarico del camion	0.0005	kg/ton	0.0001	kg/ton		kg/ton
Emissioni dirette da motori delle macchine operatrici	0.2	kg/kW*h	0.2	kg/kW*h	3.5	kg/kW*h
Fattori di emissione medi per mezzi pesanti (exhaust)	0.000146	kg/ km*veic	0.000104	kg/km*veic	0.002791	kg/ km*veic

Note:

unità di misura kg/t = kg di PM10 emesse per ton di materiale movimentato;

unità di misura kg/h = kg di PM10 emesse per ora di lavorazione;

unità di misura kg/km*veic = kg di PM10 emesse per km percorso e camion;

unità di misura kg/kW*h = kg di PM10 emesse per kW di potenza del macchinario (ruspa, dumper etc.) e per ora di lavorazione.

I fattori di emissione selezionati per la stima delle emissioni di polveri e gas, mostrati in tabella precedente, sono stati applicati ad ogni area di cantiere e/o tipologia di attività. Moltiplicando il fattore di emissione considerato per il fattore di attività, differente per ogni singola attività di cantiere, si ottengono le stime delle emissioni specifiche espresse in grammi al secondo. Le stime delle emissioni sono riportate nella tabella seguente.

Cantiere	Quantitativi di materiale mobilitato [m ³ /h]	Numero di mezzi in transito [camion/h]	Emissione PM10 [kg/h]	Emissione PM2.5 [kg/h]	Emissione NOx [kg/h]
Area di Stoccaggio AS01	43.43	4.3	0.116	0.038	0.130
Area di Stoccaggio AS02	36.63	3.7	0.100	0.034	0.129
Area di Stoccaggio AS03	40.00	4.0	0.108	0.036	0.129
Ingresso/uscita gallerie	43.43	4.3	0.595	0.126	0.130
Ingresso/uscita gallerie	36.63	3.7	0.503	0.108	0.129
Ingresso/uscita gallerie	40.00	4.0	0.549	0.117	0.129
Traffico dei mezzi di cantiere sulla viabilità ordinaria.		4.3	0.0014	0.0010	0.0267
Traffico dei mezzi di cantiere sulla viabilità ordinaria.		3.7	0.0006	0.0008	0.0225

Traffico dei mezzi di cantiere sulla viabilità ordinaria.		4.0	0.0019	0.0009	0.0246
---	--	-----	--------	--------	--------

3.1.2.4 Configurazione del codice di calcolo per la dispersione degli inquinanti

L'applicazione del codice di calcolo CALPUFF MODEL SYSTEM è stata sviluppata secondo quanto riportato di seguito per la parte di dispersione degli inquinanti. Nella tabella sono mostrate le principali impostazioni ed i necessari dati di ingresso per le simulazioni del periodo solare dell'anno 2020 per il codice CALPUFF.

Input	Simulazioni
Periodo	anno solare 2019
Dominio di calcolo	<p>COMPUTATIONAL GRID: griglia di calcolo di 20 celle per 15 celle di passo 0.500 km per una estensione del dominio di 5.5 km in direzione N-S e 11 km in direzione E-W.</p> <p>SAMPLING GRID: griglia di campionamento dei risultati è di 110 celle per 55 celle di passo 0.1 km per una estensione del dominio di 5.5 km in direzione N-S e 11.0 km in direzione E-W.</p>
Sorgenti Emissive	<p>Le sorgenti di emissione sono state rappresentate sotto forma di più sorgenti volumetriche di circa 15m² ciascuna</p> <p>Le sorgenti lineari (strade) sono state rappresentate come sorgenti volumetriche poste a 25 metri lineari lungo l'asse stradale.</p>
Simulazioni	
CALPUFF	Sono state effettuate simulazioni sulla base del campo di vento 3D determinato da CALMET su scala temporale oraria per il periodo di riferimento (anno 2019: 8760 ore) per la determinazione delle concentrazioni in aria degli inquinanti.

Figura 3.2 - Configurazione CALPUFF MODEL SYSTEM – dispersione CALPUFF

3.1.2.5 Recettori

L'applicazione modellistica è stata sviluppata tramite applicazioni short-term sulla base di un anno solare di riferimento per 8760 ore. Per stimare i livelli di concentrazione degli inquinanti è necessario configurare nel codice di calcolo i punti recettori sia sotto forma di set di punti specifici che di griglia cartesiana di calcolo. La griglia di calcolo, rappresentata nella figura seguente è costituita da un numero di celle pari a 110 celle in direzione EST-OVEST e 55 celle in direzione NORD-SUD con passo cella di 100 metri.

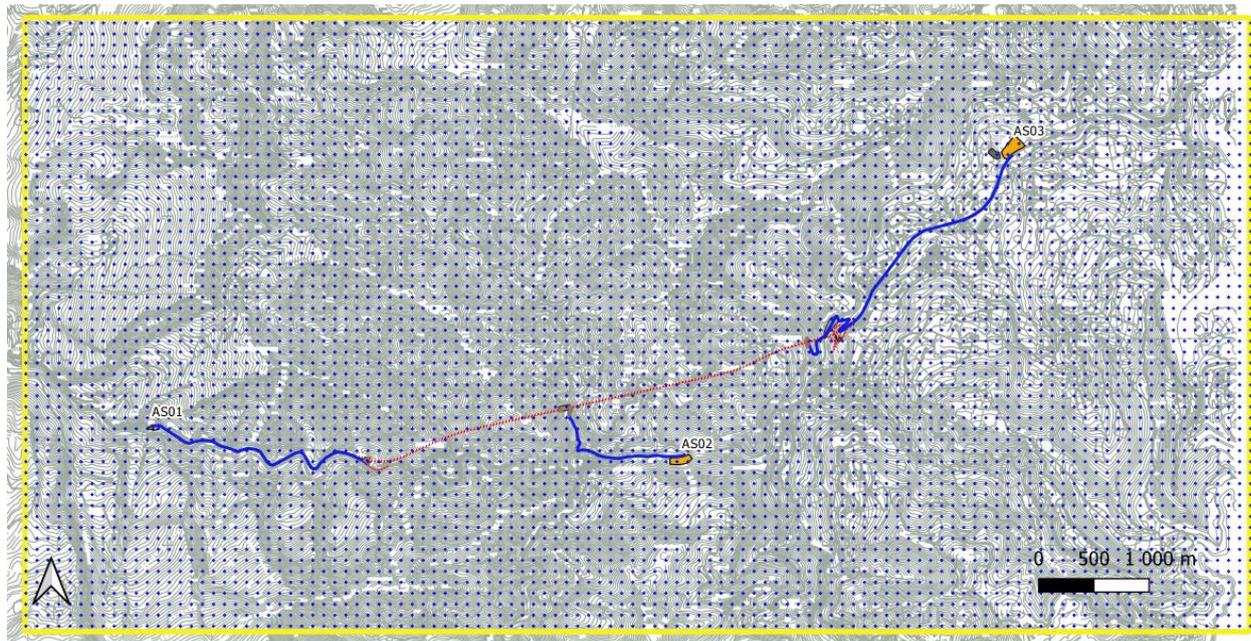


Figura 3.3 - Dominio di calcolo

Inoltre, sono stati individuati, in prossimità della viabilità attuale, i principali ricettori che potrebbero essere maggiormente esposti all'inquinamento atmosferico. Nella seguente tabella sono elencati i ricettori selezionati e nella figura sono rappresentati sulla cartografia di riferimento del dominio di calcolo.

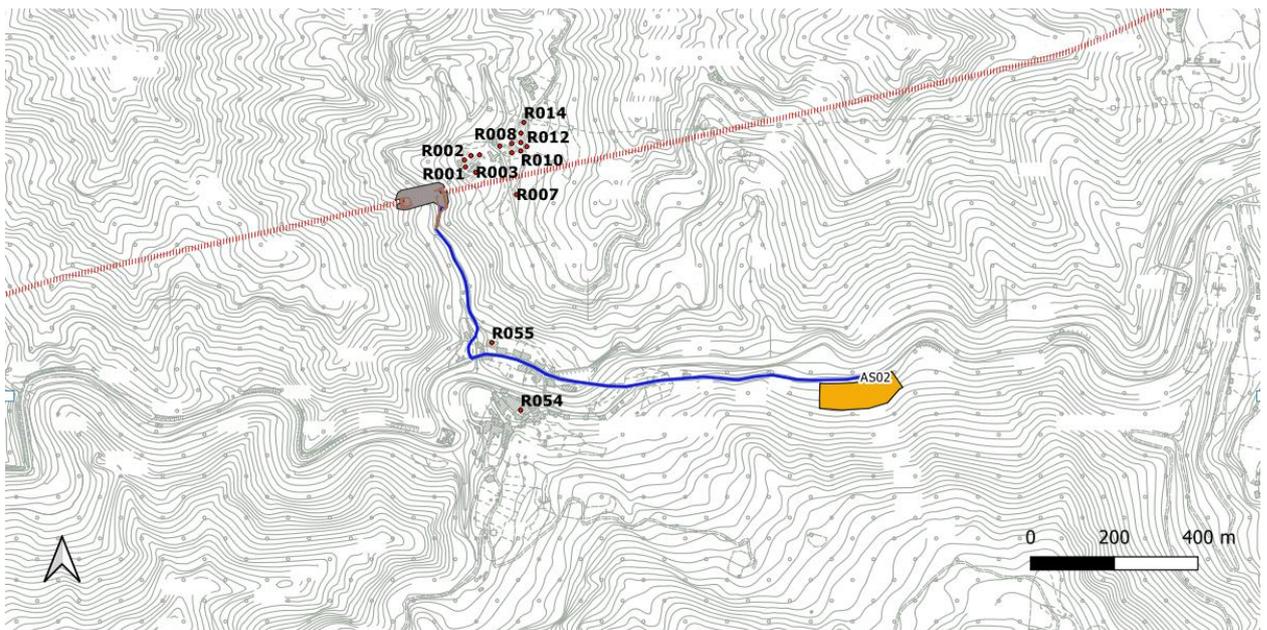
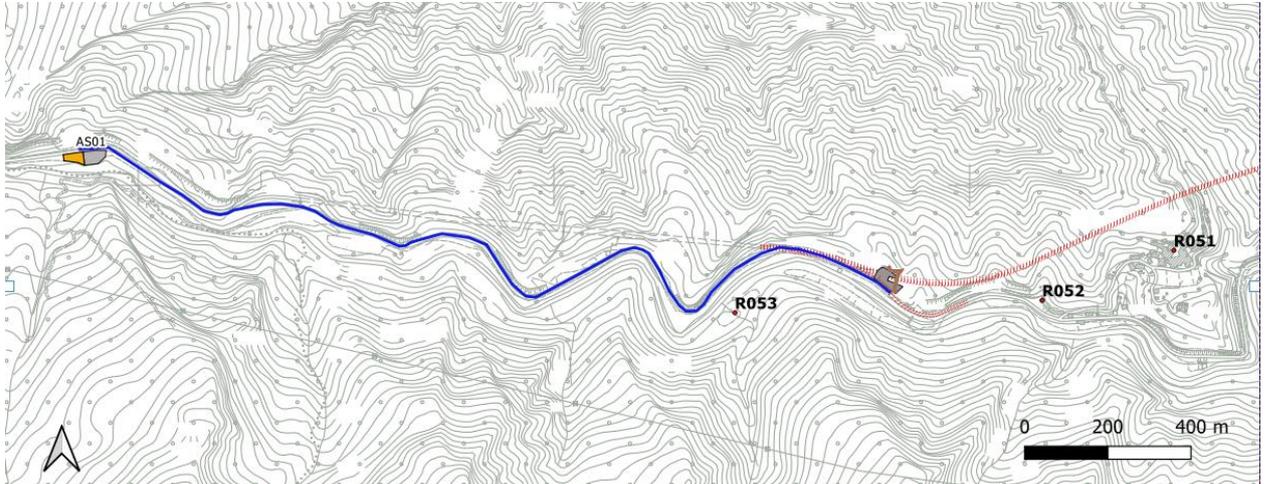
Recettore	X WGS 84 F33 [m]	Y WGS 84 F33 [m]	Quota sul livello del suolo [m]
R001	367701.0	4736308.0	1.8
R002	367699.0	4736325.0	1.8
R003	367726.0	4736295.0	1.8
R004	367715.0	4736335.0	1.8
R005	367735.0	4736337.0	1.8
R006	367784.0	4736359.0	1.8
R007	367823.0	4736242.0	1.8
R008	367812.0	4736365.0	1.8
R009	367812.0	4736343.0	1.8
R010	367834.0	4736347.0	1.8
R011	367834.0	4736367.0	1.8
R012	367848.0	4736357.0	1.8
R013	367834.0	4736390.0	1.8
R014	367841.0	4736416.0	1.8
R015	369815.0	4736559.0	1.8

Studio di Impatto Ambientale Parte 5: Gli impatti della cantierizzazione

R016	369831.0	4736605.0	1.8
R017	369963.0	4736617.0	1.8
R018	369971.0	4736671.0	1.8
R019	370060.0	4736664.0	1.8
R020	370052.0	4736690.0	1.8
R021	370047.0	4736709.0	1.8
R022	370044.0	4736735.0	1.8
R023	370051.0	4736754.0	1.8
R024	370053.0	4736776.0	1.8
R025	370008.0	4736764.0	1.8
R026	370011.0	4736791.0	1.8
R027	370019.0	4736811.0	1.8
R028	370030.0	4736829.0	1.8
R029	370071.0	4736716.0	1.8
R030	370066.0	4736731.0	1.8
R031	370089.0	4736732.0	1.8
R032	370081.0	4736774.0	1.8
R033	370087.0	4736808.0	1.8
R034	370116.0	4736733.0	1.8
R035	370120.0	4736798.0	1.8
R036	370056.0	4736887.0	1.8
R037	370297.0	4736835.0	1.8
R038	370481.0	4737081.0	1.8
R039	370501.0	4737081.0	1.8
R040	370492.0	4737096.0	1.8
R041	370542.0	4737121.0	1.8
R042	369947.0	4736390.0	1.8
R043	369971.0	4736348.0	1.8
R044	370348.0	4737344.0	1.8
R045	370839.0	4737564.0	1.8
R046	370617.0	4737761.0	1.8
R047	371492.0	4738371.0	1.8
R048	371923.0	4738838.0	1.8
R049	371535.0	4738753.0	1.8
R050	372267.0	4738934.0	1.8
R051	367701.0	4736308.0	1.8
R052	367699.0	4736325.0	1.8
R053	367726.0	4736295.0	1.8

Studio di Impatto Ambientale Parte 5: Gli impatti della cantierizzazione

R054	367715.0	4736335.0	1.8
R055	367735.0	4736337.0	1.8



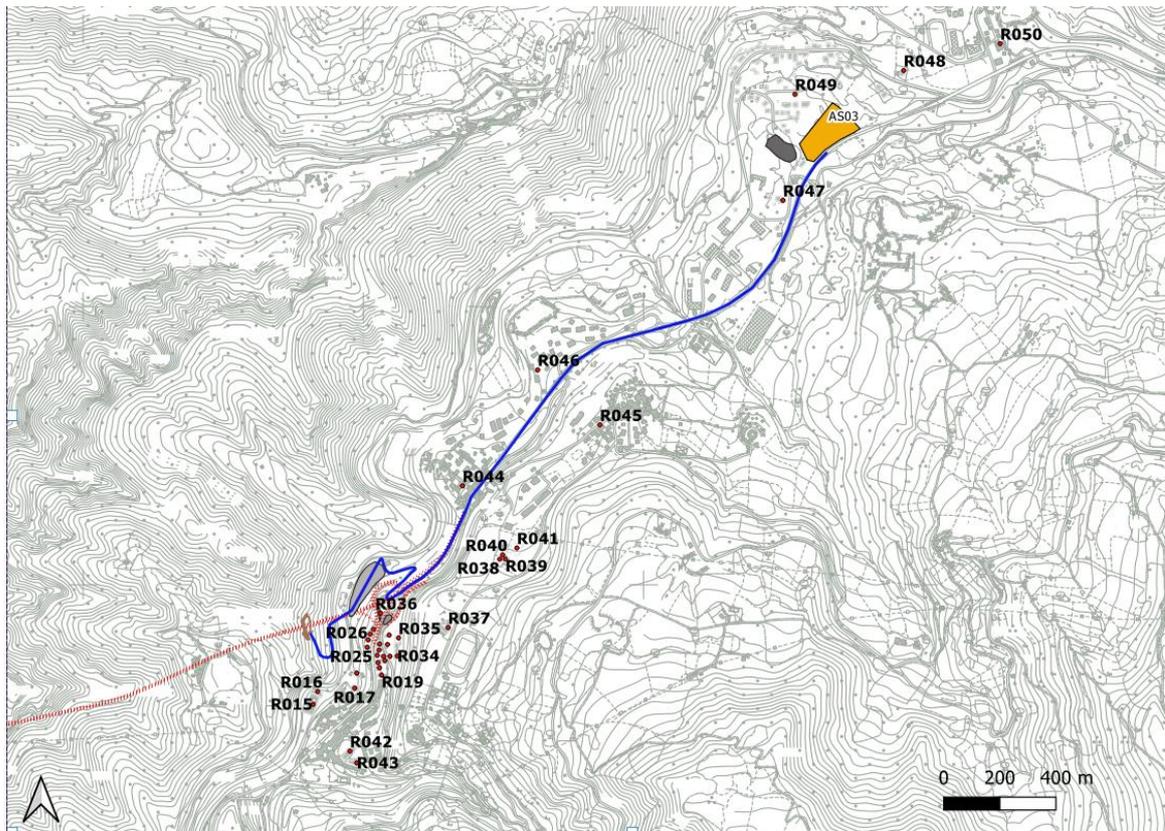


Figura 3.4 - Recettori discreti individuati nei pressi delle aree di stoccaggio

A valle dell'applicazione della modellazione, descritta nel paragrafo precedente, si sono determinati i livelli di concentrazione relativi ai principali inquinanti generati dalla sorgente stradale.

In particolare, vengono riportati i valori relativi a:

- Ossidi di Azoto NO_x;
- Particolato PM₁₀;
- Particolato PM_{2.5};

Per la rappresentazione grafica delle concentrazioni medie annue è possibile far riferimento ai seguenti elaborati grafici:

- T07-IA04-AMB-PL24-A_Planimetria dei recettori e concentrazioni NO_x media - Corso Operam
- T08-IA04-AMB-PL25-A_Planimetria dei recettori e concentrazioni NO_x percentile - Corso Operam
- T09-IA04-AMB-PL26-A_Planimetria dei recettori e concentrazioni PM₁₀ media - Corso Operam
- T09-IA04-AMB-PL27-A_Planimetria dei recettori e concentrazioni PM₁₀ percentile - Corso Operam
- T09-IA04-AMB-PL28-A_Planimetria dei recettori e concentrazioni PM_{2.5} media - Corso Operam

Di seguito, invece, vengono riportati i risultati delle concentrazioni degli inquinanti di interesse stimati in corrispondenza dei punti ricettori specifici, al fine di condurre le verifiche con i limiti definiti in normativa per ogni inquinante.

Nella seguente tabella si riepilogano i risultati delle simulazioni calcolati nei punti recettori selezionati.

Recettore	NOx media annuale	NOX 99.8 ° percentile delle medie orarie	PM10 media annuale	PM10 90.4 ° percentile delle medie giornaliere	PM2.5 media annuale
R001	0.3611	15.1020	1.3318	3.8311	0.3042
R002	0.5739	20.6950	2.1683	6.0599	0.4982
R003	0.3908	19.2060	1.4297	4.3512	0.3233
R004	0.3611	15.1020	1.3318	3.8311	0.3042
R005	0.3611	15.1020	1.3318	3.8311	0.3042
R006	0.3611	15.1020	1.3318	3.8311	0.3042
R007	0.1672	8.3506	0.5618	1.6586	0.1270
R008	0.1900	8.6185	0.6621	1.9090	0.1502
R009	0.1900	8.6185	0.6621	1.9090	0.1502
R010	0.1900	8.6185	0.6621	1.9090	0.1502
R011	0.1900	8.6185	0.6621	1.9090	0.1502
R012	0.1900	8.6185	0.6621	1.9090	0.1502
R013	0.1900	8.6185	0.6621	1.9090	0.1502
R014	0.1640	7.8980	0.5711	1.6102	0.1297
R015	0.1705	7.0669	0.6179	1.5934	0.1328
R016	0.3123	12.5510	1.1858	3.2642	0.2542
R017	0.1769	7.0237	0.6270	1.8033	0.1349
R018	0.1769	7.0237	0.6270	1.8033	0.1349
R019	0.1175	5.2181	0.3892	1.2638	0.0841
R020	0.1175	5.2181	0.3892	1.2638	0.0841
R021	0.1292	6.0522	0.4194	1.2975	0.0907
R022	0.1292	6.0522	0.4194	1.2975	0.0907
R023	0.1292	6.0522	0.4194	1.2975	0.0907
R024	0.1292	6.0522	0.4194	1.2975	0.0907
R025	0.1292	6.0522	0.4194	1.2975	0.0907
R026	0.1292	6.0522	0.4194	1.2975	0.0907
R027	0.1668	8.1062	0.5329	1.5745	0.1152
R028	0.1668	8.1062	0.5329	1.5745	0.1152
R029	0.1292	6.0522	0.4194	1.2975	0.0907
R030	0.1292	6.0522	0.4194	1.2975	0.0907
R031	0.1292	6.0522	0.4194	1.2975	0.0907
R032	0.1292	6.0522	0.4194	1.2975	0.0907
R033	0.1668	8.1062	0.5329	1.5745	0.1152
R034	0.0913	4.0094	0.2675	0.8274	0.0583

Studio di Impatto Ambientale Parte 5: Gli impatti della cantierizzazione

R035	0.0913	4.0094	0.2675	0.8274	0.0583
R036	0.1668	8.1062	0.5329	1.5745	0.1152
R037	0.0856	3.9691	0.2347	0.7352	0.0514
R038	0.0674	3.1580	0.1709	0.4569	0.0378
R039	0.0572	2.8690	0.1448	0.3893	0.0321
R040	0.0674	3.1580	0.1709	0.4569	0.0378
R041	0.0602	2.5782	0.1472	0.3798	0.0327
R042	0.0863	2.7584	0.2783	0.8170	0.0602
R043	0.0863	2.7584	0.2783	0.8170	0.0602
R044	0.0861	2.8337	0.1779	0.5224	0.0398
R045	0.0494	1.6756	0.0987	0.2576	0.0226
R046	0.0669	1.7719	0.1000	0.2963	0.0233
R047	0.1212	5.0250	0.1200	0.2897	0.0349
R048	0.1143	5.6034	0.1167	0.3356	0.0352
R049	0.2818	10.0250	0.2590	0.6209	0.0820
R050	0.0457	2.4958	0.0573	0.1617	0.0158
R051	0.0480	2.5824	0.1722	0.4373	0.0376
R052	0.0773	5.0457	0.3076	0.9635	0.0662
R053	0.0850	4.9342	0.2767	0.8719	0.0600
R054	0.0930	2.5132	0.2408	0.6404	0.0547
R055	0.1680	4.2753	0.3573	0.9708	0.0821
Valore Limite Dlgs 155/2010	40	200	40	50	25

Figura 3.5 - Valori degli inquinanti, polveri e gas calcolati sui recettori discreti

Dall'analisi dei risultati emerge come **in nessuno dei recettori considerati si supera il valore limite di qualità dell'aria previsto dalla normativa vigente**. In particolare, tutti i parametri rilevano valori di concentrazione inferiori ai valori di più di un ordine di grandezza.

3.1.3 Il rapporto opera-ambiente e le misure di prevenzione e mitigazione adottate durante la fase di cantiere

Al fine di analizzare l'interazione tra la fase di cantiere e l'ambiente ed avere informazioni sulla qualità dell'aria in prossimità dei ricettori individuati durante lo svolgimento del cantiere, si riportano i risultati della simulazione con l'aggiunta del fondo rilevato dalla centralina di riferimento (stazione di Montemonaco RF) e si confronta il totale (valore di concentrazione di fondo più stime del modello di dispersione per la fase di cantiere), con i limiti normativi.

Al fine rendere sinteticamente i risultati del confronto, facendo riferimento alla tabella precedente nella quale si mostrano i risultati dell'impatto sulla qualità dell'aria per ogni recettore puntuale individuato, nelle seguenti tabelle si mostrano solo alcuni recettori nell'intorno delle tre aree di stoccaggio. Questi recettori sono individuati come quelli che rilevano un valore di concentrazione stimata dal modello massima rispetto a tutti e per ogni inquinante allo studio nelle tre aree di lavoro e sono individuati i recettori.

Studio di Impatto Ambientale Parte 5: Gli impatti della cantierizzazione

Si fa presente che i valori di NOx sono stati considerati conservativamente uguali a NO2

Tabella 3.5 Output dato medio annuo dell'inquinante NO2- Fase di cantiere

AREA	RECETTORI	NOX MEDIA ANNUALE [µG/M³]	VALORE DI FONDO [µG/M³]	QUALITÀ DELL'ARIA TOTALE [µG/M³]	VALORE NORMATIVO [µG/M³]	CONTRIBUTO DEL CANTIERE SUL TOTALE [%]
AS01	R053	0.08	5	5.08	40	1.57%
AS02	R002	0.57	5	5.57	40	10.2%
AS03	R016	0.31	5	5.31	40	5.84%

Tabella 3.6 Output dato del 99.8° percentile delle medie orarie dell'inquinante NO2- Fase di cantiere

AREA	RECETTORI	NOX 99.8° PERCENTILE DELLE MEDIE ORARIE [µG/M³]	VALORE DI FONDO [µG/M³]	QUALITÀ DELL'ARIA TOTALE [µG/M³]	VALORE NORMATIVO [µG/M³]	CONTRIBUTO DEL CANTIERE SUL TOTALE [%]
AS01	R052	5.05	5	10.05	200	50.25%
AS02	R002	20.70	5	25.7	200	80.54%
AS03	R016	12.55	5	17.55	200	71.51%

Tabella 3.7 Output dato medio annuo dell'inquinante PM10- Fase di cantiere

AREA	RECETTORI	PM10 MEDIA ANNUALE [µG/M³]	VALORE DI FONDO [µG/M³]	QUALITÀ DELL'ARIA TOTALE [µG/M³]	VALORE NORMATIVO [µG/M³]	CONTRIBUTO DEL CANTIERE SUL TOTALE [%]
AS01	R052	0.31	17	17.31	40	1.79%
AS02	R002	2.17	17	19.17	40	11.32%
AS03	R016	1.19	17	18.19	40	6.54%

Tabella 3.8 Output dato del 90.4° percentile delle medie giornaliere dell'inquinante PM10- Fase di cantiere

AREA	RECETT ORI	PM10 90.4° PERCENTILE DELLE MEDIE GIORNALIERE [µG/M³]	VALORE DI FONDO [µG/M³]	QUALITÀ DELL'ARIA TOTALE [µG/M³]	VALORE NORMATI VO [µG/M³]	CONTRIBUTO DEL CANTIERE SUL TOTALE [%]
AS01	R052	0.96	17	17.96	50	5.35%
AS02	R002	6.06	17	23.06	50	26.28%
AS03	R016	3.26	17	20.26	50	16.09%

Studio di Impatto Ambientale Parte 5: Gli impatti della cantierizzazione

Tabella 3.9 Output dato medio annuo dell'inquinante PM2.5- Fase di cantiere

AREA	RECETTORI	PM2.5 MEDIA ANNUALE [$\mu\text{G}/\text{M}^3$]	VALORE DI FONDO [$\mu\text{G}/\text{M}^3$]	QUALITÀ DELL'ARIA TOTALE [$\mu\text{G}/\text{M}^3$]	VALORE NORMATIVO [$\mu\text{G}/\text{M}^3$]	CONTRIBUTO DEL CANTIERE SUL TOTALE [%]
AS01	R052	0.07	6	6.07	25	1.15%
AS02	R002	0.50	6	6.5	25	7.69%
AS03	R016	0.25	6	6.25	25	4.00%

3.1.3.1 Conclusioni

Alla luce dei risultati sopra riportati, considerando che gli scenari individuati sono rappresentativi della condizione più critica in fase di costruzione senza l'impiego di misure di mitigazioni, **le interferenze prodotte dalle attività di cantiere sulla componente atmosfera, possono ritenersi poco significative** in quanto, anche con l'aggiunta del valore di fondo di riferimento e del contributo emissivo dello stato attuale, non si hanno superamenti dei limiti normativi sia in termini di PM₁₀ che di PM_{2.5} che di NO₂.

Saranno comunque previsti dei **punti di monitoraggio** in fase di cantiere per verificare i livelli di emissioni in atmosfera durante i lavori. Inoltre, si sottolinea comunque l'impiego di alcune best practice (cfr. paragrafo successivo) da adottare in fase di cantiere al fine di minimizzare la dispersione di inquinanti, specialmente di polveri, in atmosfera.

3.1.3.2 Best practice per il cantiere

Nonostante le basse concentrazioni di PM₁₀ e PM_{2.5} stimate, al fine di ridurre maggiormente la dispersione delle polveri in atmosfera, si prevedono, durante lo svolgimento delle attività, alcune best practice finalizzate, appunto, ad abbattere ulteriormente le concentrazioni di PM₁₀ e PM_{2.5}, nonché a ridurre le emissioni generate dai mezzi di cantiere, nonostante il contributo trascurabile degli stessi.

Tra queste **misure** si evidenzia:

- utilizzare, per le macchine di cantiere, filtri di abbattimento del particolato, nonché gruppi elettrogeni e di produzione di calore in grado di assicurare le massime prestazioni energetiche e minimizzare le emissioni; impiegare inoltre, ove possibile, apparecchi con motore elettrico;
- I mezzi di cantiere saranno provvisti di sistemi di abbattimento del particolato a valle del motore, di cui è prevedere idonea e frequente manutenzione e verifica dell'efficienza
- Gli autocarri e gli altri macchinari impiegati nelle aree di cantiere dovranno risultare conformi ai limiti di emissione previsti dalle norme vigenti.
- limitare la velocità di scarico del materiale al fine di evitare lo spargimento di polveri; il materiale verrà depositato gradualmente modulando l'altezza del cassone e mantenendo la più bassa altezza di caduta;
- ottimizzare il carico dei mezzi di trasporto al fine di ridurre il numero dei veicoli in circolazione;
- applicare appositi teloni di copertura degli automezzi durante l'allontanamento e/o l'approvvigionamento di materiale polverulento per garantire il contenimento della dispersione di polveri in atmosfera;
- umidificare i depositi di materiale sciolto caratterizzati da frequente movimentazione, e coprire con teli e stuoie quelli con scarsa movimentazione.

3.2 GEOLOGIA E ACQUE

3.2.1 Selezione dei temi di approfondimento

Seguendo la metodologia sopra esplicitata, di seguito sono stati individuati i principali impatti potenziali legati alle azioni afferenti alla dimensione Costruttiva che l'opera oggetto del presente studio potrebbe generare sulla componente in esame.

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

Azioni di progetto	Fattori Casuali	Impatti potenziali
Dimensione costruttiva		
AC.1 Approntamento aree e piste di cantiere	Presenza acque meteoriche di dilavamento dei piazzali del cantiere	Modifica delle caratteristiche qualitative dei corpi idrici superficiali e sotterranei
AC.2 Scotico terreno vegetale	Cambio del coefficiente di deflusso del terreno	Modifiche nella generazione dei deflussi
AC.3 Scavi e sbancamenti	Interferenza con acquiferi	Modifica delle caratteristiche qualitative dei corpi idrici sotterranei
AC.5 Esecuzione fondazioni	Interferenza con acquiferi	Modifica delle caratteristiche qualitative dei corpi idrici sotterranei

Tabella 3.10 - Geologia ed acque: Matrice di causalità – dimensione Costruttiva

Con riferimento alla "Dimensione costruttiva", gli interventi in progetto comporteranno la **presenza di acque di dilavamento** nelle aree adibite a cantiere e una **produzione di acque reflue** generate dalle lavorazioni proprie del cantiere, come l'attività di betonaggio e il lavaggio dei mezzi. Saranno inoltre prodotte **acque reflue dagli scarichi civili** in funzione durante la cantierizzazione. La generazione di tali acque reflue potrebbe potenzialmente modificare lo stato qualitativo dei corpi idrici superficiali e sotterranei presenti in prossimità dell'intervento.

3.2.2 Analisi delle potenziali interferenze in fase di cantiere

Modifica delle caratteristiche qualitative dei corpi idrici superficiali e sotterranei

L'esecuzione dei lavori comporterà la generazione diretta o indiretta di acque reflue di differente origine:

- 1 meteorica;
- 2 da attività di cantiere;
- 3 da lavaggi piazzali e macchinari;
- 4 da scarichi civili.

Al fine di eliminare o limitare il più possibile le interferenze sui corpi idrici, senza alterazione della qualità delle acque, si prevedono in fase di cantierizzazione diverse **misure di mitigazione**.

In primo luogo, relativamente alle acque che interessano la superficie delle aree di cantiere, si dovranno adottare dei **sistemi di regimazione idraulica** che consentano la raccolta delle acque meteoriche, nonché provenienti da processi produttivi, da convogliare nell'unità di trattamento generale.

Allo stesso modo per le acque ricche di idrocarburi, olii e di sedimenti terrigeni generate dalle attività di lavaggio dei mezzi e delle aree di cantiere si prevede un **ciclo di disoleazione** precedente all'immissione di

queste dell'impianto di trattamento generale. Ciò che viene trattenuto dal processo di disoleazione dovrà essere smaltito come rifiuto speciale in discariche autorizzate.

Si evidenzia, inoltre, come durante alcune lavorazioni, come le attività di scavo, si possano generare acque di perforazione o possano presentarsi additivi vari, in tali casi si dovrà prevedere una specifica raccolta e successivamente lo smaltimento in discarica.

Infine, le acque inerenti agli scarichi provenienti dai servizi igienici, assimilate alle acque reflue domestiche, raccolte e trattate separatamente mediante un trattamento primario (fossa Imhoff) ed in un trattamento secondario biologico ad "ossidazione totale".

Da quanto sopradescritto si evince che le acque derivanti dalle attività di cantiere saranno tutte raccolte in modo idoneo e gestite correttamente; ne consegue quindi che l'impatto sulla componente idrica superficiale e sotterranea potenzialmente generata dalla fase di costruzione relativa all'approntamento delle aree di cantiere e alla gestione delle acque relative alle attività di cantiere può essere considerato **trascurabile**.

Per quanto concerne le attività di scavo e sbancamento, data l'eventuale presenza di livelli superficiali di acqua di falda, saranno messi in campo tutti gli **accorgimenti utili ad evitare sversamenti di sostanze inquinanti nella falda** e la sua locale risalita per effetto degli scavi; tali misure saranno previste anche per le esecuzioni delle fondazioni.

4.1.1 Il rapporto opera – ambiente e le misure di prevenzione e mitigazione adottate durante la fase di cantiere

In merito alla dimensione Costruttiva la predisposizione delle aree adibite a cantiere, nonché le relative piste e le aree di stoccaggio temporaneo, comporterà l'impermeabilizzazione di superfici attualmente soggette a scorrimento superficiale e infiltrazione di acqua meteorica.

Relativamente all'impatto potenziale in fase di cantiere costituito dalla modifica delle caratteristiche qualitative delle acque superficiali e sotterranee risulta complessivamente avere una **significatività trascurabile**, in quanto dall'analisi dei singoli parametri può essere considerato:

- locale in termini di "portata" dell'impatto, poiché le modifiche sulle caratteristiche qualitative delle acque interessano i bacini afferenti l'area di cantiere;
- assente in termini di "natura transfrontaliera", poiché l'impatto potenziale non prevede ripercussioni transfrontaliere;
- dati i quantitativi di acque prodotte del cantiere e i sistemi di raccolta e gestione di tutte le acque di cantiere, l'impatto può essere considerato trascurabile in termini di "ordine di grandezza e complessità";
- poco probabile in termini di "probabilità" in quanto tutte le acque di cantiere prodotte saranno opportunamente raccolte e saranno previste lavorazioni atte alla riduzione del probabile inquinamento delle acque;
- l'eventuale impatto si verificherà solo nel caso di sversamenti accidentali (durata breve), per i quali saranno comunque adottate misure di contenimento;
- poco ripetibile in termini di "frequenza", in quanto la frequenza dell'impatto è circoscritta alla durata di realizzazione dei lavori prevista per la realizzazione dell'opera;
- reversibile nel lungo periodo in termini di "reversibilità", poiché nell'eventualità del verificarsi dell'impatto sarà necessario un tempo sufficientemente lungo a ristabilire le condizioni iniziali.

Stante le modeste superfici interessate da impermeabilizzazione, il carattere temporaneo delle attività di cantiere ed il ripristino della destinazione d'uso originaria a fine lavori, **si può ritenere l'interferenza sullo stato qualitativo delle acque superficiali e sotterranee trascurabile.**

Per la gestione delle **acque meteoriche di dilavamento sulla piattaforma stradale** che, se non gestite in modo opportuno, potrebbero apportare sostanze inquinanti sia ai corpi idrici superficiali che sotterranei, il progetto prevede l'adozione di un idoneo **sistema di raccolta e smaltimento delle acque chiuso** basato su dei collettori interrati, posti in parte a bordo strada ed in parte in corrispondenza dello spartitraffico centrale, i quali hanno il compito di raccogliere l'acqua di piattaforma. A monte di ogni recapito è prevista una **vasca** per il trattamento delle acque di prima pioggia raccolte.

In particolare, per quanto riguarda la raccolta lungo i tratti in rilevato la soluzione adottata consiste nella raccolta dei deflussi meteorici provenienti dalla piattaforma, mediante una canaletta in cls prefabbricata ed il loro scarico in una rete di collettori, in grado di convogliare le portate prima ad una vasca di trattamento e successivamente allo scarico finale. Lungo i tratti in trincea la raccolta dell'acqua di piattaforma è prevista mediante una cunetta triangolare in c.a. Le acque raccolte vengono scaricate per mezzo di caditoie in acciaio all'interno di pozzetti prefabbricati da cui vengono convogliate alle vasche di trattamento. In corrispondenza di ponti e viadotti sono previste, lungo le banchine, caditoie stradali munite di griglie carrabili in ghisa, collegate alla sottostante tubazione di raccolta che consentirà di dare continuità ai collettori di raccolta delle acque di piattaforma e di addurre i drenaggi ai collettori posti al termine dell'opera.

Il progetto prevede la realizzazione di **vasche per il trattenimento degli sversamenti accidentali (oli e/o carburanti) e di disoleazione e sedimentazione delle acque di prima pioggia.**

Le **vasche, finalizzate alla disoleazione e alla sedimentazione delle acque di prima pioggia drenate dalla piattaforma stradale**, sono state posizionate a monte di ogni scarico, in maniera opportuna per permettere le usuali operazioni di manutenzione ordinaria e straordinaria (in caso di sversamenti accidentali di oli e/o carburanti).

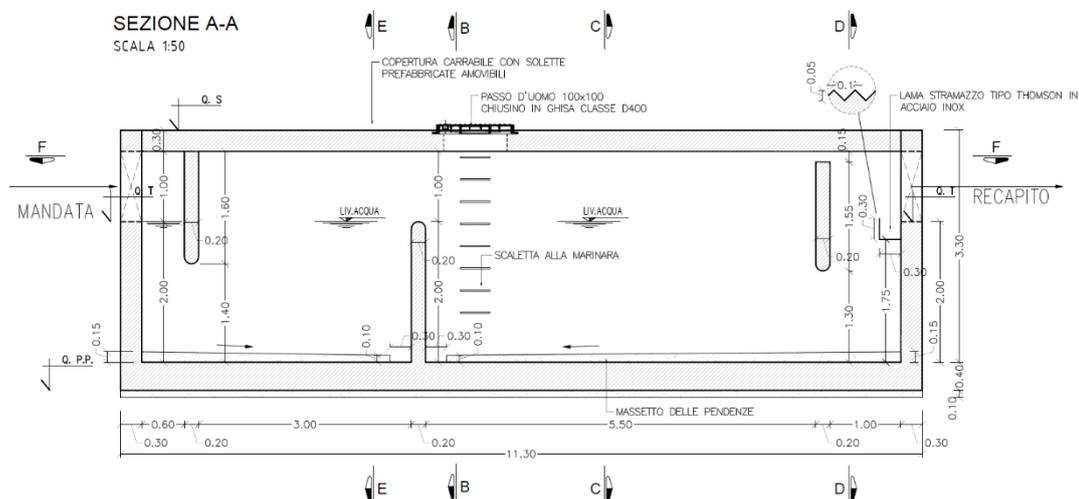


Figura 3.6: Sezione tipo vasca di prima pioggia.

Tali manufatti, per esigenze legate alla morfologia del terreno ove si sviluppa il tracciato stradale, sono ubicati in maniera tale da poter consentire sempre lo scolo delle acque per gravità, senza l'impiego di sistemi di pompaggio e di essere di facile accesso e, quindi, di agevole manutenzione.

I criteri a base della progettazione delle vasche si possono riassumere in:

- limitare al minimo la necessità di manutenzione, consentendo interventi molto diluiti nel tempo;
- far transitare nella vasca le acque di prima;
- "catturare" gli eventuali sversamenti;
- far assumere al flusso in entrata una velocità tale da consentire la risalita in superficie degli oli e la sedimentazione dei solidi in sospensione;
- mantenere all'interno della vasca gli oli in superficie.

Il trattamento delle acque di "prima pioggia" è realizzato mediante un impianto alimentato a gravità e a funzionamento "continuo", ovvero capace di trattare le portate addotte senza l'ausilio di sistemi di pompaggio o di paratoie di intercettazione.

Per limitare gli interventi di manutenzione si è optato per un sistema di estrema semplicità, non elettrificato, e privo di sensori o di valvole automatiche che, se non periodicamente verificate e controllate, possono rendere completamente inefficace la realizzazione di tali sistemi di trattamento. La manutenzione di cui necessita il sistema proposto, è limitato al periodico svuotamento della camera di dissabbiatura e di disoleatura con seguente conferimento dei materiali presso siti autorizzati per il loro smaltimento.

L'impianto sarà costituito da una vasca in cemento armato successivamente attrezzata con le apparecchiature idrauliche (tubi di adduzione e uscita acque, canaletta di sfioro, etc.) idonee a garantire la separazione delle sostanze inquinanti a diverso peso specifico rispetto all'acqua.

Le vasche di prima pioggia saranno composte dalle seguenti apparecchiature principali, complete di raccordi ed accessori necessari al loro corretto funzionamento:

- un pozzetto sfioratore/scolmatore per il controllo della portata derivata;
- una camera di dissabbiatura per la separazione dei materiali pesanti;
- un separatore/disoleatore di tipo statico per la separazione dei liquidi leggeri.

Il pozzetto scolmatore è costituito da una soglia tarata, avente cioè un'altezza calibrata sulla massima portata derivata, tale da limitare l'ingresso al sistema di trattamento della sola portata di prima pioggia.

La camera di dissabbiatura rappresenta il primo trattamento in cui avviene la separazione statica di elementi inquinanti ad alto peso specifico. In questa camera vengono trattenute le sostanze di maggiore densità (come ad es. inerti, gomma, sabbia, ecc.) proteggendo il disoleatore da possibili intasamenti. e consentire la sedimentazione naturale delle particelle più pesanti sul fondo del manufatto. La rimozione del materiale sedimentato sarà effettuata mediante autospurgo.

A valle del dissabbiatore è previsto un separatore/disoleatore di sostanze "leggere" (olii, benzine, ecc.) di tipo statico, con estrazione manuale periodica dei residui.

Il suo funzionamento è fondato sul principio del galleggiamento delle sostanze a più basso peso specifico rispetto a quello dell'acqua (densità di $0,8 \div 0,85 \text{ g/cm}^3$).

Il manufatto dovrà essere realizzato con impiego di calcestruzzo additivato per essere reso impermeabile e resistente all'aggressione dei liquidi. Le pareti interne dovranno essere trattate con resine antiolio e gli elementi metallici saranno in acciaio INOX AISI 304.

La portata di prima pioggia viene determinata assumendo una lama d'acqua di 5 mm per una durata di 15 min. uniformemente distribuita su tutta la superficie, per la quale si assume un coefficiente di deflusso pari a 1.

Il dimensionamento della camera di disoleatura si basa sulla velocità ascensionale minima dei liquidi leggeri come idrocarburi, olio per lubrificazione, kerosene, ecc. che si intendono separare. Si assume una velocità pari a 15 m/h e pari a 0.0052 m/s (valore riferito a densità di $0,8 \div 0,85 \text{ g/cm}^3$).

Da quanto sopradescritto si evince che le acque derivanti dalle attività di cantiere saranno tutte raccolte in modo idoneo e gestite correttamente; ne consegue quindi che **l'interferenza relativa alla variazione delle caratteristiche qualitative delle acque superficiali e sotterranee sulla componente idrica superficiale e sotterranea potenzialmente generata dalla fase di costruzione può essere considerata trascurabile.**

4.2 TERRITORIO E SUOLO

4.2.1 Selezione dei temi di approfondimento

In base alla metodologia esplicitata nel cap. 1 di seguito sono stati individuati i principali impatti potenziali che l'opera oggetto del presente studio potrebbe generare sulla componente in esame.

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

La catena Azioni di progetto – fattori causali di impatto – impatti ambientali potenziali riferita alla componente territorio e suolo è riportata nella seguente tabella.

Azioni di Progetto	Fattori Casuali	Impatti potenziali
Dimensione costruttiva		
AC.1 Approntamento aree e piste di cantiere	Occupazione suolo	Modifica temporanea dell'uso del suolo
AC.2 Scotico terreno vegetale	Asportazione della coltre di terreno vegetale	Perdita di suolo
AC.3 Scavi e sbancamenti	Asportazione della coltre di terreno vegetale	Perdita di suolo
AC.4 Formazione rilevati	Approvvigionamento di terre e inerti	Consumo di risorse non rinnovabili
AC.5 Esecuzione fondazioni	Movimento terra	Modifica della originale morfologia del terreno
	Sversamenti accidentali	Modifica delle caratteristiche qualitative del suolo
	Produzione di terre e di rifiuti inerti	Movimentazione rifiuti
AC.6 Posa in opera di elementi strutturali/prefabbricati	Produzione di terre e di rifiuti inerti	Movimentazione rifiuti
	Sversamenti accidentali	Modificazione delle caratteristiche qualitative del suolo
AC.7 Realizzazione elementi gettati in opera	Movimento terra	Modifica della originale morfologia del terreno
	Sversamenti accidentali	Modifica delle caratteristiche qualitative del suolo
	Produzione di terre e di rifiuti inerti	Movimentazione rifiuti

Con riferimento alla "Dimensione costruttiva", gli interventi in progetto comporteranno l'effettuazione di scavi che potranno determinare la **perdita di suolo** e la **modifica della originale morfologia del terreno e la formazione di rilevati**, oltre che la costruzione di gallerie, ponti o viadotti, che potranno causare il **consumo di risorse non rinnovabili** e la **produzione di rifiuti**; in tutti i casi vi è la possibilità che tali attività influiscano sulle caratteristiche qualitative del suolo e del sottosuolo. L'approntamento delle aree di cantiere causerà la **modifica dell'uso del suolo, sebbene temporanea**.

4.2.2 Analisi delle potenziali interferenze in fase di cantiere

Modifica temporanea dell'uso del suolo

Per quanto riguarda la modifica temporanea della destinazione d'uso del suolo, si evidenzia che i siti ove si prevede la realizzazione delle **aree di cantiere sono strettamente contermini all'area di intervento**; inoltre, nella loro individuazione si è fatto in modo di **minimizzarne le dimensioni**, per ridurre il più possibile l'estensione delle aree interessate dal progetto.

In particolare, come indicato nell'elaborato "Relazione cantierizzazione", si prevede di installare un cantiere base di circa 6000 mq ubicato nel comune di Acquasanta Terme. Sono poi previsti 6 cantieri suddivisi tra cantieri operativi e 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 previste 3 aree di stoccaggio delle terre.

L'ubicazione dei cantieri è stata vincolata da valutazioni relative al rischio archeologico del territorio e dal sistema vincolistico presente sull'area di interesse.

Le aree di cantiere sono ubicate in zone boschive o su terreni a destinazione d'uso agricola e/o a prato pascolo. Si rimanda all'elaborato "Planimetria aree di cantiere e viabilità di servizio" per la localizzazione delle suddette aree.

Si evidenzia che alla conclusione dei lavori di realizzazione dell'infrastruttura stradale di progetto, le aree in corrispondenza delle quali è prevista la localizzazione dei siti di cantiere e della relativa viabilità, nonché quelle soggette a movimentazione delle terre (scavi, riporti, ecc.) nell'intorno dell'asse viario di progetto, verranno **restituite alla destinazione d'uso attuale**.

A tale proposito, infatti, si evidenzia come l'asportazione di suolo e della relativa copertura vegetale può comportare **fenomeni di erosione accelerata, variazioni nella permeabilità dei terreni** (con maggiori rischi nei riguardi dell'inquinamento), nonché **minori capacità di ritenzione delle acque meteoriche**.

Al termine della fase di cantiere, si procederà dunque alla **ricostruzione e ricompattazione del terreno asportato, alla ricostruzione del manto superficiale erboso**, oltre che alla **semina e/o rimpianto di essenze arbustive ed arboree**.

Vengono di seguito descritte le **tecniche che saranno adottate allo scopo di ottenere una matrice che possa evolvere naturalmente**, in un arco di tempo non troppo esteso, ad un suolo con caratteristiche paragonabili a quelle preesistenti, nonché a ripristinare l'originaria morfologia di superficie dei terreni interessati dalla localizzazione delle aree di cantiere e dal passaggio dei mezzi d'opera, nonché dei siti di deposito temporaneo.

I suddetti terreni dovranno essere preventivamente scoticati e opportunamente trattati, per evitarne il degrado (perdita di fertilità); in particolare, tali terreni potranno essere stoccati nei siti di deposito temporaneo individuati, con modalità agronomiche adeguate e/o accatastati sui bordi delle aree di cantiere, allo scopo di creare una.

Pertanto, alla chiusura delle attività di realizzazione dell'infrastruttura stradale di progetto, si provvederà al ripristino dei terreni interessati dalla localizzazione delle aree di cantiere, di deposito e della relativa viabilità, con le modalità che vengono di seguito indicate:

- estirpazione delle piante infestanti e ruderali che si sono insediate durante le fasi di lavorazione;
- ripristino del suolo, che consisterà nella rippatura o nell'eventuale aratura profonda da eseguire con scarificatore, fino a 60-80 cm di profondità, laddove si dovesse riscontrare uno strato superficiale fortemente compattato, al fine di frantumarlo per favorire la penetrazione delle radici e l'infiltrazione dell'acqua;
- apporto di terra di coltivo su tutti i terreni da sistemare, a costituire uno strato dello spessore di 30cm circa.

A tal fine, verrà utilizzato **il terreno di scotico accantonato prima dell'inizio dei lavori**. La piena ripresa delle capacità produttive di tali terreni avrà luogo grazie alla posa degli strati di suolo preesistenti in condizioni di tempera del terreno, secondo l'originaria successione, utilizzando attrezzature cingolate leggere o con ruote a sezione larga, avendo cura di frantumare le zolle per evitare la formazione di sacche di aria eccessive, oltre che non creare suole di lavorazione e differenti gradi di compattazione che, in seguito, potrebbero provocare avvallamenti localizzati.

Per la fertilizzazione dei terreni di scotico si utilizzeranno o concimi organo-minerali o letame maturo (500q/ha). Allo scopo di interrare il concime o il letame, si provvederà a una leggera lavorazione superficiale.

Al termine dello svolgimento delle attività sopra descritte, che sono finalizzate a ripristinare la fertilità dei suoli interessati dalla localizzazione delle aree di cantiere e delle relative piste di accesso, si provvederà quindi al ripristino dell'attuale destinazione d'uso (prevalentemente agricola e a prato/pascolo) di tali terreni.

Da quanto sopra illustrato ne discende che la modifica temporanea dell'uso del suolo dovuta alla cantierizzazione del progetto in esame è un impatto che si può considerare complessivamente di modesta entità.

Perdita di suolo

La realizzazione dell'opera comporterà, inevitabilmente, una perdita di suolo che, ad opera terminata, risulterà permanente a seguito della costruzione delle superfici di impronta a terra conseguente agli interventi infrastrutturali in progetto. Nel corso della fase di realizzazione, difatti, gli interventi necessari per l'impronta del rilevato stradale, comporteranno la necessità di provvedere a **scotico e bonifica**.

Lo scotico consiste, nella rimozione ed asportazione del suolo, del terreno vegetale di qualsiasi consistenza e con qualunque contenuto d'acqua, nella rimozione ed asportazione di erba, radici, cespugli, piante e alberi, da effettuarsi preventivamente a tutte le lavorazioni di scavo, avendo cura di rimuovere completamente tutto il materiale vegetale, inclusi ceppi e radici, alterando il meno possibile la consistenza originaria del terreno in sito. Lo scotico, laddove realizzato propedeuticamente alla preparazione del piano di posa di rilevati prevede, oltre alle operazioni di asportazione del terreno vegetale, il costipamento del fondo scavo ed il riempimento con materiali idonei.

La bonifica tradizionale consiste nella rimozione e sostituzione di parti aventi scadenti caratteristiche meccaniche o contenenti notevoli quantità di sostanze organiche (coltre di alterazione) con materiale selezionato, appartenente ai gruppi (UNI 13242 - UNI 14688 - UNI 13285).

Considerato che lo sviluppo del tracciato è per la maggior parte in galleria, caso in cui non si ha una perdita di suolo in senso stretto, si ritiene di poter definire il relativo impatto di livello moderato.

In ogni caso, durante l'esecuzione degli interventi previsti, si provvederà ad accantonare separatamente le zolle di terreno vegetale, in vista di un successivo rinverdimento, oltre che delle scarpate dei rilevati, anche delle aree interessate da movimenti terra, ma non soggette a interventi di pavimentazione.

Modifica della originaria morfologia del terreno

Le possibili modificazioni della morfologia legate alle attività di cantiere nella fase costruttiva, **per lo più a carattere temporaneo**, riguardano esclusivamente le **operazioni di eventuale abbancamento, movimentazione e trattamento dei materiali, provocate dalle attività di scavo e demolizione**.

Si tratta di un **effetto fisico temporaneo**, in quanto limitato alla fase di realizzazione dell'opera, che comporta una alterazione minima dello stato dei luoghi e che, al termine dell'attività di cantiere, non produrrà praticamente alcuna modifica permanente dal punto di vista morfologico.

Modifica delle caratteristiche qualitative del suolo

Gli impatti potenziali sull'ambiente suolo e sottosuolo derivanti dalle lavorazioni elencate di seguito sono riconducibili tutti a sversamenti accidentali da parte delle macchine operatrici:

- scotico terreno vegetale,
- scavi e sbancamenti,
- esecuzione fondazioni,
- formazione rilevati,
- posa in opera di elementi strutturali/prefabbricati.

Per limitare gli impatti sul suolo e gli **eventuali sversamenti da parte delle macchine operatrici**, si evidenzia che in fase di cantiere verranno attuate **idonee procedure operative e misure di gestione del cantiere** tali da ridurre in maniera il rischio di contaminazione del suolo. **Di conseguenza gli impatti sono da ritenersi moderati e perlopiù legati all'eccezionalità di un evento accidentale.**

Movimentazione rifiuti

Premesso che in linea generale ogniqualevolta il progetto preveda la movimentazione di rifiuti, questa è effettuata ai sensi della normativa vigente, la realizzazione dell'infrastruttura in esame comporta principalmente lo smaltimento del materiale derivato da scavi e sbancamenti.

Per lo smaltimento del volume di materiale in esubero è stato condotto uno studio sul territorio che ha permesso di individuare alcune **cave attive nell'intorno di 50 Km**, in grado di recepire il materiale di risulta dagli scavi rappresentato principalmente da sabbie e ghiaie.

I dati sono stati ricavati dal PPAE "Piano Provinciale Attività estrattive" della Provincia di Ascoli-Piceno del 2019, nonché dal PRAE "Piano Regionale delle Attività estrattive" della Regione Marche e dai contatti con il dipartimento delle attività estrattive regionale e, infine, dai contatti diretti con i proprietari delle cave prese in considerazione.

Dai contatti intrapresi con la cave della zona si evince che l'intera area, a seguito delle numerose operazioni di scavo svoltesi nell'area di intervento ad opera di cantieri limitrofi (compresi quelli relativi ad altri lotti della stessa S.S. 4 Salaria), verte in condizioni di grande sofferenza, a causa di grandi quantitativi di materiale di esubero difficilmente collocabili e smaltibili.

A tal fine, sono state individuate alcune **cave attive** utilizzabili per l'eventuale smaltimento del materiale in esubero, ma i cui contatti non hanno trovato spesso un conforto in termini di stato dell'arte della cava, autorizzazioni e informazioni sui residui. Si rimanda all'elaborato *T00-CA00-CAN-PU01_Cantierizzazione: ubicazione cave, discariche e impianti e viabilità* per il dettaglio e l'ubicazione dei siti di cave e discariche censiti nell'ambito del presente progetto e dei possibili percorsi per il loro raggiungimento.

Nell'ottica della corretta gestione dei rifiuti generati dalla realizzazione dell'opera, l'interferenza può considerarsi trascurabile.

Consumo di risorse non rinnovabili

Il progetto prevede la realizzazione di 2 gallerie, di sviluppo totale pari a circa 4.108 m.

Per tali gallerie il **volume di scavo** stimato è pari a circa 700.000 mc.

Per la realizzazione delle opere e dei tratti in trincea si è stimato un **volume di sbancamento** di ulteriori 21.000 mc.

In base alle caratteristiche geologiche e geotecniche dei terreni attraversati, si ritiene che il fabbisogno di materiali per rilevati possa essere coperto in parte dai materiali provenienti dagli scavi delle gallerie opportunamente selezionati. La percentuale di recupero del materiale di scavo proveniente dalle gallerie

è stimata dell'ordine del 5%, di cui il 10% circa potrà essere utilizzato tale e quale e il restante dovrà essere opportunamente stabilizzato; il materiale proveniente dagli altri scavi avrà invece una percentuale di rivalorizzazione pari allo 0%.

Entrambe le rivalorizzazioni verranno utilizzate per diminuire il fabbisogno di materiale da rilevato e quindi approvvigionare un minor quantitativo di materiale da cava.

Si riporta di seguito il bilancio dei materiali in funzione dei materiali per rilevati e gli approvvigionamenti dei calcestruzzi necessari per i rivestimenti delle calotte delle gallerie naturali (costituenti la maggior percentuale di calcestruzzo necessario per l'esecuzione dell'opera).

ID sezione	Area (mq)	L (m)	V (mc)
da pk 0+000 a pk 0+300	15.00	300.00	4'500.00
Favalanciata			
Allargamento dx	208.50		0.00
Allargamento sx	208.50	332.00	69'222.00
Corrente	155.40	1'211.17	188'215.82
Piazzola dx	208.50	156.00	32'526.00
Piazzola sx	208.50	142.50	29'711.25
Acquasanta Terme			
Allargamento dx	208.50	148.00	30'858.00
Allargamento sx	208.50		0.00
Corrente	155.40	1'820.68	282'933.67
Piazzola dx	208.50	156.00	32'526.00
Piazzola sx	208.50	142.50	29'711.25
Svincolo Acquasanta	20.00	1'000.00	20'000.00
Scavi opere	150.00	4.00	600.00
Totale			720'803.99

4.2.3 Il Rapporto opera – ambiente e le misure di prevenzione e mitigazione adottate durante la fase di cantiere

L'impatto potenziale in fase di cantiere costituito dalla **modifica temporanea dell'uso del suolo** questo risulta complessivamente avere una **significatività trascurabile**, in quanto dall'analisi dei singoli parametri può essere considerato:

- trascurabile in termini di "portata" dell'impatto, poiché le modifiche rimangono circoscritte all'area di cantiere;
- assente in termini di "natura transfrontaliera", poiché l'impatto potenziale non prevede ripercussioni transfrontaliere;
- date le dimensioni delle aree destinate alla cantierizzazione, l'impatto può essere considerato trascurabile in termini di "ordine di grandezza e complessità";

- certo in termini di "probabilità" in quanto necessariamente si verificherà la modifica dell'uso del suolo durante la fase di cantiere;
- in termini di "durata", sarà medio, poiché l'impatto si verificherà solo nel tempo destinato alla realizzazione dell'opera;
- irripetibile in termini di "frequenza", in quanto la frequenza dell'impatto è circoscritta alla sola durata dei lavori prevista per la realizzazione dell'opera;
- reversibile nel breve periodo in termini di "reversibilità", poiché, una volta terminata la realizzazione dell'opera sarà effettuato il ripristino delle aree di cantiere.

In merito all'impatto potenziale in fase di cantiere costituito dalla **perdita di suolo** risulta complessivamente avere una **significatività media**, in quanto dall'analisi dei singoli parametri può essere considerato:

- trascurabile in termini di "portata" dell'impatto, poiché le modifiche rimangono circoscritte all'area di cantiere;
- assente in termini di "natura transfrontaliera", poiché l'impatto potenziale non prevede ripercussioni transfrontaliere;
- date le dimensioni delle aree destinate alla cantierizzazione, l'impatto può essere considerato trascurabile in termini di "ordine di grandezza e complessità";
- certa in termini di "probabilità" in quanto necessariamente si verificherà la perdita di suolo durante la fase di cantiere;
- in termini di "durata", sarà medio in quanto i cantieri a termine dei lavori saranno restituiti allo stato quo ante;
- irripetibile in termini di "frequenza", in quanto la frequenza dell'impatto è circoscritta alla sola durata dei lavori prevista per la realizzazione dell'opera;
- irreversibile in termini di "reversibilità"; in quanto l'attività di scotico stessa genera perdita di suolo.

Il terzo impatto potenziale in fase di cantiere costituito dalla **modifica della originale morfologia del terreno** risulta complessivamente avere una **significatività trascurabile**, in quanto dall'analisi dei singoli parametri può essere considerato:

- trascurabile in termini di "portata" dell'impatto, poiché le modifiche rimangono circoscritte alle sole aree destinate alle operazioni di eventuale abbancamento, movimentazione e trattamento dei materiali;
- assente in termini di "natura transfrontaliera", poiché l'impatto potenziale non prevede ripercussioni transfrontaliere;
- date le dimensioni delle aree destinate alle suddette operazioni, l'impatto può essere considerato trascurabile in termini di "ordine di grandezza e complessità";
- trascurabile in termini di "probabilità" in quanto risulta scarsamente probabile la modifica della originale morfologia del terreno durante la fase di cantiere;
- in termini di "durata", sarà medio poiché l'impatto potrebbe verificarsi solo durante nel tempo necessario alla realizzazione dell'opera;
- irripetibile in termini di "frequenza", in quanto la frequenza dell'impatto è circoscritta alla sola durata dei lavori prevista per la realizzazione dell'opera;
- reversibile nel breve periodo in termini di "reversibilità", poiché, una volta terminata la realizzazione dell'opera non sarà presente alcuna modifica permanente dal punto di vista morfologico.

In merito all'impatto potenziale in fase di cantiere costituito dalla **modifica delle caratteristiche qualitative del suolo** risulta complessivamente avere una **significatività trascurabile**, in quanto dall'analisi dei singoli parametri può essere considerato:

- trascurabile in termini di "portata" dell'impatto, poiché le modifiche rimangono circoscritte all'area di cantiere;
- assente in termini di "natura transfrontaliera", poiché l'impatto potenziale non prevede ripercussioni transfrontaliere;
- date le dimensioni delle aree destinate alla cantierizzazione, l'impatto può essere considerato trascurabile in termini di "ordine di grandezza e complessità";
- basso in termini di "probabilità" in quanto l'impatto si verificherà nel caso di sversamenti accidentali durante le attività realizzative;
- in termini di "durata", sarà medio poiché l'impatto potrebbe verificarsi solo durante nel tempo necessario alla realizzazione dell'opera;
- irripetibile in termini di "frequenza", in quanto la frequenza dell'impatto è circoscritta alla sola durata dei lavori prevista per la realizzazione dell'opera;
- reversibile nel lungo periodo in termini di "reversibilità", poiché l'eventualità del verificarsi dell'impatto sarà necessario un tempo sufficientemente lungo per ristabilire le condizioni iniziali.

L'impatto potenziale in fase di cantiere costituito dalla **movimentazione di rifiuti**, risulta complessivamente avere una **significatività trascurabile**, in quanto dall'analisi dei singoli parametri può essere considerato:

- locale in termini di "portata" dell'impatto, poiché l'impatto interessa anche le aree circostanti l'infrastruttura;
- assente in termini di "natura transfrontaliera", poiché l'impatto potenziale non prevede ripercussioni transfrontaliere;
- dati i quantitativi e le tipologie di materiali prodotti, l'impatto può essere considerato basso in termini di "ordine di grandezza e complessità";
- certo in termini di "probabilità" in quanto sicuramente saranno prodotti rifiuti dalle dalle demolizioni previste;
- in termini di "durata", sarà medio poiché l'impatto si verifica solo durante nel tempo necessario alla realizzazione dell'opera;
- irripetibile in termini di "frequenza", in quanto la frequenza dell'impatto è circoscritta alla sola durata dei lavori prevista per la realizzazione dell'opera;
- reversibile in termini di "reversibilità", poiché l'impatto si verifica solo durante il tempo necessario alla realizzazione dell'opera.

L'impatto potenziale in fase di cantiere costituito dal **consumo di risorse non rinnovabili**, risulta complessivamente avere una **significatività trascurabile**, in quanto dall'analisi dei singoli parametri può essere considerato:

- locale in termini di "portata" dell'impatto, poiché l'impatto interessa anche le aree circostanti l'infrastruttura;
- assente in termini di "natura transfrontaliera", poiché l'impatto potenziale non prevede ripercussioni transfrontaliere;
- dati i quantitativi e le tipologie di materiali da approvvigionare, l'impatto può essere considerato trascurabile in termini di "ordine di grandezza e complessità";
- certo in termini di "probabilità".

- in termini di "durata", sarà trascurabile poiché l'impatto sarà limitato alla fase di cantiere
- irripetibile in termini di "frequenza", in quanto la frequenza dell'impatto è circoscritta alla sola durata dei lavori prevista per la realizzazione dell'opera;
risulta ovvio che, una volta approvvigionati i materiali l'impatto sia irreversibile in termini di "reversibilità".

In considerazione di quanto emerso dall'analisi delle interferenze tra l'opera in progetto e la componente Suolo e sottosuolo, è risultato un **impatto significativo medio** relativamente alla perdita di suolo e alla modifica dell'uso nelle zone destinate alla cantierizzazione.

Per quanto concerne la fase di cantierizzazione sono state quindi definite delle specifiche misure mitigative ed in particolare è previsto il **recupero delle aree di cantiere e delle aree intercluse** mediante l'accantonamento del terreno vegetale durante la fase di approntamento del cantiere e il successivo **ripristino** al termine delle lavorazioni. In questo modo sarà possibile ottenere il ripristino dello stato dei luoghi preesistente, prevalentemente aree boscate o a vegetazione arbustiva.

Per quanto riguarda i suoli occupati temporaneamente dai cantieri, nella maggior parte questi subiranno, una volta conclusi i lavori, **interventi di mitigazione e di inserimento paesaggistico**. Inoltre, appena terminate le lavorazioni su una determinata area, ad esempio i rilevati, si prevede di procedere al rinverdimento senza aspettare la fine lavori dell'intero progetto.

Per sistemare le aree di cantiere si procederà al taglio della vegetazione eventualmente presente. Il terreno vegetale sarà accantonato in cumuli di appropriate dimensioni, lontani dalle zone di transito dei mezzi di cantiere ed al riparo da ogni forma di inquinamento per preservarne la fertilità.

Per ridurre la probabilità di diffusione dei propaguli delle specie alloctone, è auspicabile procedere con l'esecuzione, nell'area in oggetto e nell'intorno territoriale potenzialmente influente, di interventi di eradicazione funzionali ad eliminare, o quantomeno ridurre in termini probabilistici, la presenza di organi vegetativi riconducibili alle specie alloctone invasive riscontrate nell'area e nell'intorno.

Con l'ultimazione dei lavori, si procederà alla ripulitura delle aree di cantiere, attraverso il corretto smaltimento dei rifiuti prodotti dalle attività lavorative, alla stesura del terreno vegetale precedentemente accantonato e al reimpianto della vegetazione. Deve essere, dunque, posta particolare attenzione alle operazioni di scotico, accantonamento e conservazione del terreno vegetale, per tutto il tempo necessario fino al termine dei lavori, al fine di un suo riutilizzo per i successivi ripristini ambientali. Nelle aree dove sono previsti interventi di mitigazione con opere a verde o ripristino, infatti, risulta di particolare importanza la disponibilità di discreti quantitativi di humus, per cui risulta di grande utilità l'impiego dello strato superficiale di suolo che si trova in posto, il quale, deve essere preventivamente accantonato.

Il **recupero delle aree di cantiere**, che ha tenuto conto della destinazione d'uso attuale delle aree in cui è previsto l'allestimento degli stessi (prevalentemente aree con prati stabili, aree con vegetazione arbustiva e/o erbacea, aree boscate e, in misura inferiore, aree agricole), consiste nella rinaturalizzazione mediante piantumazione di specie autoctone arboree e arbustive o nel ripristino dello stato agricolo preesistente mediante la tecnica del sovescio, previo trattamento dello strato di terreno compattato durante la permanenza del cantiere tramite aratura superficiale e ricollocazione del terreno vegetale di scotico precedentemente accantonato.

4.3 BIODIVERSITÀ

4.3.1 Selezione dei temi di approfondimento

Seguendo la metodologia esplicitata nei cap. 1 e 2, di seguito sono stati individuati i principali impatti potenziali che l'opera oggetto del presente studio potrebbe generare sulla componente in esame.

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

La catena Azioni di progetto – fattori causali di impatto – impatti ambientali potenziali riferita alla componente biodiversità è riportata nella seguente tabella.

Azioni di Progetto	Fattori Casuali	Impatti potenziali
Dimensione costruttiva		
AC.2 Scotico terreno vegetale	Asportazione della coltre di terreno vegetale	Sottrazione di habitat e biocenosi
AC.3 Scavi e sbancamenti	Sversamenti accidentali e polveri	Modifica delle caratteristiche qualitative degli habitat e delle biocenosi
	Modifica del clima acustico	Allontanamento e dispersione della fauna
AC.4 Formazione rilevati	Sversamenti accidentali e polveri	Modifica delle caratteristiche qualitative degli habitat e delle biocenosi
	Modifica del clima acustico	Allontanamento e dispersione della fauna

Al fine di determinare gli impatti potenziali generati dalle attività di realizzazione delle opere di progetto, sono state valutate:

- le **tipologie di porzioni vegetate sottratte** in funzione soprattutto della loro estensione e rappresentatività sul territorio e della loro funzione ecosistemica;
- l'incidenza sulle componenti naturalistiche degli **sversamenti accidentali dei mezzi di cantieri** e dell'**incremento della polverosità** per lo spostamento di materiali durante le lavorazioni di cantiere, in considerazione delle Best practices adottate e della temporaneità delle attività;
- il **disturbo della fauna** indotto dall'**incremento dei livelli acustici in fase di cantiere**, in considerazione dei livelli acustici raggiunti, della temporaneità delle attività e della tipologia di specie faunistiche presenti nell'area.

4.3.2 Analisi delle potenziali interferenze in fase di cantiere

Sottrazione di habitat e di biocenosi

L'interferenza si verifica laddove la realizzazione dell'opera può portare all'**eliminazione di vegetazione** o alla **sottrazione di superfici**, con conseguente perdita e/o alterazione di particolari ambienti o habitat specie-specifici, e delle specie faunistiche ad essi associate.

In **fase di realizzazione** dell'opera si prevede la **sottrazione di alcune porzioni di aree vegetate sia in modo temporaneo**, in prossimità delle aree di cantiere, sia in modo permanente, in corrispondenza del nuovo tracciato stradale, tra cui la sottrazione di **alcune porzioni di aree vegetate ricadenti all'interno dei siti Natura 2000**.

Si deve comunque tenere in considerazione che nell'ambito del presente progetto, per l'individuazione delle aree da adibire a cantiere, in linea generale, si è tenuto conto della **lontananza dai ricettori sensibili**.

Le aree di cantiere individuate occuperanno superfici prevalentemente boschive e con vegetazione arbustiva e/o erbacea in prossimità del nuovo tracciato stradale. È però necessario precisare, relativamente alle **sottrazioni delle porzioni vegetate** per la predisposizione dei cantieri logistici, che esse sono da considerarsi **temporanee** in quanto, a seguito dello smantellamento dei cantieri stessi, **ne verrà ripristinato lo stato originario**.

Relativamente, invece, alle **aree sottratte in maniera definitiva** dalla realizzazione della nuova infrastruttura stradale, le informazioni sono state desunte dall'uso del suolo Corine Land Cover (2012) e state integrate con quelle fornite dalle interpretazioni delle foto satellitari con le informazioni relative alla REM "Rete Ecologica Marche" in modo da delineare in maniera più approfondita gli elementi vegetazionali. Le informazioni sulla vegetazione presente nell'area in esame sono riportate negli elaborati planimetrici "*T00-IA15-AMB-PP05_Vegetazione reale*" a cui si rimanda.

La **stima delle superfici oggetto di trasformazione** è stata effettuata attraverso l'analisi delle aree di ingombro del tracciato stradale in progetto.

Per quanto riguarda gli impatti sugli habitat dei siti Natura 2000, oggetto di specifico elaborato progettuale "*T00-IA13-AMB-RE01_Relazione d'incidenza*", **dal punto di vista vegetazionale**, l'opera in progetto interessa **diverse tipologie**, in particolare svolgendo un'analisi sul tracciato e sulle aree di cantiere essa intercetta da valle a monte:

- Aree forestali caratterizzate come Bosco di *Salix alba* L. (habitat di interesse comunitario 91E0*) e Bosco di *Quercus virgiliana* (Ten.) Ten. (habitat di interesse comunitario 91AA*) sita in sinistra idrografica del fiume Tronto a valle dell'imbocco della Galleria naturale Acquasanta Terme (lato Ascoli Piceno)
- Aree forestali caratterizzate come Bosco di *Quercus virgiliana* (Ten.) Ten. (habitat di interesse comunitario 91AA*) e Bosco e boscaglia rupestre di Leccio (habitat di interesse comunitario 9340) sita in sinistra idrografica del fiume Tronto in corrispondenza dell'imbocco della Galleria naturale Acquasanta Terme (lato Ascoli Piceno)
- Area forestale caratterizzata come Bosco di *Ostrya carpinifolia* Scop. (habitat non di interesse comunitario) in corrispondenza dell'Area stoccaggio terre 2
- Area forestale caratterizzata come Bosco di *Salix alba* L. (habitat di interesse comunitario 91E0*) mista a suolo artefatto artificialmente in corrispondenza dell'Area di cantiere operativa 1 e dell'Area stoccaggio terre

La tabella che segue mette in evidenza che **gli interventi proposti determinano una superficie di habitat di interesse comunitario interessata dagli interventi di circa 4.475 m²; di questi, 939,2 m² sono interessati da ingombri permanenti e 3536,0 m² da disturbi temporanei.**

Descrizione	Ingombro permanente (m ²)	Disturbo temporaneo (m ²)	Sito RN2000	Habitat di interesse comunitario
Area di cantiere operativa 1		152,8752	ZSC IT5340018 "FIUME TRONTO TRA FAVALANCIATA E ACQUASANTA"	91E0*
Area stoccaggio terre 1		478,0637	ZSC IT5340018 "FIUME TRONTO TRA FAVALANCIATA E ACQUASANTA"	91E0*
Area cantiere nuova		3,58	ZSC IT5340006 "LECCETO D'ACQUASANTA"	91AA*
Area cantiere nuova		345,2757	ZSC IT5340006 "LECCETO D'ACQUASANTA"	92A0
Imbocco galleria acquasanta*	588,1522	588,1522	ZSC IT5340006 "LECCETO D'ACQUASANTA"	91AA*
Imbocco galleria acquasanta*	180,9624	180,9624	ZSC IT5340006 "LECCETO D'ACQUASANTA"	9340
Pila viadotto tronto	76,5522	76,5522	ZSC IT5340006 "LECCETO D'ACQUASANTA"	91AA*
Pila viadotto tronto	93,513	93,513	ZSC IT5340006 "LECCETO D'ACQUASANTA"	92A0
Ponte attraversamento tronto		80,801	ZSC IT5340006 "LECCETO D'ACQUASANTA"	92A0
Viabilità di cantiere		732,302	ZSC IT5340006 "LECCETO D'ACQUASANTA"	91AA*
Viabilità di cantiere		803,8983	ZSC IT5340006 "LECCETO D'ACQUASANTA"	92A0

Tabella 3.11 - Superficie di habitat interessata da ingombri permanenti e disturbi temporanei. *Alla superficie di ingombro permanente va sottratta l'area oggetto di opere a verde di mitigazione

In termini normativi, così come definito dalla LR 6/2005, qualsiasi intervento che comporti la **riduzione di superficie di boschi esistenti ovvero la trasformazione degli stessi** è vietato, salvo che per la realizzazione di infrastrutture o opere di pubblica utilità. Quest'ultima operazione sarà, però, soggetta a **misure di compensazione ambientale**, consistenti in **rimboschimenti compensativi** su terreni nudi, di accertata disponibilità, da realizzarsi prioritariamente con specie autoctone, sulla base di uno specifico progetto esecutivo e per una superficie calcolata secondo quanto disposto dall'articolo 6, comma 4, e dall'allegato A della l.r. 71/1997.

In sintesi, considerando le aree di intervento nella loro totalità, seppure si assiste ad una variazione dell'assetto vegetazionale, se si considerano gli **interventi di inserimento paesaggistico-ambientali** in termini di **mitigazioni e compensazioni**, facenti parte integrante del progetto, che andranno a ripristinare ed incrementare il sistema del verde del territorio attraverso essenze autoctone ripristinando sia le superfici boschive sottratte (ai sensi della LR 6/2005) sia gli habitat di interesse comunitario, si può affermare che **l'impatto può considerarsi contenuto dalle mitigazioni progettate**.

Modifica delle caratteristiche qualitative degli habitat e delle biocenosi

Durante la fase di cantiere le lavorazioni previste e la presenza dei mezzi di cantiere potrebbero causare un'**alterazione della qualità di acque, suolo e atmosfera** con la **conseguente perturbazione degli habitat** prossimi all'area di cantiere a causa di sversamenti accidentali, perdita di carburanti e materiali oleosi, stoccaggio e smaltimento di materiali, incremento della polverosità per lo spostamento di materiali. Inoltre, il convogliamento delle sostanze inquinanti nei corsi d'acqua e nelle falde è in grado di trasferire il danno anche a distanza, sia spaziale che temporale. Si deve comunque tenere presente che, in fase di cantiere, le lavorazioni saranno condotte dotando i mezzi d'opera di **ideali sistemi per evitare sversamenti accidentali di oli/idrocarburi** e le movimentazioni del materiale verranno effettuate tenendo in considerazione **adeguate precauzioni** e le **normali "Best practices"** per contenere al massimo la dispersione delle polveri

che potrebbero alterare la condizione di salute delle biocenosi presenti, soprattutto in prossimità dei corpi d'acqua. Inoltre, le emissioni di PM10 prodotte dalle attività di cantiere durante i movimenti di terra sono risultate basse e al di sotto delle soglie definite da ARPAT, (cfr. componente "Aria e clima").

La potenziale interferenza derivante dai citati fattori causali è a carattere temporaneo, in quanto terminerà con la conclusione dei lavori, ed è ridotta da tutta una serie di accorgimenti previsti per la fase di cantiere e riportati nel paragrafo seguente.

Allo scopo di ridurre la produzione di polveri e di evitare sversamenti accidentali e la perdita di carburanti, sono previste una serie di misure preventive e gestionali adottate in fase di cantiere e descritte nel seguente paragrafo.

In sintesi, considerando le misure preventive e gestionali adottate in fase di cantiere e i risultati delle analisi effettuate per la determinazione degli incrementi in atmosfera di PM10, **si ritiene trascurabile l'impatto relativo alla modificazione delle caratteristiche qualitative degli habitat e delle biocenosi.**

Allontanamento e dispersione della fauna

A parte l'**eventuale potenziale perdita di qualche individuo di specie** per schiacciamento e il **potenziale disturbo temporaneo alla fauna per inquinamento atmosferico** provocati dalle attività con veicoli motorizzati, il principale effetto di disturbo è costituito dall'**alterazione del clima acustico locale**, dato dalla produzione di rumore e vibrazioni dovute alle attività lavorative previste in fase di cantiere.

Il primo tipo di impatto è da intendersi a carico soprattutto di specie terrestri poco mobili, criptiche o ad abitudini fossorie quali Invertebrati non volatori, anfibi, rettili, roditori e insettivori.

Il secondo e terzo tipo di impatto possono colpire tutte le specie faunistiche presenti nell'area di cantiere e possono essere particolarmente gravi nei confronti delle specie che abbiano qui un sito riproduttivo o di sosta e rifugio.

I parametri caratterizzanti una situazione di disturbo sono essenzialmente riconducibili alla potenza acustica di emissione delle sorgenti, alla distanza tra queste ed i potenziali recettori, ai fattori di attenuazione del livello di pressione sonora presenti tra sorgente e ricettore.

In termini generali i diversi fattori di interazione negativa variano con la distanza dalla fonte sonora e con la differente natura degli ecosistemi laterali.

Nell'ambito del presente studio **sono considerati recettori sensibili agli impatti esclusivamente le specie animali ed in particolare gli uccelli**: queste infatti risultano fortemente limitate dal rumore (in particolare se improvviso e non continuo) poiché esso disturba le normali fasi fenologiche (alimentazione, riposo, riproduzione ecc.) e provoca uno stato generale di stress negli animali, allontanandoli dall'area, esponendoli alla predazione e sfavorendo le specie più sensibili a vantaggio di quelle più adattabili.

Gli uccelli cercheranno siti alternativi più tranquilli, che potrebbero non essere situati nelle vicinanze o nei quali potrebbero non essere disponibili adeguate riserve alimentari. Inoltre, le varie categorie di uccelli presentano livelli differenti di sensibilità al disturbo in funzione delle diverse caratteristiche biologiche e comportamentali e della dipendenza da diversi habitat.

Ciononostante, anche se il comportamento alimentare può essere disturbato, in generale non esistono studi che consentano di stabilire se gli uccelli non sono in grado di alimentarsi efficacemente nel breve o nel lungo periodo, soprattutto in quanto l'apporto energetico della razione alimentare deve essere considerato sia a breve che a lungo termine.

L'inquinamento acustico è rimandabile unicamente alle attività rumorose associate primariamente alle fasi di cantiere oltre al traffico lungo la viabilità di accesso.

Il disagio sarà da considerarsi relativo in quanto limitato alla fase diurna e il numero di macchinari impiegati contemporaneamente sarà limitato, oltre che, naturalmente, transitorio poiché legato esclusivamente alla fase di cantiere.

Le luci e gli stimoli visivi dei mezzi in movimento non sono ben tollerati da alcune specie di animali, ma anche in questo caso si tratta di un'interferenza **temporanea e reversibile**.

Allo scopo di ridurre i citati fattori di disturbo, sono previste una serie di misure preventive e gestionali adottate in fase di cantiere e descritte nel seguente paragrafo.

Vista la temporaneità delle attività di lavorazione e la loro entità e le misure preventive e gestionali adottate, si assume che la potenziale alterazione del clima acustico sia comunque contenuta. **L'interferenza, quindi, risulta non significativa.**

4.3.3 Il rapporto opera – ambiente e le misure di prevenzione e mitigazione adottate durante la fase di cantiere

Relativamente all'impatto potenziale in fase costruttiva costituito dalla **sottrazione di habitat e biocenosi** sia in riferimento alle aree di cantiere sia alle aree occupate dal nuovo corpo stradale risulta complessivamente avere una **significatività media**, in quanto dall'analisi dei singoli parametri può essere considerato:

- locale in termini di "portata" dell'impatto in entrambi i casi, poiché la sottrazione di habitat e biocenosi rimangono circoscritte in un caso all'area di cantiere e nell'altro all'ingombro del nuovo corpo stradale;
- assente in termini di "natura transfrontaliera" in entrambi i casi, poiché l'impatto potenziale non prevede ripercussioni transfrontaliere;
- media in termini di "ordine di grandezza e complessità" in entrambi i casi, poiché le tipologie delle superfici sottratte sono riferite ad un territorio con un valore alto di naturalità;
- certa in termini di "probabilità" in entrambi i casi, in quanto la sottrazione è dovuta all'ingombro sia delle aree individuate per l'allestimento dei cantieri, sebbene in maniera temporanea, sia delle aree in cui ricade il nuovo corpo stradale;
- breve in termini di "durata" nel caso dei cantieri, in quanto la sottrazione è circoscritta alla durata dei lavori per la cantierizzazione, e continua nel caso del corpo stradale, in quanto la sottrazione si ritiene permanente;
- poco ripetibile in termini di "frequenza" nel caso dei cantieri, in quanto la frequenza dell'impatto è circoscritta alla durata di realizzazione dei lavori prevista per la realizzazione dell'opera, e costante nel caso del corpo stradale, in quanto la sottrazione si ritiene permanente;
- reversibile in termini di "reversibilità" nel caso dei cantieri, considerata la temporaneità dell'impatto, e irreversibile nel caso del corpo stradale, in quanto permanente.

In riferimento alla **modifica delle caratteristiche qualitative degli habitat e delle biocenosi** l'impatto potenziale in fase costruttiva risulta avere una **significatività trascurabile**, in quanto dall'analisi dei singoli parametri può essere considerato:

- trascurabile in termini di "portata" dell'impatto, in considerazione delle misure preventive e delle "Best practices" adottate in fase di cantiere;
- assente in termini di "natura transfrontaliera", poiché l'impatto potenziale non prevede ripercussioni transfrontaliere;

- bassa in termini di "ordine di grandezza e complessità", poiché il valore emissivo di PM10 risulta basso e si ritiene che le misure preventive considerate in fase progettuale ed adottate in fase di cantiere siano sufficienti a contenere gli eventuali sversamenti;
- poco probabile in termini di "probabilità", in quanto si ritiene che l'impatto verrà contenuto dalle misure preventive e delle "Best practices" adottate in fase di cantiere;
- breve in termini di "durata", in quanto, come detto al punto precedente, si ritiene che la durata dell'impatto sia contenuta dalle misure preventive e delle "Best practices" adottate in fase di cantiere;
- poco ripetibile in termini di "frequenza", poiché, come detto al punto precedente, si ritiene che l'impatto sia contenuto dalle misure preventive e delle "Best practices" adottate in fase di cantiere;
- reversibile in termini di "reversibilità", poiché, come detto al punto precedente, si ritiene che l'impatto sia contenuto dalle misure preventive e delle "Best practices" adottate in fase di cantiere.

In riferimento all'**allontanamento e dispersione della fauna l'impatto potenziale in fase costruttiva** risulta avere una **significatività trascurabile**, in quanto dall'analisi dei singoli parametri può essere considerato:

- locale in termini di "portata", poiché l'impatto sulla fauna indotto dall'incremento dei livelli acustici in fase di cantiere si può risentire fino a circa 350 m di distanza in senso longitudinale rispetto all'asse stradale di progetto;
- assente in termini di "natura transfrontaliera", poiché l'impatto potenziale non prevede ripercussioni transfrontaliere;
- bassa in termini di "ordine di grandezza e complessità", considerata la circoscrizione dell'impatto, la temporaneità dello stesso e la tipologia delle specie faunistiche presenti nell'area tolleranti al disturbo antropico;
- molto probabile in termini di "probabilità", in quanto il disturbo della fauna è dovuto all'incremento dei livelli acustici stimati relativi alle attività di cantiere;
- breve in termini di "durata", in quanto il disturbo della fauna è dovuto all'incremento dei livelli acustici stimati relativi alle attività di cantiere e, perciò, temporaneo;
- poco ripetibile in termini di "frequenza", in quanto la frequenza dell'impatto è circoscritta alla durata di realizzazione dei lavori prevista per la realizzazione dell'opera;
- reversibile nel breve periodo, considerati il grado di resilienza degli habitat presenti nell'area e la tipologia delle specie faunistiche presenti, tolleranti al disturbo antropico.

In considerazione di quanto emerso dall'analisi delle interferenze tra l'opera in progetto e la componente "Biodiversità", è risultato un **impatto significativo non trascurabile** circa la sottrazione di habitat e biocenosi, in quanto l'asportazione di terreno vegetale in corrispondenza sia delle aree adibite a cantieri, sebbene **temporanea**, sia nelle aree in cui è previsto l'ingombro del nuovo corpo stradale risulta **certa**;

Il **recupero delle aree di cantiere e delle aree intercluse** consistono nel ripristino dello stato di naturalità preesistente. Tale intervento consente di contenere l'interferenza dovuta alla sottrazione di aree.

Per quanto riguarda le possibili modifiche degli habitat e delle relative specie faunistiche associate, dovute all'**alterazione della qualità delle acque, la potenziale interferenza è trascurabile in considerazione degli interventi** che saranno previsti nella fase di realizzazione, allo scopo di evitare l'inquinamento delle acque superficiali e sotterranee, l'alterazione del deflusso delle acque di ruscellamento, nonché degli interventi che verranno realizzati **per la raccolta ed il trattamento delle acque di scarico o di eventuali sversamenti accidentali**.

Durante la fase di cantiere, gli impatti sulla componente in esame verranno mitigati grazie agli **interventi previsti per la riduzione delle emissioni atmosferiche e sonore**, nonché da tutte le attenzioni poste alla vegetazione e alla fauna nella realizzazione dei lavori in termini di gestione delle acque e di consumo del suolo.

Le **emissioni di gas e polveri**, che possono interferire con la qualità degli habitat e delle biocenosi, sono ridotte tramite **modalità operative e gli accorgimenti**, riportati per la componente aria e clima nella "Relazione di cantierizzazione" ed elencati di seguito.

- copertura degli autocarri durante il trasporto del materiale tramite l'applicazione di appositi teloni di copertura degli automezzi;
- bagnatura delle ruote dei mezzi di lavoro in uscita dalle aree di cantiere;
- riduzione delle superfici non asfaltate all'interno delle aree di cantiere;
- limitazione delle velocità di transito dei mezzi di cantiere su piste non pavimentate e nelle zone di lavorazione;
- programmazione di sistematiche operazioni di inaffiamento delle viabilità percorse dai mezzi d'opera, nonché della bagnatura delle superfici durante le operazioni di scavo e di demolizione;
- posa in opera, ove necessario, di barriere antipolvere di tipo mobile, in corrispondenza dei ricettori più esposti agli inquinanti atmosferici;
- ottimizzazione delle modalità e dei tempi di carico e scarico, di creazione dei cumuli di scarico e delle operazioni di stesa;
- bagnatura delle terre scavate e del materiale polverulento durante l'esecuzione delle lavorazioni;
- copertura e/o bagnatura di cumuli di materiale terroso stoccati.

Inoltre, alla luce dei risultati della simulazione effettuata, considerando che gli scenari individuati sono rappresentativi della condizione più critica in fase di costruzione senza l'impiego di misure di mitigazioni, **le interferenze prodotte dalle attività di cantiere sulla componente atmosfera, possono ritenersi poco significative** in quanto, anche con l'aggiunta del valore di fondo di riferimento e del contributo emissivo dello stato attuale, non si hanno superamenti dei limiti normativi sia in termini di PM₁₀ che di PM_{2,5} che di NO₂.

Saranno comunque previsti dei **punti di monitoraggio** in fase di cantiere per verificare i livelli di emissioni in atmosfera durante i lavori. Inoltre, si sottolinea comunque l'impiego di alcune best practice (cfr. paragrafo successivo) da adottare in fase di cantiere al fine di minimizzare la dispersione di inquinanti, specialmente di polveri, in atmosfera.

Infine, per quanto riguarda il **rumore prodotto nella fase di cantiere**, se esso è limitato nelle aree di cantiere, diviene più sostenuto nelle zone di realizzazione di alcune delle lavorazioni previste; in particolare, come emerge dai risultati delle simulazioni acustiche condotte in relazione alla componente rumore per la dimensione costruttiva hanno messo in luce la necessità di ricorrere, limitatamente all'area di lavoro relativa alla realizzazione dell'imbocco Galleria Naturale Acquasanta e realizzazione contemporanea del viadotto Quintodecimo, e della realizzazione del viadotto Tronto e realizzazione contemporanea Viadotto rampa E, ad **opere di mitigazione acustica al fine di contenere le emissioni prodotte dai mezzi di cantiere**. Si evidenzia che gli interventi di mitigazione individuati saranno oggetto di ottimizzazione da parte della ditta appaltatrice, la quale, qualora si renda necessario, avvierà in fase di inizio lavori, le procedure per la richiesta ai Comuni territorialmente competenti, della deroga temporanea ai limiti acustici così come previsto dalla L.447/95.

Stante la temporaneità delle azioni di cantiere e il limitato periodo di sovrapposizione delle attività si ritiene comunque l'impatto acustico poco significativo.

Come per la componente Aria e Clima al fine di monitorare le attività di cantiere rispetto alla componente "Rumore" si prevede inoltre un'attività di **monitoraggio** in prossimità dei ricettori ritenuti maggiormente significativi in termini di esposizione all'inquinamento acustico generato durante la fase di realizzazione delle opere.

4.4 RUMORE E VIBRAZIONI

4.4.1 Selezione dei temi di approfondimento

Rispetto al tema del **rumore indotto dalle attività di cantiere**, sono state sviluppate specifiche analisi previsionali finalizzate a valutare le interferenze indotte dalle diverse attività, mezzi, impianti impiegati per la realizzazione dell’opera in progetto sul territorio adiacente le diverse aree di cantiere e i ricettori più prossimi.

Per quanto concerne il fenomeno **“Rumore”**, rispetto alla tematica dell’inquinamento acustico le potenziali sorgenti emmissive che interferiscono sul clima acustico territoriale sono quelle connesse alle lavorazioni principali eseguite nelle aree operative previste dal progetto.

Sulla scorta quindi delle azioni di progetto riferite alla dimensione costruttiva individuate nel capitolo iniziale, per la componente rumore la matrice di correlazione azioni-fattori causali – impatti è di seguito riportata:

Azioni di progetto	Fattori causali	Impatti potenziali
AC Attività di cantiere – lavorazioni	Produzione emissioni acustiche	Compromissione del clima acustico

Tabella 3.12 - Rumore: Matrice di causalità – dimensione Costruttiva

La metodologia assunta per l’analisi delle interferenze rispetto al clima acustico riferita alla fase di cantierizzazione si basa sulla teoria del **“Worst Case Scenario”**. Tale metodo individua la condizione operativa di cantiere più gravosa in termini di emissioni acustiche sul territorio in modo che verificandone le condizioni di esposizione del territorio al rumore indotto rispetto ai limiti acustici territoriali possano essere individuate le eventuali soluzioni di mitigazione più opportune al fine di contenere il disturbo sui ricettori più esposti. L’analisi tiene conto dell’insieme delle diverse attività di cantiere in funzione della localizzazione delle diverse aree di lavoro.

Per quanto riguarda invece 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.

Tabella 3.13 - Vibrazioni: Matrice di causalità – dimensione Costruttiva

Azioni di progetto	Fattori causali	Impatti potenziali
AC Attività di cantiere – lavorazioni	Produzione emissioni vibrazionali	Disturbo da vibrazioni negli edifici

Nello specifico sono stati considerati quali cantieri più critici quelli maggiormente prossimi ai ricettori abitativi in riferimento alla realizzazione delle opere civili: viadotto e galleria.

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. A riguardo occorre precisare inoltre come a differenza del rumore ambientale per il tema delle vibrazioni non esiste al momento una specifica legge che stabilisca limiti quantitativi per l’esposizione alle vibrazioni rispetto al tema del disturbo. Esistono invece numerose norme tecniche, emanate in sede nazionale ed internazionale, che costituiscono un utile riferimento per la valutazione del disturbo in edifici interessati da fenomeni di vibrazione. Per quanto riguarda il disturbo alle persone, i principali riferimenti sono costituiti dalla norma ISO 2631 / Parte 2 *“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 in tale studio come riferimento in quanto indica i valori di riferimento per ciascuna tipologia di ricettore.

4.4.2 Premessa allo studio vibrazionale nella fase di cantiere

La valutazione delle vibrazioni ha lo scopo di **stimare gli effetti sull'ambiente circostante delle vibrazioni emesse dai macchinari di cantiere** impiegati per la realizzazione dell'opera in oggetto.

In dettaglio si procederà analizzando le principali sorgenti previste in funzione delle attività lavorative che saranno 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 della normativa in materia per ciò che riguarda l'effetto delle vibrazioni sulle persone e strutture.

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. Pertanto, qualora si verifici dall'esame della previsione di propagazione delle vibrazioni la presenza di edifici nelle più zone più critiche, tale elemento non costituisce un fattore per la stima di un possibile danno alle strutture, evidenziando unicamente il superamento di una soglia di disturbo per i residenti dell'edificio stesso. Tale soglia, pur ricavata dalle normative tecniche esistenti in sede nazionale ed internazionale, non risulta fissata da alcun atto legislativo.

Per quanto riguarda gli effetti sulle strutture, in presenza di livelli elevati e prolungati di vibrazioni, sono stati osservati danni strutturali a edifici e/o strutture. È da notare, però, che tali livelli sono più alti di quelli normalmente tollerati dagli esseri umani, i cui livelli sono riportati nelle norme ISO 2631 e UNI 9614. Tale considerazione è facilmente deducibile dal confronto dei valori riportati nelle norme che riportano i danni sull'uomo (ISO 2631 e UNI 9614) con i valori nelle norme che riguardano i danni strutturali (UNI 9916 ed ISO 4866), pertanto le prime sono state scelte quale riferimento, poiché riportano dei valori limite più restrittivi.

In definitiva, soddisfatto l'obiettivo di garantire livelli di vibrazione accettabili per le persone, risulta automaticamente realizzata l'esigenza di evitare danni strutturali agli edifici, almeno per quanto concerne le abitazioni civili. Come unica eccezione sono da annoverare le vibrazioni che incidono su monumenti e beni artistici di notevole importanza storico-monumentale, i quali devono essere trattati come punti singoli con studi e valutazioni mirate.

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** in termini di impatto vibrazionale;
- **valutazione delle vibrazioni** previste sui ricettori prossimi.

4.4.3 Quadro tecnico e normativo

La caratterizzazione delle emissioni di vibrazioni da parte dei mezzi ed impianti non è soggetta alle rigorose normative e disposizioni legislative che normano invece l'emissione del rumore. Pertanto, in questo caso non si ha una caratterizzazione dell'emissione in condizioni standardizzate e una garanzia del costruttore del mezzo a non superare un preciso valore dichiarato. Non si hanno nemmeno valori limite da rispettare per quanto riguarda i livelli di accelerazione comunicati ai recettori e quindi ovviamente non è

possibile specificare la produzione di vibrazioni con lo stesso livello di dettaglio con cui è possibile operare per il rumore.

Per la trattazione di dettaglio del quadro tecnico-normativo, nonché per il riferimento alla bibliografia considerata, si rimanda alla Parte relativa allo "Scenario di Base".

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";
- 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, in considerazione del fatto che se rispettati i suoi limiti, essendo più restrittivi, si considerano rispettati anche i limiti della UNI 9916. 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 3.14 Valori di riferimento individuati dalla normativa tecnica UNI 9614:2017

4.4.4 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 per determinare la percezione umana e della velocità (in mm/s) per valutare gli effetti delle vibrazioni sugli edifici. È possibile convertire i valori di accelerazione "a" nel corrispondente valore di velocità "v", nota la frequenza "f", tramite la relazione:

$$v = \frac{a}{2 \cdot \pi \cdot f}$$

Convenzionalmente, in analogia con le analisi del rumore, sia i valori di velocità che quelli di accelerazione è possibile valutati sulla scala dei dB, tramite le relazioni:

$$L_{acc} = 20 \cdot \lg \left[\frac{a}{a_0} \right] \qquad L_{vel} = 20 \cdot \lg \left[\frac{v}{v_0} \right]$$

in cui compaiono i valori di riferimento $a_0 = 0.001 \text{ mm/s}^2$ e $v_0 = 1 \cdot 10^{-6} \text{ mm/s}$.

4.4.5 Metodologia per la valutazione dei livelli vibrazionali indotti dal cantiere e dai mezzi di trasporto

Il fenomeno con cui un prefissato livello di vibrazioni imposto sul terreno si propaga nelle aree circostanti è correlato alla natura del terreno, alla frequenza del segnale e alla distanza fra il punto di eccitazione e quello di valutazione dell'effetto. Il metodo previsionale dei livelli di vibrazione ha impiegato simulazioni numeriche.

In dettaglio si illustrano i passi seguiti nell'elaborazione. 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 vettoriale che origina il Vettore Immissione e conseguentemente il Vettore Sorgente, sia la componente verticale.

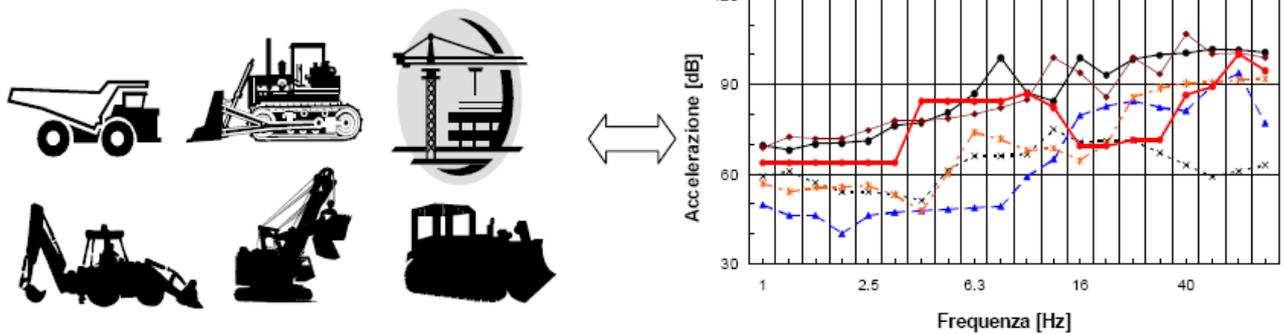


Figura 3.7 – relazione tra mezzi d'opera e spettro di emissione di vibrazioni

Dagli spettri delle sorgenti si determina il livello di accelerazione non ponderato a distanze crescenti dalla sorgente mediante una legge di propagazione. Nel caso di sorgenti superficiali, ad esempio, si precisa che l'espressione con cui si esprime l'accelerazione ad una certa distanza d è basata sulla seguente formulazione:

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

I livelli complessivi di accelerazione non pesati a distanze crescenti dalla sorgente corrispondenti agli scenari analizzati sono dati dalla combinazione, frequenza per frequenza, degli spettri di vibrazione relativi alle singole macchine previste. Come legge di combinazione degli spettri è stata adottata la regola SRSS (Square-Root-of-the-Sum-of-the-Squares) che consiste nell'eseguire la radice quadrata della somma dei quadrati delle ordinate spettrali relative alle singole macchine. Per ciascuna frequenza si è quindi ottenuto quindi un valore complessivo non pesato di tutte le macchine attive ($A_{TOT,f}$) sotto forma di matrice.

$$A_{TOT,f} = \sqrt{A_1(f,d)^2 + A_2(f,d)^2 + \dots + A_N(f,d)^2} \quad (\text{SRSS})$$

Relativamente ad ogni scenario modellizzato, si è applicato alla matrice citata la curva di attenuazione definita per postura non nota (o asse generico) dalla UNI 9614.

Studio di Impatto Ambientale Parte 5: Gli impatti della cantierizzazione

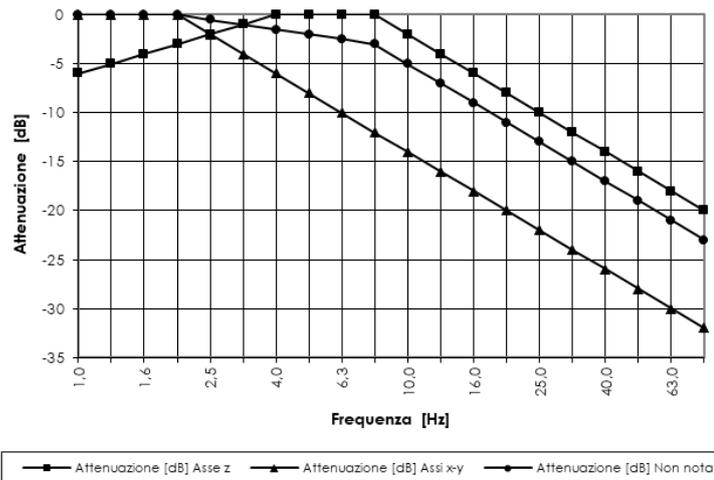


Figura 3.8 – Filtri di ponderazione per i diversi assi di riferimento

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

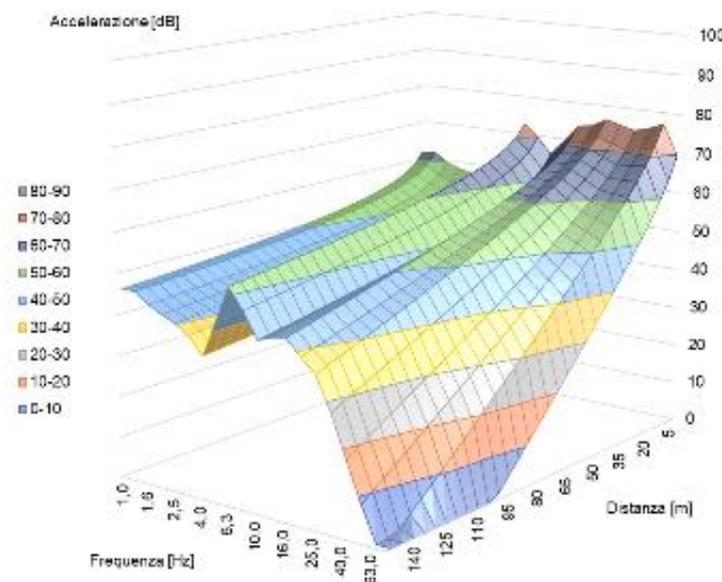


Figura 3.9 – Propagazione dello spettro di vibrazione

Il livello totale di accelerazione ponderata in funzione della distanza, $a_{w,d}$, è ottenuto sommando tutti i corrispondenti valori per frequenza $A_{TOT,f}$. Il numero ottenuto è rappresentativo dell'accelerazione complessiva ponderata sul vettore di riferimento, il quale individua il Vettore Immissione ad una determinata distanza. Ripetendo questa operazione per una griglia 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 sarà necessario stabilire il Vettore Residuo. In particolare, se il Vettore Residuo è molto basso il Vettore Immissione sarà molto prossimo, se non coincidente al Vettore Sorgente. Nella

valutazione si procederà ad una valutazione del Vettore Residuo o tramite indagini sperimentali o in base a dati noti di letteratura basati sulla fruizione dei luoghi relativamente alla destinazione d'uso.

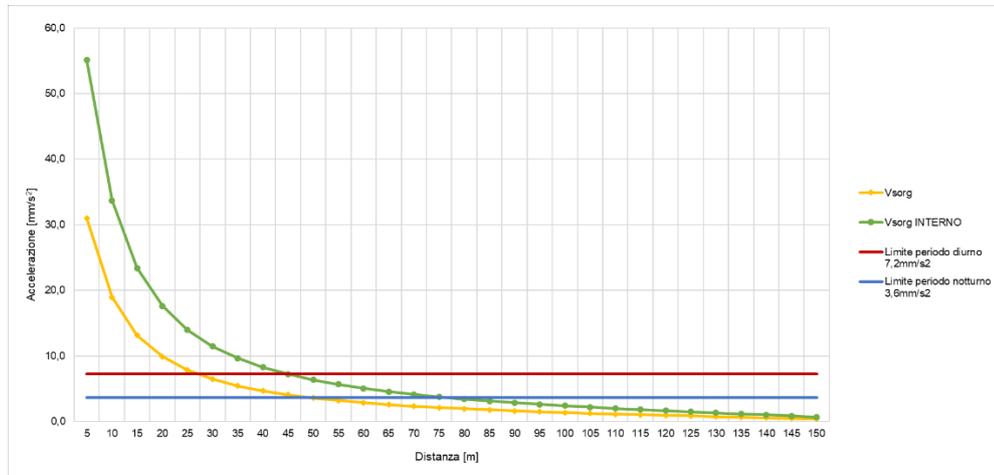


Figura 3.10 – Valutazione della propagazione del livello di vibrazioni (Vettore Sorgente) a diverse distanze

Ai fini del confronto con i livelli di riferimento della norma UNI 9614:2017 si procederà al confronto con il Vettore Sorgente determinato, in funzione dell'ubicazione del ricevitore e della destinazione d'uso.

4.4.6 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).

4.4.6.1 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.

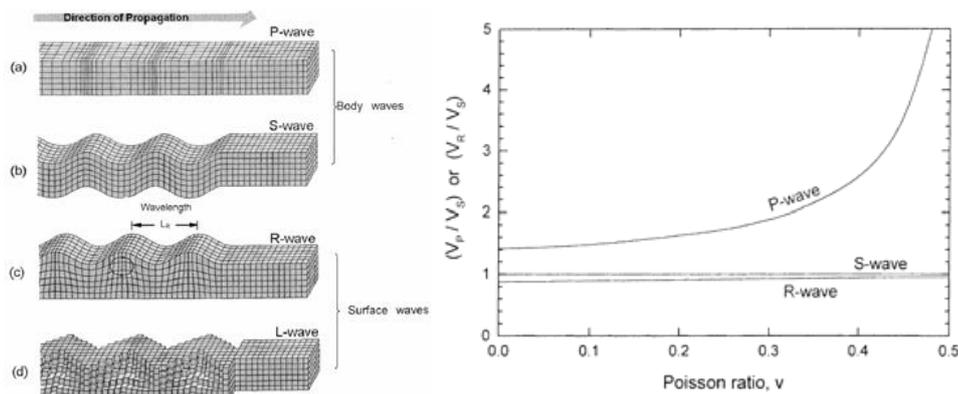


Figura 3.11 – Tipi di onda di volume e di superficie (a sinistra) e velocità relativa delle onde P, R rispetto onde S (a destra)

L'espressione con cui si esprime l'accelerazione ad una certa distanza d , per tutti tre i tipi di onde considerati (P, S, R), è basata sulla seguente formulazione:

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

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 5m. 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, fissando l'esponente n a 0.5 per le onde di superficie (predominanti in caso di sorgente posta in superficie), e 1 per le onde di volume (predominanti in caso di sorgente profonda). Risulta pertanto evidente come la propagazione a partire da una sorgente posta in profondità sia dotata, anche nel caso di terreno omogeneo, di molta più rapida attenuazione al crescere della distanza dalla sorgente.

Tipo di sorgente	Onda	Strato	n
Linea	Superficie	Superficie	0
	Volume	Superficie	1.0
Punto	Rayleigh	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

Il termine esponenziale rappresenta i fenomeni di dissipazione di energia meccanica in calore, che, come è possibile riscontrare, va crescendo proporzionalmente alla frequenza. Ciò fa sì che le alte frequenze si estinguano dopo un breve percorso, mentre le frequenze più basse si propagano a distanze maggiori.

Il rapporto η/c (indicato anche come ρ) 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	Descrizione del materiale	Coefficiente di attenuazione	ρ
I	Cedevole o tenero (terreno che può essere scavato facilmente)	0.003-0.01	$2 \times 10^{-4} - 6 \times 10^{-4}$
II	Consolidato (terreno che può essere scavato utilizzando una pala)	0.001-0.003	$6 \times 10^{-5} - 2 \times 10^{-4}$
III	Duro (terreno che non può essere scavato con una pala ma necessità di un piccone)	0.0001-0.001	$6 \times 10^{-6} - 6 \times 10^{-5}$
IV	Duro consolidato (terreno che scavato difficilmente utilizzando un martello)	<0.0001	< 6×10^{-6}

Tabella 3.16 - Coefficiente di attenuazione

Il modello semplificato di propagazione illustrato considera i soli fenomeni previsti in un terreno supposto omogeneo ed isotropo, nel caso si abbia propagazione in presenza di edifici dalla struttura

complessa, collegati al terreno mediante sistemi di fondazione, è evidente che i livelli di accelerazione riscontrabili all'interno risultino "filtrati" dalla funzione di trasferimento del sistema struttura edilizia.

In particolare, diversi sistemi di fondazione producono una attenuazione più o meno pronunciata dei livelli di accelerazione misurabili sulla fondazione stessa rispetto a quelli nel terreno circostante; tale aspetto è legato al fatto che l'interfaccia terreno-struttura non è perfettamente solidale, e pertanto genera fenomeni dissipativi o di amplificazione.

4.4.6.2 Sorgenti in profondità

Nel caso dell'attività di cantiere ove intervenga necessità di realizzazioni di **opere in profondità (palificazione, 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:

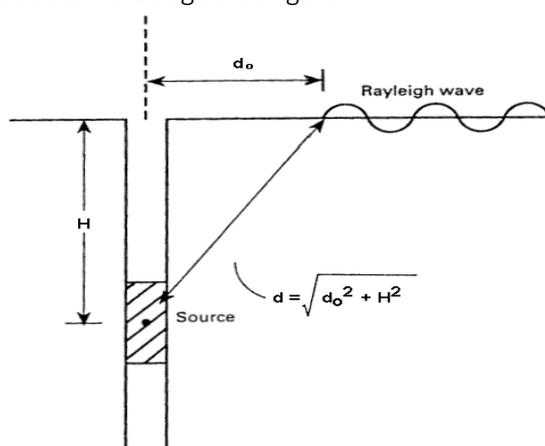


Figura 3.12 – Schema della propagazione a partire da una sorgente profonda

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 ad 1/2 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 d₀ (misurata in orizzontale, sulla superficie) fra l'asse del palo ed il recettore.

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

Il calcolo verrà eseguito assumendo che:

1. il recettore si trovi ad una profondità di 3 m sotto il piano di campagna, poiché questa è la quota a cui si trovano in media le basi delle fondazioni degli edifici;
2. rispetto a tale posizione, poiché l'epicentro di emissione è posto a 5 m di profondità, H assume un valore pari a 2 m;

3. la distanza D a cui si è rilevato strumentalmente lo spettro di vibrazioni dovuto alla lavorazione in profondità è 5 m.

4.4.6.3 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 assunte come sorgenti puntuali;
- l'attenuazione dissipativa del mezzo è stata 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 ($\rho < 1.5 \times 10^{-4}$), e di categoria C ($c=300\text{m/s}$; $\eta=0.04$);
- 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 circa ad $1/2$ 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.

4.4.7 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 lavorazione propedeutiche alla realizzazione dell'opera:

- **realizzazione delle gallerie;**
- **realizzazione dei viadotti e relative rampe.**

Inoltre, saranno considerate le attività a supporto delle precedenti elencate e svolte presso le aree di stoccaggio, aree tecniche e/o cantieri operativi.

Si rammenta come l'impatto vibrazionale nelle simulazioni numeriche sarà valutato in termini di livello ponderato globale di accelerazione a_w in campo libero, (secondo la normativa UNI 9614 per asse generico), per un confronto con i valori di riferimento per il disturbo alle persone.

4.4.7.1 Definizione del tipo di sorgente

Analizzando le principali sorgenti previste in funzione delle attività lavorative, si conviene come esse siano sostanzialmente 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 avendo come prima finalità quella di fornire risultati sufficientemente cautelativi. Si sottolinea tuttavia come le situazioni esaminate non possano comunque rappresentare tutti i macchinari potenzialmente presenti in contemporanea all'interno dell'area di cantiere. La valutazione dei livelli vibrazionali è stata quindi condotta a fronte dell'acquisizione degli spettri di emissione dei macchinari di cantiere sopra citati utilizzando dati bibliografici o rilevati. Gli spettri impiegati sono riferiti a misure eseguite ad una distanza di circa 5m dalla sorgente vibratoria e sono afferenti alla componente verticale, la quale sarà assunta come componente principale del vettore di propagazione delle vibrazioni (vettore immissione).

In generale, nelle aree di cantiere ove sono presenti gli impianti fissi (betonaggio, lavorazioni di dettaglio su eventuali prefabbricati, ecc.) le emissioni di vibrazioni risultano usualmente più contenute rispetto a quelle presenti sul cantiere in linea poiché la natura stessa delle lavorazioni determina minori sollecitazioni meccaniche sul terreno e, di conseguenza, minore trasmissione di energia meccanica verso i potenziali ricettori.

Il calcolo del livello di vibrazione in condizioni di campo libero sarà definito nell'intorno del cantiere con una risoluzione di circa 5 m nelle direzioni orizzontali (piano di campagna), ottenendo il grafico della propagazione delle vibrazioni in funzione della distanza.

Di seguito si riporta la definizione dello scenario operativo.

La metodologia assunta per l'analisi delle interferenze rispetto al clima acustico riferita alla fase di cantierizzazione si basa sulla teoria del "Worst Case" Scenario. Tale metodo individua la condizione operativa di cantiere più gravosa in termini di emissioni di vibrazioni sul territorio in modo che verificandone le condizioni di esposizione del territorio alle vibrazioni indotte rispetto ai limiti della UNI 9614:2017 possano essere individuate le eventuali soluzioni di mitigazione più opportune al fine di contenere il disturbo sui ricettori più esposti. L'analisi tiene conto dell'insieme delle diverse attività di cantiere in funzione della localizzazione delle diverse aree di lavoro e del trasporto dei materiali dall'area di stoccaggio.

In virtù della particolare configurazione operativa del cantiere nel caso specifico lo studio è stato differenziato per le diverse porzioni di territorio, nello specifico sono state considerate:

- **Area di Stoccaggio 03;**
- **Aree operative di lavoro in corrispondenza del viadotto Quintodecimo;**
- **Aree operative di lavoro in corrispondenza del Viadotto Tronto;**
- **Aree operative di lavoro in corrispondenza dello svincolo Acquasanta Terme.**

Data quindi la differente localizzazione spaziale delle principali aree di lavoro, e in considerazione che in prossimità di alcune realizzazioni non sono presenti ricettori, lo studio previsionale delle vibrazioni prende in considerazione quattro distinti scenari:

- **Scenario 1:** Area di Stoccaggio 03;
- **Scenario 2:** Realizzazione imbocco Galleria Naturale Acquasanta lato Roma e realizzazione contemporanea del viadotto Quintodecimo;
- **Scenario 3:** Realizzazione viadotto Tronto e realizzazione contemporanea Viadotto rampa E;
- **Scenario 4:** Realizzazione imbocco Galleria Naturale Acquasanta lato Ascoli e realizzazione contemporanea delle rampe B e C.

Per ciascun scenario è stata considerata la condizione operativa potenzialmente più impattante definita sulla scorta dei ricettori presenti, lavorazioni previste, impianti e macchinari presenti, caratteristiche emissive e maggior frequenza di esecuzione.

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 due turni nel periodo diurno tra le 8:00 – 22:00, per un totale di 16 ore lavorative.

- **Scenario 1**

Sc. 1 - Area di Stoccaggio 03	
Mezzi	Unità
Autocarro	2
Pala gommata	2
Autobotte	1

Tabella 3.17 - scenario Area stoccaggio 03

- **Scenario 2**

Sc. 2 – A / Viadotto Quintodecimo	
Mezzi	Unità
jet	1
Autocarro	2
Palificazione	1
Micropali	1
Escavatore	1
Pala gommata	2
Autogrù	1
Pompa cls	2
Autobetoniere	2
Autobotte	1
Sollevatore telescopico	1

Tabella 3.18 - scenario Viadotto Quintodecimo

Sc. 2 – B / Imbocco Galleria Acquasanta lato Roma	
Mezzi	Unità
Macchina perforatrice per micropali	1
Macchina perforatrice per Tiranti	1
Escavatore Meccanico	1
Pala meccanica	1
Dumper	1
Jumbo per perforazione chiodature meccaniche	1

Studio di Impatto Ambientale Parte 5: Gli impatti della cantierizzazione

Sc. 2 – B / Imbocco Galleria Acquasanta lato Roma	
Mezzi	Unità
Autobetoniere	1
Autocarro	2

Tabella 3.19 - scenario Imbocco GN Acquasanta lato Roma

• Scenario 3

Sc. 3 – A / Viadotto Tronto	
Mezzi	Unità
jet	1
Autocarro	8
Palificazione	1
Micropali	1
Escavatore	4
Pala gommata	2
Autogrù	4
Pompa cls	2
Autobetoniere	4
Autobotte	1
Gruppo elettrogeno	1
Sollevatore telescopico	1

Tabella 3.20 - scenario Viadotto Tronto

Sc. 3 – B / Viadotto Rampa E	
Mezzi	Unità
jet	1
Autocarro	2
Palificazione	1
Micropali	1
Escavatore	1
Pala gommata	1
Autogrù	1
Pompa cls	1
Autobetoniere	1
Sollevatore telescopico	1

Tabella 3.21 - scenario Viadotto rampa E

• Scenario 4

Sc. 4 – A / Imbocco Galleria Acquasanta lato Ascoli	
Mezzi	Unità
Macchina perforatrice per micropali	1
Macchina perforatrice per Tiranti	1
Escavatore Meccanico	1
Pala meccanica	1
Dumper	1
Jumbo per perforazione chiodature meccaniche	1
Autobetoniere	1
Autocarro	2

Tabella 3.22 - scenario Viadotto Tronto

Sc. 4 – B / Viadotto Rampa B e C	
Mezzi	Unità
jet	1
Autocarro	2
Palificazione	1
Micropali	1
Escavatore	1
Pala gommata	1
Autogrù	1
Pompa cls	1
Autobetoniere	1
Sollevatore telescopico	1

Tabella 3.23 - scenario Rampa B e C

La valutazione dei livelli vibrazionali è stata quindi condotta a fronte dell'acquisizione degli **spettri di emissione dei macchinari di cantiere** utilizzando dati bibliografici e misure dirette in campo. Gli spettri impiegati sono riferiti a misure eseguite ad una distanza di circa 5m dalla sorgente vibratoria e sono afferenti alla sola componente verticale considerata quella che fornisce il contributo maggiore sul vettore immissione. Si precisa infine che stante l'indisponibilità di dati sperimentali per tutti i macchinari presenti nel cantiere in esame, si è proceduto utilizzando quelli di macchine in grado di trasmettere al terreno sollecitazioni di simile entità, ma di cui sia noto lo spettro.

Di seguito le tabelle ed i grafici di caratterizzazione delle sorgenti di vibrazioni individuate negli scenari di riferimento. I valori seguenti sono espressi in mm/s^2 .

Sc. 1 - Area di Stoccaggio 03

Mezzi attivi	D. (m)	1	1,25	1,6	2	2,5	3,15	4	5	6,3	8	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80
Autocarro (tipo Mercedes Benz 2629 o similari)	5	0,89	1,12	0,71	0,50	0,47	0,45	0,33	1,26	2,11	2,00	2,04	5,75	3,76	3,55	3,55	2,24	1,50	0,89	1,06	1,33
Pala Cingolata	5	0,71	0,50	0,63	0,67	0,60	0,45	0,24	1,12	5,62	3,98	2,51	2,99	1,58	3,98	19,95	29,85	35,48	37,58	39,81	42,17
Autobotte assimilato ad Autocarro (tipo Mercedes Benz 2629 o similari)	5	0,89	1,12	0,71	0,50	0,47	0,45	0,33	1,26	2,11	2,00	2,04	5,75	3,76	3,55	3,55	2,24	1,50	0,89	1,06	1,33

Sc.2 - A / Viadotto Quintodecimo

Sc.3 - B / Viadotto Rampa E

Mezzi attivi	D. (m)	1	1,25	1,6	2	2,5	3,15	4	5	6,3	8	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80
Micropali, pali e Jet assimilati a martello idraulico in attività su fondazione profonda	5	2,55	3,98	3,17	2,82	3,77	7,94	14,13	17,78	25,12	56,23	25,16	17,98	31,62	59,31	82,91	100,00	113,48	89,13	79,43	74,99
Escavatore cingolato (tipo Fiat-Hitachi FH300 o similari)	5	0,32	0,20	0,19	0,12	0,20	0,26	0,24	0,25	0,28	0,30	0,98	1,88	9,89	13,34	16,79	12,59	12,02	28,84	51,88	8,41
Pala Cingolata	5	0,71	0,50	0,63	0,67	0,60	0,45	0,24	1,12	5,62	3,98	2,51	2,99	1,58	3,98	19,95	29,85	35,48	37,58	39,81	42,17
Autocarro, Autogrù, pompa cls, Autobetoniera, Autobotte e Sollevatore rispettivamente assimilati ad Autocarro (tipo Mercedes Benz 2629 o similari)	5	0,89	1,12	0,71	0,50	0,47	0,45	0,33	1,26	2,11	2,00	2,04	5,75	3,76	3,55	3,55	2,24	1,50	0,89	1,06	1,33

Sc.2 - B / Imbocco Galleria Acquasanta lato Roma

Sc.4 - A / Imbocco Galleria Acquasanta lato Ascoli

Mezzi attivi	D. (m)	1	1,25	1,6	2	2,5	3,15	4	5	6,3	8	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80
Micropali, tiranti e chiodature assimilati a martello idraulico in attività su fondazione profonda	5	2,55	3,98	3,17	2,82	3,77	7,94	14,13	17,78	25,12	56,23	25,16	17,98	31,62	59,31	82,91	100,00	113,48	89,13	79,43	74,99
Escavatore cingolato (tipo Fiat-Hitachi FH300 o similari)	5	0,32	0,20	0,19	0,12	0,20	0,26	0,24	0,25	0,28	0,30	0,98	1,88	9,89	13,34	16,79	12,59	12,02	28,84	51,88	8,41
Pala Cingolata	5	0,71	0,50	0,63	0,67	0,60	0,45	0,24	1,12	5,62	3,98	2,51	2,99	1,58	3,98	19,95	29,85	35,48	37,58	39,81	42,17
Autocarro, Dumper e Autobetoniera rispettivamente assimilati ad Autocarro (tipo Mercedes Benz 2629 o similari)	5	0,89	1,12	0,71	0,50	0,47	0,45	0,33	1,26	2,11	2,00	2,04	5,75	3,76	3,55	3,55	2,24	1,50	0,89	1,06	1,33

Sc.3 - A / Viadotto Tronto

Mezzi attivi	D. (m)	1	1,25	1,6	2	2,5	3,15	4	5	6,3	8	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80
Micropali, pali e Jet assimilato a martello idraulico in attività su fondazione profonda	5	2,55	3,98	3,17	2,82	3,77	7,94	14,13	17,78	25,12	56,23	25,16	17,98	31,62	59,31	82,91	100,00	113,48	89,13	79,43	74,99
Escavatore cingolato (tipo Fiat-Hitachi FH300 o similari)	5	0,32	0,20	0,19	0,12	0,20	0,26	0,24	0,25	0,28	0,30	0,98	1,88	9,89	13,34	16,79	12,59	12,02	28,84	51,88	8,41
Pala Cingolata	5	0,71	0,50	0,63	0,67	0,60	0,45	0,24	1,12	5,62	3,98	2,51	2,99	1,58	3,98	19,95	29,85	35,48	37,58	39,81	42,17
Autocarro, Autogrù, pompa cls, Autobetoniera, Autobotte, Gruppo elettrog. e Sollevatore rispettivamente assimilati ad Autocarro (tipo Mercedes Benz 2629 o similari)	5	0,89	1,12	0,71	0,50	0,47	0,45	0,33	1,26	2,11	2,00	2,04	5,75	3,76	3,55	3,55	2,24	1,50	0,89	1,06	1,33

Sc.4 - B / Viadotto Rampa B e C

Mezzi attivi	D. (m)	1	1,25	1,6	2	2,5	3,15	4	5	6,3	8	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80
Micropali, pali e Jet assimilato a martello idraulico in attività su fondazione profonda	5	2,55	3,98	3,17	2,82	3,77	7,94	14,13	17,78	25,12	56,23	25,16	17,98	31,62	59,31	82,91	100,00	113,48	89,13	79,43	74,99
Escavatore cingolato (tipo Fiat-Hitachi FH300 o similari)	5	0,32	0,20	0,19	0,12	0,20	0,26	0,24	0,25	0,28	0,30	0,98	1,88	9,89	13,34	16,79	12,59	12,02	28,84	51,88	8,41
Pala Cingolata	5	0,71	0,50	0,63	0,67	0,60	0,45	0,24	1,12	5,62	3,98	2,51	2,99	1,58	3,98	19,95	29,85	35,48	37,58	39,81	42,17
Autocarro, Autogrù, pompa cls, Autobetoniera e Sollevatore rispettivamente assimilati ad Autocarro (tipo Mercedes Benz 2629 o similari)	5	0,89	1,12	0,71	0,50	0,47	0,45	0,33	1,26	2,11	2,00	2,04	5,75	3,76	3,55	3,55	2,24	1,50	0,89	1,06	1,33

Di seguito i grafici degli spettri delle sorgenti dei macchinari con confronto con curva di percezione della UNI 9614 per l'asse verticale.

Studio di Impatto Ambientale Parte 5: Gli impatti della cantierizzazione



Figura 3.13 – Spettri delle sorgenti dei macchinari con confronto con curva di percezione della UNI 9614 per l’asse Z

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, jet grouting e/o chiodature.

4.4.7.2 Valutazione della propagazione delle vibrazioni

Dall'analisi della propagazione dello spettro, per ogni distanza della sede dell'attività di lavoro, è agevole calcolare il livello complessivo di accelerazione ponderata, come somma dei livelli delle singole frequenze. In questo modo è stata calcolata la legge di variazione del livello di accelerazione ponderata in funzione della distanza, la quale è mostrata graficamente di seguito, per ogni scenario.

Nelle figure seguenti sono riportate la propagazione dello spettro nel terreno per gli scenari di lavorazioni individuate in precedenza per le aree di cantiere.

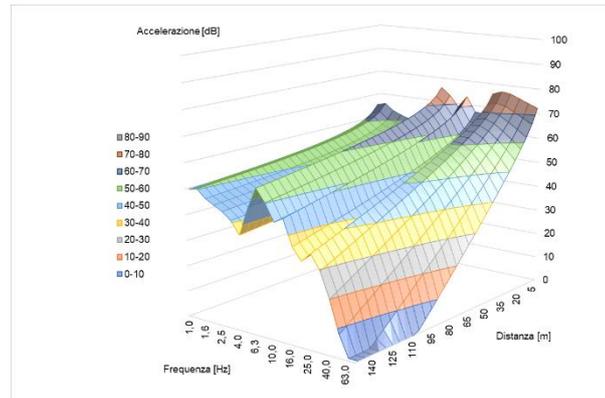


Figura 3.14 – Propagazione dei livelli di accelerazione in dB per singola frequenza per Sc. 1 - Area di Stoccaggio 03

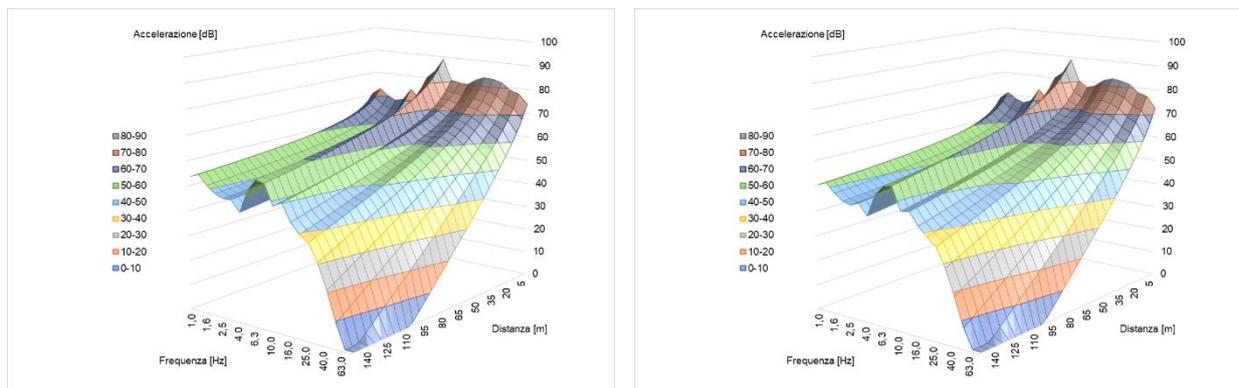


Figura 3.15 – Propagazione dei livelli di accelerazione in dB per singola frequenza, a sinistra per Sc.2 - A / Viadotto Quintodecimo, a destra per Sc.2 - B / Imbocco Galleria Acquasanta lato Roma

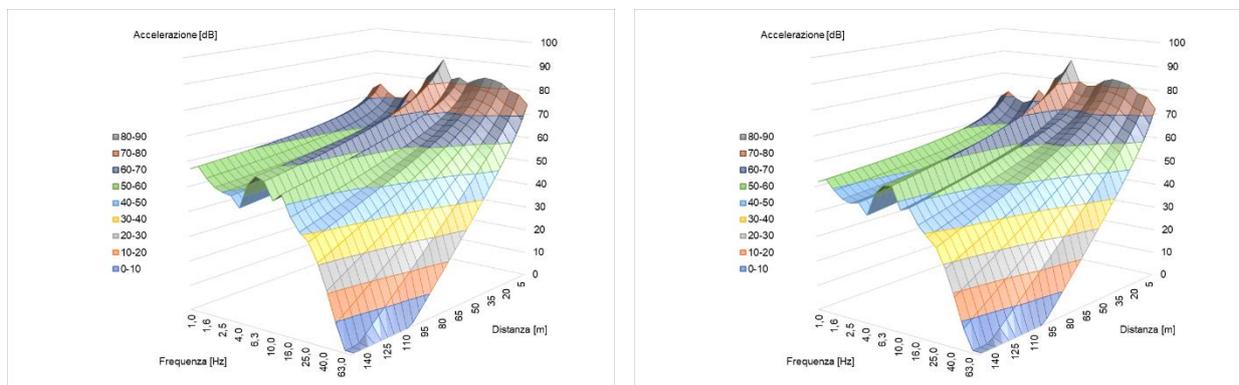


Figura 3.16 – Propagazione dei livelli di accelerazione in dB per singola frequenza, a sinistra per Sc.3 - A / Viadotto Tronto, a destra per Sc.3 - B / Viadotto Rampa E

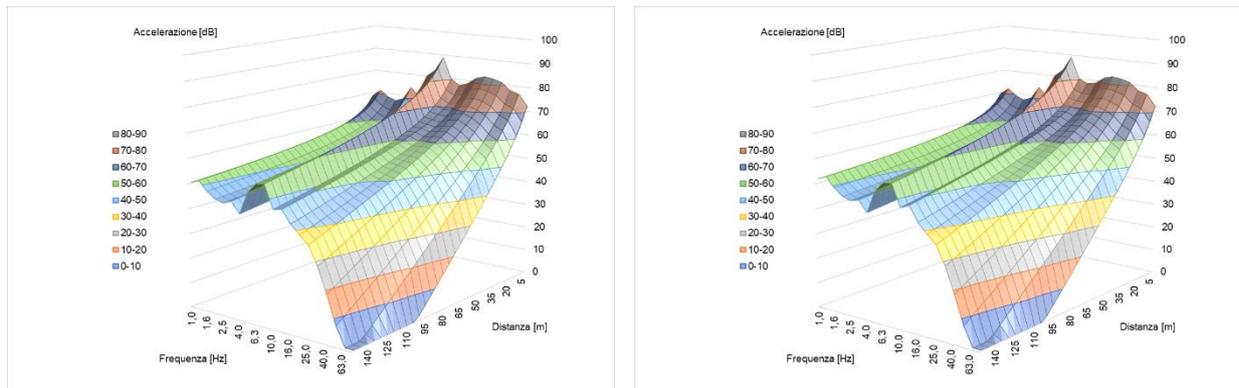


Figura 3.17 – Propagazione dei livelli di accelerazione in dB per singola frequenza, a sinistra per Sc.4 - A / Imbocco Galleria Acquasanta lato Ascoli, a destra per Sc.4 - B / Viadotto Rampa B e C

4.4.7.3 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 per il momento la presenza di edifici dalla struttura complessa, collegati al terreno mediante sistemi di fondazione che possono comportare variazioni dei livelli di accelerazione riscontrabili all'interno degli edifici stessi.

I sistemi fondazione in generale producono, in modo condizionato alla tipologia, un'attenuazione più o meno pronunciata dei livelli di accelerazione misurabili sulla fondazione stessa rispetto a quelli nel terreno circostante.

Inoltre, si rammenta il fenomeno della risonanza strutturale di elementi dei fabbricati, con particolare riferimento ai solai: quando infatti la frequenza dell'evento eccitante coincide con la frequenza naturale di oscillazione libera della struttura, quest'ultima registra un significativo incremento dei livelli di vibrazione rispetto a quelli registrabili sull'interfaccia terreno - costruzione.

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 relativamente alla UNI 9614:2017 nelle seguenti considerazioni sull'entità dell'impatto vibrazionale presso i ricettori, avendo assunto per edifici residenziali un valore limite ammissibile pari a $7,2 \text{ mm/s}^2$ in virtù del periodo di lavoro diurno, si applicherà un fattore che tenga conto della possibile sovramplicazione da parte della struttura dell'edificio ricettore (assunta mediamente pari a $+5\text{dB}^1$) permettendo così la valutazione all'interno degli edifici.

In relazione al Vettore Residuo, esso sarà determinato dai dati delle indagini sperimentali compiute il 14, 15 e 16 marzo 2022. Le analisi hanno individuato i seguenti valori di vibrazione residua riportati in tabella. Nel modello, al fine della determinazione di $V_{\text{ Sorg}}$ ed in modo da individuare una previsione conservativa, sarà usato il valore minore dei residui, ossia il valore determinato a 35m dalla galleria e pari a $0,4 \text{ mm/s}^2$.

¹ VALUTAZIONE DEI LIVELLI DI VIBRAZIONI IN EDIFICI RESIDENZIALI Normativa, tecniche di misura e di calcolo di Angelo Farina Università degli Studi di Parma, Dipartimento di Ingegneria Industriale.

Indagini sperimentali presso viadotto		Indagini sperimentali presso galleria	
Distanza (m)	Vres (mm/s ²)	Distanza (m)	Vres (mm/s ²)
1m	1,0	1m	2,1
15m	0,9	15m	0,8
30m	4,4	35m	0,4

Tabella 3.24 – Vres riscontati dalle indagini sperimentali

Dall'analisi della propagazione spaziale del valore complessivo ponderato dell'accelerazione (Vettore Immissione) per gli scenari individuati e considerando il Vettore residuo, si determina il Vettore Sorgente. Di seguito l'analisi per ogni scenario individuato.

Sc. 1 - Area di Stoccaggio 03. Per questa area di lavoro il limite del periodo diurno di 7,2 mm/s² per i ricettori residenziali si considera cautelativamente raggiunto ad una distanza di circa 20 m. Considerando i possibili effetti di amplificazioni prodotti dagli edifici (assunti pari a +5 dB), è raggiunto a una distanza di circa 35 m.

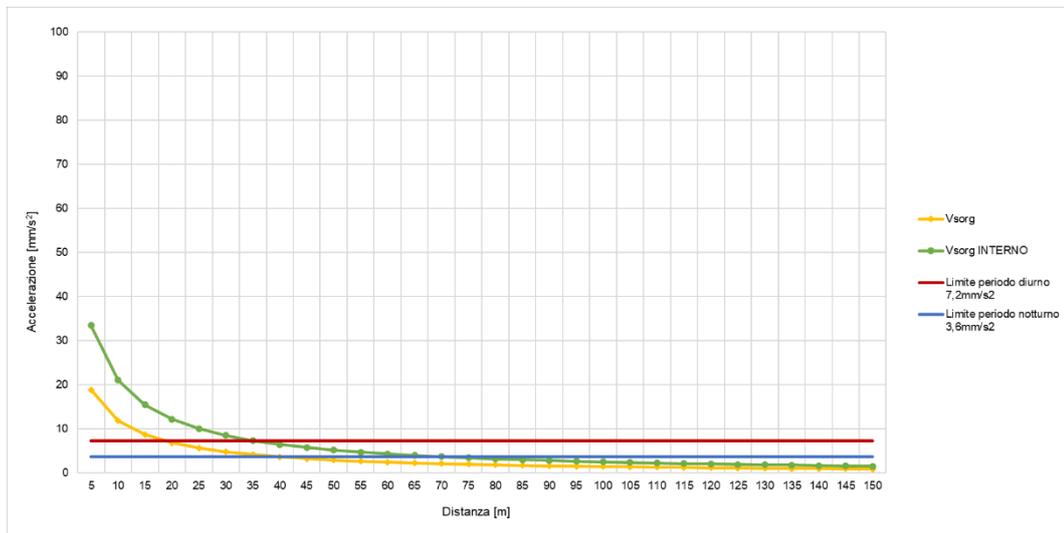


Figura 3.18 – Propagazione dei livelli di accelerazione stimati sui ricettori residenziali per Sc. 1 - Area di Stoccaggio 03 – periodo diurno

Sc.2 - A / Viadotto Quintodecimo. Per questa area di lavoro il limite del periodo diurno di 7,2 mm/s² per i ricettori residenziali si considera cautelativamente raggiunto ad una distanza di circa 40 m. Considerando i possibili effetti di amplificazioni prodotti dagli edifici (assunti pari a +5 dB), è raggiunto a una distanza di circa 65 m.

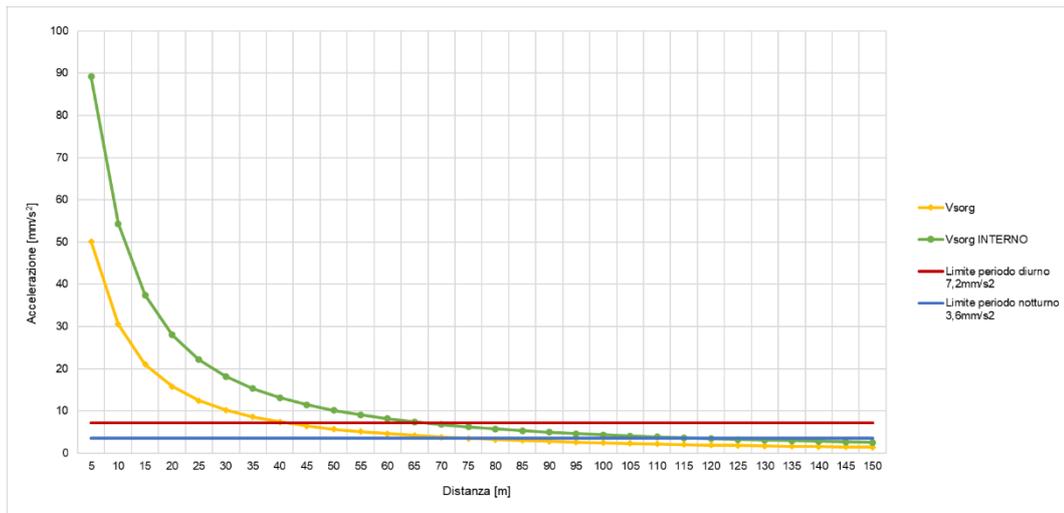


Figura 3.19 – Propagazione dei livelli di accelerazione stimati sui ricettori residenziali per Sc.2 - A / Viadotto Quintodecimo

Sc.2 - B / Imbocco Galleria Acquasanta lato Roma. Per questa area di lavoro il limite del periodo diurno di $7,2 \text{ mm/s}^2$ per i ricettori residenziali si considera cautelativamente raggiunto ad una distanza di circa 40 m. Considerando i possibili effetti di amplificazioni prodotti dagli edifici (assunti pari a +5 dB), è raggiunto a una distanza di **circa 60 m**.

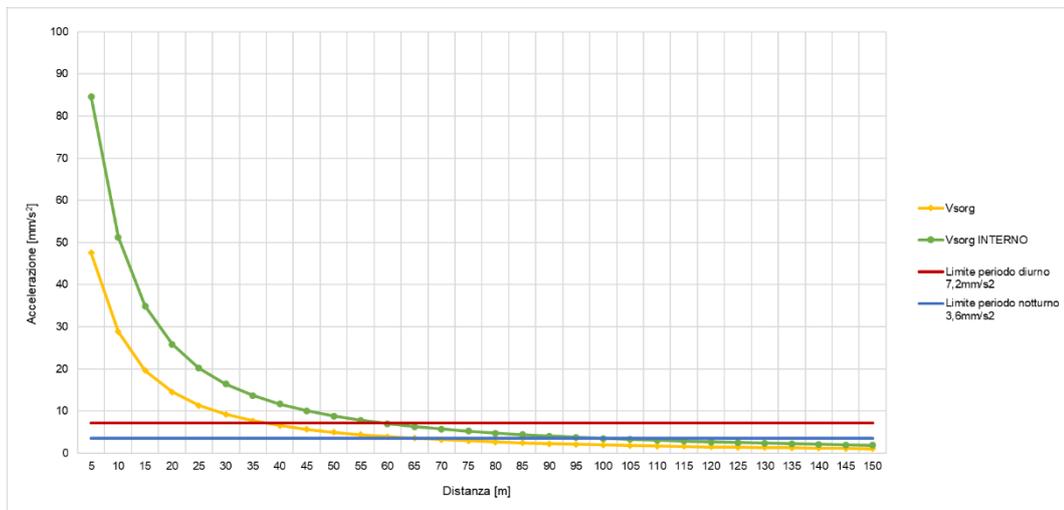


Figura 3.20 – Propagazione dei livelli di accelerazione stimati sui ricettori residenziali per Sc.2 - B / Imbocco Galleria Acquasanta lato Roma

Sc.3 - A / Viadotto Tronto. Per questa area di lavoro il limite del periodo diurno di $7,2 \text{ mm/s}^2$ per i ricettori residenziali si considera cautelativamente raggiunto ad una distanza di circa 50 m. Considerando i possibili effetti di amplificazioni prodotti dagli edifici (assunti pari a +5 dB), è raggiunto a una distanza di **circa 80 m**.

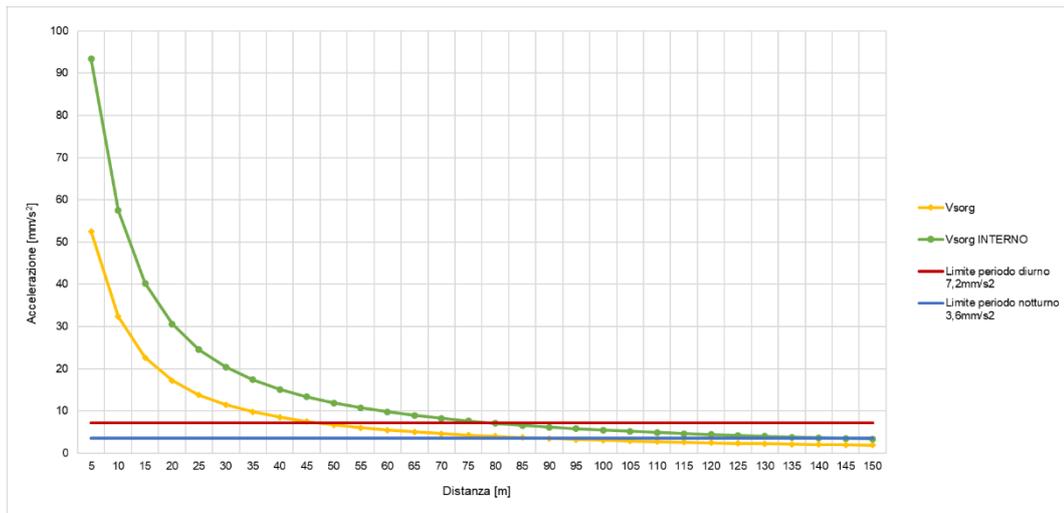


Figura 3.21 – Propagazione dei livelli di accelerazione stimati sui ricettori residenziali per Sc.3 - A / Viadotto Tronto – periodo diurno

Sc.3 - B / Viadotto Rampa E. Per questa area di lavoro il limite del periodo diurno di $7,2 \text{ mm/s}^2$ per i ricettori residenziali si considera cautelativamente raggiunto ad una distanza di circa 40 m. Considerando i possibili effetti di amplificazioni prodotti dagli edifici (assunti pari a +5 dB), è raggiunto a una distanza di circa 60 m.

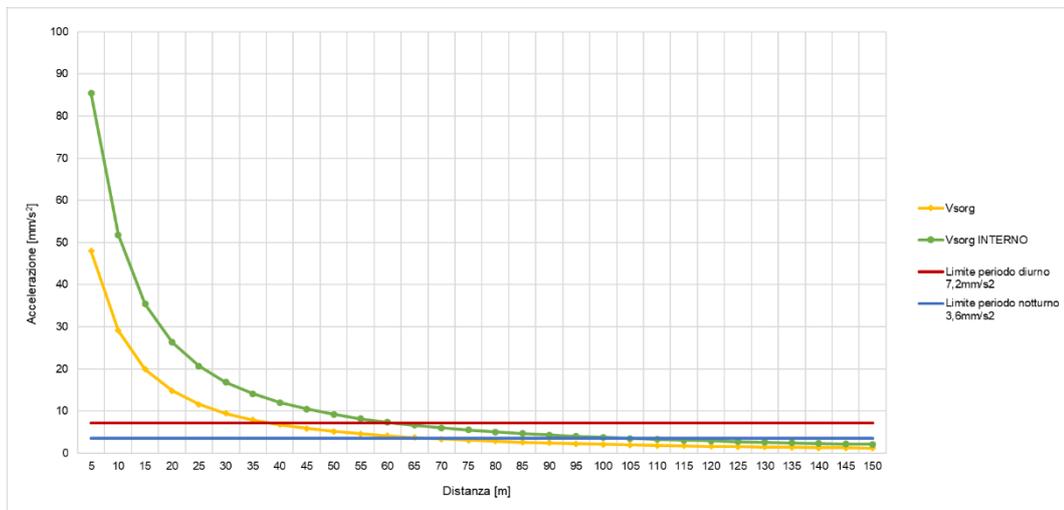


Figura 3.22 – Propagazione dei livelli di accelerazione stimati sui ricettori residenziali per Sc.3 - B / Viadotto Rampa E – periodo diurno

Sc.4 - A / Imbocco Galleria Acquasanta lato Ascoli. Per questa area di lavoro il limite del periodo diurno di $7,2 \text{ mm/s}^2$ per i ricettori residenziali si considera cautelativamente raggiunto ad una distanza di circa 40 m. Considerando i possibili effetti di amplificazioni prodotti dagli edifici (assunti pari a +5 dB), è raggiunto a una distanza di circa 60 m.

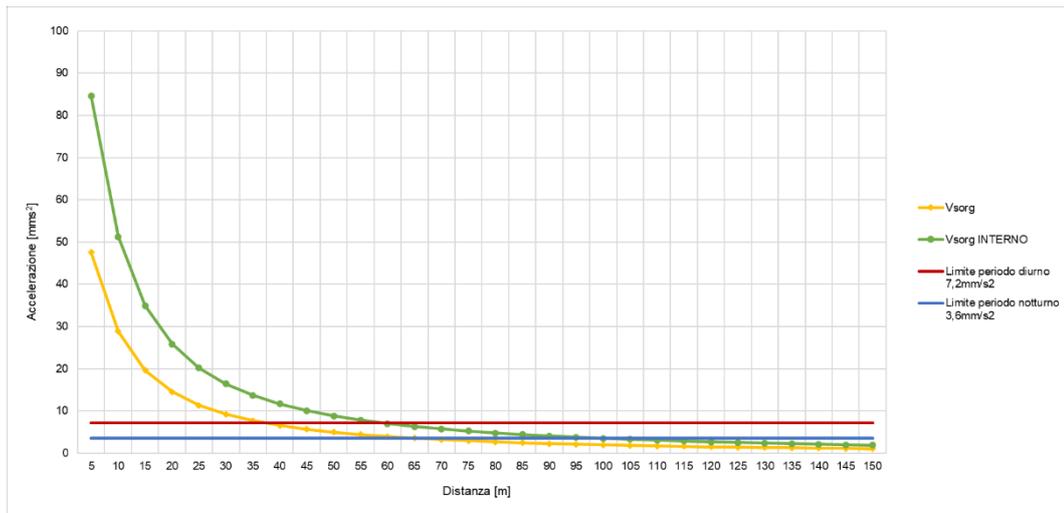


Figura 3.23 – Propagazione dei livelli di accelerazione stimati sui ricettori residenziali per Sc.4 - A / Imbocco Galleria Acquasanta lato Ascoli – periodo diurno

Sc.4 - B / Viadotto Rampa B e C. Per questa area di lavoro il limite del periodo diurno di $7,2 \text{ mm/s}^2$ per i ricettori residenziali si considera cautelativamente raggiunto ad una distanza di circa 40 m. Considerando i possibili effetti di amplificazioni prodotti dagli edifici (assunti pari a +5 dB), è raggiunto a una distanza di circa 65 m.

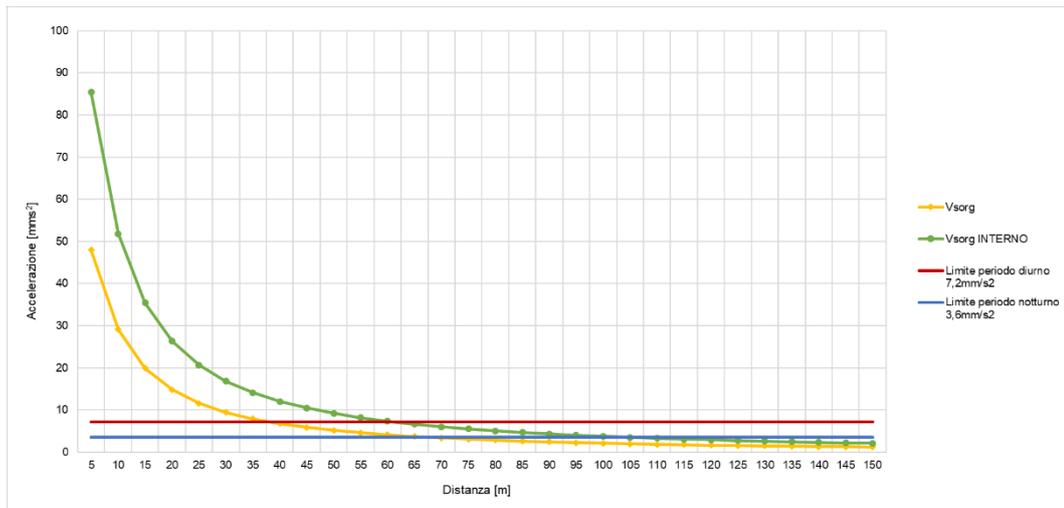


Figura 3.24 – Propagazione dei livelli di accelerazione stimati sui ricettori residenziali per Sc.4 - B / Viadotto Rampa B e C – periodo diurno

In sintesi, le distanze per cui è raggiunto il limite del periodo diurno di $7,2 \text{ mm/s}^2$ 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 del limite Diurno di 7,2 mm/s ² m	Distanza del limite Diurno di 7,2 mm/s ² interno agli edifici m
Sc.1	Area di Stoccaggio 03	20	35
Sc.2	A / Viadotto Quintodecimo	40	65
	B / Imbocco Galleria Acquasanta lato Roma	40	60
Sc.3	A / Viadotto Tronto	50	80
	B / Viadotto Rampa E	40	60
Sc.4	A / Imbocco Galleria Acquasanta lato Ascoli	40	60
	B / Viadotto Rampa B e C	40	65

Tabella 3.25 - Sintesi distanze dal confine delle aree di cantiere per cui si hanno valori di vibrazioni eccedenti i limiti

Nel grafico seguente si schematizzano sia le distanze stimante nel periodo diurno considerando il limite della UNI9614:2017 per edifici adibiti ad abitazione sia le distanze considerando possibili effetti di amplificazione delle strutture.

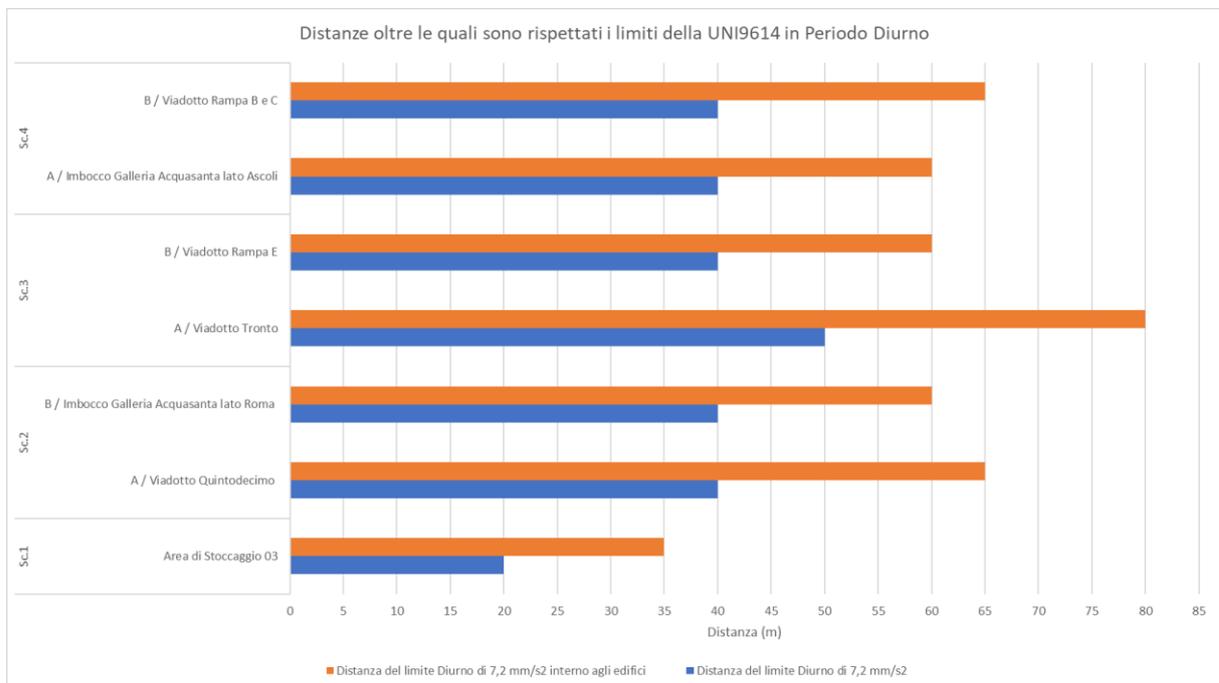


Figura 3.25 – Sintesi distanze dalle aree di lavoro per cui si hanno valori di vibrazioni eccedenti il limite diurno (7.2 mm/s²) – periodo diurno

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.

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.

Di seguito si procede ad una analisi puntuale che permetterà di individuare la tipologia e il numero di ricettori per i quali è stimato un probabile superamento del limite all'interno dell'edificio. Inoltre, per ogni ricettore si è proceduto al calcolo delle vibrazioni immesse.

4.4.8 Valutazione delle vibrazioni ai ricettori

Di seguito si espone la valutazione della propagazione delle vibrazioni presso i ricettori relativi alle aree di lavoro. In dettaglio:

- **Scenario 1:** Area di Stoccaggio 03;
- **Scenario 2:** Realizzazione imbocco Galleria Naturale Acquasanta lato Roma e realizzazione contemporanea del viadotto Quintodecimo;
- **Scenario 3:** Realizzazione viadotto Tronto e realizzazione contemporanea Viadotto rampa E;
- **Scenario 4:** Realizzazione imbocco Galleria Naturale Acquasanta lato Ascoli e realizzazione contemporanea delle rampe B e C.

Per ciascun scenario è stata considerata la **condizione operativa potenzialmente più impattante** definita sulla scorta dei ricettori presenti, lavorazioni previste, impianti e macchinari presenti, caratteristiche emissive e maggior frequenza di esecuzione.

Scenario 01 - Area di Stoccaggio 03. Di seguito si riporta stralcio dell'area di cantiere nella quale è possibile individuare i ricettori e l'estensione dell'area di influenza delle vibrazioni a seguito delle lavorazioni previste.

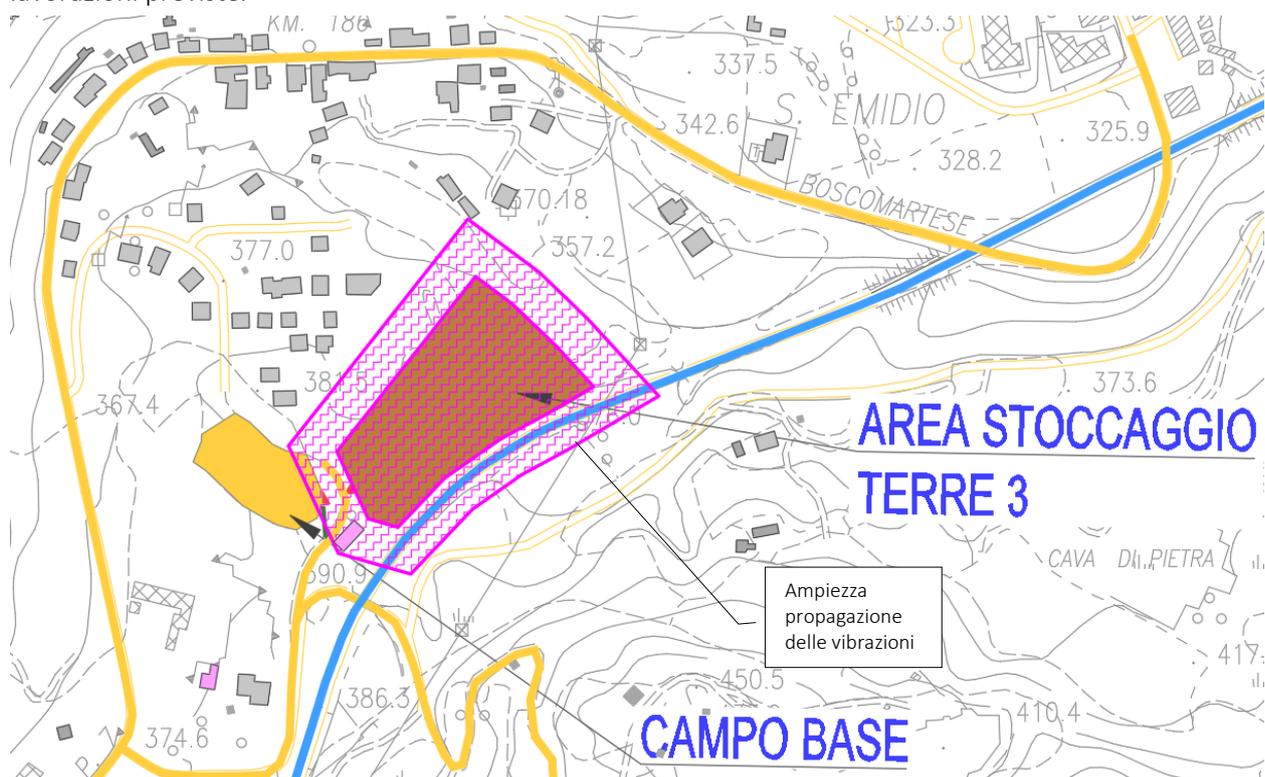


Figura 3.26 – stralcio area cantiere - area di lavoro per cui si hanno valori di vibrazioni eccedenti il limite diurno (7.2 mm/s^2) interna agli edifici ad uso abitativo – periodo diurno

Analizzando l'ampiezza delle vibrazioni, immesse durante le lavorazioni in periodo diurno, **non si riscontrano ricettori che ne potrebbero essere coinvolti.**

Sc. 2 – A / Viadotto Quintodecimo e Sc.2 - B / Imbocco Galleria Acquasanta lato Roma. Di seguito si riporta stralcio dell'area di cantiere nella quale è possibile individuare i ricettori e l'estensione dell'area di influenza delle vibrazioni a seguito delle lavorazioni previste.

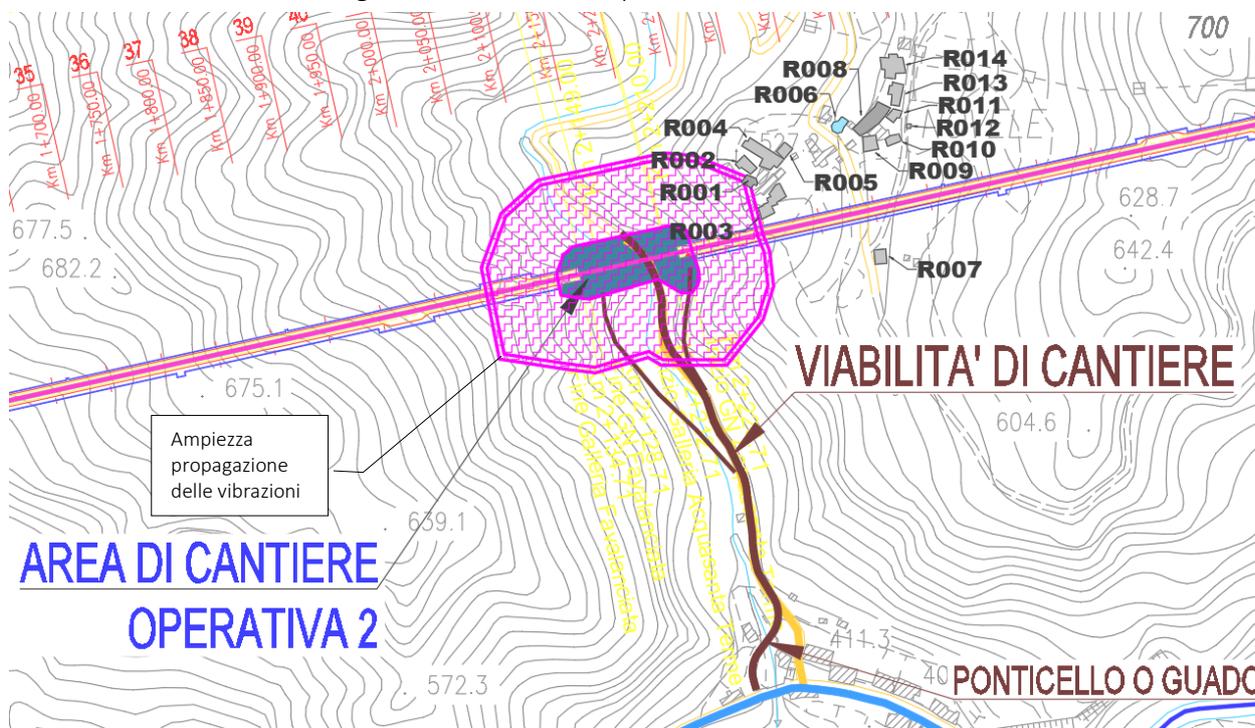


Figura 3.27 – stralcio area cantiere - area di lavoro per cui si hanno valori di vibrazioni eccedenti il limite diurno (7.2 mm/s^2) interna agli edifici ad uso abitativo – periodo diurno

Analizzando l'ampiezza delle vibrazioni, immesse durante le lavorazioni in periodo diurno e la posizione effettiva dei ricettori, i quali sono siti ad una distanza maggiore rispetto a quella planimetrica essendo ad una quota maggiore del piano delle lavorazioni, **non si riscontrano ricettori che potrebbero eccedere i limiti normativi.**

Nella tabella seguente sono riportati i valori predetti ai ricettori inerenti alle lavorazioni analizzate.

COD. RIC.	Area cantiere	Dist. da cantiere m	USO	Limite diurno mm/s^2	Valore predetto Sc.2 mm/s^2	Valutazione
R001	Sc.2 - A	85	Ruderi/edif. dismessi/box/depositi	7,2	5,3	entro il limite
R002	Sc.2 - A	95	Residenziale	7,2	4,6	entro il limite
R003	Sc.2 - A	85	Residenziale	7,2	5,3	entro il limite
R004	Sc.2 - A	105	Residenziale	7,2	4,1	entro il limite
R005	Sc.2 - A	120	Residenziale	7,2	3,4	entro il limite
R006	Sc.2 - A	185	Monumento religioso	7,2	<2,5	entro il limite
R007	Sc.2 - A	185	Residenziale	7,2	<2,5	entro il limite
R008	Sc.2 - A	200	Ruderi/edif. dismessi/box/depositi	7,2	<2,5	entro il limite
R009	Sc.2 - A	200	Residenziale	7,2	<2,5	entro il limite
R010	Sc.2 - A	220	Residenziale	7,2	<2,5	entro il limite
R011	Sc.2 - A	230	Residenziale	7,2	<2,5	entro il limite
R012	Sc.2 - A	240	Residenziale	7,2	<2,5	entro il limite

COD. RIC.	Area cantiere	Dist. da cantiere m	USO	Limite diurno mm/s ²	Valore predetto Sc.2 mm/s ²	Valutazione
R013	Sc.2 - A	240	Residenziale	7,2	<2,5	entro il limite
R014	Sc.2 - A	240	Residenziale	7,2	<2,5	entro il limite

Sc. 3 – A / Viadotto Tronto e Sc.3 - B / Viadotto Rampa E. Di seguito si riporta stralcio dell'area di cantiere nella quale è possibile individuare i ricettori e l'estensione dell'area di influenza delle vibrazioni a seguito delle lavorazioni previste.

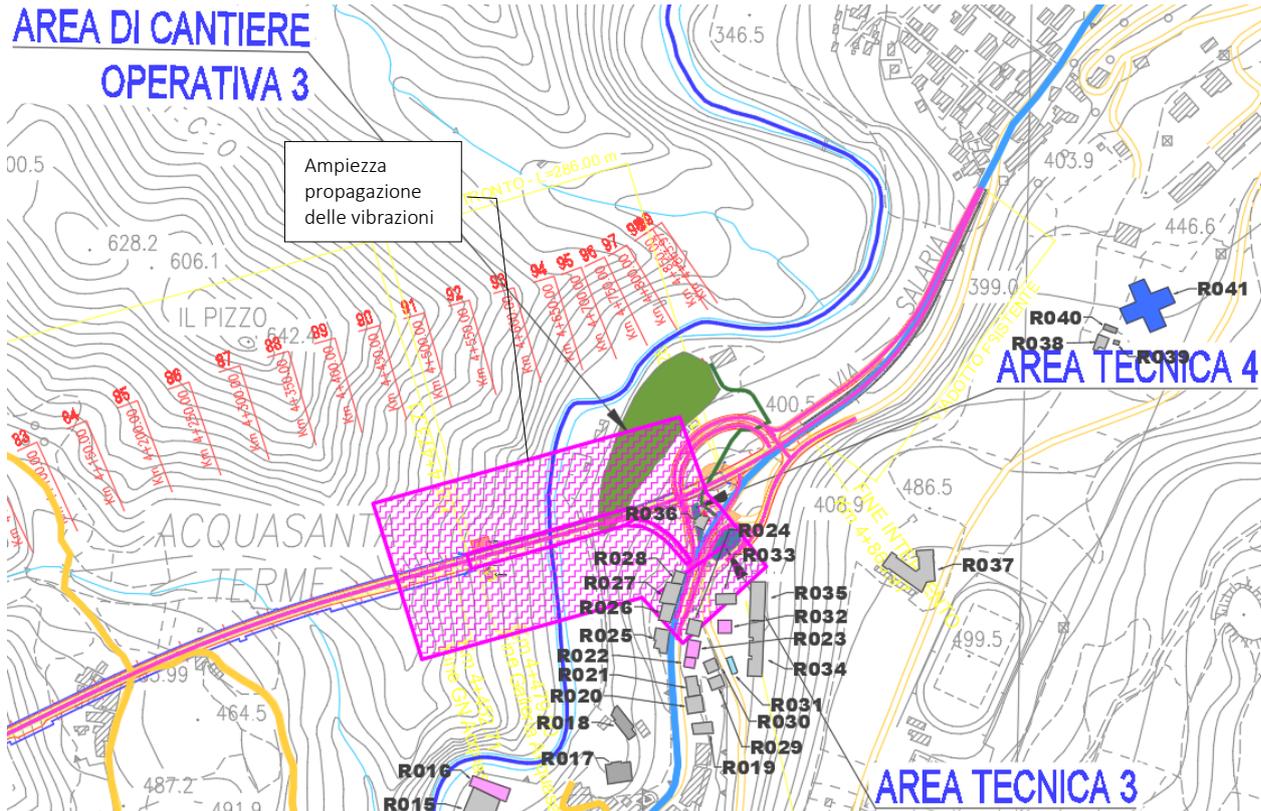


Figura 3.28 – stralcio area cantiere - area di lavoro per cui si hanno valori di vibrazioni eccedenti il limite diurno (7.2 mm/s²) interna agli edifici ad uso abitativo – periodo diurno

Si evidenzia che l'ampiezza delle vibrazioni durante le lavorazioni potrebbe comprendere alcuni ricettori siti nell'immediata vicinanza al cantiere. Dall'analisi della propagazione delle vibrazioni si individuano sei ricettori a destinazione residenziale (R24, R26, R27, R28, R33 e R36) che potrebbero subire valori oltre il limite.

Nella tabella seguente sono riportati i valori predetti ai ricettori inerenti alle lavorazioni analizzate.

COD. RIC.	Area cantiere	Dist. da cantiere m	USO	Limite diurno mm/s ²	Valore predetto Sc.3 mm/s ²	Valutazione
R015	Sc.3 - A	245	Residenziale	7,2	<3,4	entro il limite
R016	Sc.3 - A	235	Commerciale/servizi	7,2	<3,4	entro il limite
R017	Sc.3 - A	250	Commerciale/servizi	7,2	<3,4	entro il limite
R018	Sc.3 - A	190	Ruderi/edif. dismessi/box/depositi	7,2	<3,4	entro il limite
R019	Sc.3 - B	175	Residenziale	7,2	<2,1	entro il limite
R020	Sc.3 - B	150	Residenziale	7,2	2,1	entro il limite

Studio di Impatto Ambientale Parte 5: Gli impatti della cantierizzazione

COD. RIC.	Area cantiere	Dist. da cantiere m	USO	Limite di mm/s ²	Valore predetto Sc.3 mm/s ²	Valutazione
R021	Sc.3 - B	125	Residenziale	7,2	2,8	entro il limite
R022	Sc.3 - B	105	Commerciale/servizi	7,2	3,5	entro il limite
R023	Sc.3 - B	85	Commerciale/servizi	7,2	4,7	entro il limite
R024	Sc.3 - B	60	Residenziale	7,2	7,3	oltre il limite di 0,1
R025	Sc.3 - B	80	Residenziale	7,2	5,1	entro il limite
R026	Sc.3 - B	50	Residenziale	7,2	9,2	oltre il limite di 2
R027	Sc.3 - B	30	Residenziale	7,2	16,8	oltre il limite di 9,6
R028	Sc.3 - B	20	Residenziale	7,2	26,3	oltre il limite di 19,1
R029	Sc.3 - B	125	Residenziale	7,2	2,8	entro il limite
R030	Sc.3 - B	105	Residenziale	7,2	3,5	entro il limite
R031	Sc.3 - B	110	Monumento religioso	7,2	3,3	entro il limite
R032	Sc.3 - B	70	Commerciale/servizi	7,2	6,0	entro il limite
R033	Sc.3 - B	45	Residenziale	7,2	10,5	oltre il limite di 3,3
R034	Sc.3 - B	90	Residenziale	7,2	4,3	entro il limite
R035	Sc.3 - B	70	Residenziale	7,2	6,0	entro il limite
R036	Sc.3 - B	25	Residenziale	7,2	20,7	oltre il limite di 13,5
R037	Sc.3 - B	205	Residenziale	7,2	<2,1	entro il limite
R038	Sc.3 - B	495	Residenziale	7,2	<2,1	entro il limite
R039	Sc.3 - B	520	Residenziale	7,2	<2,1	entro il limite
R040	Sc.3 - B	515	Ruderi/edif. dismessi/box/depositi	7,2	<2,1	entro il limite
R041	Sc.3 - B	540	Ospedali/Case di cura	3,6	<2,1	entro il limite
R042	Sc.3 - A	455	Asili/scuole/università	5,4	<3,4	entro il limite
R043	Sc.3 - A	500	Asili/scuole/università	5,4	<3,4	entro il limite

Sc. 4 – A / Imbocco Galleria Acquasanta lato Ascoli e Sc.4 - B / Viadotto Rampa B e C. Di seguito si riporta stralcio dell'area di cantiere nella quale è possibile individuare i ricettori e l'estensione dell'area di influenza delle vibrazioni a seguito delle lavorazioni previste.

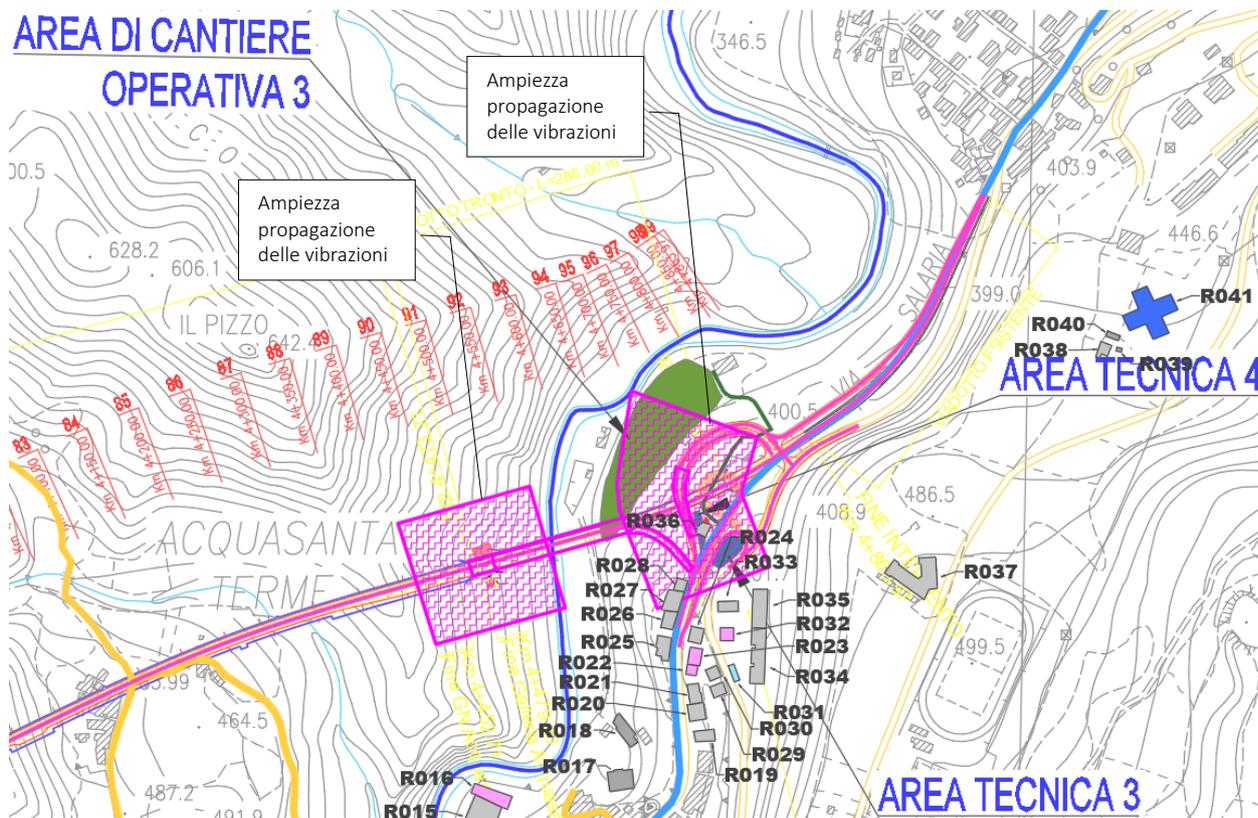


Figura 3.29 – stralcio area cantiere - area di lavoro per cui si hanno valori di vibrazioni eccedenti il limite diurno (7.2 mm/s^2) interna agli edifici ad uso abitativo – periodo diurno

Si evidenzia che l'ampiezza delle vibrazioni durante le lavorazioni potrebbe comprendere i ricettori siti nell'immediata vicinanza al cantiere.

Dall'analisi della propagazione delle vibrazioni si individuano **tre ricettori a destinazione residenziale (R27, R28 e R36) che potrebbero subire valori oltre il limite.**

Nella tabella seguente sono riportati i valori predetti ai ricettori inerenti alle lavorazioni analizzate.

COD. RIC.	Area cantiere	Dist. da cantiere m	USO	Limite diurno mm/s^2	Valore predetto Sc.4 mm/s^2	Valutazione
R015	Sc.4 - A	245	Residenziale	7,2	<1,9	entro il limite
R016	Sc.4 - A	235	Commerciale/servizi	7,2	<1,9	entro il limite
R017	Sc.4 - A	250	Commerciale/servizi	7,2	<1,9	entro il limite
R018	Sc.4 - A	210	Ruderi/edif. dismessi/box/depositi	7,2	<1,9	entro il limite
R019	Sc.4 - B	210	Residenziale	7,2	<2,1	entro il limite
R020	Sc.4 - B	180	Residenziale	7,2	<2,1	entro il limite
R021	Sc.4 - B	160	Residenziale	7,2	<2,1	entro il limite
R022	Sc.4 - B	140	Commerciale/servizi	7,2	2,3	entro il limite
R023	Sc.4 - B	120	Commerciale/servizi	7,2	2,9	entro il limite
R024	Sc.4 - B	100	Residenziale	7,2	3,8	entro il limite

Studio di Impatto Ambientale Parte 5: Gli impatti della cantierizzazione

COD. RIC.	Area cantiere	Dist. da cantiere m	USO	Limite diu mm/s ²	Valore predetto Sc.4 mm/s ²	Valutazione
R025	Sc.4 - B	115	Residenziale	7,2	3,1	entro il limite
R026	Sc.4 - B	85	Residenziale	7,2	4,7	entro il limite
R027	Sc.4 - B	60	Residenziale	7,2	7,3	oltre il limite di 3,7
R028	Sc.4 - B	50	Residenziale	7,2	9,2	oltre il limite di 5,6
R029	Sc.4 - B	160	Residenziale	7,2	<2,1	entro il limite
R030	Sc.4 - B	145	Residenziale	7,2	2,2	entro il limite
R031	Sc.4 - B	145	Monumento religioso	7,2	2,2	entro il limite
R032	Sc.4 - B	105	Commerciale/servizi	7,2	3,5	entro il limite
R033	Sc.4 - B	75	Residenziale	7,2	5,5	entro il limite
R034	Sc.4 - B	120	Residenziale	7,2	2,9	entro il limite
R035	Sc.4 - B	85	Residenziale	7,2	4,7	entro il limite
R036	Sc.4 - B	10	Residenziale	7,2	51,8	oltre il limite di 48,2
R037	Sc.4 - B	210	Residenziale	7,2	<2,1	entro il limite
R038	Sc.4 - B	460	Residenziale	7,2	<2,1	entro il limite
R039	Sc.4 - B	480	Residenziale	7,2	<2,1	entro il limite
R040	Sc.4 - B	470	Ruderi/edif. dismessi/box/depositi	7,2	<2,1	entro il limite
R041	Sc.4 - B	500	Ospedali/Case di cura	3,6	<2,1	entro il limite
R042	Sc.4 - A	460	Asili/scuole/università	5,4	<1,9	entro il limite
R043	Sc.4 - A	495	Asili/scuole/università	5,4	<1,9	entro il limite

4.4.9 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:

- **Scenario 1:** Area di Stoccaggio 03;
- **Scenario 2:** Realizzazione imbocco Galleria Naturale Acquasanta lato Roma e realizzazione contemporanea del viadotto Quintodecimo;
- **Scenario 3:** Realizzazione viadotto Tronto e realizzazione contemporanea Viadotto rampa E;
- **Scenario 4:** Realizzazione imbocco Galleria Naturale Acquasanta lato Ascoli e realizzazione contemporanea delle rampe B e C.

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.

Le sorgenti emissive presenti all'interno dei cantieri fissi sono state schematizzate all'interno del modello di calcolo come sorgenti di tipo puntuale e posizionate lungo il perimetro dell'area di lavoro in modo da stimare cautelativamente la distanza minima da ogni ricettore.

Dai risultati ottenuti e riportati in precedenza, si evince come possano sussistere condizioni di superamento dei limiti individuati dalla UNI 9614:2017 per sei ricettori residenziali situati nell'area relativa alle lavorazioni connesse alla realizzazione del Viadotto Tronto e dei viadotti rampa B, C ed E.

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 limitata durata dei lavori e sarà, quindi, limitato nel tempo. L'ambito nel quale si colloca il progetto, considerando la presenza di alcuni ricettori a distanza ravvicinata rispetto alle aree di cantiere, risulta particolarmente sensibile al fenomeno.

Pertanto, al fine di ridurre il contributo vibrazionale dovuto ai mezzi coinvolti nelle lavorazioni di cantiere risulterà necessario attuare una **serie di procedure operative per limitare gli impatti** e possibilmente predisporre inoltre un **sistema di monitoraggio vibrazionale** da attuarsi in corrispondenza delle aree limitrofe abitative per le quali sono risultate criticità. Le Autorità competenti saranno tempestivamente coinvolte al fine di concordare la corretta metodologia di monitoraggio in corso d'opera e la risoluzione di eventuali criticità.

4.4.10 Mitigazioni delle vibrazioni

Al fine di contenere i livelli vibrazionali generati dai macchinari, è necessario agire sulle modalità di utilizzo dei medesimi, sulla loro tipologia e adottare semplici accorgimenti, p.es. quali quelli di tenere gli autocarri in stazionamento a motore acceso 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 impianti fissi lontano dai ricettori, in particolare se presenti di sensibili;
- mantenere la buona cura delle aree di cantiere, come conservare in buono stato le strade di cantiere ed eliminare avvallamenti o buche.
- per i ricettori sensibili, dove presumibilmente le attività legate alle lavorazioni più impattanti saranno 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.

4.4.11 Analisi delle potenziali interferenze in fase di cantiere

4.4.11.1 Compromissione del clima acustico

Per la caratterizzazione della fase di cantiere della componente ambientale di riferimento si rimanda integralmente allo "Studio acustico" allegato al presente SIA (elaborato "TOO-IA08-AMB-RE01").

4.4.11.2 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 (R24, R26, R27, R28, R33 e R36) per i quali si potrebbero verificare valori oltre i limiti per le lavorazioni connesse alla realizzazione del Viadotto Tronto e dei viadotti rampa B, C ed E.

4.4.12 Il rapporto opera – ambiente e le misure di prevenzione e mitigazione adottate durante la fase di cantiere

4.4.12.1 Clima acustico in fase di cantiere

Per il rapporto opere ambiente della fase di cantiere della componente ambientale di riferimento si rimanda integralmente allo Studio acustico allegato al presente SIA (elaborato "T00-IA08-AMB-RE01-A").

4.4.12.2 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 (R24, R26, R27, R28, R33 e R36) per i quali si potrebbero verificare valori oltre i limiti per le lavorazioni connesse alla realizzazione del Viadotto Tronto e dei viadotti rampa B, C ed E.**

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.

4.5 SALUTE UMANA

4.5.1 Selezione dei temi di approfondimento

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

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

La catena Azioni di progetto – fattori causali di impatto – impatti ambientali potenziali riferita alla componente Salute umana è riportata nella seguente tabella.

Azioni di Progetto	Fattori Casuali	Impatti potenziali
Dimensione costruttiva		
AC.1 Approntamento aree e piste di cantiere	Produzione emissioni polverulente	Modifica dell'esposizione all'inquinamento atmosferico da parte dell'uomo
AC.2 Scotico di terreno vegetale	Produzione emissioni polverulente	Modifica dell'esposizione all'inquinamento atmosferico da parte dell'uomo
AC.3 Scavi e sbancamenti	Produzione emissioni polverulente	Modifica dell'esposizione all'inquinamento atmosferico da parte dell'uomo
AC.4 Formazione rilevati	Produzione emissioni polverulente	Modifica dell'esposizione all'inquinamento atmosferico da parte dell'uomo
	Produzione emissioni acustiche	Modifica dell'esposizione al rumore da parte dell'uomo
AC.5 Esecuzione fondazioni	Produzione emissioni acustiche	Modifica dell'esposizione al rumore da parte dell'uomo
AC.6 Realizzazione viadotti	Produzione emissioni polverulente	Modifica dell'esposizione all'inquinamento atmosferico da parte dell'uomo
	Produzione emissioni acustiche	Modifica dell'esposizione al rumore da parte dell'uomo

Tabella 3.26 - Salute umana: Matrice di causalità – dimensione Costruttiva

Nel seguito della trattazione, si riportano le analisi quantitative delle concentrazioni e delle interferenze acustiche prodotte durante la fase di cantiere.

4.5.2 Analisi delle potenziali interferenze in fase di cantiere

Modifica dell'esposizione all'inquinamento atmosferico da parte dell'uomo

Al fine di comprendere come la nuova infrastruttura, durante la fase di cantiere, possa determinare modifiche sullo stato di salute della popolazione residente nel suo intorno, sono state condotte delle simulazioni atmosferiche modellistiche finalizzate alla valutazione delle concentrazioni di PM10, PM2.5 e NOx generate dalle attività di cantiere e dai mezzi circolanti sulla viabilità. Nel caso in esame il progetto del cantiere prevede molteplici attività che secondo lo sviluppo del cronoprogramma sono state impostate con una durata complessiva di 24 mesi solari e che vengono considerate contemporanee tra loro in termini temporali e spaziali al fine di simulare la configurazione di potenziale impatto di cantiere peggiore.

Le attività per il cantiere di realizzazione della variante della SS4, suddivise per tipologia ed area di lavoro, sono descritte nel capitolo dedicato alla componente "Aria e clima" al quale si rimanda.

Dall'analisi degli output del modello, è emerso come in nessuno dei ricettori considerati si supera il valore limite di qualità dell'aria previsto dalla normativa vigente.

Modifica dell'esposizione al rumore da parte dell'uomo

Per lo scenario di "Corso D'Opera" è stata applicata la metodologia del **Worst Case Scenario**. Questo permette di valutare le condizioni di esposizione al rumore indotto dalle attività di cantiere e di verificare il rispetto dei limiti acustici territoriali 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 acustiche previsionali sono:

- **Scenario 1:** Area di Stoccaggio 03
- **Scenario 2:** Realizzazione imbocco Galleria Naturale Acquasanta lato Roma e realizzazione contemporanea del viadotto Quintodecimo
- **Scenario 3:** Realizzazione viadotto Tronto e realizzazione contemporanea Viadotto rampa E
- **Scenario 4:** Realizzazione imbocco Galleria Naturale Acquasanta lato Ascoli e realizzazione contemporanea delle rampe B e C

Per quanto concerne le **sorgenti acustiche caratterizzanti le aree di cantiere**, l'analisi consiste nella verifica dei livelli di emissione previsti dal Comune territorialmente competente attraverso il Piano di classificazione acustica. La verifica dei livelli di emissione è stata effettuata considerando esclusivamente i livelli acustici indotti macchinari utilizzati per le lavorazioni.

Le sorgenti emissive presenti all'interno dei cantieri fissi sono state schematizzate all'interno del modello di calcolo come sorgenti di tipo puntuale, poste ad un'altezza di 1,5 metri.

Dai risultati ottenuti e riportati in appendice, si evince come sussistano condizioni di superamento dei limiti individuati dai P.C.C.A. del comune di riferimento per 3 ricettori, uno situato nell'area relativa alle lavorazioni connesse alla realizzazione dell'imbocco della galleria naturale Acquasanta Terme lato Roma e del viadotto Quintodecimo, gli altri due in prossimità delle lavorazioni connesse alla realizzazione del viadotto Tronto e del viadotto rampa E.

Si evidenzia che per quanto concerne gli scenari 01 e 04, data la distanza che intercorre tra i ricettori e le aree di lavorazione e l'orografia del territorio, non si sono riscontrate condizioni di criticità e pertanto non sono previste opere di mitigazione di tipo temporaneo.

Nelle Figure 5-5 e 5-6 si riportano i valori calcolati ad 1 metro della facciata più esposta dei ricettori per i quali si è verificato il superamento dei limiti di emissione acustica:

SCENARIO 02

Ricevitore	Classe acustica	Tipologia	Piano	Limiti esterni (6-22) dB(A)	Livelli esterni (6-22) dB(A)	Livello residuo in facciata
R003	II	residenziale	piano terra	50	54,3	4,3
R003	II	residenziale	piano 1	50	57,7	7,7
R003	II	residenziale	Piano2	50	58,7	8,7

Figura 3.30 rumore di cantiere: Valori acustici ai ricettori in assenza di opere di mitigazione acustica – scenario 02

SCENARIO 03

Ricevitore	Classe acustica	Tipologia	Piano	Limiti esterni (6-22) dB(A)	Livelli esterni (6-22) dB(A)	Livello residuo in facciata
R027	IV	Residenziale	p. terra	60	62,3	2,3
R027	IV	Residenziale	piano 1	60	63,8	3,8
R028	IV	Residenziale	p. terra	60	65,4	5,4
R035	III	Residenziale	piano 2	55	56,1	1,1
R035	III	Residenziale	piano 3	55	56,5	1,5

Figura 3.31 rumore di cantiere: Valori acustici ai ricettori in assenza di opere di mitigazione acustica – scenario 03

Quale **mitigazione acustica** per il contenimento della rumorosità indotta dalle attività di cantiere, si è individuata l'installazione di **barriere antirumore di tipo mobile lungo le aree di lavoro**.

Per la modellazione delle barriere acustiche è stato considerato un coefficiente di assorbimento acustico relativo a pannelli di medie prestazioni il cui spettro delle frequenze risulta il seguente:

Frequenza [Hz]	Coefficiente di assorbimento
125	0,30
160	0,45
200	0,60
250	0,60
315	0,70
400	0,75
500	0,80
630	0,80
800	0,85
1000	0,85
1250	0,85
1600	0,85
2000	0,85
2500	0,80
3150	0,75

Studio di Impatto Ambientale Parte 5: Gli impatti della cantierizzazione

4000	0,70
------	------

Figura 3.32 Coefficiente di assorbimento in funzione dello spettro delle frequenze per le barriere fonoassorbenti considerate

Come mostrato precedentemente l'ubicazione delle barriere è stata prevista lungo il fronte avanzamento lavori relativo alla realizzazione della Rampa E e del Viadotto Tronto.

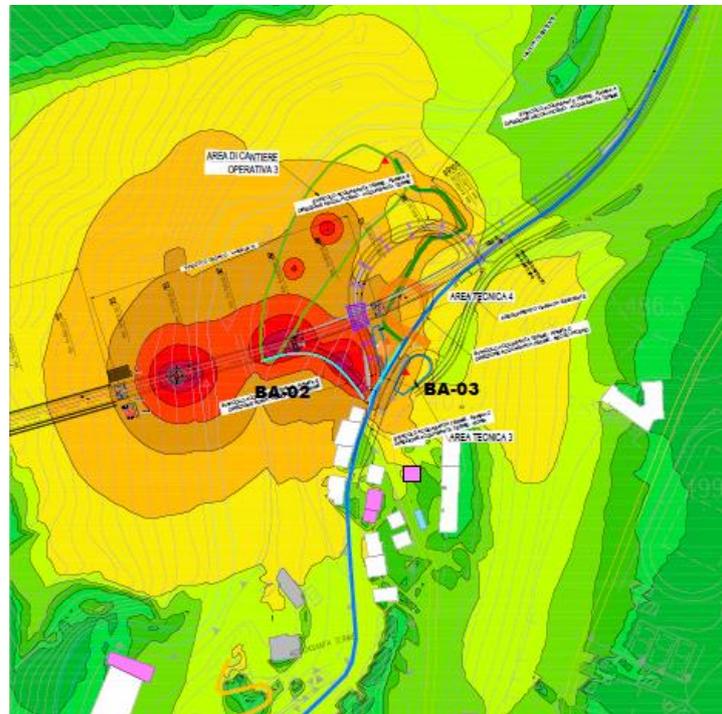
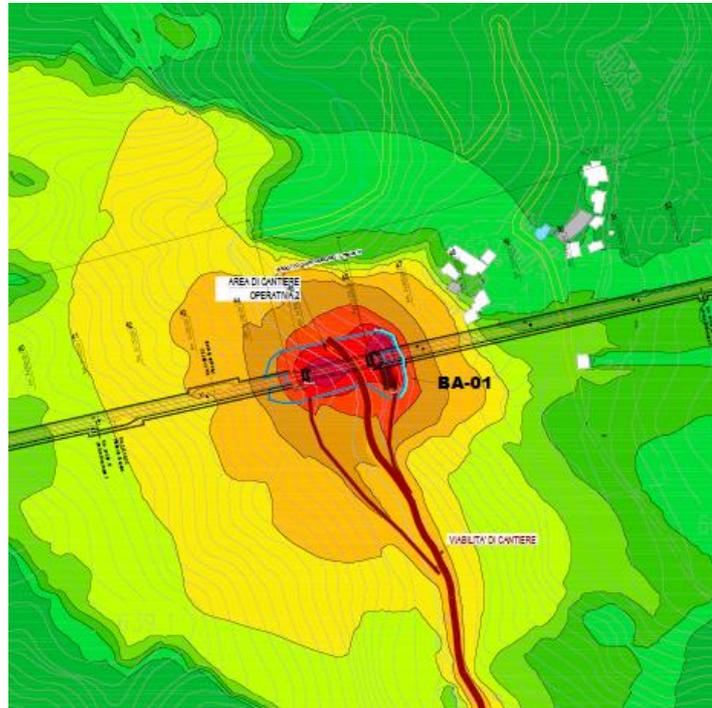


Figura 3.33 Corso d'opera Post Mitigazione: Individuazione barriere acustiche

Nella seguente si riportano rispettivamente le caratteristiche dimensionali delle barriere antirumore previste e i valori acustici registrati ad un metro dalla facciata più esposta degli edifici potenzialmente interferiti dalle attività di cantiere, prima e dopo l'inserimento delle opere di mitigazione acustica:

ID	Lunghezza [m]	Altezza [m]
BA-01	79,5	3
BA-02	58,3	3
BA-03	120,4	3

Figura 3.34 Corso d'opera post mitigazione: Caratteristiche dimensionali barriere antirumore

Ricevitore	Classe acustica	Tipologia	Piano	Limiti esterni (6-22) dB(A)	Livelli esterni (6-22) dB(A)	Livelli esterni Post mitigazioni (6-22) dB(A)
R003	II	residenziale	piano terra	50	54,3	53,2
R003	II	residenziale	piano 1	50	57,7	55,3
R003	II	residenziale	Piano2	50	58,7	56,8

Figura 3.35 Rumore di cantiere: confronto valori in facciata ante e post mitigazione scenario 02

Ricevitore	Classe acustica	Tipologia	Piano	Limiti esterni (6-22) dB(A)	Livelli esterni (6-22) dB(A)	Livelli esterni Post mitigazioni (6-22) dB(A)
R027	IV	Residenziale	p. terra	60	62,3	58,5
R027	IV	Residenziale	piano 1	60	63,8	59,2
R028	IV	Residenziale	p. terra	60	65,4	60,9
R035	III	Residenziale	piano 2	55	56,1	55,1
R035	III	Residenziale	piano 3	55	56,5	55,8

Figura 3.36 Rumore di cantiere: confronto valori in facciata ante e post mitigazione scenario 04

Come si evince dalla Tabella attraverso l'adozione degli interventi di mitigazione descritti si ha una riduzione consistente dei livelli acustici in facciata agli edifici, tuttavia, **per quanto concerne alcuni ricettori persiste il superamento dei limiti acustici** indicati dal PCCA del Comune di Acquasanta Terme.

In tal senso per limitare il disturbo indotto dalle attività di cantiere, la ditta appaltatrice, nella fase di realizzazione delle opere di progetto dovrà adottare i **seguenti accorgimenti**:

1. Corretta scelta delle macchine e delle attrezzature da utilizzare, attraverso:

- la selezione di macchinari omologati, in conformità alle direttive comunitarie e nazionali;
- l'impiego di macchine per il movimento di terra ed operatrici gommate, piuttosto che cingolate;
- l'installazione di silenziatori sugli scarichi;
- l'utilizzo di impianti fissi schermati;
- l'uso di gruppi elettrogeni e compressori insonorizzati di recente fabbricazione.

2. Manutenzione dei mezzi e delle attrezzature, nell'ambito delle quali provvedere:

- all'eliminazione degli attriti, attraverso operazioni di lubrificazione;
- alla sostituzione dei pezzi usurati;
- al controllo e al serraggio delle giunzioni, ecc.

3. Corrette modalità operative e di predisposizione del cantiere, quali ad esempio:

- l'orientamento degli impianti che hanno un'emissione direzionale in posizione di minima interferenza;
- la localizzazione degli impianti fissi più rumorosi alla massima distanza dai ricettori critici;
- l'utilizzo di basamenti antivibranti per limitare la trasmissione delle vibrazioni;
- l'imposizione all'operatore di evitare comportamenti inutilmente rumorosi e l'uso eccessivo degli avvisatori acustici, sostituendoli ove possibile con quelli luminosi;
- l'obbligo, ai conducenti, di spegnere i mezzi nei periodi di mancato utilizzo degli stessi;
- la limitazione, allo stretto necessario, delle attività più rumorose nelle prime/ultime ore del periodo di riferimento

Per quanto riguarda, invece, il **traffico indotto dai mezzi d'opera**, si evidenzia che qualora si dovessero determinare delle situazioni di particolare criticità dal punto di vista acustico in corrispondenza di ricettori prossimi alla viabilità di cantiere, **potrà essere previsto il ricorso all'utilizzo di barriere antirumore di tipo mobile**, in grado di essere rapidamente movimentate da un luogo all'altro. In particolare, si tratta di barriere fonoassorbenti, generalmente realizzate con pannelli modulari in calcestruzzo alleggerito con fibra di legno mineralizzato e montate su un elemento prefabbricato di tipo new-jersey, posto su di un basamento in cemento armato.

Si specifica infine, che gli interventi di mitigazione individuati saranno oggetto di ottimizzazione da parte della ditta appaltatrice, la quale, si farà carico in fase di inizio lavori, di avviare le procedure per la richiesta al Comune di Acquasanta Terme della deroga temporanea ai limiti acustici nel periodo diurno (06:00-22:00).

Stante la distanza dai ricettori delle azioni di cantiere e l'orografia del territorio si ritiene comunque l'impatto acustico poco significativo.

4.5.3 Il rapporto opera – ambiente e le misure di prevenzione e mitigazione adottate durante la fase di cantiere

Alla luce dei risultati della **simulazione atmosferica** effettuata, considerando che gli scenari individuati sono rappresentativi della condizione più critica in fase di costruzione senza l'impiego di misure di mitigazioni, **le interferenze prodotte dalle attività di cantiere sulla componente atmosfera, possono ritenersi poco significative** in quanto, anche con l'aggiunta del valore di fondo di riferimento e del contributo emissivo dello stato attuale, non si hanno superamenti dei limiti normativi sia in termini di PM₁₀ che di PM_{2,5} che di NO₂.

Saranno comunque previsti dei **punti di monitoraggio** in fase di cantiere per verificare i livelli di emissioni in atmosfera durante i lavori. Inoltre, si sottolinea comunque l'impiego di alcune best practice (cfr. paragrafo successivo) da adottare in fase di cantiere al fine di minimizzare la dispersione di inquinanti, specialmente di polveri, in atmosfera.

Le analisi condotte in relazione alla **componente rumore** per la dimensione costruttiva hanno messo in luce la necessità di ricorrere, limitatamente all'area di lavoro relativa alla realizzazione dell'imbocco Galleria Naturale Acquasanta e realizzazione contemporanea del viadotto Quintodecimo, e della realizzazione del viadotto Tronto realizzazione contemporanea Viadotto rampa E, ad **opere di mitigazione acustica al fine di contenere le emissioni prodotte dai mezzi di cantiere**. Si evidenzia che gli interventi di mitigazione individuati saranno oggetto di ottimizzazione da parte della ditta appaltatrice, la quale, qualora si renda necessario, avvierà in fase di inizio lavori, le procedure per la richiesta ai Comuni territorialmente competenti, della deroga temporanea ai limiti acustici così come previsto dalla L.447/95.

Stante la temporaneità delle azioni di cantiere e il limitato periodo di sovrapposizione delle attività si ritiene comunque l'impatto acustico poco significativo.

Come per la componente Aria e Clima al fine di monitorare le attività di cantiere rispetto alla componente "Rumore" si prevede inoltre un'attività di **monitoraggio** in prossimità dei ricettori ritenuti maggiormente significativi in termini di esposizione all'inquinamento acustico generato durante la fase di realizzazione delle opere.

4.6 PAESAGGIO E PATRIMONIO CULTURALE

4.6.1 Selezione dei temi di approfondimento

Lo schema di processo, ossia la sequenza logica di operazioni mediante le quali individuare le tipologie di effetti potenzialmente prodotti da un'opera sull'ambiente, si fonda sul concetto di nesso di causalità intercorrente tra Azioni di progetto, Fattori causali ed Impatti potenziali.

Per quanto concerne la matrice di correlazione tra Azioni di progetto, Fattori causali di impatto e tipologie di Impatti ambientali potenziali, nella tabella seguente si riporta la matrice di sintesi Azioni-Fattori-Impatti, per la componente in questione.

Azioni di progetto	Fattori Causali	Impatti potenziali
Dimensione costruttiva		
AC.1 Approntamento aree e piste di cantiere	Presenza di mezzi d'opera e attrezzature di lavoro	Alterazione dell'assetto morfologico e vegetazionale limitatamente agli imbocchi delle gallerie. Modifica degli aspetti percettivi del paesaggio
AC.3 Scavi e sbancamenti	Modificazioni della morfologia locale e della copertura vegetazionale	Alterazione dell'assetto morfologico e vegetazionale limitatamente agli imbocchi delle gallerie.
AC.5 Esecuzione fondazioni	Modificazioni della morfologia locale e della copertura vegetazionale	Alterazione dell'assetto morfologico e vegetazionale limitatamente ai piloni dei viadotti

Tabella 3.27 - Paesaggio e patrimonio culturale: Matrice di causalità – dimensione Costruttiva

Le attività di cantiere incidono sulla "**dimensione costruttiva**" grazie alla presenza di mezzi pesanti e di attrezzature di lavoro per la preparazione e realizzazione delle aree di cantiere, generando **modifiche della morfologia e della copertura vegetazionale** (imbocchi gallerie, piste di cantiere, pile dei viadotti, ecc.) e **alterazioni da un punto di vista percettivo**.

4.6.2 Analisi delle potenziali interferenze in fase di cantiere

In riferimento alla metodologia utilizzata per l'analisi degli impatti potenziali, per quanto riguarda la dimensione costruttiva, le azioni di progetto da considerare per i diversi interventi, sono riassunte nella matrice di correlazione Azioni-Fattori causali-Impatto potenziali.

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

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

Alterazione dell'assetto morfologico e vegetazionale

Relativamente alla dimensione costruttiva, nell'area di intervento, vengono localizzate diverse aree di cantiere suddivise in Cantiere Base (CB), Cantieri Operativi, Aree Tecniche e Aree di Stoccaggio, come sintetizzato nelle tabelle seguente:

NOME	PK	COMUNE	SUPERFICIE	DESCRIZIONE
CO01	-	Acquasanta Terme	1.575 mq	Area di Cantiere Operativa 1
AT01	0+300	Acquasanta Terme	1.570 mq	Area Tecnica 1
AT02	2+150	Acquasanta Terme	4.917 mq	Area Tecnica 2
CO01	4+700	Acquasanta Terme	10.475 mq	Area di Cantiere Operativa 2
AT03	4+450	Acquasanta Terme	681 mq	Area Tecnica 3
AT04	4+700	Acquasanta Terme	322 mq	Area Tecnica 4
CB01	-	Acquasanta Terme	6.076 mq	Cantiere Base 1

Tabella 3.28 - Elenco aree di cantiere previste

PK	COMUNE	SUPERFICIE [mq]	DESCRIZIONE	VOLUME STOCCAGGIO [mc]
-	Acquasanta Terme	1.067	Area Stoccaggio Terre	4.160
3+100	Acquasanta Terme	12.096	Area Stoccaggio Terre	212.940
-	Acquasanta Terme	20.860	Area Stoccaggio Terre	437.570

Tabella 3.29 - Elenco aree per lo stoccaggio temporaneo delle terre

Le aree di cantiere sono temporanee e gli **effetti sul paesaggio**, legati alle fasi di cantierizzazione dell'opera, si possono considerare **in gran parte reversibili**.

Di fatto le aree sopra citate, verranno utilizzate per un tempo limitato, legato alla durata fisica dei lavori per la realizzazione dell'opera. Infatti, relativamente alle interferenze del progetto rispetto al valore paesaggistico dell'ambito territoriale, si precisa che le aree di cantiere saranno soggette ad interventi finalizzati a ricostituire l'assetto paesaggistico originario. Tali interventi si concretizzano nella rivegetazione degli spazi cantierizzati (preparazione del terreno, drenaggi, eventuale rimodellamento delle superfici, operazioni per la messa a dimora delle specie vegetali, ecc...).

Inoltre, verranno aperte delle **piste di cantiere**, al fine di rendere più accessibile la costruzione dell'infrastruttura, specialmente in prossimità dei tratti in viadotto.

Per l'accesso alle aree tecniche AT02 e AT03 è prevista la realizzazione di due viabilità provvisorie:

1. **NV01** per raggiungere da Quintodecimo la zona degli imbocchi e l'omonimo viadotto, percorrendo l'attuale viabilità secondaria per Novele, opportunamente adeguata.

Si prevede la realizzazione di un ingresso diretto dalla SS4 che anticipa l'attuale immissione alla strada secondaria esistente che risulta inadeguata in fase di cantiere data la presenza della chiesina adiacente.



L'attraversamento con guado del Rio di Novele avviene con posa tubo armco DN2500. La portata che è stata considerata per le verifiche idrauliche è quella corrispondente a un tempo di ritorno di 10 anni. Si escludono fenomeni di rigurgito verso monte.

Per il raggiungimento dell'imbocco della GN02 Acquasanta Terme (lato RM) si prevede la realizzazione di una rampa (L=50m) diretta al piazzale.

Pertanto il tratto iniziale della viabilità sarà **oggetto di specifici interventi di ripristino una volta ultimati i lavori**. Si prevedono, come misure di mitigazione, l'attuazione di interventi di ripristino dell'area, al fine di restituire i terreni alla loro destinazione ante-operam.



Figura 3.37 – NV01

2. NV02 per raggiungere dal CO02 il piazzale di imbocco della GN02 Acquasanta Terme (lato AP).

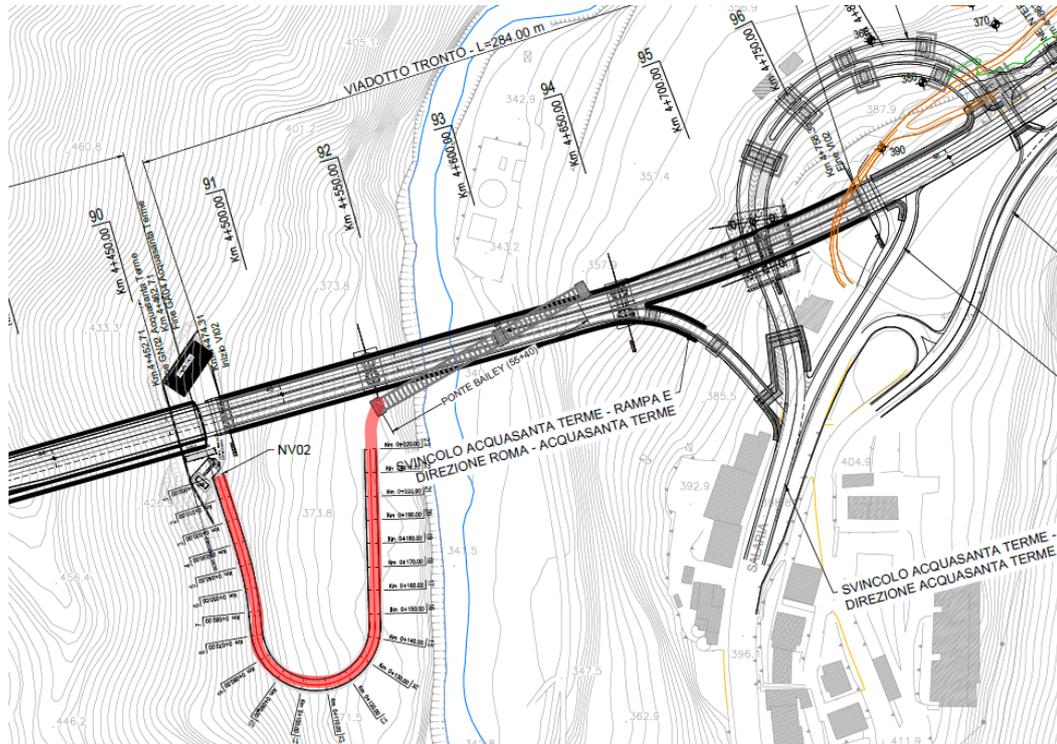


Figura 3.38 – NV02

Tale viabilità provvisoria viene realizzata previa scavalco del fiume Tronto con Ponte Bailey, ed ha una lunghezza di circa 250 m.

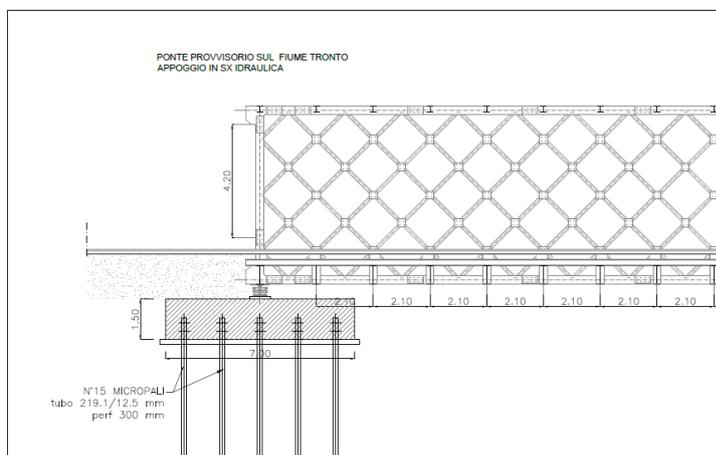


Figura 3.39 – Ponte Bailey Provvisorio sul fiume Tronto

Il ponte Bailey provvisorio, viene realizzato con elementi modulari (travi reticolari in acciaio) ed è previsto su tre appoggi (luci 55 + 40).

L'appoggio lato AP viene realizzato direttamente dall'Area del Cantiere operativo CO02; l'appoggio centrale viene realizzato accedendo da sud dalla viabilità secondaria esistente (lato terme); per l'appoggio lato RM le opere preparatorie (in SX idraulica del Tronto) vengono realizzate mediante trasporto aereo o in cordata.

Tale viabilità sarà oggetto di specifici interventi di ripristino una volta ultimati i lavori. Si prevedono, come misure di mitigazione, l'attuazione di interventi di ripristino dell'area, al fine di restituire i terreni alla loro destinazione ante-operam.



Figura 3.40 – Dettaglio accessibilità in fase di cantiere – area svincolo

Come già precedente esposto, l’infrastruttura sarà realizzata per la maggior parte del suo tracciato in galleria, per questo gli impatti potenzialmente più significativi saranno dovuti alla **realizzazione dei viadotti**. Infatti, le **metodologie costruttive** prevedono che l’infrastruttura venga realizzata dal basso, ne risulta che:

- Per il **viadotto Quintodecimo** verranno realizzate due piste di cantiere, oltre all’area tecnica 2, che consentiranno di raggiungere la base del viadotto per la sua realizzazione. Come descritto poco sopra, gli impatti legati alla cantierizzazione sono in gran parte reversibili e vale quanto già esposto.
- **Viadotto Tronto** gli impatti legati alla cantierizzazione, sono più significativi in quanto per raggiungere le spalle del viadotto è necessario attraversare la Valle del Tronto. In particolare, si arrecheranno impatti sostanziali all’assetto idromorfologico del F. Tronto, nonché attività di disboscamento e sbancamento per i quali si prevede, al termine dei lavori, il ripristino dello stato dei luoghi, attraverso il restauro della morfologia fluviale, rimboschimento, o altra operazione colturale atta a ricostituire nel più breve tempo possibile l’originaria copertura vegetale.

Per quanto detto, gli impatti che maggiormente ne derivano sono riconducibili ad una **alterazione dell’assetto morfologico**, localizzato in **prossimità degli imbocchi delle gallerie e delle opere di fondazione dei viadotti**.

Si prevede un **volume di scavo complessivo** pari a circa 720.000 m³, dei quali **solo una minima parte potrà essere riutilizzata per scopi realizzativi** (circa 3.200 m³ per i rilevati); **la restante parte sarà gestito nel regime dei rifiuti e conferito a sito di deposito finale**. Tuttavia, vista la tipologia d’opera **non si prevedono approvvigionamenti significativi presso cave di prestito**.

Modifica degli aspetti percettivi del paesaggio

Considerato il territorio in cui si inserisce l’opera, le peculiarità degli aspetti paesaggistici e percettivi come precedentemente descritti, si deduce che le **attività di cantiere** necessarie alla realizzazione dell’opera,

inducono **modificazioni sulla percezione del paesaggio**, soprattutto in coincidenza degli imbocchi delle gallerie.

In riferimento alla dimensione costruttiva dell'opera, le attività che maggiormente interferiscono con il paesaggio riguardano: l'eventuale apertura di **piste di cantiere** per permettere la realizzazione dei piloni dei viadotti, la **presenza di mezzi d'opera, baraccamenti, attrezzature di cantiere** e anche eventuali **depositi temporanei**.

La presenza di tali elementi conferisce, **seppur in maniera temporanea, dei disturbi visivi**, alterando sensibilmente gli aspetti caratterizzanti il territorio.

Le **interruzioni visive**, determinate in fase di cantiere, sono **limitate nel tempo** perché gli elementi che occuperanno il territorio, interferendo così con il paesaggio, avranno una durata corrispondente alla durata di lavori, generando di conseguenza un **trascurabile impatto sul paesaggio**.

4.6.3 Il rapporto opera – ambiente e le misure di prevenzione e mitigazione adottate durante la fase di cantiere

Alla luce dell'analisi degli impatti ambientali potenziali che la realizzazione dell'opera potrebbe indurre sulla componente in esame, è stato valutato nel rapporto opera – ambiente, quanto questi possano incidere e come poterli eventualmente mitigare.

Per quanto riguarda una possibile **compromissione di aree sensibili in riferimento alla componente paesaggistica, in fase di cantiere** si può ritenere che gli impatti abbiano una **significatività di livello basso** e ad ogni modo di tipo **reversibile**.

In merito alla **modificazione dell'assetto percettivo, scenico e panoramico**, anche questo, in riferimento alle aree di cantiere è da considerarsi **di modesta entità** in quanto il carattere dell'interferenza sarà di tipo **temporaneo**, dal momento in cui tutte le lavorazioni previste così come le aree impegnate, lo saranno solo per il tempo necessario al completamento dell'opera infrastrutturale di progetto.

Lo stesso può dirsi per quanto concerne la modifica dell'**assetto agricolo e vegetazionale**, con riferimento specifico alle **aree di lavorazione che verranno ripristinate al termine dei lavori** riportandole al loro stato originario.

Neanche a livello morfologico al termine delle operazioni di lavorazione si potranno apprezzare modifiche significative a causa degli accumuli di materiale nelle aree adibite, poiché saranno tempestivamente smantellate asportando rifiuti e residui di lavorazione.

L'analisi generale porta quindi alla conclusione che l'impatto stimato sia **mitigabile** e quindi non si registrino impatti negativi, poiché al termine dei lavori, le aree di cantiere saranno tempestivamente smantellate, sarà effettuato lo sgombero e lo smaltimento del materiale di risulta derivante dalle opere di realizzazione, evitando la creazione di accumuli permanenti in loco. Si procederà a fare lavorazioni del terreno sgomberato dal cantiere sul quale verrà poi ripristinato il terreno precedentemente rimosso con lo scotico.

Si riporta di seguito la descrizione dell'**intervento di opere a verde** previsto dal progetto per il **ripristino delle aree di cantiere**.

Si riportano, a seguire, gli **interventi di mitigazione e compensazione per i siti natura 2000** che, in buona parte, coinvolgono le aree e la viabilità di cantiere.

4.6.3.1 MODULO H – Ripristino delle aree di cantiere

Per quanto riguarda i suoli occupati temporaneamente dai cantieri, nella maggior parte questi subiranno, una volta conclusi i lavori, interventi di mitigazione e di inserimento paesaggistico.

All'interno delle aree di cantiere evidenziate nell'elaborato T00-IA15-AMB-PP01-B – Planimetria degli interventi di inserimento paesaggistico e ambientale vengono proposti alcuni interventi di rinaturalizzazione delle aree, così come in parte già proposto nel Progetto di fattibilità tecnico e economica.

Alcune delle operazioni previste per gli spazi cantierizzati saranno le seguenti: preparazione del terreno, drenaggi, eventuale rimodellazione delle superfici, operazioni per la messa a dimora di specie vegetali dei moduli A, B, C, D, E ed F, inerbimento con idrosemina.

Per sistemare le aree di cantiere si procederà al taglio della vegetazione eventualmente presente. Il terreno vegetale sarà accantonato in cumuli di appropriate dimensioni, lontani dalle zone di transito dei mezzi di cantiere ed al riparo da ogni forma di inquinamento per preservarne la fertilità.

Per ridurre la probabilità di diffusione dei propaguli delle specie alloctone, è auspicabile procedere con l'esecuzione, nell'area in oggetto e nell'intorno territoriale potenzialmente influente, di interventi di eradicazione funzionali ad eliminare, o quantomeno ridurre in termini probabilistici, la presenza di organi vegetativi riconducibili alle specie alloctone invasive riscontrate nell'area e nell'intorno.

Con l'ultimazione dei lavori, si procederà alla ripulitura delle aree di cantiere, attraverso il corretto smaltimento dei rifiuti prodotti dalle attività lavorative, alla stesura del terreno vegetale precedentemente accantonato e alla messa a dimora dei nuovi impianti arborei ed arbustivi. Deve essere, dunque, posta particolare attenzione alle operazioni di scotico, accantonamento e conservazione del terreno vegetale, per tutto il tempo necessario fino al termine dei lavori, al fine di un suo riutilizzo per i successivi ripristini ambientali. Si prevederà per le aree:

- 10 cm di terreno vegetale derivante da operazioni di scotico per le aree oggetto di inerbimento;
- 20 cm di terreno vegetale derivante da operazioni di scotico per le aree sulle quali vengono previsti nuovi impianti arbustivi;
- 50 cm di terreno vegetale derivante da operazioni di scotico per le aree sulle quali vengono previsti nuovi impianti arbustivi.

Il recupero delle aree di cantiere, che ha tenuto conto della destinazione d'uso attuale delle aree in cui è previsto l'allestimento degli stessi (prevalentemente aree con prati stabili, aree con vegetazione arbustiva e/o erbacea, aree boscate e, in misura inferiore, aree agricole), consiste nella rinaturalizzazione mediante piantumazione di specie autoctone arboree e arbustive e ricollocazione del terreno vegetale di scotico precedentemente accantonato.

4.6.3.2 Interventi di mitigazione e compensazione per i siti natura 2000

Una parte dell'area di intervento, in particolare le aree di cantiere e la viabilità esistente oggetto di intervento nella zona di Favallanciana, l'area di cantiere nella zona di Quintodecimo e il nuovo imbocco nella zona di Acquasanta Terme, come citato precedentemente, ricadono all'interno dei seguenti siti natura 2000:

- **IT5340006 – Lecceto d'Acquasanta;**
- **IT5340018 – Fiume di Tronto tra Favallanciana e Acquasanta.**

All'interno dell'elaborato T00-IA13-AMB-CO18-A sono evidenziate le aree utili per la compensazione e la mitigazione per i siti natura 2000 (aree 01, 02, 03, 04, 05 e 06). Le aree sulle quali verranno previste le opere di compensazione dei siti sono:

- Area 01, area di cantiere, con superficie di impianto di 2.641 mq;
- Area 02, area limitrofa alla strada esistente oggetto di intervento, con superficie di impianto di 5.534 mq;
- Area 03, area di cantiere, con superficie di impianto di 12.097 mq;
- Area 04, area sull'imbocco di Acquasanta, con superficie utile di 375 mq;

- Area 05, area con viabilità di cantiere in prossimità dell'imbocco di Acquasanta, con superficie utile di 1.380 mq;
- Area 06, area di cantiere in prossimità dell'imbocco di Acquasanta, con superficie utile di 348 mq.

All'interno delle aree 01 e 02 viene compensato l'Habitat 91E0*, habitat delle Foreste alluvionali di *Alnus glutinosa* e di *Fraxinus excelsior* inserendo impianto i moduli vegetazionali A (macchia arbustiva igrofila) e B (macchia arborea igrofila) descritti nel capitolo precedente.

All'interno delle aree 03, 04, 05 e 06 viene compensato l'Habitat 91AA*, habitat dei Boschi di quercia bianca con impianto dei moduli vegetazionali C (macchia arbustiva mesofila), D (macchia arborea mesofila) ed F (siepe arbustiva mesofila).

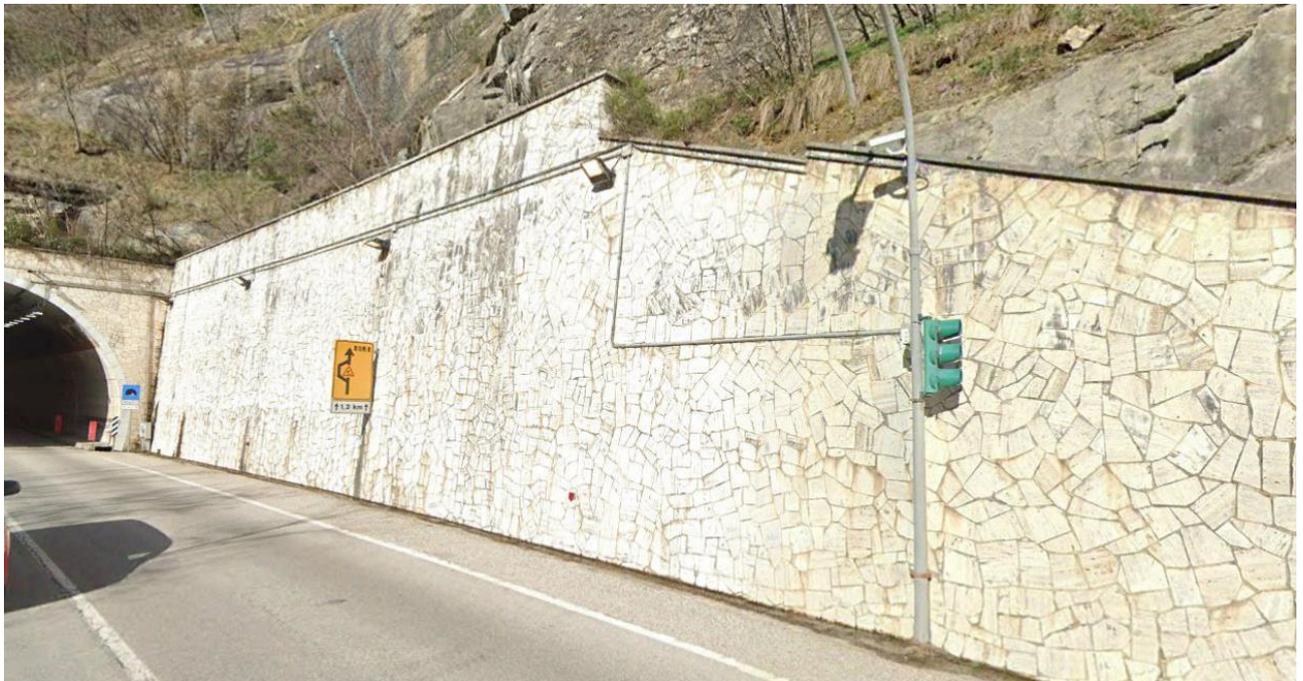


Figura 3.41 Rivestimento muro di contenimento - uscita galleria Valgarizia

Spostandoci nell'area dello svincolo di Acquasanta, considerando che i viadotti di raccordo si inseriscono a ridosso dell'abitato di Acquasanta Terme (nell'incisione valliva) e quindi visibile da molti punti di visuale è necessario considerare degli interventi di mitigazioni volti ad un miglior inserimento in questo contesto sensibile paesaggisticamente, per questo le misure adottate vertono ad un completo rivestimento di tutti i piloni mediante l'utilizzo del Travertino, pietra locale e già ampiamente utilizzata per usi civili.

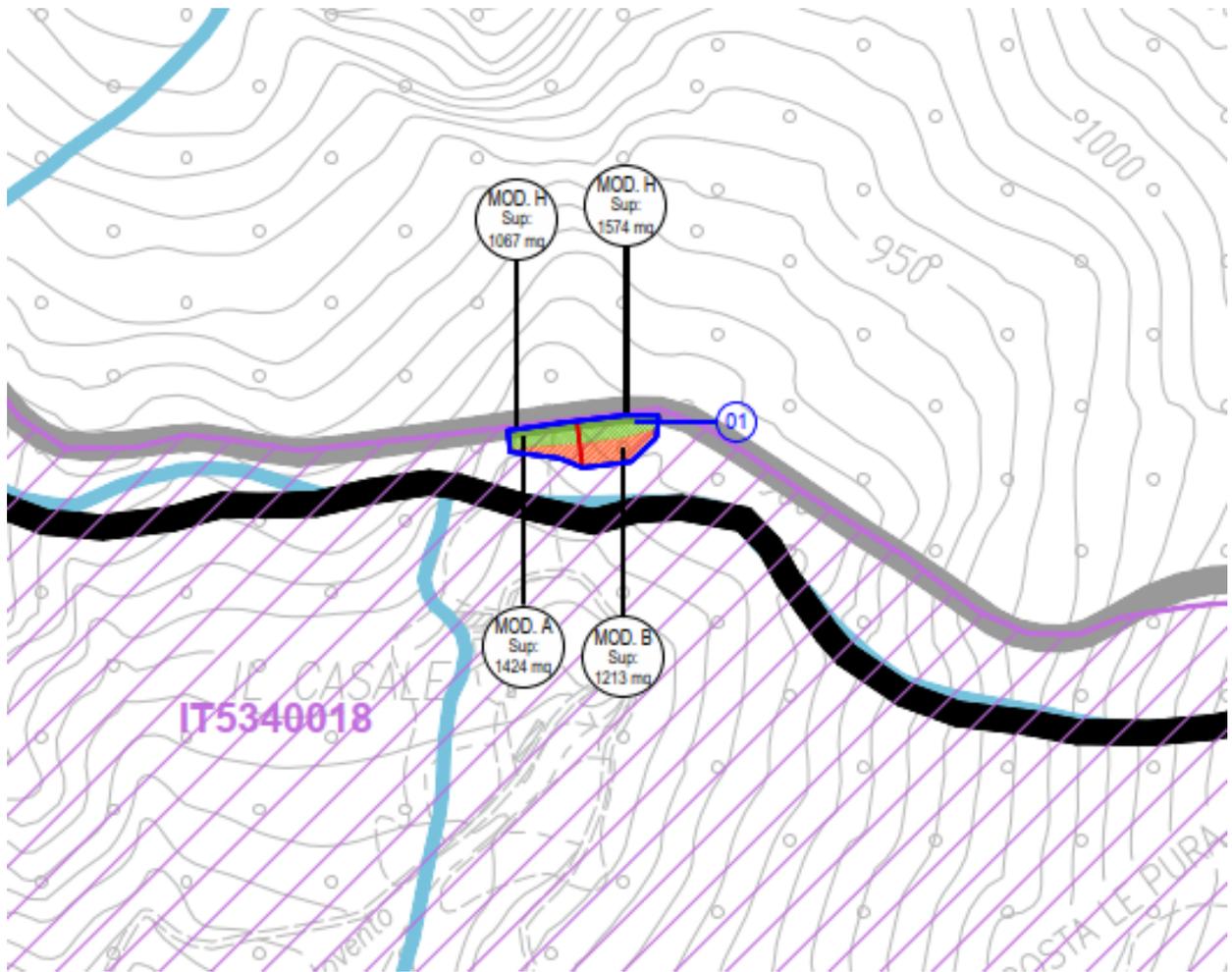


Figura 3-42: Area per la compensazione dei siti natura 2000 - area 01

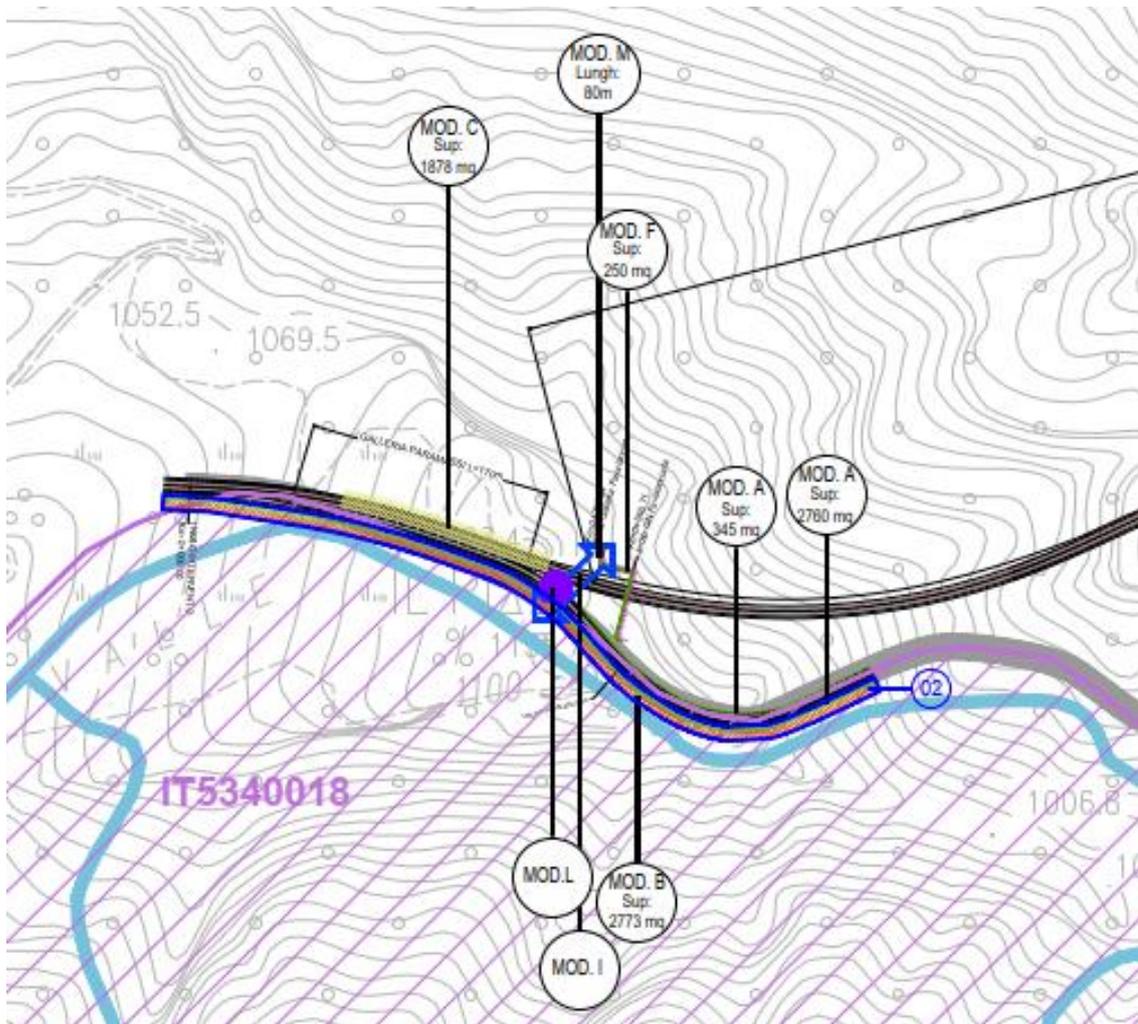


Figura 3-43: Area per la compensazione dei siti natura 2000 - area 02

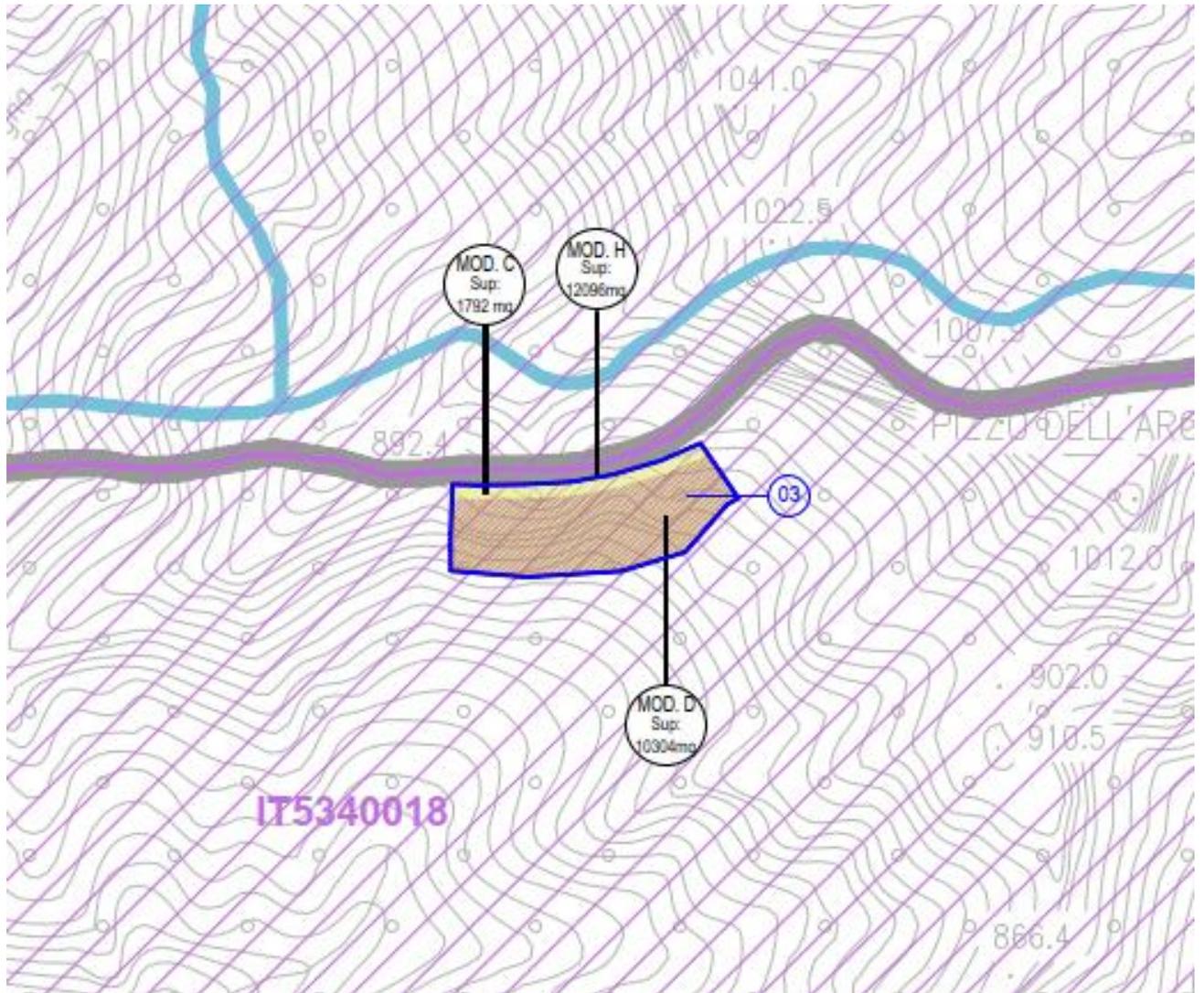


Figura 3-44: Area per la compensazione dei siti natura 2000 - area 03

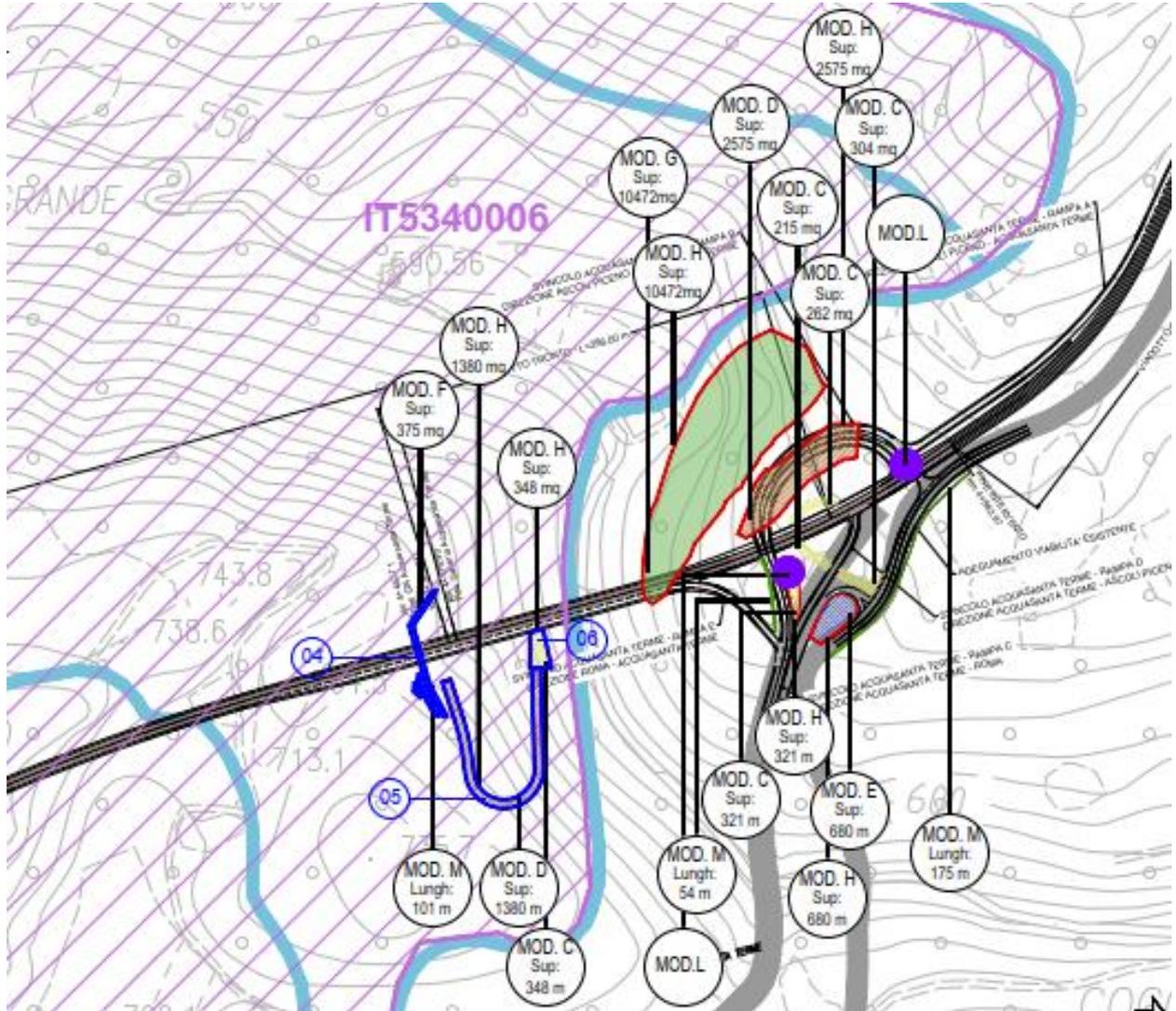


Figura 3-45: Area per la compensazione dei siti natura 2000 - aree 04, 05 e 06