

**PNC – PNRR: Piano Nazionale Complementare al Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza nei territori colpiti dal sisma 2009–2016, Sub–misura A4, "Investimenti sulla rete stradale statale"**

**S.S. 685 "delle Tre Valli Umbre": rettifica del tracciato e adeguamento alla sez. tipo C2 dal km 41+500 al km 51+500. Stralcio di completamento: dal km 41+500 al Km 45+700**

**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA**

**PROGETTAZIONE: ATI SINTAGMA - SIPAL - TECNIC - GDG - ICARIA - AMBIENTE**

**IL RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:**

Dott. Ing. Nando Granieri  
Ordine degli Ingegneri della Prov. di Perugia n° A351

**IL PROGETTISTA:**

Dott. Ing. F.Tamburini  
Ordine degli Ingegneri della Prov. di Firenze n° A6330

**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. Filippo Pambianco  
Ordine degli Ingegneri della Prov. di Perugia n° A1373

**VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO**

Dott. Ing. Gianluca De Paolis  
Ordine degli Ingegneri della Prov. di Perugia n° A1344

**IL DEC**

Dott. Arch. Lara Eusanio  
Ordine degli Architetti P.P.C. della Prov. di L'Aquila n° 859

**PROTOCOLLO**

**DATA**

**IL GRUPPO DI PROGETTAZIONE:**

**MANDATARIA:**



Dott.Ing. N.Granieri  
Dott.Ing. V.Truffini  
Dott.Ing. T.Berti Nulli  
Dott.Arch. A.Bracchini  
Dott.Ing. L.Nani  
Dott.Ing. E.Bartolucci  
Dott.Ing. L.Casavecchia  
Dott.Geol. G.Cerquiglini  
Dott.Ing. F.Durastanti  
Dott.Ing. M.Abram  
Dott.Arch. C.Presciutti  
Dott. Agr. F.Berti Nulli  
Geom. L.Pacioselli

**MANDANTI:**



Dott. Ing. A. Dipierro  
Dott. Ing. S.Terreno  
Dott. Ing. A.Comparato



Dott. Ing. D.Carlaccini  
Dott. Ing. C.Consorti  
Dott. Ing. S.Gervasio  
Dott. Ing. S.Sacconi



Consulting Engineers  
Prof. Ing. S.Canale  
Dott. Ing. C.Sanna  
Dott. Ing. C.Nardi  
Dott. Ing. F.Volonnino  
Dott. Ing. M.Schinco



società di ingegneria  
Dott. Ing. V.Rotisciani  
Dott. Ing. F.Macchioni  
Dott. Ing. G.Pulli  
Dott. Ing. V.Piunno



consulenza & ingegneria  
esperienza per l'ambiente  
Dott. Ing. F.Tamburini  
Dott.Arch. J.Zaccagna  
Dott.Agr. M.T. Colacresi



**07.AMBIENTE**  
**07.01 STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE**  
**Parte 5 - Gli impatti della cantierizzazione**

CODICE PROGETTO		NOME FILE		REVISIONE	SCALA:
PROGETTO	LIV. PROG. ANNO	T00-IA01-AMB-RE05-A			
PG376	F 23	CODICE ELAB.	T00IA01AMBRE05	A	-
A	Emissione	Ott-23	N.Ambrosino	F.Tamburini	N.Granieri
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

**INDICE**

<b>1</b>	<b>LA METODOLOGIA GENERALE PER L’ANALISI DEGLI IMPATTI .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>LA DEFINIZIONE DELLE AZIONI DI PROGETTO PER LA DIMENSIONE FISICA ED OPERATIVA ....</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>LA SIGNIFICATIVITÀ DEGLI IMPATTI DI CANTIERE .....</b>	<b>7</b>
<b>3.1</b>	<b>ARIA E CLIMA .....</b>	<b>7</b>
3.1.1	Selezione dei temi di approfondimento .....	7
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 .....	16
<b>3.2</b>	<b>GEOLOGIA E ACQUE .....</b>	<b>19</b>
3.2.1	Selezione dei temi di approfondimento .....	19
3.2.2	Analisi delle potenziali interferenze in fase di cantiere .....	19
3.2.3	Il rapporto opera-ambiente e le misure di prevenzione e mitigazione adottate durante la fase di cantiere .....	20
<b>3.3</b>	<b>TERRITORIO E SUOLO .....</b>	<b>21</b>
3.3.1	Selezione dei temi di approfondimento .....	21
3.3.2	Analisi delle potenziali interferenze in fase di cantiere .....	23
3.3.3	Il rapporto opera-ambiente e le misure di prevenzione e mitigazione adottate durante la fase di cantiere .....	27
<b>3.4</b>	<b>BIODIVERSITÀ.....</b>	<b>30</b>
3.4.1	Selezione dei temi di approfondimento .....	30
3.4.2	Analisi delle potenziali interferenze in fase di cantiere .....	31
3.4.3	Il rapporto opera-ambiente e le misure di prevenzione e mitigazione adottate durante la fase di cantiere .....	36
<b>3.5</b>	<b>RUMORE.....</b>	<b>38</b>
3.5.1	Selezione dei temi di approfondimento .....	38
3.5.2	Analisi delle potenziali interferenze in fase di cantiere .....	38

3.5.3	Il rapporto opera-ambiente e le misure di prevenzione e mitigazione adottate durante la fase di cantiere .....	40
<b>3.6</b>	<b>VIBRAZIONI .....</b>	<b>41</b>
3.6.1	Selezione dei temi di approfondimento .....	41
3.6.2	Analisi delle potenziali interferenze in fase di cantiere .....	42
3.6.3	Risultati delle analisi .....	45
3.6.4	Rapporto opera-ambiente e le misure di prevenzione e mitigazione adottate durante la fase di cantiere .....	45
<b>3.7</b>	<b>SALUTE UMANA .....</b>	<b>45</b>
3.7.1	Selezione dei temi di approfondimento .....	45
3.7.2	Analisi delle potenziali interferenze in fase di cantiere .....	46
3.7.3	Il rapporto opera- ambiente e le misure di prevenzione e mitigazione adottate durante la fase di cantiere .....	47
<b>3.8</b>	<b>PAESAGGIO E PATRIMONIO CULTURALE .....</b>	<b>48</b>
3.8.1	Selezione dei temi di approfondimento .....	48
3.8.2	Analisi delle potenziali interferenze in fase di cantiere .....	49
3.8.3	Il rapporto opera- ambiente e le misure di prevenzione e mitigazione adotta te durante la fase di cantiere .....	52

## 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(T00-IA01-AMB-RE06), 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 due seguenti dimensioni, ciascuna delle quali connotata da una propria modalità di lettura (cfr. Tabella 1.1).

Tabella 1.1: Le dimensioni di lettura dell'opera

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

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”.

Tabella 1.2: catena Azioni – fattori causali – impatti potenziali

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

Una volta individuati i **potenziali impatti generati dall'opera nelle sue due 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 un impatto ambientale residuo significativo, sono valutate e individuate per ciascuna matrice interferita, le adeguate opere ed interventi di compensazione.

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

## 2 LA DEFINIZIONE DELLE AZIONI DI PROGETTO PER LA DIMENSIONE FISICA ED OPERATIVA

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.

Tabella 2.1: Definizione azioni di progetto per la dimensione costruttiva

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

### 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.

Tabella 3.1: Aria e clima, matrice di casualità – Dimensione costruttiva

DIMENSIONE COSTRUTTIVA			
Azioni di progetto		Fattori causali	Impatti Potenziali
AC	Attività di cantiere - lavorazioni	Produzione/emissioni polverente	Modifica condizioni di polverosità nell'aria

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.

Le attività ed i traffici di cantiere determinano la produzione di emissioni inquinanti quali ad esempio polveri PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub> 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. In particolare, al fine di caratterizzare correttamente le simulazioni per la stima dell'impatto sulla qualità dell'aria durante lo stoccaggio si è proceduto alla valutazione delle seguenti variabili e parametri:

- Caratteristiche tecniche dei singoli cantieri
- Cronoprogramma dell'opera
- Quantitativi di materiali stoccati derivanti da elaborati tecnici di progetto

La metodologia seguita per la definizione delle sorgenti da considerare nelle simulazioni, presenti durante la fase di cantiere dell'opera in esame è quella del "Worst Case Scenario". Tale metodologia, ormai consolidata ed ampiamente utilizzata in molti campi dell'ingegneria civile ed ambientale, consiste, una volta definite le variabili che determinano gli scenari, nel simulare la situazione peggiore possibile tra una gamma di situazioni "probabili". Pertanto, il primo passo sta nel definire le variabili che influenzano lo scenario.

Una volta valutati gli scenari è possibile fare riferimento ad uno o più scenari, ritenuti maggiormente critici. È infatti possibile, ad esempio, definire le attività maggiormente critiche all'interno di un singolo cantiere ed assumere che tali attività si svolgano per tutta la durata del cantiere.

Oltre all'aspetto relativo alla singola attività all'interno del cantiere occorre valutare anche la contemporaneità delle diverse attività in relazione al cronoprogramma del cantiere.

Lo studio dei parametri sopra descritti ha portato a definire e quindi simulare lo scenario che per materiali stoccati e lavorazioni porta a condizioni di massima emissione.

Le due fasi hanno rispettivamente durata di rispettivamente dieci e nove mesi per dieci ore giornaliere di lavoro

Tabella 3.2: Caratteristiche delle aree di cantiere

Nome cantiere	Area m2	Materiale stoccato m3
<b>AS1</b>	500	16043.29
<b>AS2</b>	345	11069.87
<b>AS3</b>	1000	32086.58
<b>AS4</b>	230	7379.91
<b>AS5</b>	290	9305.11
<b>AS6</b>	225	7219.48
<b>AS7</b>	190	6096.45
<b>AS8</b>	85	2727.36
<b>AS9</b>	245	7861.21
<b>AS10</b>	355	11390.74

In relazione alla natura delle sorgenti possono essere individuati, quali indicatori del potenziale impatto delle stesse sulla qualità dell'aria, **le polveri: PM10** (polveri inalabili, le cui particelle sono caratterizzate da un diametro inferiore ai 10 µm) caratteristiche della movimentazione e stoccaggio delle terre.

Le simulazioni sono state svolte con il codice CALPUFF MODEL SYSTEM, con la meteorologia per l'anno 2022 utilizzata per le simulazioni in fase di esercizio e sullo stesso dominio di calcolo.

### **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 "attive", 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 alle "Linee Guida per la Valutazione delle Emissioni di Polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti", redatte da ARPAT previa convenzione con la Provincia di Firenze, che propongono metodi di stima delle emissioni di polveri principalmente basati su dati e modelli dell'Agenzia di protezione ambientale degli Stati Uniti (US-EPA: AP-42 "Compilation of Air Pollutant Emission Factors").

Tali linee guida introducono i metodi di stima delle emissioni di particolato di origine diffusa prodotte dalle attività di trattamento degli inerti e dei materiali polverulenti in genere, e le azioni e le opere di mitigazione che si possono effettuare, anche ai fini dell'applicazione del D.Lgs 152/06 (Allegato V alla Parte 5°, Polveri e sostanze organiche liquide, Parte 1: Emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti).

I metodi di valutazione proposti nelle Linee guida ARPAT provengono principalmente da dati e modelli dell'US-EPA (AP-42 Compilation of Air Pollutant Emission Factors) All'interno del documento AP-42 sono riportati tutti i fattori di emissione riguardanti le principali sorgenti, dagli impianti industriali, agli impianti estrattivi, sino alle operazioni di costruzioni civili; si rimanda per la consultazione della trattazione originaria, in particolare degli algoritmi di calcolo, e qualora sorgessero dubbi interpretativi.

### **Fattori di emissione**

Di seguito si dettano i calcoli utilizzati per la stima delle emissioni di polveri dalle attività di cantiere.

#### **Attività di scarico del materiale**

Per la fase di scarico è stato considerato il fattore SCC 3-05-010-42 "Truck unloading: Bottom-Dump-Overburden" pari a 0,0005 Kg/t 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**

#### **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

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 cautelativamente assunta pari a 6,5 m/s: tale valore descrive la peggiore situazione riscontrabile in sito, compatibilmente con l'intervallo di applicabilità della formula sopra riportato. Tale valore appare ampiamente cautelativo. 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: 0.0008677286 Kg/t**

**Fattore PM2.5 0.0003 kg/t**

#### ***Erosione del vento dei cumuli***

Facendo riferimento a quanto riportato nel paragrafo 1.4 delle Linee guida ARPAT ed applicando la seguente formula si può determinare il coefficiente di emissione per il PM10 che è pari a 0,0002 kg/h.

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

Il valore sopra riportato è stato ottenuto considerando 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 m<sup>2</sup>. 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<sup>-6</sup> kg/m<sup>2</sup>

**Fattore PM10: 0,00024 Kg/h (trascurabile)**

**Fattore PM2.5: 0.00003 Kg/h (trascurabile)**

#### ***Traffico di mezzi pesanti nelle aree non pavimentate***

Per la stima delle emissioni di polvere generate dal traffico veicolare per azione del risollevarimento nelle aree non pavimentate è stato utilizzato il seguente fattore di emissione:

$$E = k \cdot \left(\frac{S}{12}\right)^a \cdot \left(\frac{W}{3}\right)^b \quad [\text{kg/km}]$$

dove:

- **W** = peso medio dei mezzi di cantiere che percorrono le aree considerate (t)
- **S** = contenuto del limo dello strato superficiale delle aree non pavimentate (%)
- **E** = fattore di emissione di particolato su strade non pavimentate in siti industriali in libbre per veicolo-miglio viaggiato (lb/VMT) [vehicle mile traveled (VMT)]
- **K, a, b** = costanti empiriche per strade industriali

Il contenuto di limo è stato assunto pari al 14 %, conforme all'intervallo di valori compresi tra l'1,8% e il 25,2% e coerente con quanto indicato nelle Linee Guida ARPAT. I valori di **K, a e b** sono stati assunti per PM10 pari a: **K= 0.423, a= 0.900 e b= 0.450**

Si riportano di seguito i fattori di emissione associati al passaggio su aree non pavimentate:

I Km medi percorsi sono stati stimati a partire dall'estensione media del percorso nelle aree non pavimentate secondo la viabilità ipotizzata (desunta a partire dalla consultazione congiunta degli elaborati grafici di progetto), moltiplicata per il numero dei mezzi stimati durante la specifica attività in esame. Il peso medio dei mezzi di cantiere (**W**) che percorrono le aree considerate viene considerato pari a **28 t**.

Pertanto, il fattore di emissione per le polveri PM10 che si può utilizzare è riportato di seguito. Per il fattore del PM2.5 si considera una quota pari al 20 % del PM10.

**FE passaggio su piste non pavimentate (PM10) = 1.33 kg/Km**

**FE passaggio su piste non pavimentate (PM10) = 0.266 kg/Km**

#### **Emissioni da gas di scarico camion e mezzi d'opera (PM<sub>10</sub>, NO<sub>x</sub>)**

Con riferimento all'emissione di sostanze inquinanti ad opera dei mezzi meccanici e degli automezzi in circolazione sulle piste di cantiere e sulla viabilità principale, si aggiungono anche le PM10, da traffico veicolare. 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): si precisa che i mezzi su elencati non funzioneranno mai tutti contemporaneamente, ma si alterneranno durante le varie fasi di lavoro e le attività previste.

Tabella 3.3: Fattori di Emissione per mezzi d'opera di cantiere

sorgenti emmissive	PM10	PM10	NOX	U.M.	Fonte
Macchine operatrici	0.28	0.28	3.5	gr/h*kW	EEA-BV810v3-Other Mobile SouRes and Machinery – SNAP 0808XX tabella 8.5a

Per la stima delle emissioni dei mezzi operatrici, è stato fatto uso dei fattori di emissione della tabella precedente considerando un fattore specifico, **Load-specific fuel consumption**, riferito alle modalità di lavoro delle machine 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>). Per i mezzi pesanti in transito sulle

**Studio di Impatto Ambientale Parte 5 – Gli impatti della cantierizzazione**

piste di cantiere i fattori di emissione degli scarichi sono stati desunti per mezzi pesanti dal sito di ISPRA Inventaria – fattori di emissione medi per mezzi pesanti (Heavy Duty Trucks) anno 2020.

Tabella 3.4: Fattori di emissione (fonte: ISPRA)

inquinante	Fattore di emissione medi (g/km*veic)
PM10	0.139338
PM2.5	0.139338
NOX	2.597047

Nella seguente tabella si riportano i fattori di emissione considerati ed utilizzati nelle simulazioni per il calcolo delle emissioni di PM10.

Tabella 3.5: Fattori di emissione per operazioni di cantiere

Fattori di Emissione	PM10	UM
erosione del vento dai cumuli	0.0000079	kg/mov
formazione e stoccaggio cumuli	0.000867	kg/t
scarico	0.0005	kg/t
traffico su aree non pavimentate	1.33	kg/km
Macchine operatrici	0.28	gr/h*kW

Nella seguente tabella si mostrano le emissioni per ognuna delle aree di cantiere considerate.

AREE di CANTIERE/LAVORAZIONI	fattore emissione	Unità di Misura	t/h	g/h
<b>Cantiere AS1</b>				
erosione del vento dai cumuli	0.0000079	kg/mov		0.24
formazione e stoccaggio cumuli	0.000867	kg/t	4.39	3.95
scarico	0.0005	kg/t	4.39	2.19
traffico su aree non pavimentate	1.33	kg/km		58.40
Macchine operatrici	0.28	gr/h*kW		73.43
<i>totale</i>				<i>139.93</i>
<b>Cantiere AS2</b>				
erosione del vento dai cumuli	0.0000079	kg/mov		0.24
formazione e stoccaggio cumuli	0.000867	kg/t	3.03	2.72
scarico	0.0005	kg/t	3.03	1.51
traffico su aree non pavimentate	1.33	kg/km		40.29
Macchine operatrici	0.28	gr/h*kW		73.43
<i>totale</i>				<i>119.39</i>

**Studio di Impatto Ambientale Parte 5 – Gli impatti della cantierizzazione**

<b>Cantiere AS3</b>				
erosione del vento dai cumuli	0.0000079	kg/mov		0.24
formazione e stoccaggio cumuli	0.000867	kg/t	8.7 8	7.90
scarico	0.0005	kg/t	8.7 8	4.39
traffico su aree non pavimentate	1.33	kg/km		116.81
Macchine operatrici	0.28	gr/h*kW		73.43
<i>totale</i>				206.20
<b>Cantiere AS4</b>				
erosione del vento dai cumuli	0.0000079	kg/mov		0.24
formazione e stoccaggio cumuli	0.000867	kg/t	2.0 2	1.81
scarico	0.0005	kg/t	2.0 2	1.01
traffico su aree non pavimentate	1.33	kg/km		26.8
Macchine operatrici	0.28	gr/h*kW		73.43
<i>totale</i>				104.15
<b>CantiereAS5</b>				
erosione del vento dai cumuli	0.0000079	kg/mov		0.24
formazione e stoccaggio cumuli	0.000867	kg/t	2.5 4	2.29
scarico	0.0005	kg/t	2.5 4	1.27
traffico su aree non pavimentate	1.33	kg/km		33.87
Macchine operatrici	0.28	gr/h*kW		73.43
<i>totale</i>				112.10
<b>Cantiere AS6</b>				
erosione del vento dai cumuli	0.0000079	kg/mov		0.24
formazione e stoccaggio cumuli	0.000867	kg/t	1.9 7	1.77
scarico	0.0005	kg/t	1.9 7	0.98
traffico su aree non pavimentate	1.33	kg/km		26.28
Macchine operatrici	0.28	gr/h*kW		73.43
<i>totale</i>				103.49
<b>Cantiere AS7</b>				
erosione del vento dai cumuli	0.0000079	kg/mov		0.24
formazione e stoccaggio cumuli	0.000867	kg/t	1.6 6	1.50

scarico	0.0005	kg/t	1.6 6	0.83
traffico su aree non pavimentate	1.33	kg/km		22.19
Macchine operatrici	0.28	gr/h*kW		73.43
<i>totale</i>				<i>98.85</i>
<b>Cantiere AS8</b>				
erosione del vento dai cumuli	0.0000079	kg/mov		0.24
formazione e stoccaggio cumuli	0.000867	kg/t	0.7 4	0.67
scarico	0.0005	kg/t	0.7 4	0.37
traffico su aree non pavimentate	1.33	kg/km		9.92
Macchine operatrici	0.28	gr/h*kW		73.43
<i>totale</i>				<i>84.93</i>
<b>Cantiere AS9</b>				
erosione del vento dai cumuli	0.0000079	kg/mov		0.24
formazione e stoccaggio cumuli	0.000867	kg/t	2.1 5	1.93
scarico	0.0005	kg/t	2.1 5	1.07
traffico su aree non pavimentate	1.33	kg/km		28.61
Macchine operatrici	0.28	gr/h*kW		73.43
<i>totale</i>				<i>106.14</i>
<b>Cantiere AS10</b>				
erosione del vento dai cumuli	0.0000079	kg/mov		0.24
formazione e stoccaggio cumuli	0.000867	kg/t	3.1 1	2.80
scarico	0.0005	kg/t	3.1 1	1.55
traffico su aree non pavimentate	1.33	kg/km		41.46
Macchine operatrici	0.28	gr/h*kW		73.43
<i>totale</i>				<i>120.72</i>

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.

**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 2022 per il codice CALPUFF.

Input	Simulazioni
Periodo	anno solare 2019
Dominio di calcolo	<p>COMPUTATIONAL GRID: griglia di calcolo di 10 celle per 9 celle di passo 500 m per una estensione del dominio di 4.6 km in direzione N-S e 4.1 km in direzione E-W.</p> <p>SAMPLING GRID: griglia di campionamento dei risultati è di 46 celle per 41 celle di passo 0.1 km per una estensione del dominio di 4.6 km in direzione N-S e 4.1 km in direzione E-W.</p>
Sorgenti Emissive	<p>Le sorgenti di emissione sono state rappresentate sotto forma di più sorgenti volumetriche di circa 20 m<sup>2</sup> 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 2022: 8760 ore) per la determinazione delle concentrazioni in aria degli inquinanti.
---------	---

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

L'area di studio è stata individuata in una porzione di territorio di estensione pari a 4.6 km in direzione EST-OVEST e di 4.0 km in direzione NORD-SUD.



Figura 3.1: 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 recettori selezionati e nella figura sono rappresentati sulla cartografia di riferimento del dominio di calcolo.

ID	tipologia	UTM WGS84 F33 X [m]	UTM WGS84 F33 Y [m]
R1	Abitazione	328685.099	4741692.542
R2	Abitazione	327173.449	4739801.379
R3	Abitazione	328964.118	4741444.887
R4	Abitazione	329458.994	4742144.225

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

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.

I risultati delle simulazioni condotte hanno portato alla stima delle concentrazioni di PM10, PM2,5 e NO2. In particolare, sono stati analizzati:

- le concentrazioni medie annue di PM10, PM2,5 ed NO2;

**Studio di Impatto Ambientale Parte 5 – Gli impatti della cantierizzazione**

- il 90,4° percentile delle concentrazioni giornaliere di PM10, in considerazione del limite giornaliero per la protezione della salute umana da non superarsi per più di 35 giorni all'anno;
- il 99,8° percentile delle concentrazioni orarie di NO2, in considerazione del limite orario per la protezione della salute umana da non superarsi per più di 18 volte all'anno.

Tabella 3.6: Valori di concentrazione stimati dal modello nei punti recettori

ID	tipologia	NO2 media annuale [µg/m³]	NO2 percentile 99.8° delle medie orarie [µg/m³]	PM10 media annuale [µg/m³]	PM10 percentile 90.4° delle medie giorno [µg/m³]	PM2.5 media annuale [µg/m³]
R1	Abitazione	2.39	23.21	0.625	1.50	0.33
R2	Abitazione	2.75	24.71	0.79	1.65	0.42
R3	Abitazione	1.76	23.17	0.46	1.25	0.24
R4	Abitazione	0.29	4.82	0.08	0.23	0.04

Al fine di valutare l'effettivo impatto sulla qualità dell'aria si sono calcolati i valori attesi considerando i valori di fondo misurati dalla stazione di qualità dell'aria presa a riferimento. Di seguito il dettaglio dei calcoli per ogni parametro allo studio.

Tabella 3.7: Valutazione della qualità dell'aria per NO2

ID	tipologia	NO2 media annuale [µg/m³]	Media annua di NO2 registrata dalla centralina [µg/m³]	NO2 media annuale [µg/m³]	Valore limite di QA [µg/m³]
R1	Abitazione	2.39	10	12.39	40
R2	Abitazione	2.75		12.75	
R3	Abitazione	1.76		11.76	
R4	Abitazione	0.29		10.29	

Tabella 3.8: Valutazione della qualità dell'aria per le polveri fini PM10

ID	tipologia	PM10 media annuale [µg/m³]	Media annua di PM10 registrata dalla centralina [µg/m³]	PM10 media annuale [µg/m³]	Valore limite di QA [µg/m³]
R1	Abitazione	1.50	19	20.50	40
R2	Abitazione	1.65		20.65	
R3	Abitazione	1.25		20.25	
R4	Abitazione	0.23		19.23	

**Studio di Impatto Ambientale Parte 5 – Gli impatti della cantierizzazione**

Tabella 3.9: Valutazione della qualità dell’aria per le polveri fini PM2.5

ID	tipologia	PM2.5 media annuale [µg/m³]	Media annua di PM.25 registrata dalla centralina [µg/m³]	PM2.5 media annuale [µg/m³]	Valore limite di QA [µg/m³]
R1	Abitazione	0.33	13	13.33	25
R2	Abitazione	0.42		13.42	
R3	Abitazione	0.24		13.24	
R4	Abitazione	0.04		13.04	

**Conclusioni**

Alla luce dei risultati sopra riportati, considerando che gli scenari individuati sono rappresentativi della condizione più critica in fase di costruzione, **le interferenze prodotte dalle attività di cantiere sulla componente atmosfera, possono ritenersi poco significative** in quanto non si hanno superamenti dei limiti normativi sia in termini di PM<sub>10</sub> che di PM<sub>2.5</sub> che di NO<sub>2</sub>.

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.

**Best practice per il cantiere**

Durante lo svolgimento delle attività di cantiere si prevedono alcune best practice finalizzate ad abbattere la dispersione di polveri nell’atmosfera, nonché a ridurre le emissioni generate dai mezzi di cantiere.

Vengono di seguito individuate, quindi, diverse Best Practices da adottare:

- bagnatura delle terre scavate e del materiale polverulento durante l’esecuzione delle lavorazioni: l’applicazione di specifici nebulizzatori e/o la bagnatura (anche tramite autobotti) permetterà di abbattere l’aerodispersione delle terre conseguente alla loro movimentazione. Questa misura sarà da applicare prevalentemente nei mesi aridi e nelle stagioni in cui si hanno le condizioni di maggior vento;
- copertura e/o bagnatura di cumuli di materiale terroso stoccati: nel caso fosse necessario stoccare temporaneamente le terre scavate in prossimità dell’area di cantiere si procederà alla bagnatura dei cumuli o in alternativa alla copertura degli stessi per mezzo di apposite telonature mobili in grado di proteggere il cumulo dall’effetto erosivo del vento e limitarne la conseguente dispersione di polveri in atmosfera; dovrà essere predisposto un Piano di bagnatura dei cumuli qualora questi debbano permanere all’interno delle aree di cantiere per più di una giornata;
- copertura degli autocarri durante il trasporto del materiale: l’applicazione di appositi teloni di copertura degli automezzi durante l’allontanamento e/o l’approvvigionamento di materiale polverulento permetterà il contenimento della dispersione di polveri in atmosfera;
- limitazione della velocità di scarico del materiale: al fine di evitare lo spargimento di polveri, nella fase di scarico del materiale, quest’ultimo verrà depositato gradualmente modulando l’altezza del cassone e mantenendo la più bassa altezza di caduta;
- bagnatura delle ruote dei mezzi di lavoro in uscita dalle aree di cantiere;

- limitazione delle velocità di transito dei mezzi di cantiere su piste non pavimentate.

### 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.

Tabella 3.10: Correlazione Azioni di progetto – fattori causali – impatti potenziali

DIMENSIONE COSTRUTTIVA			
Azioni di progetto		Fattori causali	Impatti Potenziali
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

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

Si evidenzia che le aree di cantiere oggetto di studio presentano una distanza minima con il reticolo idrografico superficiale, costituito da una rete di fossi e corsi d’acqua di diversa natura e dimensione che confluiscono nel Fiume Nera. Il Fiume nera presenta una distanza minima con le opere di progetto e con le aree di cantiere.

### ***Impianto di trattamento delle acque***

La gran parte delle acque reflue da trattare saranno caratterizzate soprattutto da solidi sospesi contenuti nelle acque prodotte dai manufatti di lavaggio ruote, da dilavamento dei piazzali dei cantieri e dalle attività di avanzamento delle lavorazioni.

Oltre ai solidi sospesi, nelle acque reflue saranno presenti olii ed idrocarburi in tracce, non quantificabili, dato il movimento dei mezzi all'interno dell'area di cantiere.

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

### ***Acque meteoriche e di dilavamento***

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

### ***Lavaggio ruote***

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

### ***Lavaggio betoniere e mezzi di cantiere***

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

### ***Scarichi civili***

In merito alla gestione degli scarichi civili provenienti dai cantieri, nelle successive fasi di progettazione dovrà essere valutata la possibilità di allaccio alla rete fognaria pubblica.

In caso contrario si prevedrà, nei cantieri ove è stata prevista l'ubicazione di apprestamenti dotati di servizi igienico-sanitari, dei sistemi di trattamento dei reflui. Occorrerà quindi prevedere un impianto con trattamento primario dei reflui (tipo fossa Imhoff) e trattamento secondario tramite depuratore biologico. A valle dell'impianto, dopo opportuni campionamenti ed analisi per la verifica dei limiti degli inquinanti, si potrà procedere allo scarico nei corpi idrici recettori o alla dispersione nel suolo con i metodi decritti.

## **3.2.3 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 di livello medio**, in quanto dall'analisi dei singoli parametri può essere considerato:

- vasto in termini di "portata" dell'impatto, poiché le modifiche sulle caratteristiche qualitative delle acque interessano i bacini afferenti all'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 medio 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 di livello medio**.

Durante l'esecuzione delle opere, le attività di perforazione e scavo saranno realizzate mediante l'utilizzo di fango stabilizzante a biopolimeri in luogo di fanghi bentonitici o polimerici. In tal modo si previene la compromissione della falda legata questi ultimi.

Si provvederà inoltre all'inserimento di sedimentatori per l'abbattimento dei solidi sospesi e di manufatti disoleatori per la componente leggera non miscibile.

L'impatto sulla qualità dei suoli e l'interferenza con le falde saranno minimizzati prevedendo il trattamento delle acque di dilavamento delle aree di cantiere. Inoltre, per le medesime acque di dilavamento dovrà essere previsto il collettamento ed il rilascio diretto a ricettore, evitando sempre lo scarico al suolo e prevenendo l'attivarsi di processi erosivi.

Inoltre, 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. A tal proposito 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.

### 3.3 TERRITORIO E SUOLO

#### 3.3.1 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.

**Studio di Impatto Ambientale Parte 5 – Gli impatti della cantierizzazione**

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.

DIMENSIONE COSTRUTTIVA			
Azioni di progetto		Fattori causali	Impatti Potenziali
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 dell'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	Sversamenti accidentali	Movimentazione rifiuti
		Produzione di terre e di rifiuti inerti	

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**.

### 3.3.2 Analisi delle potenziali interferenze in fase di cantiere

#### Modifica temporanea dell'uso del suolo

Per lo sviluppo delle attività lavorative sono state individuate un numero di aree di cantiere proporzionale alla lunghezza del tracciato e di conseguenza alla quantità di opere da realizzare per la costruzione dell'infrastruttura.

In particolare, sono previsti i seguenti cantieri:

LATO	NOME	PK	COMUNE	SUPERFICIE (mq)	DESCRIZIONE
Valle	AT 1	0+225	Vallo di Nera	200	Area Tecnica 1
Valle	AO 1	0+240	Vallo di Nera	200	Cantiere Operativo 1
Valle	AT 2	0+880	Vallo di Nera	655	Area Tecnica 2
Valle	AT 3	0+975	Vallo di Nera	200	Area Tecnica 3
Valle	AT 4	1+425	Ceretto di Spoleto	200	Area Tecnica 4
Valle	AT 5	1+680	Ceretto di Spoleto	300	Area Tecnica 5
Valle	AO 2	1+700	Ceretto di Spoleto	300	Cantiere Operativo 2
Valle	AT 6	1+850	Ceretto di Spoleto	180	Area Tecnica 6
Monte	AT 7	2+350	Ceretto di Spoleto	160	Area Tecnica 7
Valle	AT 8	2+560	Ceretto di Spoleto	260	Area Tecnica 8
Valle	AO 3	2+750	Ceretto di Spoleto	260	Cantiere Operativo 3
Valle	AT 9	2+850	Ceretto di Spoleto	80	Area Tecnica 9
Valle	AT 10	3+040	Ceretto di Spoleto	40	Area Tecnica 10
Monte	AT 11	3+240	Ceretto di Spoleto	95	Area Tecnica 11
Valle	AT 12	3+975	Ceretto di Spoleto	500	Area Tecnica 12

Per maggiori dettagli circa l'ubicazione di tali aree, si rimanda agli elaborati specifici T00-CA01-CAN-PP01 - T00-CA01-CAN-PP02 "Planimetria aree di cantiere e viabilità di servizio – Alternativa selezionata".

Per far fronte alla gestione del materiale di **scavo e demolizione della piattaforma stradale esistente e delle opere a margine**, sono state considerate delle aree dedicate, ubicate il più vicino possibile alle aree di scavo o in prossimità dei cantieri operativi. In tal modo sarà possibile gestire tali materiali internamente al cantiere, incidendo meno sulle viabilità locali principali durante tutte le fasi del lavoro.

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 ad operazione di **scotico**.

**Considerato ciò che è stato descritto precedentemente e che lo sviluppo del tracciato segue, in parte, il tracciato esistente e, in parte, si svilupperà in galleria, si ritiene di poter definire il relativo impatto di livello moderato.**

Importante sottolineare che alcune aree di cantiere si collocano all' interno e/o lambiscono il sito di Rete Natura 2000 "Valnerina IT5210046"

#### ***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***

Per lo smaltimento del materiale in esubero, nell'area sono presenti alcuni impianti utili allo smaltimento del materiale derivante dagli scavi in terre e rocce in qualità di rifiuto (CER 17.05.04).

I dati sono stati reperiti prevalentemente attraverso la consultazione del Catasto Rifiuti della Regione Umbria consultabile online nel Sito di ARPA Umbria e riguardano i seguenti impianti:

- Cava di Poreta (ID 51164) in loc. Poreta, comune di Spoleto, distante circa 16Km dall'opera in progetto con una quantità pari a 18.000 t/anno;
- Cava di Manciano in loc. Manciano, comune di Trevi, distante circa 30Km dall'opera in progetto con una quantità pari a 150.000 t/anno;
- Cava di Collepezzo in loc. Collepezzo, comune di Giano dell'Umbria, distante circa 41Km dall'opera in progetto con una quantità pari a 34.500 t/anno;
- Cava di Maratta Bassa in loc. Marrata Bassa, comune di Terni, distante circa 46Km dall'opera in progetto con una quantità pari a 432.000 t/anno.

Per lo smaltimento del materiale in esubero, nell'area sono presenti alcuni impianti utili allo smaltimento del materiale derivante dagli scavi in terre e rocce in qualità di sottoprodotto.

Tali aree comprendono sia cave in esercizio, che possono essere, al termine o nel corso dell'attività estrattiva e compatibilmente con le fasi produttive, rimodellate con l'apporto delle terre o rocce di scavo, sia cave inattive, per le quali il riempimento ricondurrà a condizioni morfologiche, propedeutiche al recupero ambientale e paesaggistico previsto per le stesse.

- Cava di Poreta (ID 51164) in loc. Poreta, comune di Spoleto, distante circa 16Km dall'opera in progetto con un volume di riambientamento pari a 300.000mc;

- Cava di Serravalle in loc. Serravalle, comune di Norcia, distante circa 24Km dall'opera in progetto con un volume di riambientamento pari a 132.000mc;
- Cava di Moano (ID 18486) in loc. Moano, comune di Foligno, distante circa 28Km dall'opera in progetto con un volume di riambientamento pari a 110.000mc.

Per lo smaltimento del materiale da demolizione dei manufatti esistenti, proveniente dalla demolizione dei muri esistenti e dei manufatti idraulici, nell'area sono presenti i seguenti impianti per il recupero di tale materiale (CER 17.01.07):

- Edilcave srl in loc. Molinaccio, comune di Orvieto, distante circa 34Km dall'opera in progetto con una quantità pari a 49.500 t/anno;
- Gruppo Biagioli in loc. Molinaccio, comune di Orvieto, distante circa 34Km dall'opera in progetto con una quantità pari a 360.000 t/anno e in grado di eseguire anche dei pretrattamenti (eliminazione metalli, triturazione e vagliatura).

Infine, per lo smaltimento del materiale da demolizione della pavimentazione stradale esistente, proveniente dalla demolizione della piattaforma della S.S. 685, nell'area sono presenti i seguenti impianti per il recupero di tale materiale (CER 17.03.02):

- Ecocave srl in loc. San Martino in Campo, Perugia, distante circa 70Km dall'opera in progetto con una quantità pari a 783.258 t/anno e in grado di eseguire anche dei pretrattamenti (triturazione e vagliatura).

Per maggiori dettagli si rimanda all'elaborato "T00-GE02-GEO-RE01 - Relazione gestione materie" e per i particolari sull'ubicazione delle cave e i possibili percorsi consultare la tavola "T00-GE02-GEO-CD01 – Corografia ubicazione cave e discariche".

Si precisa che l'elenco è da ritenersi non esaustivo e non vincolante, ma è stato redatto esclusivamente nell'ottica di verificare se sul territorio sia disponibile una quantità di materiale sufficiente alla realizzazione delle opere in progetto. Qualora si prevedano tempi lunghi per l'esecuzione dei lavori, prima dell'apertura del cantiere stesso in ogni caso sarà necessario verificare l'effettiva disponibilità dei quantitativi e dei siti prescelti.

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

### **Consumo di risorse non rinnovabili**

I volumi complessivi dei movimenti terra relativamente l'alternativa 3 ammontano a **111.180 mc**, nei quali è possibile suddividere il volume dei materiali di risulta prodotti dallo scavo in roccia delle pareti chiodate e quelli appartenenti ai materiali ottenuti dagli scavi della galleria naturale, così ripartiti:

- **98.510 mc** da scavi all'aperto;
- **12.670 mc** da scavi in materiali di altra natura

Per quanto riguarda i fabbisogni dei materiali necessari per i rilevati, è stato calcolato un volume totale necessario di **16.981 mc**, a cui vanno sommati **5.693 mc** da utilizzarsi per la formazione della fondazione stradale.

In base alle caratteristiche geologiche e geotecniche dei terreni attraversati, si ritiene che il fabbisogno di materiali per rilevati possa essere coperto totalmente dai materiali provenienti dagli scavi, in modo da movimentare un minor quantitativo di materiale da cava.

In termini di **materiali movimentati**, l'esecuzione dell'alternativa 3 è stimata complessivamente in:

- produzione di circa **111.180 mc di scavi**;
- fabbisogno di **22.674 mc** di materiale per rilevati e fondazione del corpo stradale.

I volumi complessivi dei movimenti terra sono riportati nella seguente tabella in m<sup>3</sup>:

Scavi	98.510 mc
Scavi galleria	12.670 mc
Fabbisogni per i rilevati	16.981 mc
Scavi rivalorizzati utili per rilevati (100% proveniente dagli scavi)	16.981 mc
Scavi rivalorizzati utili per strato di fondazione (100% proveniente dagli scavi)	9.791 mc
Materiale da rilevato da approvvigionare da cava	0 mc
Materiale da conferire a discarica (in banco)	84.408 mc
Materiale da conferire a discarica (smosso)	94.537 mc

La valutazione dei volumi complessivi di scavo è stata condotta tenendo conto delle variazioni di volume conseguenti allo scavo, nel passaggio tra volumi in banco e allo stato smosso (\*1,12).

L'alternativa scelta prevede quindi un esubero di materiale da conferire a discarica pari a 94.537 mc, a fronte di un approvvigionamento di materiale da rilevato e per la fondazione stradale pari a 0 mc, in quanto totalmente coperto dal materiale valorizzabile proveniente dagli scavi.

Inoltre, tale alternativa necessita di un fabbisogno di calcestruzzo così suddiviso:

- **11.036 mc** di cls per le opere d'arte all'aperto (muri, paratie, ecc.);
- **4.136 mc** di cls per la galleria.

### 3.3.3 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 dalla 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.

Con riferimento alla quantità di materiali di scavo (terre e rocce da scavo, materiali provenienti dalla demolizione delle opere d'arte esistenti e dalla demolizione della piattaforma stradale) sono state individuate le aree destinate al deposito definitivo:

- Quattro discariche per il materiale derivante dagli scavi in terre e rocce in qualità di rifiuto (CER 17.05.04).
- Tre discariche per il materiale derivante dagli scavi in terre e rocce in qualità di sottoprodotto.
- Due impianti di recupero del materiale da demolizione dei manufatti esistenti (CER 17.01.07).
- Un impianto di recupero del materiale da demolizione della pavimentazione stradale esistente (CER 17.03.02).

L'impatto sulla qualità dei suoli e l'interferenza con le falde saranno minimizzati prevedendo il trattamento delle acque di dilavamento delle aree di cantiere. Inoltre, per le medesime acque di dilavamento dovrà essere previsto il collettamento ed il rilascio diretto a ricettore, evitando sempre lo scarico al suolo e prevenendo l'attivarsi di processi erosivi.

### 3.4 BIODIVERSITÀ

#### 3.4.1 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 due dimensioni in cui è stata distinta l'opera (fisica ed operativa) sono stati individuati, per il presente documento, i fattori causali dell'impatto e conseguentemente gli impatti.

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

Tabella 3.11: Catena Azioni di progetto – fattori causali – impatti potenziali

DIMENSIONE COSTRUTTIVA			
Azioni di progetto		Fattori casuali	Impatti Potenziali
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

AC.5	Esecuzione fondazioni	Abbattimento specie arboreo arbustive	Possibile perdita di specie arboree arbustive per la realizzazione delle fondazioni delle pile
------	-----------------------	---------------------------------------	--

Nei paragrafi successivi verranno analizzati gli aspetti qualitativi e la criticità degli impatti potenziali individuali, delle componenti naturalistiche (flora e fauna). In particolare, 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 ecosistemica;
- L'incidenza sulle componenti naturalistiche degli sversamenti accidentali dei mezzi di cantiere 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.

Per dimensione fisica è stata valutata la presenza di nuove aree pavimentate e di nuove opere d'arte che impediscono la mobilità e gli spostamenti della fauna, in considerazione sia del contesto ambientale in cui si inquadra l'opera sia degli attraversamenti previsti dal progetto che permettono la permeabilità del nuovo corpo stradale anche per la fauna.

Per la dimensione operativa, invece, sono state valutate:

- il rischio di investimento della fauna per l'attraversamento del nuovo corpo stradale, in considerazione;
- delle misure preventive adottate in fase progettuale, quale la recinzione anti-attraversamento lungo tutto il corpo stradale;
- il disturbo della fauna e il conseguente allontanamento della stessa dalla fonte di disturbo in funzione dei livelli acustici raggiunti per l'incremento del traffico stradale, in considerazione sia della presenza di biocenosi sensibili sia della tipologia di specie faunistiche che popolano l'area;
- la modifica dell'equilibrio ecosistemico dovuta all'inquinamento delle componenti ambientali, quali suolo e acque e, di conseguenza, delle componenti naturalistiche presenti nell'area in esame, per la confluenza e dispersione delle acque di dilavamento del nuovo corpo stradale, in funzione della gestione delle acque di piattaforma prevista dal progetto.

In conclusione, queste analisi hanno portato ad ottenere una stima qualitativa dell'impatto potenziale e alla definizione della significatività dell'impatto generato dall'opera, nella sua totalità, sulla componente "Biodiversità".

### 3.4.2 Analisi delle potenziali interferenze in fase di cantiere

#### *Modifica della connettività ecologica e potenziale effetto barriera per la fauna*

L'opera in esame, riguardate la modifica dello "shape" stradale con l'allargamento della stessa, la realizzazione di una galleria e la messa in sicurezza dell'opera esistente, rispetto allo stato attuale, potrebbe determinare l'aumento della superficie dell'eventuale attraversamento nei confronti degli spostamenti

delle specie faunistiche presenti nell'area, soprattutto per le specie più sensibili quali di dimensioni più piccole e lente (micromammiferi, anfibi, invertebrati), in quanto andrà ad occupare superfici di habitat e quindi risulterà più ampia da superare. Si sottolinea comunque che il tracciato si attesta per quasi tutta la sua totalità su tracciato esistente. Nei tratti in adeguamento, dunque, la fauna presente è già "abituata" al disturbo antropico.

Considerato il contesto ambientale in cui si inquadra l'opera, caratterizzato prevalentemente da matrice montana, con dominanza di boschi a prevalenza di *Quercus ilex* (Leccio), *Ostrya carpinifolia* (Carpino nero), *Salix alba* (Salice bianco) e *Quercus pubescent* (Roverella), la presenza dell'infrastruttura potrebbe causare una frammentazione dell'area boschiva ed interferire sul passaggio della fauna da una parte all'altra della strada.

In riferimento al primo caso, si ritiene che l'impatto sia contenuto in considerazione della presenza diffusa delle tipologie di popolamento forestale rappresentate in tutta l'area in esame. In riferimento alla fauna, invece, l'impatto è anche qui mediamente contenuto in considerazione delle opere di attraversamento (scatolari e tombini) previste in ammodernamento del da progetto.

L'infrastruttura stradale costeggia il Fiume Nera, il deflusso delle acque, come già descritto alla componente "ambiente idrico", non viene interferito dal progetto in quanto sono previste opere di scavalco come ponti/viadotti.

In conclusione, visto quanto appena enunciato, si ritiene che l'impatto sulla fauna dovuto alla modifica della connettività ecologica, alla frammentazione del territorio e all'effetto barriera, è da considerarsi alta e significativa. Per quanto detto, sarebbe opportuno inserire delle barriere anti – attraversamento fauna nei tratti in rilevato.

### **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 del sito Natura 2000 Valnerina**.

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 dell'ammodernamento del 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** dall'ammodernamento della infrastruttura stradale, le informazioni sono state desunte dall'uso del suolo Corine Land Cover (2018) e state integrate con quelle fornite dalle interpretazioni delle foto satellitari 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 "*Uso del suolo matrice naturale e Uso del suolo matrice agricola*" a cui si rimanda.

Le tipologie sottratte sono comunque rappresentate in maniera diffusa in tutta l'area in esame e in prossimità del tracciato stradale in progetto, consentendo di ritenere che la perdita di alcuni lembi a

matrice montana non sia significativa nei termini complessivi ma solo locali, rappresentando piuttosto una problematica da esaminare successivamente nei termini di connettività del territorio.

Alcuni tratti di tracciato interferiscono con l'“Valnerina” IT5210046 con habitat comunitari quali:

- Habitat 3260 Fiumi delle pianure e montani con vegetazione del *Ranunculon fluitantis* e *Callitricho-Batrachion*;
- Habitat 5110 Formazioni stabili xerotermofile a *Buxus sempervirens* sui pendii rocciosi *Berberidion* p.p.);
- Habitat 6430 Bordure planiziali, montane e alpine di megaforbie idrofile;
- Habitat 6510 Praterie magre da fieno a bassa altitudine (*Alopecurus pratensis*, *Sanguisorba officinalis*);
- Habitat 91E0\* Foreste alluvionali di *Alnus glutinosa* e *Fraxinus excelsior* (*Alno-Padion*, *Alnion incanae*, *Salicion albae*);
- Habitat 92A0 Foreste a galleria di *Salix alba* e *Populus alba*;
- Habitat 9340 Foreste di *Quercus ilex* e *Quercus rotundifolia*.

Nella maggior parte dei tratti di interferenza con gli habitat comunitari il tracciato si sviluppa in adeguamento alla viabilità esistente e/o gli interventi in progetto rientrano nell'ammodernamento e messa in sicurezza dello stesso.

Tali habitat risultano quindi già interferiti dall'attività antropica e l'impatto può dunque ritenersi mediamente significativo. Per quanto concerne le aree di cantiere, molti intercettano in modo diretto gli habitat del sito natura Valnerina.

Gli impatti sugli habitat dei siti Natura 2000, oggetto di specifico elaborato progettuale “*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: l'Habitat 92A0 Foreste a galleria di *Salix alba* e *Populus alba* e 9340 Habitat 9340 Foreste di *Quercus ilex* e *Quercus rotundifolia*.

La tabella che segue mette in evidenza che gli interventi proposti determinano una superficie di habitat di interesse comunitario interessata dagli interventi di circa 12%; tutti categorizzati come disturbi temporanei.

Area di cantiere	Sito Natura 2000 interessato	Superficie totale occupata del sito natura 2000(mq)
Area di stoccaggio 5	IT 5210046 Valnerina	206.85
Area di tecnica 7	IT 5210046 Valnerina	126.62
Area di stoccaggio 6	IT 5210046 Valnerina	142.31
Area di tecnica 8	IT 5210046 Valnerina	208.79
Area cantiere operativa 3	IT 5210046 Valnerina	49.19

<b>Area di tecnica 9</b>	IT 5210046 Valnerina	32
<b>Area di stoccaggio 7</b>	IT 5210046 Valnerina	32

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 mediamente contenuto dalle mitigazioni progettate**.

Non si segnalano infine interferenze con aree importanti per la componente "Territorio e patrimonio agroalimentare". A titolo cautelativo, si rimanda comunque alla successiva fase di progettazione la verifica di quanto appena enunciato.

#### ***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 **idonei 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 mediamente 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 mediamente alta e significativa.**

### 3.4.3 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:

- **Media** 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;
- **Coco 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 media**, 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;
- **Media** 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 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’adeguamento e la messa in sicurezza del 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 innaffiamento 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 mediamente 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 PM<sub>10</sub> che di PM<sub>2.5</sub> che di NO<sub>2</sub>.

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 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.

### 3.5 RUMORE

#### 3.5.1 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:

Per maggiori dettagli si rimanda allo Studio acustico e agli elaborati specifici.

Tabella 3.12: Correlazione Azioni di progetto – fattori causali – impatti potenziali

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

#### 3.5.2 Analisi delle potenziali interferenze in fase di cantiere

Per quanto riguarda lo studio acustico finalizzato alla verifica della potenziale interferenza sul clima acustico indotto dalle attività di cantiere per la realizzazione delle opere previste nell'ambito del progetto

oggetto di studio, è stata sviluppata anche in questo caso una modellazione acustica previsionale in SoundPlan 8.2. Lo scenario di cantiere considerato nello studio acustico si riferisce ad una condizione potenzialmente più critica data dalla sovrapposizione di più attività anche se non contemporanee fisicamente e/o temporalmente.

La prima fase consiste nel definire le variabili che influenzano lo scenario – che nel caso in esame sono le variabili che influenzano il modello di simulazione – e simulare una gamma di scenari possibili. Una volta simulati gli scenari è possibile fare riferimento ad uno o più situazioni, ritenute maggiormente critiche, nella fase realizzativa di riferimento. Nel caso in esame le variabili analizzate sono di tipo orografico, antropico e progettuali. Le prime possono essere tuttavia considerate invariante rispetto agli n scenari in quanto le aree di cantiere sono situate sullo stesso territorio qualunque sia lo scenario considerato. I parametri antropici altresì variano nelle diverse fasi. Le variabili progettuali invece sono funzione delle differenti attività lavorative, e quindi dei mezzi di cantiere, con particolare riferimento alla tipologia e alla contemporaneità spaziale e temporale. Volendo simulare lo scenario più critico dal punto di vista acustico si definiscono le attività maggiormente impattanti all’interno di un singolo cantiere assumendo che esse si svolgano per tutta la durata del cantiere stesso. Tale ipotesi, risulta molto conservativa, e permette di avere elevati margini di sicurezza. La scelta di utilizzare tale metodologia di lavoro permette di poter assumere in maniera analoga il rispetto dei limiti normativi per tutti gli scenari differenti dal peggiore, scenari nei quali, il margine di sicurezza risulta ancora maggiore, una volta verificato il rispetto di tutti i limiti normativi per quello che viene definito il “Worst-Case Scenario”.

La modellazione acustica all’interno di SoundPlan prevede la schematizzazione delle diverse sorgenti come areali. Ciascuna sorgente è caratterizzata da un livello di potenza sonora e spettro emissivo desunti dalla bibliografia di riferimento e di seguito riportata per ciascun scenario.

In particolare, alla luce di quanto analizzato dagli elaborati progettuali della cantierizzazione, lo scenario individuato riguarda: le aree di cantiere fisso (dedicate alle aree tecniche, al cantiere base e alle aree di stoccaggio).

Entrando nello specifico, sono stati individuati due scenari di simulazione considerati rappresentativi delle condizioni più gravose dal punto di vista acustico e relativi alle lavorazioni presso le aree tecniche dedicate alla realizzazione dei muri di controripa.

In riferimento ad entrambi gli scenari operativi, per quanto riguarda l’orario di lavoro, si assume una operatività di un turno lavorativo pari a 8 ore, sia per i cantieri fissi che mobili, nel solo periodo diurno nell’arco temporale tra le 6:00 – 22:00, con un’ora di pausa complessiva per ciascun turno di lavoro.

Per gli scenari di simulazione identificati sono state considerate le lavorazioni elementari ritenute più rilevanti in termini acustici. Per ogni lavorazione è stato individuato il numero, la tipologia di macchinari presenti con la rispettiva percentuale di impiego in un’ora e il livello di potenza sonora.

Le sorgenti emmissive 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 e con frequenza centrale pari a 500 Hz.

Oltre alle sorgenti acustiche inserite nel modello di simulazione come sopradescritto, è stata considerata l’orografia del territorio secondo l’assetto naturale ed antropico dell’area di studio. La modellazione tiene conto, pertanto, anche dell’attuale assetto infrastrutturale e della presenza degli edifici secondo quanto già sviluppato per lo studio relativo allo scenario di esercizio.

Infine, per quanto concerne il traffico di cantiere, esso è stato stimato a partire dal bilancio dei materiali e del cronoprogramma lavori ipotizzando una capacità di un autocarro pari a 16 metri cubi. Tale stima è stata quantificata in circa 5 veicoli/ora bidirezionali, dato questo ritenuto poco significativo e trascurabile per le simulazioni acustiche.

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

I risultati della modellazione acustica hanno messo in evidenza alcuni superamenti dei limiti acustici che hanno reso necessario ricorrere ad opere di mitigazione acustiche quali barriere acustiche fonoassorbenti. All'interno del modello di calcolo, le barriere antirumore di tipo mobile sono state computate con un'altezza di 3 m e posizionate lungo la recinzione delle aree di lavorazioni maggiormente impattanti.

In tabella 3.13 si riportano le principali caratteristiche dimensionali e la localizzazione delle barriere antirumore.

Tabella 3.13: Dimensionamento barriere acustiche di cantiere

Barriera	Area di cantiere	H [m]	L [m]
BA_01	AT.3	3	35
BA_02	AT.12	3	105

L'adozione delle barriere ha permesso di ridurre considerevolmente il contributo acustico in facciata.

Anche in questo caso, è previsto nel Piano di Monitoraggio Ambientale, la verifica dei livelli acustici in corrispondenza di due postazioni di monitoraggio, poste in prossimità dei ricettori R\_02.

Tali misure permetteranno di verificare l'effettivo contributo emissivo ed eventuali condizioni di criticità dei livelli di rumore sul territorio e, più nello specifico, sui ricettori più prossimi.

Ad ogni modo, in fase di esecuzione delle opere in progetto si prevede l'adozione delle seguenti misure per la salvaguardia del clima acustico:

- scelta idonea 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'uso di gruppi elettrogeni e compressori insonorizzati di recente fabbricazione.
- manutenzione dei mezzi e delle attrezzature, nell'ambito delle quali provvedere:
  - alla sostituzione dei pezzi usurati;
  - al controllo ed al serraggio delle giunzioni, ecc.
- corrette modalità operative e di predisposizione del cantiere, quali ad esempio:
  - l'orientamento degli impianti che hanno una emissione direzionale (quali i ventilatori) 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'installazione di barriere acustiche provvisorie ove necessario;
  - l'imposizione all'operatore di evitare comportamenti inutilmente rumorosi e l'uso eccessivo degli avvisatori acustici, sostituendoli ove possibile con quelli luminosi;
  - la limitazione, allo stretto necessario, delle attività più rumorose nelle prime/ultime ore del pe-periodo di riferimento diurno indicato dalla normativa (vale a dire tra le ore 6 e le ore 8 e tra le 20 e le 22).

### 3.6 VIBRAZIONI

#### 3.6.1 Selezione dei temi di approfondimento

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 3.14: Correlazione Azioni di progetto – fattori causali – impatti potenziali

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

In via generale la caratterizzazione delle emissioni di vibrazioni da parte di mezzi operativi non è soggetta alle stringenti normative e disposizioni legislative che normano invece l’emissione del rumore. Pertanto, non si ha una caratterizzazione dell’emissione in condizioni standardizzate, ed una garanzia del costruttore 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 si è potuto operare per il rumore.

L’individuazione degli scenari di riferimento, assunti ai fini della stima degli effetti potenziali indotti dalle attività di cantierizzazione in termini di emissioni vibrazionali, è stata operata in funzione dei fattori di specificità propri dell’agente fisico in esame.

In tal senso, l’analisi è stata effettuata relativamente alle lavorazioni più critiche sotto il punto di vista vibrazionale e dall’effettiva presenza di ricettori nell’intorno dalle attività di cantiere a maggior emissione vibrazionale.

Si tiene a precisare come, seppur in termini assoluti la lavorazione più critica può essere attribuita allo scavo in galleria, stante l’assenza di ricettori nell’intorno dei 50 metri, si è ritenuto trascurabile il potenziale impatto.

Lo scenario di riferimento selezionato per le successive analisi fa riferimento alle attività previste nell’area di lavoro AT.12, area di supporto per la realizzazione di paratie di micropali e fondazioni su pali, in cui si evidenzia la presenza di un ricettore residenziale a distanza di circa 40 metri.

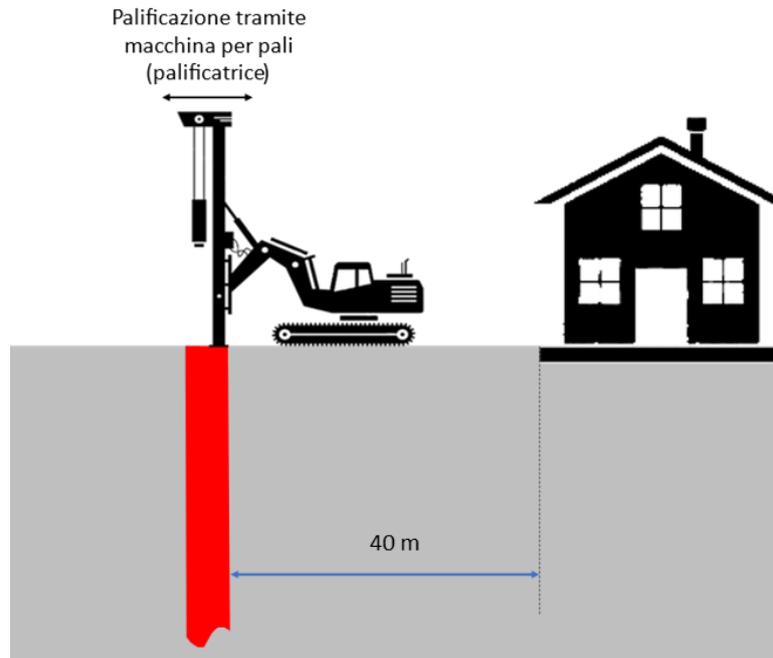


Figura 3.2: Scenario 1 – Schematizzazione delle lavorazioni di palificazione

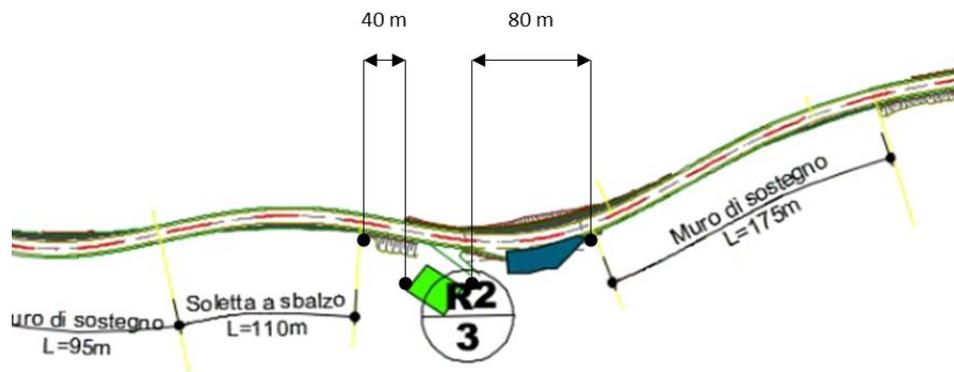


Figura 3.3 Distanza ricettore - attività potenzialmente impattanti

### 3.6.2 Analisi delle potenziali interferenze in fase di cantiere

#### 3.6.2.1 Modelli di calcolo

Il modello di propagazione impiegato, valido per tutti i tipi di onde, si basa sull'equazione di Bornitz<sup>1</sup> che tiene conto dei diversi meccanismi di attenuazione a cui l'onda vibrazionale è sottoposta durante la propagazione nel suolo.

<sup>1</sup> Richart Jr. FE, Hall Jr. JR, Woods RD. Vibrations of soils and foundations. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1970

$$w_2 = w_1 \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^n e^{-a(r_2-r_1)}$$

dove  $w_1$  e  $w_2$  sono le ampiezze della vibrazione alle distanze  $r_1$  e  $r_2$  dalla sorgente,  $n$  è il coefficiente di attenuazione geometrica e dipende dal tipo di onda e di sorgente,  $a$  è il coefficiente di attenuazione del materiale e dipende dal tipo di terreno. Il primo termine dell'equazione esprime l'attenuazione geometrica del terreno. Il primo termine dell'equazione esprime l'attenuazione geometrica del terreno. Questa, oltre ad essere funzione della distanza, dipende dalla localizzazione e tipo di sorgente (lineare o puntuale, in superficie o in profondità) e dal tipo di onda vibrazionale (di volume o di superficie). Il valore del coefficiente  $n$  per gli scenari esaminati vale 1.

Il secondo termine dell'equazione fa riferimento invece all'attenuazione dovuta all'assorbimento del terreno indotto dai fenomeni di dissipazione di energia meccanica in calore. Il coefficiente di attenuazione  $a$  è esprimibile secondo la seguente formula:

$$a = \frac{2\pi f \eta}{c}$$

dove  $f$  è la frequenza in Hz,  $c$  è la velocità di propagazione dell'onda in m/s e  $\eta$  il fattore di perdita del terreno. Questi dipendono dalle caratteristiche del terreno e i loro valori sono stati determinati dalla letteratura in ragione della natura del terreno.

Per lo scenario considerato, di seguito i valori assunti per la determinazione del coefficiente di attenuazione  $a$ :

- $\eta = 0,05$  (fattore di perdita);
- $c = 1400$  m/s (velocità di propagazione).

Utilizzando tale metodologia, nota l'emissione vibrazionale del macchinario e la distanza tra ricettore-sorgente è possibile calcolare l'entità della vibrazione in termini accelerometrici in corrispondenza del potenziale edificio interferito.

Per quanto riguarda i valori di emissione, si è fatto riferimento a dati sperimentali desunti in letteratura.

### 3.6.2.2 Caratterizzazione dello scenario di simulazione

Posto che le attività individuate nello scenario riportato sono relative alle lavorazioni, svolte all'interno delle aree tecniche e di lavoro, finalizzate alla realizzazione delle opere su pali, il quadro dei mezzi di cantiere previsti all'interno delle aree sopraindicate e la relativa percentuale di utilizzo sono state assunte nei termini indicati in Tabella 3.15.

Si precisa inoltre che per tutte le lavorazioni concernenti palificazioni, è stata considerata la fase di palificazione tramite macchina per pali.

Tabella 3.15: Mezzi di cantiere scenari di simulazione

<i>Attività</i>	<i>Mezzi di cantiere</i>	<i>N° mezzi</i>	<i>% effettiva di impiego</i>
<b>Palificazione</b>	Macchina per pali	1	100%

Per quanto concerne l'articolazione temporale delle lavorazioni ai fini cautelativi, si è ipotizzato che le attività di trivellazione avvengano per otto ore consecutive nel periodo diurno.

**Studio di Impatto Ambientale Parte 5 – Gli impatti della cantierizzazione**

Per la caratterizzazione emissiva della sorgente relativa alla realizzazione dei pali tramite palificatrice si è fatto riferimento ai dati sperimentali desunti in letteratura e riferiti ad un rilievo ad una distanza di 5 m dalla sorgente.

Tabella 3.16: Spettro emissivo assunto per la caratterizzazione emissiva vibrazionale della palificatrice calcolata a 5 m dalla sorgente

<i>Frequenza (Hz)</i>	<i>Palificatrice (mm/s<sup>2</sup>)</i>
1	1,6
1,25	1,6
1,6	1,6
2	1,6
2,5	1,6
3,15	1,5
4	17,2
5	17,2
6,3	16,6
8	16
10	23,2
12,5	13,3
16	3
20	3,1
25	3,7
31,5	3,9
40	22,4
50	28
63	111
80	52,7

Attraverso la metodologia individuata, opportunamente tarata in funzione della localizzazione della sorgente e del terreno caratterizzante l'ambito di studio specifico, ed utilizzando la curva di ponderazione  $w_m$  secondo quanto previsto dalla normativa UNI 9614, è stato calcolato il livello di accelerazione massimo delle vibrazioni immesse nell'edificio dalla specifica sorgente oggetto di indagine in dB, a diverse distanze dal fronte di lavorazione.

Tabella 3.17: Livelli delle accelerazioni massime in dB in funzione della distanza dalla sorgente emissiva per la palificatrice

<i>Distanza</i>	<i>5 m</i>	<i>10 m</i>	<i>20 m</i>	<i>30 m</i>	<i>40 m</i>	<i>50 m</i>	<i>75 m</i>	<i>100 m</i>
<b>Lw,max</b>	89,4	83,2	77,0	73,2	70,5	68,4	64,5	61,6

### 3.6.3 Risultati delle analisi

Le analisi condotte le cui risultanze sono riportate in Tabella, mostrano come il potenziale effetto indotto dalle lavorazioni avviene ad una distanza massima dall'area di lavorazione pari a 20 metri e come oltre tale distanza le onde vibrazionali tendano progressivamente ad attenuarsi fino a risultare del tutto trascurabili.

Per il caso in esame l'unico ricettore potenzialmente interessato dalle lavorazioni si trova ad una distanza dal fronte avanzamento lavori pari a 40 metri, distanza alla quale le accelerazioni indotte dalle lavorazioni agli edifici risultano essere pari a 70,5 dB, ben al di sotto dei valori di soglia indicati dalla norma UNI9614 del 2017.

In conclusione, a fronte delle analisi condotte si può escludere qualsiasi tipo di interferenza legato al disturbo ai ricettori.

### 3.6.4 Rapporto opera-ambiente e le misure di prevenzione e mitigazione adottate durante la fase di cantiere

Come riportato al Par. precedente le analisi condotte non hanno evidenziato ricettori potenzialmente interferite dalle lavorazioni di palificazione.

Tuttavia, al fine di contenere i livelli vibrazionali generati dai macchinari, è necessario agire sulle modalità di utilizzo dei medesimi e sulla loro tipologia ed adottare semplici accorgimenti, quali quelli di tenere gli autocarri in stazionamento a motore acceso il più possibile lontano dai ricettori.

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

- rispettare la norma di riferimento ISO 2631, recepita in modo sostanziale dalla UNI 9614, con i livelli massimi ammissibili delle vibrazioni sulle persone;
- contenere i livelli vibrazionali generati dai macchinari agendo sulle modalità di utilizzo dei medesimi e sulla loro tipologia;
- definire le misure di dettaglio basandosi sulle caratteristiche dei macchinari da lui effettivamente impiegati
- per i ricettori sensibili, dove presumibilmente le attività legate alle lavorazioni più impattanti saranno incompatibili con la fruizione del ricettore, dovrà attuare procedure operative che consentano di evitare lavorazioni impattanti negli orari e nei tempi di utilizzo dei ricettori.

## 3.7 SALUTE UMANA

### 3.7.1 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.

Tabella 3.18: Correlazione Azioni di progetto – fattori causali – impatti potenziali

DIMENSIONE COSTRUTTIVA			
Azioni di progetto		Fattori casuali	Impatti Potenziali
AC.1	Approntamento aree e piste di cantiere	Produzione emissioni polverulente	Modifica dell'esposizione all'inquinamento atmosferico da parte dell'uomo
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
AC.5	Esecuzione fondazioni	Abbattimento specie arboreo arbustive	Possibile perdita di specie arboree arbustive per la realizzazione delle fondazioni delle pile

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

### 3.7.2 Analisi delle potenziali interferenze in fase di cantiere

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

Dalle analisi delle concentrazioni degli inquinanti prodotti dalle attività di cantiere (PM10, PM2,5, NOx e NO2) non sono emerse criticità in quanto i valori stimati risultano bassi e sempre coerenti con il limite imposto dalle normative per tutti gli inquinanti considerati.

Saranno comunque previsti dei punti di monitoraggio in fase di cantiere per verificare i livelli di emissioni in atmosfera durante i lavori.

Inoltre, con la finalità di minimizzare la diffusione degli inquinanti, si sottolinea l'impiego di Best Practice da adottare in fase di cantiere e descritte nel capitolo che tratta la matrice Rumore.

#### *Modifica dell'esposizione al rumore da parte dell'uomo*

Per quanto riguarda lo studio acustico finalizzato alla verifica della potenziale interferenza sul clima acustico indotto dalle attività di cantiere per la realizzazione delle opere previste nell'ambito del progetto oggetto di studio, è stata sviluppata anche in questo caso una modellazione acustica previsionale in SoundPlan 8.2.

Appare evidente come la fase realizzativa sia costituita da una serie di scenari di lavoro variabili nel tempo in ragione del cronoprogramma delle attività, la tipologia di lavorazioni e le sorgenti emmissive

presenti. Lo scenario di cantiere considerato nello studio acustico si riferisce ad una condizione potenzialmente più critica data dalla sovrapposizione di più attività anche se non contemporanee fisicamente e/o temporalmente. Per la definizione di tale scenario si utilizza la metodologia del "Worst Case Scenario" che consente di effettuare analisi e valutazioni cautelative in riferimento ai limiti normativi.

In particolare, alla luce di quanto analizzato dagli elaborati progettuali della cantierizzazione, lo scenario individuato riguarda: le aree di cantiere fisso (dedicate alle aree tecniche, al cantiere base e alle aree di stoccaggio).

Entrando nello specifico, sono stati individuati due scenari di simulazione considerati rappresentativi delle condizioni più gravose dal punto di vista acustico e relativi alle lavorazioni presso le aree tecniche dedicate alla realizzazione dei muri di controripa.

In riferimento ad entrambi gli scenari operativi, per quanto riguarda l'orario di lavoro, si assume una operatività di un turno lavorativo pari a 8 ore, sia per i cantieri fissi che mobili, nel solo periodo diurno nell'arco temporale tra le 6:00 – 22:00, con un'ora di pausa complessiva per ciascun turno di lavoro.

I risultati della modellazione acustica hanno messo in evidenza alcuni superamenti dei limiti acustici che hanno reso necessario ricorrere ad opere di mitigazione acustiche quali barriere acustiche fonoassorbenti.

Come descritto nello Studio acustico, l'adozione delle barriere ha permesso di ridurre considerevolmente il contributo acustico in facciata agli edifici.

Anche in questo caso, è previsto nel Piano di Monitoraggio Ambientale, la verifica dei livelli acustici in corrispondenza di due postazioni di monitoraggio, poste in prossimità dei ricettori R\_02.

Tali misure permetteranno di verificare l'effettivo contributo emissivo ed eventuali condizioni di criticità dei livelli di rumore sul territorio e, più nello specifico, sui ricettori più prossimi.

Ad ogni modo, in fase di esecuzione delle opere in progetto si prevede l'adozione delle seguenti misure per la salvaguardia del clima acustico, descritte al par. 3.5.3.

### 3.7.3 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**

Dalle analisi delle concentrazioni degli inquinanti prodotti dalle attività di cantiere non sono emerse criticità in quanto i valori stimati risultano bassi e sempre coerenti con il limite imposto dalle normative per tutti gli inquinanti considerati.

Saranno comunque previsti dei **punti di monitoraggio** in fase di cantiere per verificare i livelli di emissioni in atmosfera durante i lavori.

Inoltre, con la finalità di minimizzare la diffusione degli inquinanti, si sottolinea l'impiego di Best Practice da adottare in fase di cantiere.

Le analisi condotte in relazione alla **componente rumore** per la dimensione costruttiva, utilizzando la metodologia del "Worst Case Scenario" che consente di effettuare analisi e valutazioni cautelative in riferimento ai limiti normativi, hanno evidenziato alcuni superamenti dei limiti acustici che hanno reso necessario ricorrere ad opere di mitigazione acustiche quali barriere acustiche fonoassorbenti.

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

Anche in questo caso, è previsto nel Piano di Monitoraggio Ambientale, la verifica dei livelli acustici in corrispondenza di due postazioni di monitoraggio, poste in prossimità dei ricettori R\_02.

Tali misure permetteranno di verificare l’effettivo contributo emissivo ed eventuali condizioni di criticità dei livelli di rumore sul territorio e, più nello specifico, sui ricettori più prossimi.

### 3.8 PAESAGGIO E PATRIMONIO CULTURALE

#### 3.8.1 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.

Tabella 3.19: Correlazione Azioni di progetto – fattori causali – impatti potenziali

DIMENSIONE COSTRUTTIVA			
Azioni di progetto		Fattori Causali	Impatti potenziali
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

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, ecc.) e **alterazioni da un punto di vista percettivo**.

### 3.8.2 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:

LATO	NOME	PK	COMUNE	SUPERFICIE (mq)	DESCRIZIONE
Valle	AT 1	0+225	Vallo di Nera	200	Area Tecnica 1
Valle	AO 1	0+240	Vallo di Nera	200	Cantiere Operativo 1
Valle	AT 2	0+880	Vallo di Nera	655	Area Tecnica 2
Valle	AT 3	0+975	Vallo di Nera	200	Area Tecnica 3
Valle	AT 4	1+425	Ceretto di Spoleto	200	Area Tecnica 4
Valle	AT 5	1+680	Ceretto di Spoleto	300	Area Tecnica 5
Valle	AO 2	1+700	Ceretto di Spoleto	300	Cantiere Operativo 2
Valle	AT 6	1+850	Ceretto di Spoleto	180	Area Tecnica 6
Monte	AT 7	2+350	Ceretto di Spoleto	160	Area Tecnica 7
Valle	AT 8	2+560	Ceretto di Spoleto	260	Area Tecnica 8
Valle	AO 3	2+750	Ceretto di Spoleto	260	Cantiere Operativo 3
Valle	AT 9	2+850	Ceretto di Spoleto	80	Area Tecnica 9
Valle	AT 10	3+040	Ceretto di Spoleto	40	Area Tecnica 10
Monte	AT 11	3+240	Ceretto di Spoleto	95	Area Tecnica 11
Valle	AT 12	3+975	Ceretto di Spoleto	500	Area Tecnica 12

Figura 3.4: Elenco aree di cantiere previste

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 seguito verranno esaminati gli impatti paesaggistici derivanti dalla realizzazione delle aree di cantiere riferibili al cantiere base e ai cantieri operativi secondo le diverse tipologie previste in tabella. Si osserva che gli impatti avranno natura temporanea, e che le aree sono localizzate in modo strategico tale da gestire al meglio la movimentazione di mezzi e materiali incidendo meno sulle viabilità locali principali durante tutte le fasi del lavoro.

**TIPOLOGIA DI CANTIERE:** Cantiere base



**Localizzazione e caratteristiche:**

Il campo base sarà posizionato alla pk 4+190, nel comune di Cerreto di Spoleto, nelle vicinanze della S.S.685. Dimensione 2400 mq.

**Impatti:**

L'area è all'interno di uno spazio libero destinato a prato sulla destra orografica del fiume Nera. Non si prevedono elementi di destrutturazione dello spazio o di modifica della morfologia del paesaggio.

**TIPOLOGIA DI CANTIERE:** Cantiere operativo A01



**Localizzazione e caratteristiche:**

Comune di Vallo di Nera. Dimensione 200 mq.

**Vincoli:**

Fasce di rispetto dei corsi d'acqua

**Impatti:**

L'area è all'interno di uno spazio libero destinato a prato sulla destra orografica del fiume Nera. Non si prevedono elementi di destrutturazione dello spazio o di modifica della morfologia del paesaggio.

**TIPOLOGIA DI CANTIERE:** Cantiere operativo A02



**Localizzazione e caratteristiche:**

Comune di Cerreto di Spoleto. L'area operativa A02 verrà raggiunta dalla viabilità S.S.685, si trova alla pk 1+700 ed ha un'estensione di 300 mq.

**Vincoli:**

Fasce di rispetto dei corsi d'acqua

**Impatti:**

L'area è all'interno di uno spazio a prato all'interno di un'ansa del fiume Nera. Data la natura temporanea dell'intervento e le funzioni in essa contenute non si prevedono impatti di natura paesaggistica sulle componenti naturali del paesaggio.

**TIPOLOGIA DI CANTIERE:** Cantiere operativo AO3



**Localizzazione e caratteristiche:**

L'area operativa AO3 verrà raggiunta dalla viabilità S.S.685, si trova alla pk 2+750 nei pressi di una piazzola di sosta esistente ed ha un'estensione di 260mq.

**Vincoli:**

Fasce di rispetto dei corsi d'acqua

**Impatti:**

L'area è collocata su parte del sedime della strada esistente che verrà poi rettificata dal nuovo tracciato. Gli impatti del cantiere non modificano in alcun modo la composizione del paesaggio.

Per quanto riguarda le aree tecniche, considerabili come spazi di cantiere localizzati nei pressi delle opere d'arte con dotazioni minime, non si segnalano impatti paesaggistici derivanti. In queste aree saranno infatti ubicate le principali funzioni operative, inclusi stoccaggi di breve durata per i materiali a piè d'opera.

Le aree tecniche essendo di carattere temporaneo potranno essere allestite in prossimità delle opere da realizzare anche internamente al sedime stradale di progetto, in modo da limitare le aree che dovranno essere assoggettate ad occupazione temporanea. Le aree tecniche non avranno una durata pari a quella del tempo di realizzazione dell'intera linea, ma rimarranno sul territorio solo il tempo indispensabile per realizzare l'opera a cui sono asservite.

Parimenti, le aree di stoccaggio non contengono in linea generale impianti fissi o baraccamenti, e sono ripartite in aree destinate allo stoccaggio delle terre da scavo, in funzione della loro provenienza e del loro utilizzo. Anche per questa tipologia di opere temporanee gli impatti derivanti non condizionano un cambiamento delle condizioni morfologiche e percettive del paesaggio circostante.

Per la descrizione completa delle aree di cantiere si rimanda alla relazione di cantierizzazione (TOO-CA01-CAN-RE01)

**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**.

In riferimento alla dimensione costruttiva dell'opera, le attività che maggiormente interferiscono con il paesaggio riguardano: l'eventuale apertura di **piste di cantiere**, la **presenza di mezzi d'opera, baraccamenti, attrezzature di cantiere** ecc.

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**.

### 3.8.3 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.

