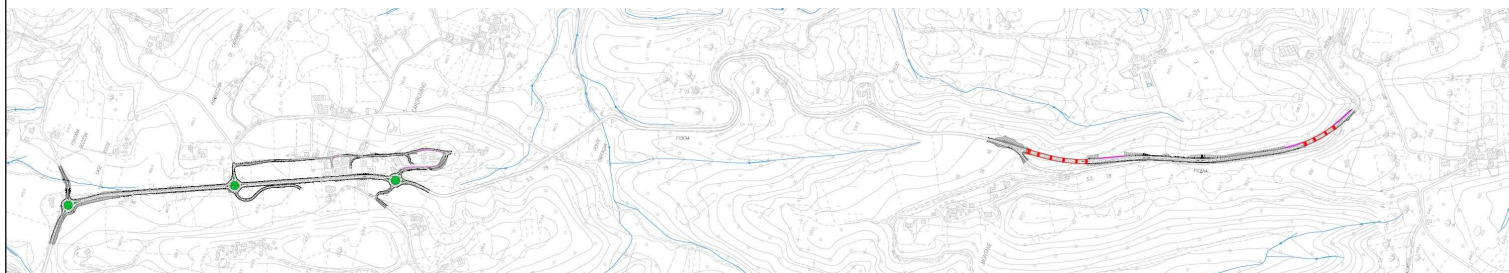


S.S. 78 "SARNANO - AMANDOLA"

LAVORI DI ADEGUAMENTO E/O MIGLIORAMENTO TECNICO FUNZIONALE DELLA SEZIONE STRADALE IN T.S. E POTENZIAMENTO DELLE INTERSEZIONI - 1° STRALCIO



PROGETTO DEFINITIVO

IMPRESA ESECUTRICE



GRUPPO DI LAVORO ANAS

PROGETTAZIONE



RESPONSABILE DEI LAVORI

IL PROGETTISTA

Ing. Valerio BAJETTI
 Ordine degli Ingegneri della
 provincia di Roma n°A26211
 (Diretto tecnico Ingegneria del Territorio)



IL COORDINATORE DELLA SICUREZZA
 IN FASE DI PROGETTAZIONE

Ing. Fabrizio BAJETTI
 Ordine degli Ingegneri della
 provincia di Roma n°10112
 (Diretto tecnico Ingegneria del Territorio)



RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Ing. Marco MANCINA

PROTOCOLLO

DATA

N. ELABORATO:

R104

STUDIO IMPATTO AMBIENTALE

PARTE GENERALE

Parte 4 - Gli impatti della cantierizzazione

CODICE PROGETTO

PROGETTO

AN0000D2201

NOME FILE

T00_IA00_AMB_RE04_A

CODICE
 ELAB.

T00IA00AMBRE04

REVISIONE

SCALA:

A

-

D

C

B

A

PRIMA EMISSIONE

MARZO
 2023

ING. CAROLINA
 BAJETTI

ING. GIANCARLO
 TANZI

ING. VALERIO
 BAJETTI

REV.

DESCRIZIONE

DATA

REDATTO

VERIFICATO

APPROVATO

INDICE

1.	<u>LA METODOLOGIA GENERALE PER L'ANALISI DEGLI IMPATTI</u>	2
2.	<u>LA DEFINIZIONE DELLE AZIONI DI PROGETTO PER LA DIMENSIONE COSTRUTTIVA....</u>	5
2.1.	LA SIGNIFICATIVITÀ DEGLI IMPATTI DELLA CANTIERIZZAZIONE	7
2.1.1.	<i>A – Popolazione e salute umana.....</i>	7
2.1.2.	<i>B – Biodiversità</i>	12
2.1.3.	<i>C – Suolo, uso del suolo e patrimonio agroalimentare.....</i>	20
2.1.4.	<i>D – Geologia e acque.....</i>	27
2.1.5.	<i>E – Atmosfera: aria e clima</i>	34
2.1.6.	<i>F – Sistema paesaggistico: Paesaggio, patrimonio culturale e beni materiali</i>	49
2.1.7.	<i>G1 – Rumore</i>	58
2.2.	BEST PRACTICES E SOSTENIBILITÀ DEL CANTIERE	63
2.2.1.	<i>Aspetti generali</i>	63
2.2.2.	<i>Aria e clima</i>	63
2.2.3.	<i>Ambiente idrico</i>	63
2.2.4.	<i>Biodiversità</i>	64
2.2.5.	<i>Rumore</i>	66
2.2.6.	<i>Sostenibilità del cantiere</i>	67

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 4 del presente SIA, costituita dal documento in esame) e dall'opera della sua dimensione fisica ed operativa (Parte 5 del presente SIA, alla quale si rimanda).

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

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

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

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

Tabella 1-1 Le dimensioni di lettura dell'opera

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

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

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

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

Azione di progetto	Attività che deriva dalla lettura degli interventi costitutivi l'opera in progetto, colta nelle sue tre dimensioni
---------------------------	---

Fattore causale di impatto	Aspetto delle azioni di progetto suscettibile di interagire con l'ambiente in quanto all'origine di possibili impatti
Impatto ambientale potenziale	Modificazione dell'ambiente, in termini di alterazione e compromissione dei livelli qualitativi attuali derivante da uno specifico fattore causale

Tabella 1-2 Catena Azioni – fattori causali – impatti potenziali

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

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

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

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

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

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

Per quanto attiene alla puntuale definizione dei nessi di causalità intercorrenti tra le azioni di progetto ed i potenziali impatti ambientali relativi a ciascuna delle componenti, si rimanda agli specifici paragrafi della Parte 4 in esame e della Parte 5 relativi ad ogni componente ambientale.

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

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

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

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

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

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

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

2. LA DEFINIZIONE DELLE AZIONI DI PROGETTO PER LA DIMENSIONE COSTRUTTIVA

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

AC.01	Approntamento aree e piste di cantiere
AC.02	Scotico terreno vegetale
AC.03	Scavo e sbancamento
AC.04	Demolizione pavimentazione esistente
AC.05	Demolizione manufatti
AC.06	Rinterri
AC.07	Realizzazione rilevati
AC.08	Realizzazione elementi gettati in opera
AC.09	Movimentazione materie
AC.10	Traffico di cantiere
AC.11	Gestione acque di cantiere
AC.12	Realizzazione pavimentazione stradale
AC.13	Realizzazione finiture

Tabella 2-1 Definizione azioni di progetto per la dimensione costruttiva

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

Tipologie di opere in progetto		Azioni di progetto
Tratti dell'opera all'aperto	Strada in trincea	Scavi e sbancamenti
		Demolizione manufatti
		Demolizione pavimentazione esistente
		Rinterri
		Realizzazione pavimentazione stradale
		Posa in opere di elementi prefabbricati
		Traffico di cantiere
	Strada in rilevato	Scavo e scotico
		Demolizione pavimentazione esistente
		Rinterri
		Realizzazione pavimentazione stradale
		Posa in opere di elementi prefabbricati
		Traffico di cantiere
		Viadotto
	Realizzazione elementi gettati in opera	
Realizzazione pavimentazione stradale		
Aree di cantiere	Cantiere Base	Approntamento aree di cantiere
		Scotico terreno vegetale
		Gestione acque di cantiere
		Traffico di cantiere

Tipologie di opere in progetto		Azioni di progetto
	Area di stoccaggio	Approntamento aree di cantiere
		Scotico terreno vegetale
		Gestione acque di cantiere
		Movimentazione materie
		Scavi e sbancamento

Tabella 2-2 Definizione azioni di progetto per la dimensione costruttiva correlate alla tipologia di opera

2.1. LA SIGNIFICATIVITÀ DEGLI IMPATTI DELLA CANTIERIZZAZIONE

2.1.1. A – POPOLAZIONE E SALUTE UMANA

2.1.1.1. Selezione dei temi di approfondimento

Per quanto riguarda la verifica delle potenziali interferenze sul fattore "Popolazione e salute umana" legate alla dimensione costruttiva dell'opera oggetto di studio, si può fare riferimento alla seguente matrice di correlazione azioni-fattori causali-effetti.

Azioni di progetto		Fattori causali	Impatti potenziali	
AC.01	Approntamento aree di cantiere	Produzione emissione inquinanti	Esposizione della popolazione all'inquinamento atmosferico	
AC.02	Scotico terreno vegetale			
AC.03	Scavo e sbancamento			
AC.04	Demolizione pavimentazione esistente			
AC.05	Demolizione manufatti			
AC.06	Rinterri			
AC.07	Realizzazione rilevati		Produzione emissioni acustiche	Esposizione della popolazione all'inquinamento acustico
AC.08	Realizzazione di elementi gettati in opera			
AC.09	Movimentazione materie			
AC.10	Traffico di cantiere			
AC.12	Realizzazione pavimentazione stradale			
AC.13	Realizzazione finiture			

Tabella 2-3 Popolazione e salute umana: Matrice di causalità - dimensione costruttiva

Nel seguito della trattazione si riportano le analisi quantitative delle emissioni atmosferiche ed acustiche prodotte durante la fase di cantiere.

2.1.1.2. Analisi delle potenziali interferenze in fase di cantiere

Inquinamento atmosferico e salute umana

Al fine di comprendere come la nuova infrastruttura, durante la fase di cantiere, possa determinare modifiche sullo stato di salute della popolazione residente nel suo intorno, sono state condotte delle simulazioni atmosferiche modellistiche finalizzate alla valutazione delle concentrazioni di PM₁₀, PM_{2.5} e NO₂ generate dalle attività di cantiere e dai mezzi circolanti sulla viabilità. La metodologia utilizzata è quella del "Worst Case Scenario".

Al fine di individuare gli scenari peggiori occorre non solo identificare l'attività più critica in termini di emissioni di inquinanti, ma anche tenere in considerazione la contemporaneità delle lavorazioni, la sovrapposizione spaziale degli effetti e la localizzazione degli elementi sensibili presenti al contorno dell'area. Sulla base di ciò è stato individuato uno scenario di simulazione in corrispondenza dello svincolo Alba Nord/Ovest. In particolare, sono state prese in considerazione le seguenti lavorazioni:

- Attività di movimentazione terre relative all'area di stoccaggio;
- Attività legate alla realizzazione della rotatoria in corrispondenza dello svincolo sv03.

Nella Tabella sottostante sono riportati, per ciascun cantiere, i mezzi previsti per le lavorazioni.

Area di cantiere	Macchina di cantiere	Quantità
Area stoccaggio	Dumper	1
	Escavatore	1
	Autocarro	1
	Gruppo elettrogeno	1
Area realizzazione rotatoria	Autocarro	1
	Pompa per calcestruzzo	1
	Gruppo elettrogeno	1
	Pala gommata	1

Tabella 2-4 Mezzi previsti per le lavorazioni

Si specifica come per le polveri grossolane (PM₁₀ e PM_{2,5}) il contributo emissivo è stato calcolato come la somma del contributo derivante dalle lavorazioni di cantiere e dei macchinari impiegati; viceversa, per quanto riguarda ossidi e biossido di azoto, è stata considerata solamente l'emissione derivante dai gas di scarico delle macchine di cantiere.

Per lo scenario di simulazione è stata dunque definita una maglia di punti di calcolo ed al fine di poter effettuare la sovrapposizione degli effetti tra i valori di esercizio, i valori di fondo ed il contributo del cantiere si è fatto riferimento a sei punti ricettori rappresentativi degli edifici. In particolare, i ricettori considerati sono indicati nella tabella sottostante:

Ricettori	Coordinata X (m)	Coordinata Y (m)
R1	363019,00	4764760,00
R2	362994,54	4764770,61
R3	362880,00	4764653,00
R4	362851,00	4764652,00
R5	362971,78	4764837,54
R6	363002,77	4764832,17
V1	363213,64	4764578,03
V2	363159,85	4764494,56
V3	363323,00	4764417,00

Tabella 2-5 Coordinate ricettori discreti scenario di riferimento

Al fine di analizzare l'interazione tra l'opera e l'ambiente in fase di cantiere e avere contezza della qualità dell'aria totale in prossimità dei ricettori individuati, si riportano i risultati della simulazione con l'aggiunta del fondo rilevato dalla centralina di riferimento per l'anno 2022, situata presso il comune di Monte Monaco, e si confronta il totale con i limiti normativi.

Nello specifico, i valori di fondo utilizzati sommati sono riferiti alle concentrazioni medie annue dei seguenti inquinanti:

- PM₁₀, pari a 14,09 µg/m³;

- NO_x, pari a 19,56 µg/m³;
- NO₂, pari a 10,92 µg/m³.

PM ₁₀ [µg/m ³]				
Ricettori	Media annua	Fondo	Totale	Valore normativo
R1	0,12	14,09	14,21	40
R2	0,39		14,48	
R3	0,01		14,10	
R4	0,01		14,10	
R5	0,09		14,18	
R6	0,06		14,15	

Tabella 2-6 Output dato medio annuo dell'inquinante PM₁₀- Fase di cantiere

Analogamente, è possibile definire anche per il particolato fine (PM_{2.5}) una situazione di rispetto del limite normativo riferito alla media annua, pari a 25 µg/m³, essendo i valori di concentrazione media annua di PM₁₀, comprensivi del valore di fondo, inferiori a tale limite.

PM ₁₀ [µg/m ³]				
Ricettori	Massimo giornaliero	Fondo	Totale	Valore normativo
R1	1,42	14,09	15,51	50
R2	4,32		18,42	
R3	0,11		14,20	
R4	0,09		14,18	
R5	1,35		15,44	
R6	0,85		14,95	

Tabella 2-7 Output dato massimi giornalieri dell'inquinante PM10 - Fase di cantiere

NO ₂ [µg/m ³]				
Ricettori	Media annua	Fondo	Totale	Valore normativo
R1	1,33	10,92	12,25	40
R2	4,29		15,21	
R3	0,15		11,07	
R4	0,14		11,06	
R5	1,06		11,98	
R6	0,74		11,66	

Tabella 2-8 Output dato medio annuo dell'inquinante NO₂- Fase di cantiere

NO ₂ [µg/m ³]				
Ricettori	Massimo orario	Fondo	Totale	Valore normativo
R1	113,44	10,92	124,36	200
R2	185,52		196,44	
R3	14,28		25,20	
R4	11,08		22,00	
R5	109,19		120,11	
R6	93,14		104,06	

Tabella 2-9 Output dato massimi orari dell'inquinante NO₂ – Fase di cantiere

Alla luce dei risultati sopra riportati, considerando che lo scenario individuato è rappresentativo della condizione più critica in fase di costruzione, le interferenze prodotte dalle attività di cantiere

sulla componente atmosfera, anche con l'aggiunta del valore di fondo di riferimento, non hanno portato a superamenti dei limiti normativi per gli inquinanti studiati per la salvaguardia della salute umana (PM₁₀, PM_{2.5} e NO₂).

Inquinamento acustico e salute umana

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

Nel modello è stato quindi imputato il layout delle diverse aree di cantiere, ovvero quelle relative alle aree operative, localizzate secondo quanto indicato negli elaborati progettuali.

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

Lo scenario è limitato al solo periodo diurno, in quanto non sono previste attività o lavorazioni nel periodo notturno. Si è assunta perciò una operatività di un turno lavorativo pari a 8 ore nel solo periodo diurno nell'arco temporale tra le 6:00 – 22:00.

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

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

Dai risultati ottenuti si evince come per entrambi gli scenari simulati non sussistano condizioni di superamento dei limiti individuati dai P.C.C.A. del comune di riferimento per i ricettori situati in prossimità delle aree di cantiere analizzate nel presente studio e, pertanto, non sono necessarie opere di mitigazione di tipo temporaneo.

Per limitare ancora il disturbo indotto dalle attività di cantiere, la ditta appaltatrice, nella fase di realizzazione delle opere di progetto dovrà adottare i seguenti accorgimenti:

Ad ogni modo, in fase di esecuzione delle opere in progetto si prevede comunque 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.

2.1.1.3. Il rapporto opera-ambiente e le misure mitigative durante la fase di cantiere

Inquinamento atmosferico e salute umana

Alla luce dei risultati sopra riportati, considerando che lo scenario individuato è rappresentativo della condizione più critica in fase di costruzione, le interferenze prodotte dalle attività di cantiere sulla componente atmosfera, anche con l'aggiunta del valore di fondo di riferimento, non hanno portato a superamenti dei limiti normativi per gli inquinanti studiati per la salvaguardia della salute umana (PM₁₀, PM_{2.5} e NO₂).

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

Inquinamento acustico e salute umana

Le analisi condotte in relazione alla componente rumore per la dimensione costruttiva hanno messo in luce come, in virtù dei risultati ottenuti dalle simulazioni acustiche, non sia necessario ricorrere ad opere di mitigazione acustica, in quanto le emissioni prodotte dai mezzi di cantiere non superano i limiti previsti dalla normativa vigente per quanto concerne i ricettori abitativi presenti nelle aree circostanti le aree di cantiere.

2.1.2. B – BIODIVERSITÀ

2.1.2.1. Selezione dei temi di approfondimento

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

Azioni di progetto	Fattori causali di impatto	Impatti ambientali potenziali
AC.01 Approntamento aree e piste di cantiere	Occupazione di superficie vegetata	Sottrazione di habitat e biocenosi
	Produzione emissioni acustiche	Allontanamento e dispersione della fauna
	Produzione acque di cantiere	Modifica delle caratteristiche qualitative degli habitat e delle biocenosi
	Produzione di gas e polveri	
AC.02 Scotico terreno vegetale	Asportazione terreno vegetale	Sottrazione di habitat e biocenosi
	Produzione emissioni acustiche	Allontanamento e dispersione della fauna
	Produzione gas e polveri	Modifica delle caratteristiche qualitative degli habitat e delle biocenosi
AC.03 Scavo e sbancamento	Asportazione terreno vegetale	Modifica delle caratteristiche qualitative degli habitat e delle biocenosi
	Produzione gas e polveri, sversamenti accidentali	
	Produzione emissioni acustiche	Allontanamento e dispersione della fauna
AC.04 Demolizione pavimentazione esistente	Produzione emissioni acustiche	Allontanamento e dispersione della fauna
	Produzione gas e polveri	Modifica delle caratteristiche qualitative degli habitat e delle biocenosi
AC.05 Demolizione manufatti	Produzione emissioni acustiche	Allontanamento e dispersione della fauna
	Produzione gas e polveri	Modifica delle caratteristiche qualitative degli habitat e delle biocenosi
AC.06 Rinterri	Produzione emissioni acustiche	Allontanamento e dispersione della fauna
	Produzione gas e polveri, sversamenti accidentali	Modifica delle caratteristiche qualitative degli habitat e delle biocenosi
AC.07 Realizzazione rilevati	Occupazione di superficie vegetata	Sottrazione di habitat e biocenosi
	Produzione gas e polveri	Modifica delle caratteristiche qualitative degli habitat e delle biocenosi
AC.08 Realizzazione elementi gettati in opera	Produzione emissioni acustiche	Allontanamento e dispersione della fauna

	Produzione gas e polveri	Modifica delle caratteristiche qualitative degli habitat e delle biocenosi
AC.09 Movimentazione materie	Produzione gas e polveri	Modifica delle caratteristiche qualitative degli habitat e delle biocenosi
	Produzione emissioni acustiche	Allontanamento e dispersione della fauna
AC.10 Traffico di cantiere	Produzione gas e polveri, sversamenti accidentali	Modifica delle caratteristiche qualitative degli habitat e delle biocenosi
	Produzione emissioni acustiche	Allontanamento e dispersione della fauna
AC.11 Gestione acque di cantiere	Modifica dello stato qualitativo dei corpi idrici superficiali e sotterranei	Modifica delle caratteristiche qualitative degli habitat e delle biocenosi
AC.12 Realizzazione pavimentazione stradale	Produzione gas e polveri	Modifica delle caratteristiche qualitative degli habitat e delle biocenosi
	Produzione emissioni acustiche	Allontanamento e dispersione della fauna

Tabella 2-10 Catena azioni di progetto – fattori causali – effetti potenziali, per il fattore ambientale Biodiversità

Per quanto riguarda la dimensione costruttiva, gli interventi in progetto comporteranno l'effettuazione di scavi e rinterri, con produzione di terre e polveri che possono ricadere sulla vegetazione circostante, con la possibilità di alterarne le funzionalità. Inoltre, le acque di cantiere ed eventuali sversamenti accidentali, possono alterare la qualità delle acque superficiali e sotterranee, che potrebbero inficiare lo stato degli habitat e delle relative biocenosi. Infine, la produzione di emissioni acustiche generate dalle frantumazioni di materiali, dalle attività di scavo, e dalle lavorazioni in generale oltre che dal traffico di cantiere, sebbene temporanei, potrebbero generare un disturbo sulla fauna selvatica ed il conseguente allontanamento e dispersione della stessa, in particolare delle specie più sensibili, alterando potenzialmente la biodiversità locale.

2.1.2.2. Analisi delle potenziali interferenze in fase di cantiere

Sottrazione di habitat e 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.

La suddetta potenziale interferenza potrebbe verificarsi in seguito all'approntamento delle aree di cantiere previste in quanto comporterà la sottrazione della vegetazione presente.

Nello specifico sono previsti:

- un Campo Base, ubicato a circa 300m a Sud del Tratto 1, dell'asse di progetto Lotto 2,
- 5 campi operativi disposti strategicamente lungo il tracciato da realizzare,
- un'area di deposito e stoccaggio in prossimità del Campo Base.

Per quanto concerne i 5 campi operativi, vista la loro ubicazione lungo il tracciato da realizzarsi, questi non comporteranno ulteriore sottrazione di habitat nella fase di cantiere rispetto all'ingombro dell'opera (trattata nella Parte 5 del presente SIA).

Relativamente al Campo base e all'area di stoccaggio e deposito materiali, occuperanno rispettivamente una superficie di 13.177 e 9.035 mq.
L'approntamento di tali aree avverrà su superfici a matrice agricola, nello specifico seminativi (Figura 2-1).



Figura 2-1 Localizzazione del Cantiere base e dell'area di stoccaggio e tipologia vegetazionale presente

La sottrazione di suolo in corrispondenza delle suddette aree di cantiere interessa quindi complessivamente una superficie di estensione pari a circa 22.212 mq, ed è a carattere temporaneo, in quanto al termine dei lavori sono previsti opportuni interventi di ripristino *ante operam*, come illustrato al paragrafo 2.1.2.3.

In particolare, la sottrazione temporanea interessa superfici a vegetazione agricola in un tratto prossimo all'asse stradale esistente, evitando aree vegetate di particolare valore ecologico al fine di non intaccare la vegetazione arborea relativa ai nuclei boscati limitrofi.

Relativamente alle azioni di scotico del terreno vegetale e di scavo e sbancamento che comporteranno sottrazione di vegetazione in corrispondenza delle opere da realizzarsi, queste avverranno nelle aree di lavorazione necessarie alla realizzazione dell'opera, interessando brevi tratti vicini alla strada esistente.

In base alla tipologia vegetazionale sottratta e all'opportuno ripristino che avverrà al termine delle lavorazioni, il potenziale impatto relativo alla sottrazione di habitat e biocenosi in fase di cantiere non risulta significativo.

Allontanamento e dispersione della fauna

La produzione di rumori e vibrazioni, causati dalle attività in progetto, potrebbe interferire con la presenza di fauna, e in particolare potrebbe comportare l'allontanamento delle specie più sensibili.

Al fine di valutare l'interferenza in esame, si è fatto riferimento alle analisi condotte per il rumore, al quale si rimanda per specifiche e approfondimenti, che hanno previsto uno studio acustico, finalizzato alla stima e verifica dei livelli di immissione indotti dalla realizzazione dell'opera in progetto.

A partire dai dati inerenti alla fase di cantierizzazione, l'analisi degli impatti acustici in fase di corso d'opera è stata effettuata attraverso la metodologia del "Worst Case Scenario", individuando due diversi scenari operativi di cantiere: il primo connesso alle aree di cantiere di tipo fisso, con le annesse attività lavorative interne e le aree di deposito, e il secondo a quelle di tipo mobile, definendo cantieri tipologici che si differenziano per le diverse attività lavorative e sorgenti emissive presenti al loro interno.

I risultati ottenuti hanno mostrato condizioni di superamento dei limiti normativi in alcuni tratti limitrofi ad alcuni edifici residenziali. A tal fine sono state ipotizzate delle barriere mobili di cantiere che contribuiscono a limitare le condizioni di esposizione al rumore e al mantenimento del clima acustico al di sotto dei limiti normativi in relazione ai recettori individuati.

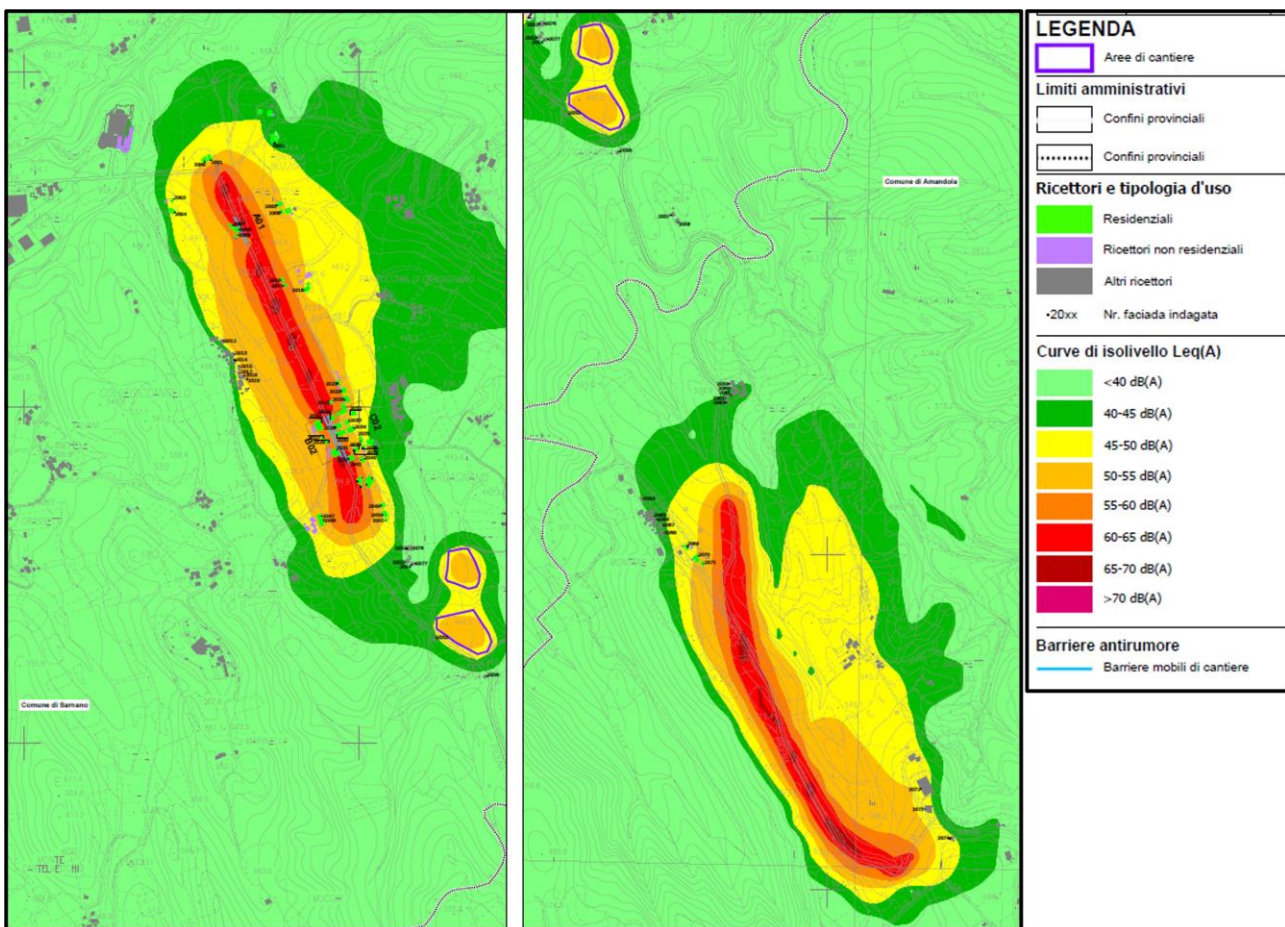


Figura 2-2 Stralcio del clima acustico – Fase di cantiere con barriere

Come si evince dallo stralcio soprariportato, le condizioni di esposizioni al rumore sono circoscritte alle aree di lavorazione, che coincidono con il sedime dell'attuale strada esistente.

In merito a quest'ultima considerazione, si sottolinea che il popolamento faunistico presente negli immediati dintorni del progetto è composto da specie abituate al rumore in quanto esposte al traffico stradale. L'impatto relativo all'allontanamento e dispersione della fauna derivante dalle lavorazioni di cantiere, in considerazione della sua natura temporanea e reversibile, si può considerare basso.

Modifica delle caratteristiche qualitative degli habitat e delle biocenosi

Durante la fase di cantiere potrebbero venire emesse sostanze, in conseguenza delle attività previste, in grado di alterare lo stato qualitativo di acque, suolo ed atmosfera. Tale potenziale

interferenza, per quanto attiene la produzione di polveri, è causata principalmente dalle attività di cantiere legate a scavi e spostamenti di terra in generale. In particolare, le polveri prodotte, ricadendo sulle specie vegetali presenti nelle immediate vicinanze, potrebbero alterare le funzioni delle stesse. Anche i mezzi di cantiere potrebbero generare emissioni di sostanze inquinanti, che causerebbe l'alterazione della qualità dell'aria e avere conseguenze sulla funzionalità delle specie vegetali e sullo stato di salute delle specie animali. Inoltre, tale tipologia di possibile impatto potrebbe avvenire anche causa di sversamenti accidentali, perdita di carburanti e materiali oleosi dai mezzi di lavoro; è necessario tenere presente che, in fase di cantiere, tutti i mezzi saranno dotati di opportuni sistemi per evitare sversamenti accidentali di oli e idrocarburi e le movimentazioni del materiale verranno effettuate tenendo in considerazione adeguate precauzioni per contenere al massimo la dispersione delle polveri che potrebbero alterare la condizione di salute delle biocenosi presenti.

Ai fini di una migliore analisi dei possibili impatti derivanti dalle attività di cantiere che comportano produzione di inquinanti, si è fatto riferimento agli studi condotti per il fattore ambientale atmosfera, al quale si rimanda per una descrizione più dettagliata, nel quale è stato utilizzato un modello di simulazione matematico relativo alla dispersione degli inquinanti in atmosfera. In particolare, tale software consente di valutare, attraverso algoritmi di calcolo, i parametri di deposizione al suolo degli inquinanti, l'effetto locale dell'orografia del territorio ed in ultimo i calcoli relativi alle turbolenze meteorologiche.

Considerando che lo scenario individuato è rappresentativo della condizione più critica in fase di costruzione, le simulazioni condotte anche con l'aggiunta del valore di fondo di riferimento, non hanno portato a superamenti dei limiti normativi sia per gli inquinanti studiati per la salvaguardia della salute umana (PM10, PM2.5 e NO2), che per le concentrazioni di ossidi di azoto, monitorate sui ricettori scelti per la salvaguardia della vegetazione, la cui localizzazione è riportata nella figura successiva.

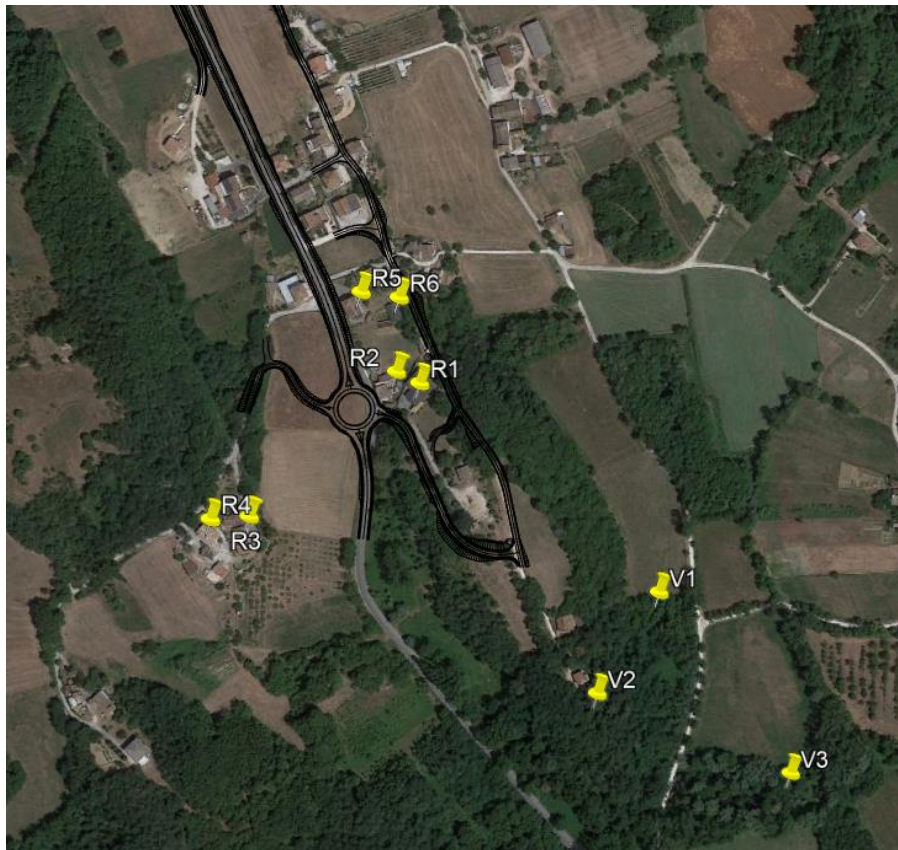


Figura 2-3 Localizzazione ricettori discreti per lo scenario di riferimento

Inoltre, con la finalità di minimizzare la dispersione degli inquinanti, specialmente di polveri, generati dalle attività di cantiere, si prevedono delle idonee misure di mitigazione.

Le conclusioni derivanti dalle analisi relative alle eventuali variazioni di qualità dell'aria consentono di valutare come trascurabile anche le potenziali conseguenze sulla qualità degli habitat e sullo stato di salute delle relative biocenosi.

L'alterazione di habitat e specie potrebbe essere causata anche dalla produzione di acque reflue di origine meteorica, derivanti da attività di cantiere e da scarichi civili. a causa della modifica della qualità dei corpi idrici superficiali e sotterranei.

Le analisi condotte per il fattore ambientale "geologia e acque" hanno portato ad affermare che tutte le tipologie di acque prodotte nel corso della fase di cantierizzazione verranno correttamente gestite e saranno smaltite in modo appropriato, al fine di evitare una modifica dello stato qualitativo dei corpi idrici.

L'alterazione della qualità degli habitat, e delle relative specie floristiche e faunistiche, potenzialmente indotta dalla modifica qualitativa dei corpi idrici, può essere quindi considerata trascurabile.

Infine, la possibilità di sversamento accidentali che possano causare alterazione delle componenti biotiche, verrà opportunamente ridotta al minimo da una serie di misure gestionali e buone pratiche illustrate al paragrafo successivo.

2.1.2.3. Il rapporto opera-ambiente e le misure mitigative durante la fase di cantiere

L'opera in progetto si inserisce in un contesto a matrice principalmente agricola e naturale. In particolare il tratto sud è caratterizzato dalla presenza di superfici boschive a prevalenza di *Quercus pubescens* ed *Ostrya carpinifolia*; il tratto nord si inserisce in un contesto più antropico costituito da colture agricole, cespuglieti e piccoli centri urbani. Il progetto di adeguamento della S.S. 78 comporterà l'approntamento di un'area adibita a campo base ed un'area di stoccaggio

L'approntamento delle suddette aree potrebbe comportare la sottrazione di vegetazione e di conseguenza la sottrazione di habitat e delle relative biocenosi. Le tipologie vegetazionali sottratte in corrispondenza delle aree di cantiere sono rappresentate da vegetazione a matrice agricola, nello specifico seminativi, in maniera da non comportare sottrazione di specie arboree ed arbustive.

La tipologia di vegetazione sottratta e la l'ubicazione in prossimità di una strada esistente, rende tale interferenza non significativa, anche per gli habitat faunistici associati. Inoltre si sottolinea che tale interferenza, seppur minima, sarà a carattere temporaneo in quanto è previsto il completo ripristino allo stato *ante operam* delle aree di cantiere.

Nell'ambito del suddetto ripristino, particolare attenzione sarà posta alla conservazione del terreno vegetale, che permetterà una ripresa rapida della vegetazione.

L'analisi delle concentrazioni delle polveri e degli ossidi di azoto prodotti dalle attività di cantiere, condotte per il fattore ambientale "atmosfera", al quale si rimanda per specifiche e approfondimenti, ha permesso di valutare come non ci siano superamenti dei limiti normativi, anche con l'aggiunta del valore di fondo di riferimento e del contributo emissivo dello stato attuale. In base a quanto esposto si può ritenere non significativa la potenziale conseguente alterazione della qualità degli habitat e delle relative biocenosi.

Inoltre, le analisi condotte per il fattore ambientale "geologia e acque" hanno portato ad affermare che tutte le tipologie di acque prodotte nel corso della fase di cantierizzazione verranno

correttamente gestite e saranno smaltite in modo appropriato, al fine di evitare una modifica dello stato qualitativo dei corpi idrici e del suolo, e di conseguenza l'alterazione della qualità degli habitat e delle relative specie floristiche e faunistiche.

Allo scopo di minimizzare gli impatti descritti in precedenza sono previsti una serie di interventi di mitigazione; tali interventi in fase di cantierizzazione dell'opera sono di due tipi:

- di tipo preventivo che consentono di ridurre al minimo il traffico ed il rischio di inquinamento delle acque;
- di salvaguardia, per proteggere le potenziali risorse del territorio.

In linea generale si riportano di seguito gli obiettivi delle opere preventive e di salvaguardia per la mitigazione degli impatti generati in fase di cantiere:

- salvaguardia dei margini dell'area;
- tutela e salvaguardia dei corsi d'acqua e della vegetazione;
- tutela e salvaguardia dei terreni e delle acque sotterranee;
- deviazione e/o canalizzazione temporanea di eventuali fossi presenti all'interno delle aree di cantiere;
- lavaggio ruote in uscita dei mezzi dal cantiere e copertura degli stessi;
- manutenzione e verifica periodica degli automezzi;
- pavimentazione e realizzazione di sistemi raccolta o trattamento delle aree a maggior rischio di sversamenti o incidenti.

In base alle analisi condotte per il rumore, stante la temporaneità delle azioni di cantiere, in relazione alle attività ritenute più critiche e alla tipologia di fauna presente nelle aree adiacenti alle lavorazioni, si ritiene che l'impatto acustico non sarà particolarmente significativo.

Oltre all'impiego di barriere mobili, si prevedono una serie di accorgimenti che contribuiranno a ridurre la significatività delle emissioni acustiche in fase di cantiere, tra cui:

- 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 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).

Dallo studio dello stato dei luoghi in cui si va ad inserire l'opera e dalla disamina delle azioni di progetto, si evidenzia che le potenziali incidenze sono a carattere temporaneo e reversibile, inoltre come specificato, saranno ridotte dall'adozione, in fase di cantiere, da una serie di opportune misure preventive e gestionali.

In conclusione, quindi, sebbene l'area in esame sia caratterizzata dalla presenza di alcune aree naturali boscate, considerando l'area di studio e le lavorazioni necessarie per la realizzazione dell'opera in esame, si può ritenere che i potenziali effetti negativi sul fattore ambientale "biodiversità", relativamente alla dimensione costruttiva, siano contenuti, temporanei e reversibili.

2.1.3. C – SUOLO, USO DEL SUOLO E PATRIMONIO AGROALIMENTARE

2.1.3.1. Selezione dei temi di approfondimento

Per quanto riguarda la verifica delle potenziali interferenze sulla componente suolo, uso del suolo e patrimonio agroalimentare legate alla dimensione costruttiva dell'opera oggetto di studio, si può fare riferimento alla seguente matrice di correlazione azioni-fattori causali-effetti.

Azioni di progetto	Fattori causali di impatto	Impatti ambientali potenziali
AC.01 Approntamento aree e piste di cantiere	Asportazione di suolo	Consumo di suolo
	Produzione di gas e polveri	Alterazione della qualità e/o funzionalità del suolo e dei relativi prodotti agroalimentari
	Presenza di acque meteoriche di dilavamento dei piazzali del cantiere	
AC.02 Scotico terreno vegetale	Asportazione di suolo	Consumo di suolo
	Produzione gas e polveri	Alterazione della qualità e/o funzionalità del suolo e dei relativi prodotti agroalimentari
AC.03 Scavo e sbancamento	Produzione di gas e polveri, sversamenti accidentali	Alterazione della qualità e/o funzionalità del suolo e dei relativi prodotti agroalimentari
AC.04 Demolizione pavimentazione esistente	Produzione di gas e polveri, sversamenti accidentali	Alterazione della qualità e/o funzionalità del suolo e dei relativi prodotti agroalimentari
AC.05 Demolizione manufatti	Produzione di gas e polveri, sversamenti accidentali	Alterazione della qualità e/o funzionalità del suolo e dei relativi prodotti agroalimentari
AC.06 Rinterri	Produzione di gas e polveri, sversamenti accidentali	Alterazione della qualità e/o funzionalità del suolo e dei relativi prodotti agroalimentari
AC.07 Realizzazione rilevati	Produzione di gas e polveri, sversamenti accidentali	Alterazione della qualità e/o funzionalità del suolo e dei relativi prodotti agroalimentari
AC.08 Realizzazione elementi gettati in opera	Produzione di gas e polveri, sversamenti accidentali	Alterazione della qualità e/o funzionalità del suolo e dei relativi prodotti agroalimentari
AC.09 Movimentazione materie	Produzione di gas e polveri, sversamenti accidentali	
AC.10 Traffico di cantiere	Produzione di gas e polveri, sversamenti accidentali	
AC.11 Gestione acque di cantiere	Sversamenti accidentali	
AC.12 Realizzazione pavimentazione stradale	Produzione di gas e polveri, sversamenti accidentali	

Tabella 2-11 Catena azioni di progetto – fattori causali – effetti potenziali, per il fattore ambientale Suolo, uso del suolo e patrimonio agroalimentare

Per quanto riguarda la dimensione costruttiva, l'approntamento delle aree di cantiere e le relative operazioni di scotico, comporteranno sottrazione ed impermeabilizzazione di porzioni di suolo,

seppur temporaneamente, mentre l'effettuazione di scavi e rinterri e le operazioni necessarie alla realizzazione dell'opera, produrranno terre e polveri che possono ricadere sulla vegetazione circostante, con la possibilità di alterarne la produzione e la qualità dei prodotti agroalimentari presenti in prossimità del progetto.

Inoltre, le acque di cantiere ed eventuali sversamenti accidentali, possono alterare la qualità delle acque superficiali e sotterranee, che potrebbero inficiare lo stato dei suoli.

2.1.3.2. Analisi delle potenziali interferenze in fase di cantiere

Consumo di suolo

Per meglio comprendere le dinamiche di tale tipologia di impatto, si è fatto riferimento al rapporto dell'ISPRA, sviluppato nel 2022, sul "Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici", in cui si definisce il consumo di suolo come *"un processo associato alla perdita di una risorsa ambientale fondamentale, limitata e non rinnovabile, dovuta all'occupazione di una superficie originariamente agricola, naturale o seminaturale con una copertura artificiale"*.

L'impermeabilizzazione del suolo, ovvero la copertura permanente di parte del terreno e del relativo suolo con materiali artificiali, è probabilmente l'uso più impattante che si può fare della risorsa suolo poiché ne comporta la totale compromissione della funzionalità, e con essa i servizi ecosistemici da questo offerti, come ad esempio la produzione di alimenti, biomassa, materie prime, l'assorbimento di CO₂, la regolazione dei flussi idrici, la conservazione della biodiversità e la regolazione della qualità dell'acqua.

Il potenziale impatto in esame deriva dalle azioni di approntamento delle aree e piste di cantiere, che possono comportare l'impermeabilizzazione delle superfici e il conseguente consumo di suolo.

Nello specifico del presente progetto sono previsti:

- un Campo Base, ubicato a circa 300m a Sud del Tratto 1, dell'asse di progetto Lotto 2,
- 5 campi operativi disposti strategicamente lungo il tracciato da realizzare,
- Un'area di deposito e stoccaggio in prossimità del Campo Base.

Per quanto concerne i 5 campi operativi, vista la loro ubicazione lungo il tracciato da realizzarsi, questi non comporteranno ulteriore sottrazione di suolo nella fase di cantiere rispetto all'ingombro dell'opera (trattata nella Parte 5 del presente SIA).

Relativamente al Campo base e all'area di stoccaggio e deposito materiali, occuperanno rispettivamente una superficie di 13.177 e 9.035 mq, per un totale: 22.212 mq.

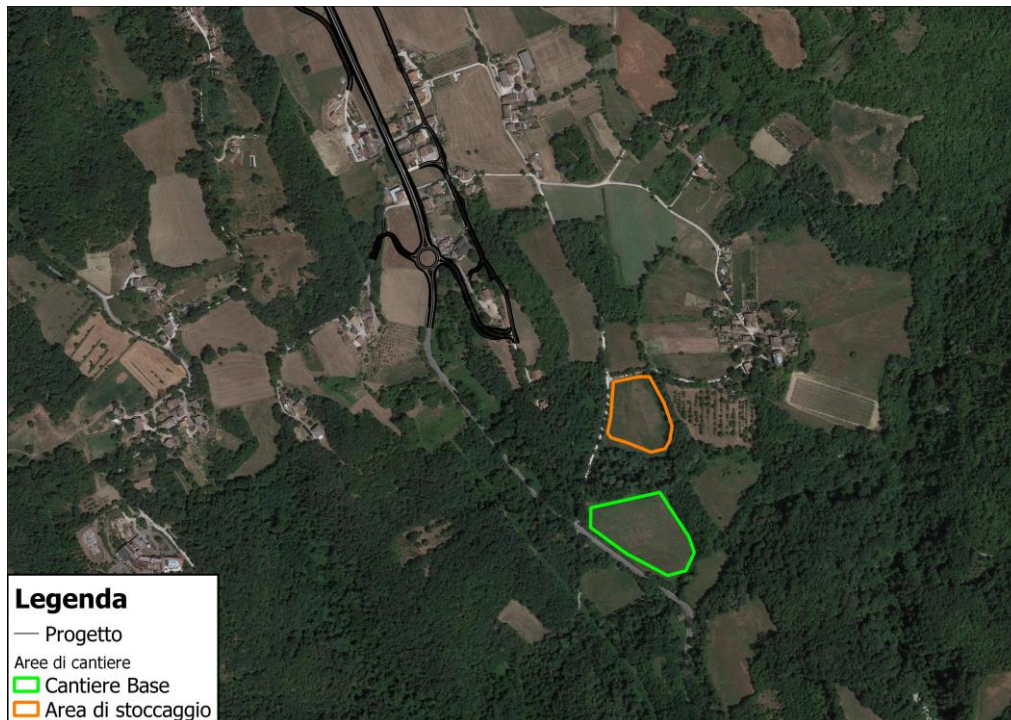


Tabella 2-12 Localizzazione delle aree del cantiere base e dell'area di stoccaggio e deposito materiali

L'approntamento di tali aree avverrà su superfici a matrice agricola, nello specifico seminativi, che verranno ripristinate allo stato originario al termine dei lavori. Nello specifico, si porrà particolare attenzione al ripristino delle condizioni di fertilità dei suoli, in quanto si provvederà alla rimozione ed al successivo accantonamento in siti idonei del terreno per il successivo riutilizzo evitando la dispersione dell'humus ed il deterioramento delle qualità pedologiche del suolo, che possono essere prodotti dall'azione degli agenti meteorici (con particolare riferimento alle acque o, di contro, alla eccessiva siccità), nonché dal protrarsi per tempi lunghi di condizioni anaerobiche.

Le modalità di recupero, stoccaggio e posa in opera del terreno vegetale sono illustrate nella "Relazione degli interventi di inserimento paesaggistico ambientale" allegata al presente SIA. In considerazione della natura temporanea della sottrazione di suolo e del corretto ripristino delle aree di cantiere, il consumo di suolo è da ritenersi trascurabile.

Alterazione della qualità e/o funzionalità del suolo e dei relativi prodotti agroalimentari

Durante la fase di cantiere, le attività necessarie per la realizzazione delle opere in progetto e l'utilizzo di mezzi di cantiere potrebbero causare un'alterazione della qualità delle diverse matrici ambientali, quali acqua, suolo e atmosfera, con conseguente alterazione del territorio da essi interessato e dei prodotti agroalimentari in esso presenti. Tali alterazioni potrebbero derivare da: sversamenti accidentali, perdita di carburante e materiali oleosi, stoccaggio e smaltimento dei materiali, incremento della polverosità per demolizioni, spostamento di materiali, movimenti di terra e di frantumazione del materiale risultanti dallo scavo di sbancamento, emissioni di gas dei mezzi di cantiere, produzione di acque di dilavamento ed acque di cantiere. In fase di cantiere, tutte le lavorazioni saranno condotte dotando i mezzi d'opera di idonei sistemi per evitare sversamenti accidentali di oli/idrocarburi e saranno adottate adeguate precauzioni e misure di salvaguardia delle acque, del suolo e della qualità dell'aria per contenere al massimo la dispersione delle polveri e la produzione di acqua inquinata, che potrebbero alterare la condizione di salute delle biocenosi presenti.

Anche i mezzi di cantiere possono generare emissioni di sostanze inquinanti che potrebbero alterare la qualità dell'aria e avere conseguenze sulla funzionalità del suolo e sulle eventuali specie

coltivate. L'analisi condotta per il fattore ambientale atmosfera, al quale si può fare riferimento per le specifiche, ha stimato il valore dei relativi inquinanti potenzialmente prodotti nella fase di cantiere (concentrazioni di PM₁₀, PM_{2.5}, NO_x e NO₂) tramite un modello di simulazione. Nello specifico, sono stati individuati dei recettori vegetazionali (V1, V2 e V3), dei quali la localizzazione si evince dalla figura successiva, che possono essere utilizzati anche al fine di valutare eventuali effetti sulla qualità di quanto coltivato sui suoli limitrofi.

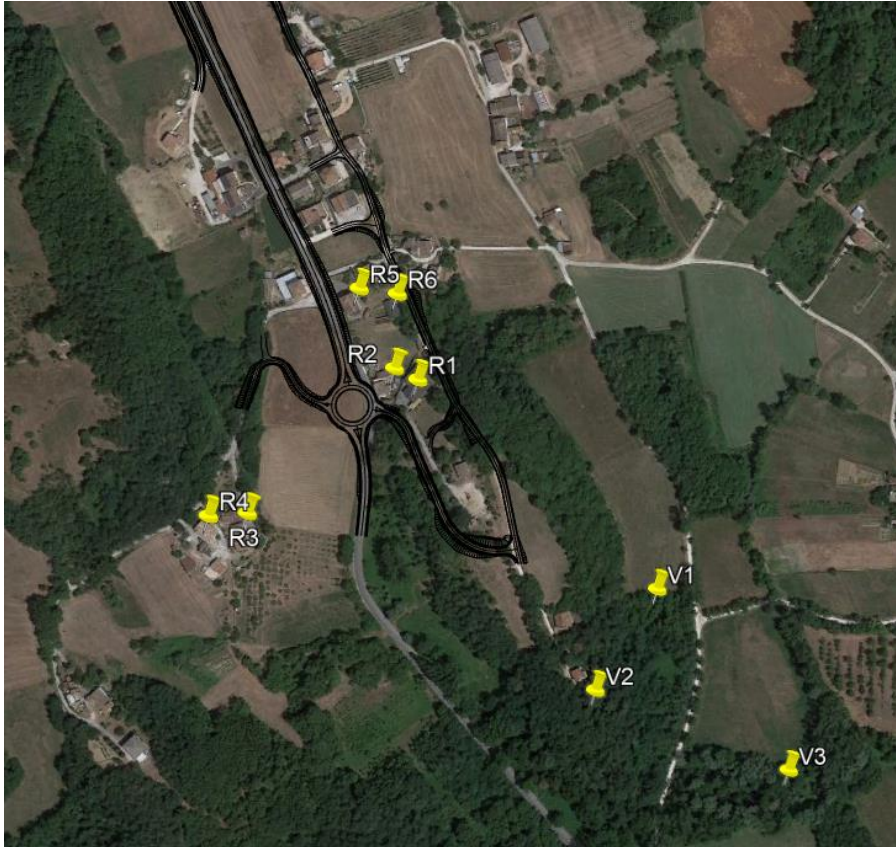


Figura 2-4 Localizzazione ricettori discreti per lo scenario di riferimento

Considerando che lo scenario individuato è rappresentativo della condizione più critica in fase di costruzione, le interferenze prodotte dalle attività di cantiere sul fattore atmosfera, anche con l'aggiunta del valore di fondo di riferimento, non hanno portato a superamenti dei limiti normativi sia per gli inquinanti studiati per la salvaguardia della salute umana (PM₁₀, PM_{2.5} e NO₂), che per le concentrazioni di ossidi di azoto, monitorate sui ricettori V1, V2 e V3 per la salvaguardia della vegetazione.

In particolare si evince nella figura successiva come le emissioni degli NO_x risultino contenute e circoscritte alle aree individuate come maggiormente critiche nella fase di cantiere.

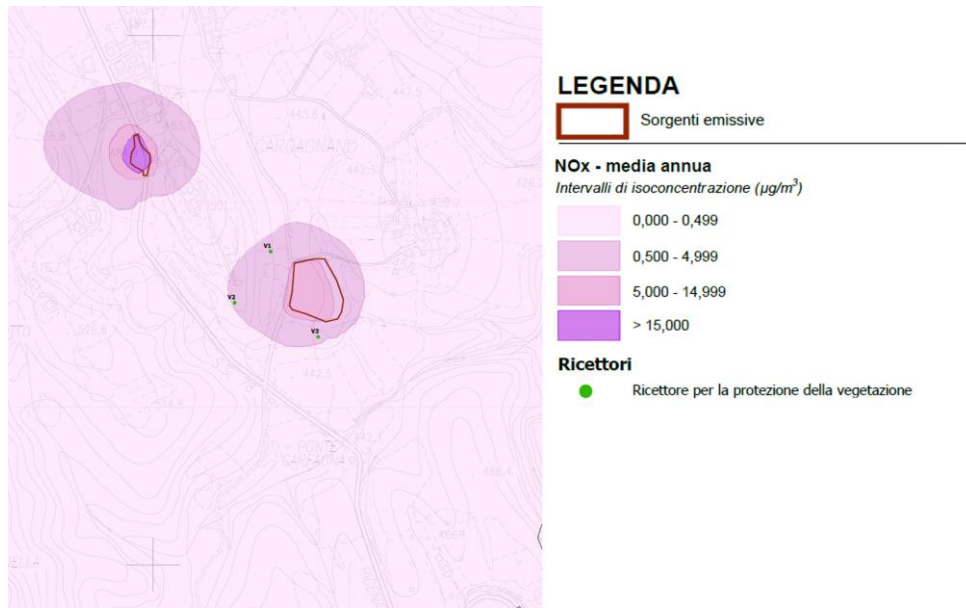


Tabella 2-13 Stralcio dell'elaborato "Planimetria dei ricettori e concentrazioni NOx – Cantiere"

Dalle conclusioni emerse dallo studio atmosferico per la fase di cantiere quindi, si possono ritenere trascurabili eventuali alterazioni della qualità e/o funzionalità del suolo e dei relativi prodotti agroalimentari.

L'alterazione della qualità e/o funzionalità del suolo e dei relativi prodotti agroalimentari potrebbe essere causata anche dalla produzione di acque reflue di origine meteorica, derivanti da attività di cantiere e da scarichi civili. a causa della modifica della qualità dei corpi idrici superficiali e sotterranei.

Le analisi condotte per il fattore ambientale "geologia e acque" hanno portato ad affermare che tutte le tipologie di acque prodotte nel corso della fase di cantierizzazione verranno correttamente gestite e saranno smaltite in modo appropriato, al fine di evitare una modifica dello stato qualitativo dei corpi idrici.

L'alterazione dei suoli e dei relativi prodotti coltivati, potenzialmente indotta dalla modifica qualitativa dei corpi idrici, può essere quindi considerata trascurabile.

Infine, la possibilità di sversamento accidentali che possano causare alterazione dei suoli, verrà opportunamente ridotta al minimo da una serie di misure gestionali e buone pratiche illustrate al paragrafo successivo.

2.1.3.3. Il rapporto opera-ambiente e le misure mitigative durante la fase di cantiere

Dall'analisi dello stato attuale dei luoghi è stato possibile osservare come l'area in esame è caratterizzata da superfici agricole e da aree naturali. A tal riguardo le superfici agricole risultano rappresentate da colture di seminativi ed in parte minore da colture legnose permanenti quali oliveti, vigneti e frutteti; mentre, le superfici naturali sono costituite da ampie zone boscate e aree a vegetazione arbustiva.

Inoltre, nell'area strettamente interessata dal progetto non si riscontrano superfici agricole potenzialmente attribuibili alla produzione di prodotti a marchio di qualità certificato.

Con riferimento alla dimensione costruttiva quindi, l'approntamento delle aree di cantiere, lo scotico terreno vegetale e le azioni di scavo e sbancamento comporteranno la sottrazione di terreno vegetale, e conseguentemente, consumo di suolo. Tuttavia le aree di cantiere, che occuperanno occuperanno un'area circoscritta su terreni a seminativi verranno tempestivamente smantellate al termine dei lavori e ripristinate allo stato *ante operam*.

Nello specifico, si porrà particolare attenzione al ripristino delle condizioni di fertilità dei suoli, in quanto si provvederà alla rimozione ed al successivo accantonamento in siti idonei del terreno per il successivo riutilizzo.

Relativamente alla potenziale alterazione della qualità e/o funzionalità del suolo e dei relativi prodotti agroalimentari derivante dalla produzione di gas e polveri, è stata ritenuta trascurabile e poco probabile sulla base delle simulazioni condotte per il fattore ambientale atmosfera relative alle concentrazioni delle polveri e degli ossidi di azoto prodotti dalle attività di cantiere, condotte per il fattore ambientale "atmosfera".

L'alterazione della qualità e/o funzionalità del suolo e dei relativi prodotti agroalimentari potrebbe essere causata anche dalla produzione di acque reflue di origine meteorica, derivanti da attività di cantiere e da scarichi civili. a causa della modifica della qualità dei corpi idrici superficiali e sotterranei.

L'alterazione dei suoli e dei relativi prodotti coltivati, potenzialmente indotta dalla modifica qualitativa dei corpi idrici, è stata considerata trascurabile in quanto tutte le tipologie di acque prodotte nel corso della fase di cantierizzazione verranno correttamente gestite e saranno smaltite in modo appropriato.

Anche la possibilità di sversamenti accidentali che possano causare alterazione dei suoli è ritenuta altamente improbabile in quanto verrà opportunamente ridotta al minimo da una serie di misure gestionali e buone pratiche.

La produzione di gas e polveri durante la fase costruttiva dell'opera, sebbene sia stata valutata trascurabile, è ridotta tramite modalità operative e accorgimenti, adottati per il fattore ambientale "atmosfera", ma con conseguenze positive anche sui fattori ambientali correlati, come quello in esame.

Allo scopo di minimizzare gli impatti descritti in precedenza sono previsti una serie di interventi di mitigazione; tali interventi in fase di cantierizzazione dell'opera sono di due tipi:

- di tipo preventivo che consentono di ridurre al minimo il traffico ed il rischio di inquinamento delle acque;
- di salvaguardia, per proteggere le potenziali risorse del territorio.
-

In linea generale si riportano di seguito gli obiettivi delle opere preventive e di salvaguardia per la mitigazione degli impatti generati in fase di cantiere:

- salvaguardia dei margini dell'area;
- tutela e salvaguardia dei corsi d'acqua e della vegetazione;
- tutela e salvaguardia dei terreni e delle acque sotterranee;
- deviazione e/o canalizzazione temporanea di eventuali fossi presenti all'interno delle aree di cantiere;
- lavaggio ruote in uscita dei mezzi dal cantiere e copertura degli stessi;
- manutenzione e verifica periodica degli automezzi;
- pavimentazione e realizzazione di sistemi raccolta o trattamento delle aree a maggior rischio di sversamenti o incidenti.

In conclusione, in relazione alla disamina delle azioni di progetto effettuate al paragrafo precedente, alla natura temporanea delle fasi di cantiere e alle azioni di ripristino e mitigazioni previste, si possono considerare trascurabili le interferenze sul fattore ambientale Suolo, uso del suolo e patrimonio agroalimentare.

2.1.4. D – GEOLOGIA E ACQUE

2.1.4.1. Selezione dei temi di approfondimento

La catena Azioni – fattori causali – impatti potenziali riferita al fattore ambientale Geologia e Acque è riportata nella seguente tabella.

Azioni di progetto		Fattori causali	Impatti potenziali
AC.01	Approntamento aree e piste di cantiere	Presenza di aree impermeabilizzate	Modifica dello stato quantitativo dei corpi idrici superficiali e sotterranei
AC.03	Scavo e sbancamento	Movimento terra	Modifica dello stato qualitativo e quantitativo delle acque superficiali, sotterranee e del suolo
AC.04	Demolizione pavimentazione esistente	Rimozione materiali	Produzione rifiuti
AC.05	Demolizione manufatti	Rimozione materiali	Produzione rifiuti
AC.06	Rinterri	Approvvigionamento materiali	Uso di risorse non rinnovabili
AC.07	Realizzazione rilevati	Approvvigionamento materiali	Uso di risorse non rinnovabili
AC.08	Realizzazione elementi gettati in opera	Impiego di fluidi nelle lavorazioni	Modifica dello stato qualitativo dei corpi idrici superficiali e sotterranei
AC.09	Movimentazione materie	Produzione di materiali	Produzione di rifiuti
AC.11	Gestione acque di cantiere	Presenza acque meteoriche di dilavamento dei piazzali del cantiere	Modifica dello stato qualitativo dei corpi idrici superficiali e sotterranei
		Produzione acque di cantiere	
		Produzione acque reflue (scarichi civili)	
		Sversamenti accidentali da lavorazioni e mezzi d'opera	
AC.12	Realizzazione pavimentazione stradale	Presenza di nuove aree impermeabilizzate	Modifica dello stato quantitativo dei corpi idrici superficiali, sotterranei e del suolo
		Approvvigionamento di materiali per la realizzazione	Uso di risorse non rinnovabili

Con riferimento alla "Dimensione costruttiva", l'approntamento delle aree di cantiere potrebbe comportare la variazione del bilancio idrico complessivo, dato dalla presenza di nuove aree impermeabilizzate.

Gli scavi e gli sbancamenti potrebbero comportare la modifica dello stato qualitativo e quantitativo delle acque superficiali, sotterranee e del suolo. I rinterrati prevedono l'utilizzo di risorse non rinnovabili che dovranno essere approvvigionate dai siti di cava precedentemente identificati.

La realizzazione della pavimentazione stradale implica la presenza di nuove aree impermeabilizzate che potrebbero determinare una modifica delle caratteristiche quantitative dei corpi idrici superficiali e sotterranei. Inoltre, necessita di materiali da costruzione il cui approvvigionamento implica l'uso di risorse non rinnovabili. La movimentazione di materiali comporterà anche la produzione di rifiuti che saranno trattati, stoccati imballati e avviati ai siti di smaltimento a norma di legge.

Per quanto concerne lo stato qualitativo delle acque, sia sotterranee che superficiali, i fattori potenzialmente causa d'impatto sono legati alla costruzione di viadotti con piloni, all'impiego di fluidi di perforazione nel corso della realizzazione di elementi gettati in opera, alla presenza di acque di dilavamento nelle aree adibite a cantiere e alla produzione di acque reflue generate dalle lavorazioni proprie del cantiere, come l'attività di 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 presenti in prossimità dell'intervento.

2.1.4.2. Analisi delle potenziali interferenze in fase di cantiere

Modifica dello stato quali-quantitativo dei corpi idrici superficiali, sotterranei e del suolo

Al fine di ottimizzare le attività di costruzione della nuova infrastruttura, sono stati individuati:

- un Campo Base, ubicato a circa 300m a Sud del Tratto 1, dell'asse di progetto Lotto 2,
- 5 campi operativi disposti strategicamente lungo il tracciato da realizzare,
- Un'area di deposito e stoccaggio in prossimità del Campo Base.

Sia per il Campo Base che per i Campi Operativi sono state individuate delle aree per lo stoccaggio dei materiali e per mezzi e attrezzature di cantiere, mentre per il Campo Base è stato previsto anche un layout per tutti gli apprestamenti funzionali al cantiere stesso individuando le zone da dedicare anche ai servizi. Tutte le aree di lavoro si trovano in zone relativamente pianeggianti e sono state rese accessibili prevedendo specifiche viabilità di accesso, nei tratti che vanno dalla viabilità esistente alla zona dei campi, e piste di cantiere interne.

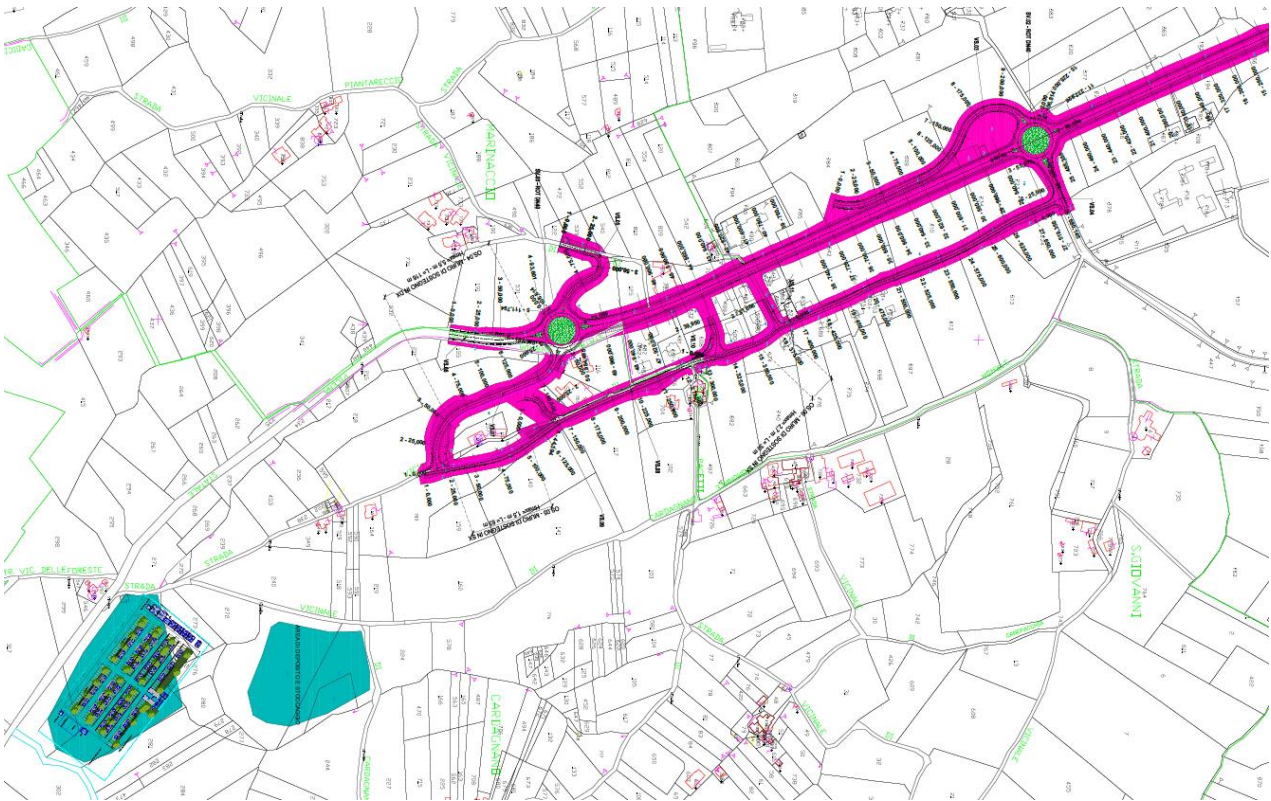


Figura 2-5 Estratto T02CA00CANPP01A



Figura 2-6 Layout Campo Base Operativo

In considerazione di questo l'area di cantiere comporterà una modifica anche se non sostanziale della situazione attuale, verranno impermeabilizzate superfici attualmente soggette a scorrimento superficiale e infiltrazione di acqua meteorica.

L'interferenza relativa alla variazione delle caratteristiche qualitative delle acque superficiali e sotterranee sulla componente idrica potenzialmente generata dalla fase di costruzione può essere considerata trascurabile dal momento che le aree impermeabilizzate saranno ripristinate al loro stato naturale alla fine delle lavorazioni, inoltre saranno adottate tutte le misure per la mitigazione dei potenziali impatti dati da eventi accidentali.

Un'ulteriore possibile causa dell'impatto potenziale legato alla modifica dello stato quali-quantitativo delle acque sotterranee è rappresentata dalle attività di scavo e sbancamento per la realizzazione del nuovo tracciato, per le attività di scavo e sbancamento, data l'eventuale presenza di livelli superficiali di acqua di falda, saranno introdotti tutti gli accorgimenti utili ad evitare sversamenti di sostanze inquinanti nella falda e la sua locale risalita per effetto degli scavi.

Ulteriori possibili cause di impatto potenziale legato alla modifica dello stato quali-quantitativo delle acque superficiali e sotterranee sono la posa in opera di elementi prefabbricati, la realizzazione di elementi gettati in opera e la realizzazione della nuova pavimentazione stradale. Questi comporteranno l'impermeabilizzazione del suolo e il conseguente dilavamento delle acque superficiali oltre a ridurre l'infiltrazione di acque meteoriche. Le lavorazioni, impiegheranno fluidi e macchinari che in caso di incidenti potrebbero impattare sulla qualità dei corpi idrici.

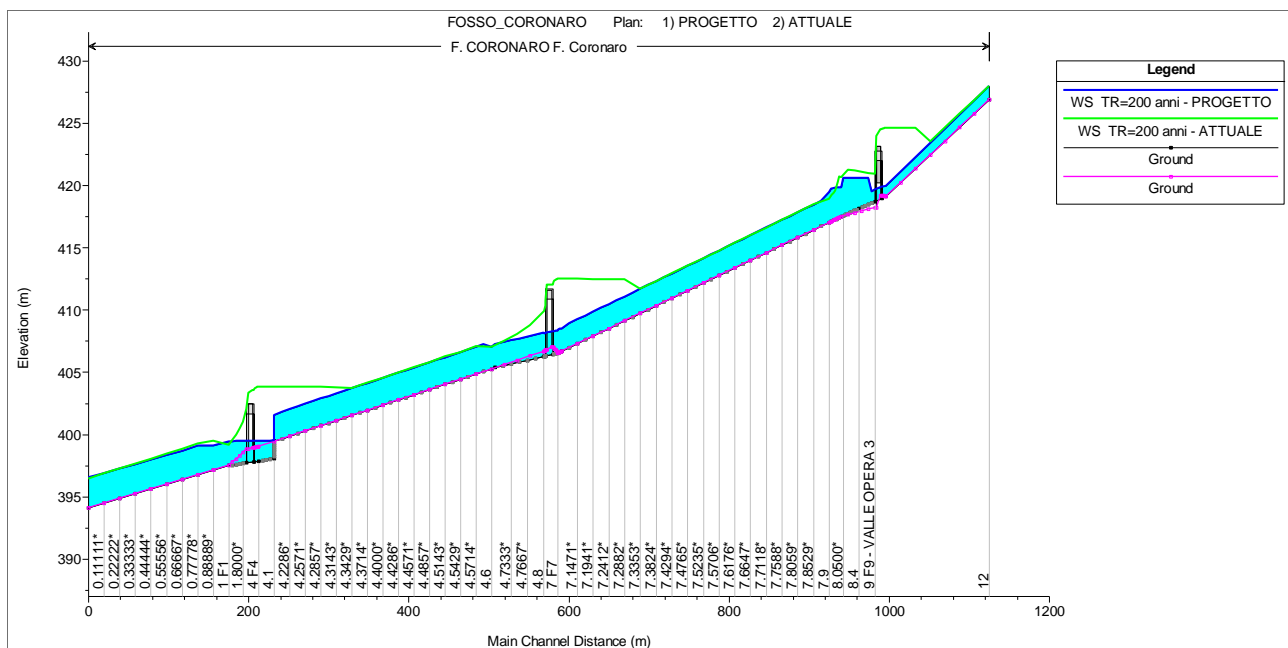
Nella figura sottostante si riporta la sovrapposizione del profilo idrico ottenuto dalla simulazione in moto permanente con portata al colmo di piena duecentennale, nella configurazione attuale (linea verde) e in quella di progetto (linea blu). In magenta è riportato il fondo del canale attuale, in nero il fondo canale di progetto.

Come appare evidente dal confronto diretto dei due profili di corrente la sistemazione idraulica del canale in prossimità delle opere e l'allargamento della luce libera dei ponti consente un notevole abbassamento dei livelli idrici.

Il rigurgito che si crea, in entrambe le configurazioni, a valle dell'opera 3 è dovuto all'incremento di portata di circa 55 m³/s che si ha poco a valle dell'opera 3 in corrispondenza della confluenza del Fosso delle Vaglie nel Fosso Coronaro.

La configurazione di progetto consente di annullare le attuali criticità idrauliche e di garantire, con ampio margine di sicurezza, il franco idraulico di 1,5m prescritto dalle vigenti Norme Tecniche.

Per i tre manufatti, infatti, il franco idraulico risultante è superiore a 2 m.



Dal momento che verranno prese tutte le precauzioni per limitare eventuali incidenti e verranno adottate le mitigazioni necessarie, l'impatto può considerarsi trascurabile.

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

- meteorica di dilavamento;

- da attività di cantiere;
- da lavaggi piazzali e macchinari;
- da scarichi civili.

Al fine di eliminare o limitare il più possibile le interferenze sui corpi idrici, senza alterazione della qualità delle acque, si prevedono in fase di cantierizzazione diverse misure di mitigazione. Le acque derivanti dalle attività di cantiere saranno tutte raccolte in modo idoneo e gestite correttamente; ne consegue quindi che l'impatto sulla componente idrica superficiale e sotterranea potenzialmente generata dalla fase di costruzione relativa all'approntamento delle aree di cantiere e alla gestione delle acque relative alla presenza di quest'ultimo può essere considerato trascurabile.

Uso di risorse non rinnovabili

L'effetto discende dalla necessità di approvvigionare materiali atti alla realizzazione del tracciato di progetto e delle opere d'arte annesse.

Si è provveduto alla individuazione dei materiali di cui si prevede l'escavazione, valutando l'attitudine all'eventuale reimpiego sulla base delle loro caratteristiche tecniche; si è quindi effettuata l'analisi dei fabbisogni in materie da utilizzare nei diversi processi produttivi.

Il volume complessivo delle terre necessario per la realizzazione dell'opera è suddiviso nelle seguenti tipologie:

- materiali idonei per la formazione dei rilevati stradali (tal quale e/o previa stabilizzazione a calce)
- materiali per riempimenti/rinterri;
- terreno vegetale per inerbimento delle scarpate.

I fabbisogni di materiali e la sintesi del bilancio terre sono riassunti nella tabella seguente:

		Volume fabbisogno (mc)	Da scavi (mc)	Fornitura (mc)
RILEVATI T.Q. e/o STABILIZZ.	Materiali per preparazione piano di posa dei rilevati stradali (riempimento scotico+gradonatura)	9.789	-	9.789
	Materiali per rilevati stradali (bonifica + rilevati)	41.846	19.974	21.872
RITOMB.	Materiali per riempimenti e ritombamenti (rotatorie, aree intercluse e/o dismesse, ripristino aree di cantiere)	13.015	13.015	-
VEG.	Terreno vegetale (scarpate stradali)	8.209	8.209	-
	Terreno vegetale sistemazioni ambientali (rotatorie, aree intercluse e/o dismesse, ripristino aree di cantiere)	8.366	7.044	1.323
Totale		81.224	48.241	32.983

Come si evince dalla tabella più della metà del fabbisogno verrà soddisfatta dal materiale proveniente dagli scavi; perciò, in considerazione di questo l'impatto è da considerarsi basso.

Produzione rifiuti

Per la realizzazione dell'opera in progetto, è prevista la produzione di varie tipologie di materiali inerti.

Il progetto prevede un volume complessivo di scavi pari a circa 49.700 mc.

Nella Tabella 2-14 sono riepilogati i volumi complessivi di scavo.

Descrizione	Vol
Scotico (mc)	4.443
Gradonatura (mc)	5.346
Bonifica (mc)	6.664
Scavo di sbancamento corpo stradale (mc)	33.290
Totali (mc)	49.743

Tabella 2-14 Quadro riassuntivo dei volumi disponibili.

I volumi di scavo sono suddivisi in funzione del possibile riutilizzo, secondo le percentuali indicate nella seguente tabella:

Descrizione	Volume geom. (mc)	% di riutilizzo				Volumi geom (mc)			
		RILEVATI T.Q.	RILEVATI STAB.	RITOMB.	VEG.	RILEVATI T.Q.	RILEVATI STAB.	RITOMB.	VEG.
Scotico	4.443	-	-	-	100%	-	-	-	4.443
Gradonatura	5.346	-	-	10%	90%	-	-	535	4.811
Bonifica	6.664	-	-	10%	90%	-	-	666	5.998
Scavo corpo stradale	33.290	60%	-	40%	-	19.974	-	13.316	-
Totale	49.743					19.974	-	53.100	15.252

Tabella 2-15 Suddivisione del volume di scavo in funzione del riutilizzo.

Visto quanto detto per l'analisi dell'impatto sull' *Uso di risorse non rinnovabili*, anche per quanto riguarda l'impatto sulla produzione di rifiuti può essere considerato trascurabile dal momento che verrà riutilizzato gran parte del materiale proveniente dalle lavorazioni.

2.1.4.3. Il rapporto opera-ambiente e le misure mitigative durante la fase di cantiere

L'analisi degli impatti sull'ambiente potenzialmente generati dalle lavorazioni per la realizzazione delle opere di progetto ha evidenziato l'assenza di interferenze significative; quindi, considerato il fatto che verranno attuate le "Best practices" di cantiere nella fase realizzativa, idonee a contenere le emissioni di polveri, gas di scarico e rumore, si ritengono sufficienti a garantire la tutela, la

conservazione e il miglioramento del territorio interessato. Inoltre, le aree di cantiere saranno oggetto di recupero ambientale, riportando le stesse allo stato originario.

Tra le principali criticità rilevate nei riguardi del cantiere c'è il rischio di inquinamento delle acque superficiali per sversamenti accidentali o a causa di una non corretta gestione delle acque dilavanti provenienti dalle aree di cantiere. Tali azioni non risultano certe in quanto non è possibile ritenere a priori che vi sarà una interferenza tra le acque di dilavamento, contenenti solidi sospesi sostanze inquinanti ed il sistema delle acque. Tali impatti sono significativamente contenuti mediante l'adozione delle misure di mitigazione previste ed in ogni caso sono limitate nel medio o breve termine dato che con l'entrata in esercizio dell'opera di progetto sono destinati a scomparire.

Allo scopo di minimizzare gli impatti descritti in precedenza sono previsti una serie di interventi di mitigazione; tali interventi in fase di cantierizzazione dell'opera sono di due tipi:

- di tipo preventivo che consentono di ridurre al minimo il traffico ed il rischio di inquinamento delle acque;
- di salvaguardia, per proteggere le potenziali risorse del territorio.

In linea generale si riportano di seguito gli obiettivi delle opere preventive e di salvaguardia per la mitigazione degli impatti generati in fase di cantiere:

- salvaguardia dei margini dell'area;
- tutela e salvaguardia dei corsi d'acqua e della vegetazione;
- tutela e salvaguardia dei terreni e delle acque sotterranee;
- deviazione e/o canalizzazione temporanea di eventuali fossi presenti all'interno delle aree di cantiere;
- lavaggio ruote in uscita dei mezzi dal cantiere e copertura degli stessi;
- manutenzione e verifica periodica degli automezzi;
- pavimentazione e realizzazione di sistemi raccolta o trattamento delle aree a maggior rischio di sversamenti o incidenti.

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.

Stante le modeste superfici interessate da impermeabilizzazione si può ritenere l'interferenza sullo stato quantitativo delle acque superficiali e sotterranee trascurabile.

L'esecuzione dei lavori comporterà una serie di attività che potrebbero potenzialmente generare, direttamente o indirettamente, la produzione di acque reflue di differente origine; al fine di limitare la produzione di tali acque, che potrebbe potenzialmente modificare lo stato qualitativo dei corpi idrici superficiali e sotterranei presenti in prossimità dell'intervento, nell'ambito della cantierizzazione saranno previsti adeguati sistemi di gestione.

Per quanto concerne le attività di scavo e sbancamento, data l'elevata permeabilità del terreno saranno introdotti tutti gli accorgimenti utili ad evitare sversamenti di sostanze inquinanti nella falda e la sua locale risalita per effetto degli scavi.

Si ritiene che le misure di mitigazione adottate comporteranno un impatto della cantierizzazione per la realizzazione dell'opera oggetto di studio trascurabile.

2.1.5. E – ATMOSFERA: ARIA E CLIMA

2.1.5.1. Selezione dei temi di approfondimento

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

Azioni di progetto		Fattori causali	Impatti potenziali
AC.01	Approntamento aree e piste di cantiere	Produzione emissione inquinanti	Modifica della qualità dell'aria
AC.02	Scotico terreno vegetale		
AC.03	Scavo e sbancamento		
AC.05	Demolizione pavimentazione esistente		
AC.06	Demolizione manufatti		
AC.07	Rinterri		
AC.08	Realizzazione rilevati		
AC.09	Realizzazione elementi gettati in opera		
AC.10	Movimentazione materie		
AC.11	Traffico di cantiere		
AC.12	Gestione acque di cantiere		
AC.13	Realizzazione pavimentazione stradale		
AC.14	Realizzazione finiture		
AC.01	Approntamento aree e piste di cantiere		

Tabella 2-16 Atmosfera: Matrice di causalità – dimensione Costruttiva

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

2.1.5.2. Analisi delle potenziali interferenze in fase di cantiere

Stima delle polveri prodotte dalle attività di cantiere

Gli input del software Aermod View

Gli input territoriali

Gli input Orografici

Per la valutazione delle interferenze in fase di cantiere è stato utilizzato il software Aermod View. Questo, grazie al processore territoriale AERMAP, permette di configurare l'orografia del territorio in esame, essenzialmente distinguendo tre tipologie di territorio così come mostrato in Figura 2-7.

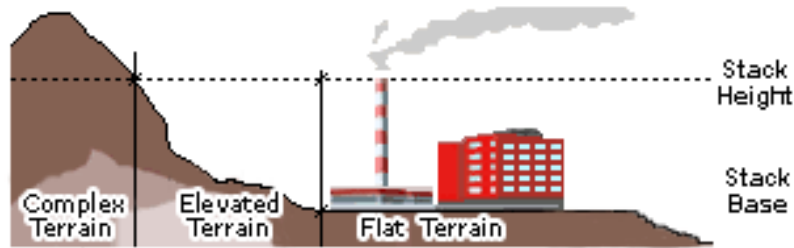


Figura 2-7 Tipologie di configurazioni territoriali

Con riferimento all'area di intervento, in cui avvengono i lavori di cantierizzazione per la realizzazione del progetto in esame, si è adottata una conformazione del territorio di tipo "elevated terrain".

Gli input meteorologici

Un altro input fondamentale per l'applicazione del modello di simulazione in AERMOD è il dato meteorologico. Pertanto, per le simulazioni della fase di cantiere sono stati considerati gli stessi dati utilizzati per le simulazioni della fase di esercizio, ossia i dati dell'anno 2022.

Gli input progettuali

La metodologia del worst case scenario

La metodologia che è stata seguita per la definizione degli input di progetto e quindi delle sorgenti emittive 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, che nel caso in esame sono le variabili che influenzano il modello di simulazione.

Una volta valutati gli scenari è possibile fare riferimento ad uno o più scenari, ritenuti maggiormente critici, nell'arco di una giornata.

A titolo esemplificativo, al fine di comprendere la logica del processo di simulazione si può fare riferimento allo schema di processo sottostante.

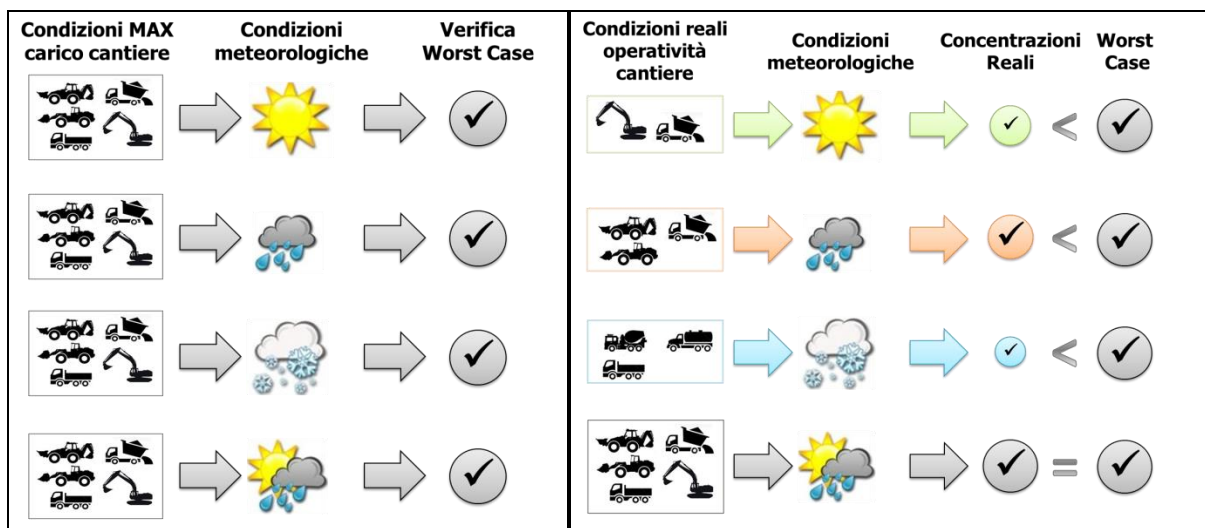


Figura 2-8 Logica delle verifiche con il worst case scenario

Volendo esplicitare la logica della Figura 2-8, dal punto di vista metodologico, occorre simulare lo scenario più critico dal punto di vista atmosferico. È infatti possibile definire le attività maggiormente critiche all'interno di un singolo cantiere, analizzandone le emissioni, ed assumere che tale attività si svolga per tutta la durata del cantiere. Tale ipotesi risulta molto conservativa, permettendo di avere elevati margini di sicurezza rispetto anche ai possibili scarti temporali e variazioni meteorologiche che negli scenari futuri sono difficilmente valutabili.

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.

In ultimo, al fine di realizzare gli scenari di analisi occorre definire la tipologia di inquinante considerato. Tale aspetto influenza l'arco temporale di riferimento (ovvero l'intervallo di mediazione di riferimento) con il quale effettuare le verifiche normative e, al tempo stesso, l'operatività del cantiere che deve essere considerata all'interno della metodologia *Worst Case* implementata. Come meglio verrà esplicitato in seguito, gli inquinanti da tenere in considerazione sono funzione delle attività effettuate all'interno del cantiere.

Verificando, quindi, il rispetto di tutti i limiti normativi per il *Worst Case Scenario*, è possibile assumere in maniera analoga il rispetto dei limiti normativi per tutti gli scenari differenti dal peggiore, scenari nei quali, il margine di sicurezza sarà ancora maggiore.

La definizione delle sorgenti emissive di cantiere

La stima dei fattori di emissione adottati per stimare, attraverso simulazione emissivo – diffusiva, i livelli di concentrazione generati per ogni singolo inquinante in fase di cantierizzazione, viene effettuata considerando le seguenti attività emissive:

- le lavorazioni previste in ogni area di cantiere considerata;
- l'erosione del vento sui cumuli stoccati;
- le attività dei mezzi d'opera all'interno delle aree di cantiere, in termini di emissione di gas di scarico dei motori, assimilate a sorgenti emissive areali.

Nel caso in esame relativo alla realizzazione del progetto in esame, in funzione della localizzazione delle sorgenti e della contemporaneità delle lavorazioni maggiormente interferenti con la componente atmosferica, nonché della presenza degli elementi sensibili presenti al contorno dell'area, è stato individuato un unico scenario di simulazione, comprendente le seguenti aree di lavoro:

- l'area di stoccaggio in prossimità del campo base;
- l'area relativa alla realizzazione della rotatoria.



Figura 2-9 Rappresentazione delle aree di cantiere

Le attività sopra citate sono considerate contemporanee tra loro in termini temporali e spaziali al fine di simulare la configurazione di cantiere peggiore.

Qui di seguito, si riportano le caratteristiche delle aree di cantiere scelte per la simulazione, riportando nello specifico per ciascuna di esse le lavorazioni previste.

Cantiere	Attività di cantiere
Area stoccaggio	Formazione e stoccaggio cumuli
	Erosione del vento dai cumuli
Area realizzazione rotatoria	Formazione e stoccaggio cumuli
	Erosione del vento dai cumuli

Tabella 2-17 Caratteristiche aree di cantiere scelte per la simulazione

Nella Tabella successiva vengono invece riportati, per ciascun cantiere, i mezzi previsti per le lavorazioni.

Area di cantiere	Macchina di cantiere	Quantità
------------------	----------------------	----------

Area di cantiere	Macchina di cantiere	Quantità
Area stoccaggio	Dumper	1
	Escavatore	1
	Autocarro	1
	Gruppo elettrogeno	1
Area realizzazione rotatoria	Autocarro	1
	Pompa per calcestruzzo	1
	Gruppo elettrogeno	1
	Pala gommata	1

Tabella 2-18 Mezzi previsti per le lavorazioni

Per quanto riguarda invece i traffici di cantiere derivanti dal trasporto dei materiali di scavo dalle aree di cantiere fino ai siti di deposito temporaneo, cave e discariche, è stato ipotizzato per l'intero scenario un flusso medio di 3 veicoli/giorno bidirezionali. Pertanto, in virtù del ridotto valore stimato, non è stato valutato il contributo del traffico indotto dalla cantierizzazione.

Una volta definite le sorgenti emissive, è stata svolta, per ogni area di cantiere, l'analisi emissiva. In particolare, gli inquinanti analizzati sono stati i seguenti:

- particolato grossolano (PM₁₀);
- particolato fine (PM_{2.5}),
- ossidi di azoto (NO_x);
- biossido di azoto (NO₂).

Si specifica come per le polveri grossolane (PM₁₀ e PM_{2.5}) il contributo emissivo è stato calcolato come la somma del contributo derivante dalle lavorazioni di cantiere e dei macchinari impiegati; viceversa, per quanto riguarda ossidi e biossido di azoto, è stata considerata solamente l'emissione derivante dai gas di scarico delle macchine di cantiere, tralasciando il contributo legato alla movimentazione e stoccaggio del materiale poiché trascurabile.

I fattori di emissione

La metodologia di riferimento

I fattori di emissione rappresentano la capacità unitaria di emissione delle attività che si stanno analizzando. Il fattore di emissione, quindi, rappresenta la parte unitaria delle emissioni che, moltiplicata per l'unità di tempo in cui la sorgente rimane in condizione "attiva", permette il calcolo delle emissioni di inquinanti totali "uscenti" dalla sorgente.

Per la stima di tali valori si è ricorso ai dati bibliografici messi a disposizione dalla U.S. E.P.A. (United States Environmental Protection Agency) Emission Factors & AP42 "Compilation of Air Pollutant Emission Factor". In tale documento sono riportati tutti i fattori di emissione riguardanti le principali sorgenti, dagli impianti industriali, agli impianti estrattivi, sino alle operazioni di costruzioni civili.

Nei seguenti paragrafi, verranno calcolati i singoli fattori di emissione relativi al PM₁₀ e al PM_{2.5} (principali inquinanti generati dalle operazioni di cantiere), in relazione alle attività ritenute critiche per l'inquinamento atmosferico.

I fattori di emissione relativi al carico e scarico del materiale:

Nel presente paragrafo vengono calcolati i fattori di emissione generati dalle attività di carico e scarico del materiale polverulento nelle aree di stoccaggio e nelle aree di lavoro.

Con riferimento alle attività in esame è stata applicata la formulazione fornita dall'E.P.A. relativa alle attività di carico e scarico, di seguito riportata.

$$EF_c = k(0.0016) \cdot \frac{\left(\frac{U}{2.2}\right)^{1.3}}{\left(\frac{M}{2}\right)^{1.4}} [kg/t]$$

Il fattore di emissione sopra definito, pertanto, dipende da una costante k che tiene conto della dimensione del particolato che si intende analizzare, della velocità media del vento espressa in metri al secondo, e della % M di umidità del materiale.

Per il valore di k si può fare riferimento ai valori di tabella seguente.

Aerodynamic Particle Size Multiplier (k)				
<30 µm	<15 µm	<10 µm	<5 µm	<2.5 µm
0,74	0,48	0,35	0,20	0,053

Tabella 2-19 Valori coefficiente aerodinamico fonte: EPA AP42

Mentre per il range di validità degli altri parametri è possibile fare riferimento alla tabella seguente.

Ranges Of Source Conditions			
Silt Content (%)	Moisture Content (%)	Wind speed	
		m/s	mph
0,44 – 19	0,25 – 4,8	0,6 – 6,7	1,3 – 15

Tabella 2-20 Range di validità dei coefficienti per il calcolo di EF fonte: EPA AP42

Con riferimento ai valori dei coefficienti, assunti per l'analisi in esame, si è considerato:

- U = velocità media del vento considerando la configurazione più frequente pari a 3,37 m/s (valore desunto dall'analisi meteo climatica);
- M = percentuale di umidità considerata pari a 4,8 %;
- k = pari a 0,35 per considerare l'apporto del PM₁₀ e 0,053 per considerare l'apporto del PM_{2.5}.

Applicando la formulazione sopra indicata ed ipotizzati circa 130 m³/giorno di materiale mobilitato, le emissioni di PM₁₀ generate dai singoli cantieri in esame sono quelli riportati nella tabella sottostante.

Cantiere	Fattore di emissione PM₁₀[g/s]
Area Stoccaggio	0,0007
Area realizzazione rotatoria	

Tabella 2-21 Fattori di emissione areale per il PM10 - carico e scarico

I fattori di emissione relativi all'erosione del vento sui cumuli

All'interno delle aree di stoccaggio viene tenuta in considerazione, come altra attività che genera emissioni di PM₁₀ e PM_{2.5}, l'erosione del vento sui cumuli di materiale depositati.

Al fine di poter determinare il fattore di emissione di tale azione è possibile riferirsi alla già citata guida dell'EPA.

In questo caso il modello fa dipendere il fattore di emissione da due fattori che concorrono alla possibile emissione di particolato da parte del cumulo:

- il numero di "movimentazioni" ovvero di interferenze intese come deposito e scavo di materiale sul/dal cumulo;
- la velocità del vento a cui è sottoposto il cumulo stesso.

La formula per il calcolo del fattore di emissione è data pertanto da:

$$EF = k \sum_{i=1}^N P_i$$

dove k è la costante che tiene conto della grandezza della particella considerata, N è il numero di giorni l'anno in cui la superficie è sottoposta a "movimentazioni" e P_i è pari all'erosione potenziale corrispondente alla velocità massima del vento al giorno. Il valore di k è, anche in questo caso, tabellato.

Aerodynamic Particle Size Multiplier (k)			
30 µm	<15 µm	<10 µm	<2.5 µm
1,0	0,6	0,5	0,075

Tabella 2-22 Valori coefficiente aerodinamico (Fonte: EPA AP42)

Il fattore N, invece, dipende dal numero di movimentazioni a cui è sottoposto un cumulo ogni anno. Nel caso in esame si è supposto, in via cautelativa, che tutti i cumuli fossero sottoposti ad almeno una movimentazione giornaliera. In ultimo, l'erosione potenziale, P_i, parte dal concetto di profilo di velocità del vento, per il quale è possibile utilizzare la seguente equazione:

$$u(z) = \frac{u^*}{0,4} \ln \frac{z}{z_0}$$

in cui u è la velocità del vento e u* rappresenta la velocità di attrito.

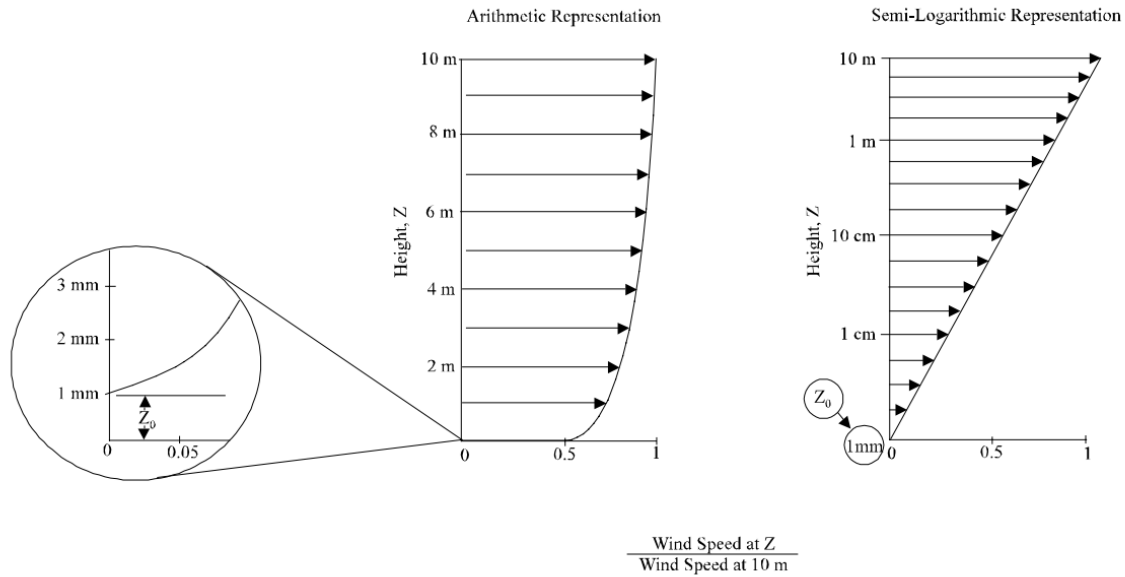


Figura 2-10 Illustrazione del profilo logaritmico della velocità (Fonte: EPA AP42)

L'erosione potenziale, pertanto, dipende dalla velocità di attrito e dal valore soglia della velocità d'attrito secondo l'equazione:

$$P = 58(u^* - u_t^*)^2 + 25(u^* - u_t^*)$$

Da tale espressione si evince come ci sia erosione potenziale solo qualora la velocità d'attrito superi il valore soglia. Per la determinazione di tale valore il modello individua una procedura sperimentale (cfr. 1952 laboratory procedure published by W. S. Chepil). Tuttavia, in mancanza di tali sperimentazioni è possibile fare riferimento ad alcuni risultati già effettuati e riportati nella tabella sottostante.

Material	Threshold Friction Velocity (m/s)	Roughness Height (cm)	Threshold Wind Velocity At 10 m (m/s)	
			Z0=act	Z0=0,5cm
Overburden	1,02	0,3	21	19
Scoria (roadbed material)	1,33	0,3	27	25
Ground coal (surrounding coal pile)	0,55	0,01	16	10
Uncrusted coal pile	1,12	0,3	23	21
Scraper tracks on coal pile	0,62	0,06	15	12
Fine coal dust on concrete pad	0,54	0,2	11	10

Tabella 2-23 Valore di velocità di attrito limite

La velocità del vento massima tra due movimentazioni può essere determinata dai dati meteorologici utilizzati per le simulazioni. Tali dati, essendo riferiti ad un'altezza dell'anemometro pari a 10 metri, non hanno bisogno di alcuna correzione e pertanto è possibile determinare la relazione.

$$u^* = 0,053u_{10}^+$$

in cui u_{10}^+ è la massima intensità misurata nell'arco della giornata attraverso i dati sopracitati.

È importante, inoltre, evidenziare come tale formulazione sia valida per cumuli "bassi", ovvero cumuli per cui il rapporto base su altezza sia inferiore a 2. Nel caso in esame, in relazione all'operatività del cantiere si è ipotizzata la realizzazione di tali tipologie di cumuli. Non si necessita pertanto di ulteriori correzioni ed è quindi possibile determinare i casi in cui il valore di u^* supera il valore di u_t^* . A tale proposito si è scelto di fare riferimento alla classe "roadbed material".

Ordinando i valori di u_{10}^+ in senso decrescente in funzione dei diversi giorni dell'anno è possibile determinare il grafico di Figura 2-11.

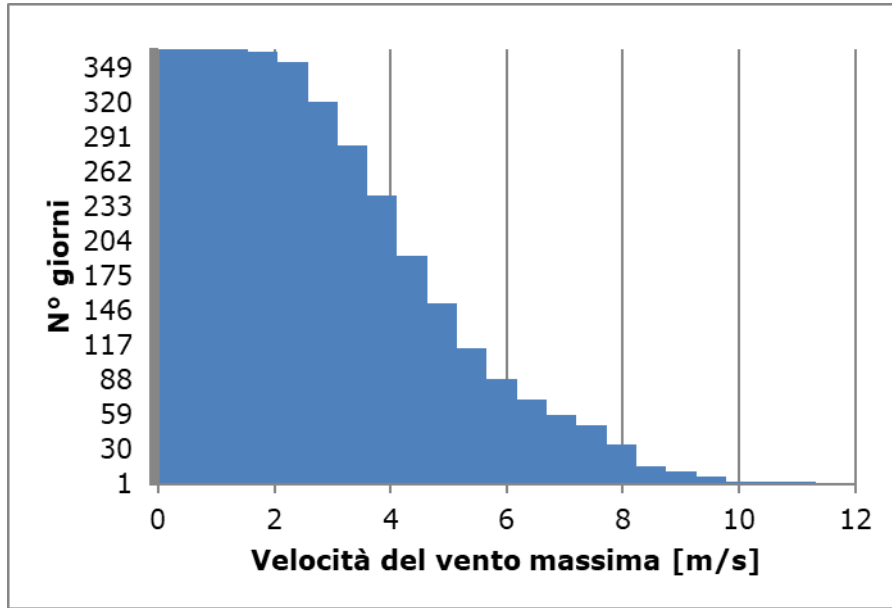


Figura 2-11 Velocità del vento max ordinata in senso crescente

Da tali valori è quindi stato possibile determinare i valori di u^* così come riportato in Figura 2-12.

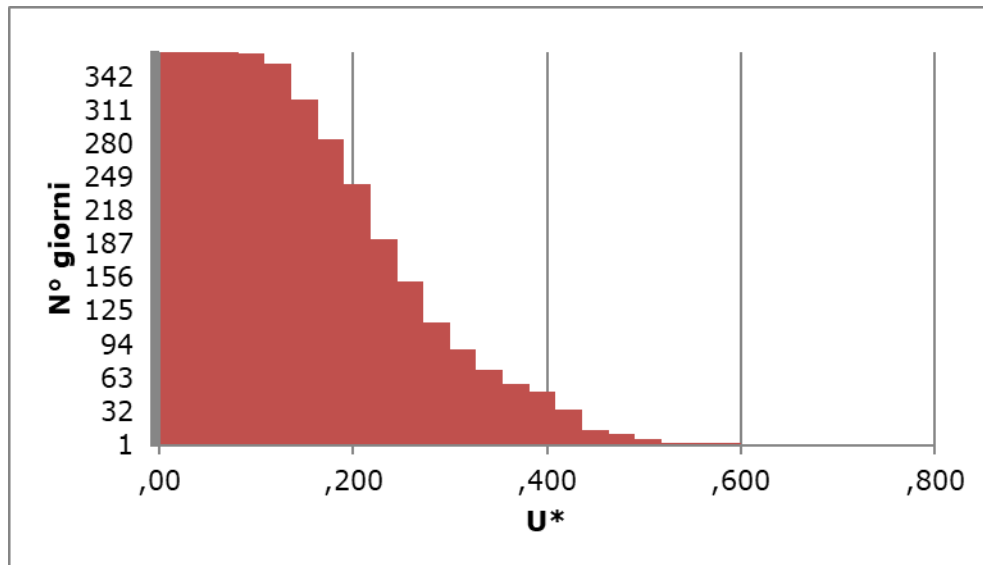


Figura 2-12 - Valori di u^* ordinati in senso crescente

Dall'analisi dei risultati emerge come u^* non assuma mai valori soglia e pertanto l'erosione potenziale risulta nulla.

Le sorgenti lineari

Come detto in precedenza, i gas di scarico dei macchinari previsti nelle aree di cantiere costituiscono una potenziale sorgente di emissione di NO_x, NO₂, PM₁₀ e PM_{2.5}. Per la stima dei loro fattori di emissione, si è fatto riferimento alle elaborazioni della South Coast Air Quality Management District, "Off road mobile Source emission Factor" che forniscono i fattori di emissione dei mezzi di cantiere. Tali fattori vengono espressi in funzione della categoria dell'equipaggiamento, della potenza espressa in cavalli (HP) e del fattore di carico.

Il calcolo delle emissioni proposto nel documento citato si basa sulla seguente formula:

$$E = n \times H \times EF$$

In cui:

- E esprime la massa di emissioni prodotta per unità di tempo [lb/g];
- n il numero di veicoli per ciascuna categoria;
- H le ore al giorno di funzionamento dell'apparecchiatura [h];
- EF il fattore di emissione della fonte mobile "Off road mobile Source Emission Factor" [lb/h].

Di seguito vengono riassunti i fattori di emissione per ciascun mezzo di cantiere previsto, in funzione dell'inquinante considerato (NO_x e PM₁₀).

Macchina di cantiere	Emissione [g/s]	
	PM ₁₀	NO _x
Autocarro	0,0019	0,055
Escavatore	0,0021	0,042
Dumper	0,0003	0,007
Gruppo elettrogeno	0,0029	0,065
Pala gommata	0,0028	0,052
Pompa per calcestruzzo	0,0031	0,066

Tabella 2-24 Fattori di emissione (fonte: South Coast Air Quality Management District - "Off road mobile Source emission Factor")

Sintesi fattori di emissione

In merito ai fattori di emissione per ogni area di cantiere si può far riferimento alla seguente Tabella.

ID AREE	Fattore di emissione areale [g/s]			
	Attività cantiere	PM ₁₀		NO _x Mezzi cantiere
		Mezzi cantiere	Totale	
Area Stoccaggio	0,0007	0,007	0,0079	0,171
Area realizzazione rotatoria	0,0007	0,010	0,0114	0,240

Tabella 2-25 Fattori di emissione areali PM10 e NOx

La modellazione delle sorgenti in Aermod View

Una volta definite le metodologie per la stima dei fattori di emissione è stato possibile implementare all'interno del modello Aermod le diverse sorgenti.

In particolare, le aree di lavoro e le aree di cantiere sono state schematizzate come sorgenti areali e in linea generale i dati richiesti dal software sono quelli mostrati in Figura 2-13.

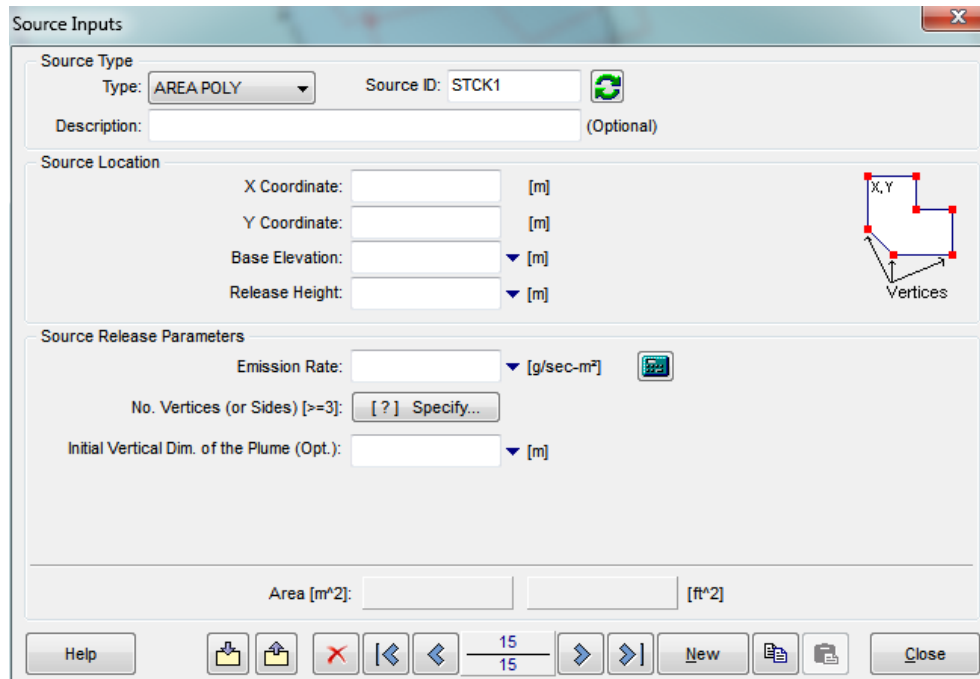


Figura 2-13 Tipologico input per sorgenti areali software AERMOD View

Nello specifico gli input inseriti sono:

- coordinate X, Y rispetto al baricentro della sorgente;
- altezza del terreno su cui è situata la sorgente;
- altezza della sorgente,
- fattore di emissione espresso in g/s m².

Definizione dei punti di calcolo

Ultimo step dell'analisi prima dell'applicazione del modello è la definizione di una maglia di punti di calcolo al fine di poter pervenire alla definizione di curve di isoconcentrazione.

A tale scopo occorre soddisfare la duplice necessità di avere una maglia di calcolo spazialmente idonea a poter descrivere una porzione di territorio sufficientemente ampia e dall'altro di fissarne un passo adeguato al fine di non incrementare inutilmente l'onerosità dei calcoli.

Seguendo tali principi, per lo scenario di riferimento è stata definita una maglia di punti di calcolo le cui caratteristiche sono sinteticamente riportate in tabella.

Coordinate del centro della maglia Asse X	362965,40
Coordinate del centro della maglia Asse Y	4764394,28
Passo lungo l'asse X	20
Passo lungo l'asse Y	20

Tabella 2-26 Coordinate maglia dei punti di calcolo scenario di riferimento

Al fine di poter effettuare la sovrapposizione degli effetti tra i valori di fondo ed il contributo dei cantieri, si è fatto riferimento a nove punti ricettore rappresentativi degli edifici e aree verdi più

vicine alle aree di cantiere simulate. In particolare, i ricettori considerati per lo scenario di riferimento sono indicati nella tabella sottostante.

Ricettori	Coordinata X (m)	Coordinata Y (m)
R1	363019,00	4764760,00
R2	362994,54	4764770,61
R3	362880,00	4764653,00
R4	362851,00	4764652,00
R5	362971,78	4764837,54
R6	363002,77	4764832,17
V1	363213,64	4764578,03
V2	363159,85	4764494,56
V3	363323,00	4764417,00

Tabella 2-27 Coordinate ricettori discreti scenario di riferimento

Nello specifico i ricettori V1, V2 e V3 sono stati scelti per valutare la qualità dell'aria relativa alla salvaguardia della vegetazione, mentre i restanti ricettori sono stati scelti in corrispondenza a edifici residenziali per valutare la salvaguardia della salute umana.

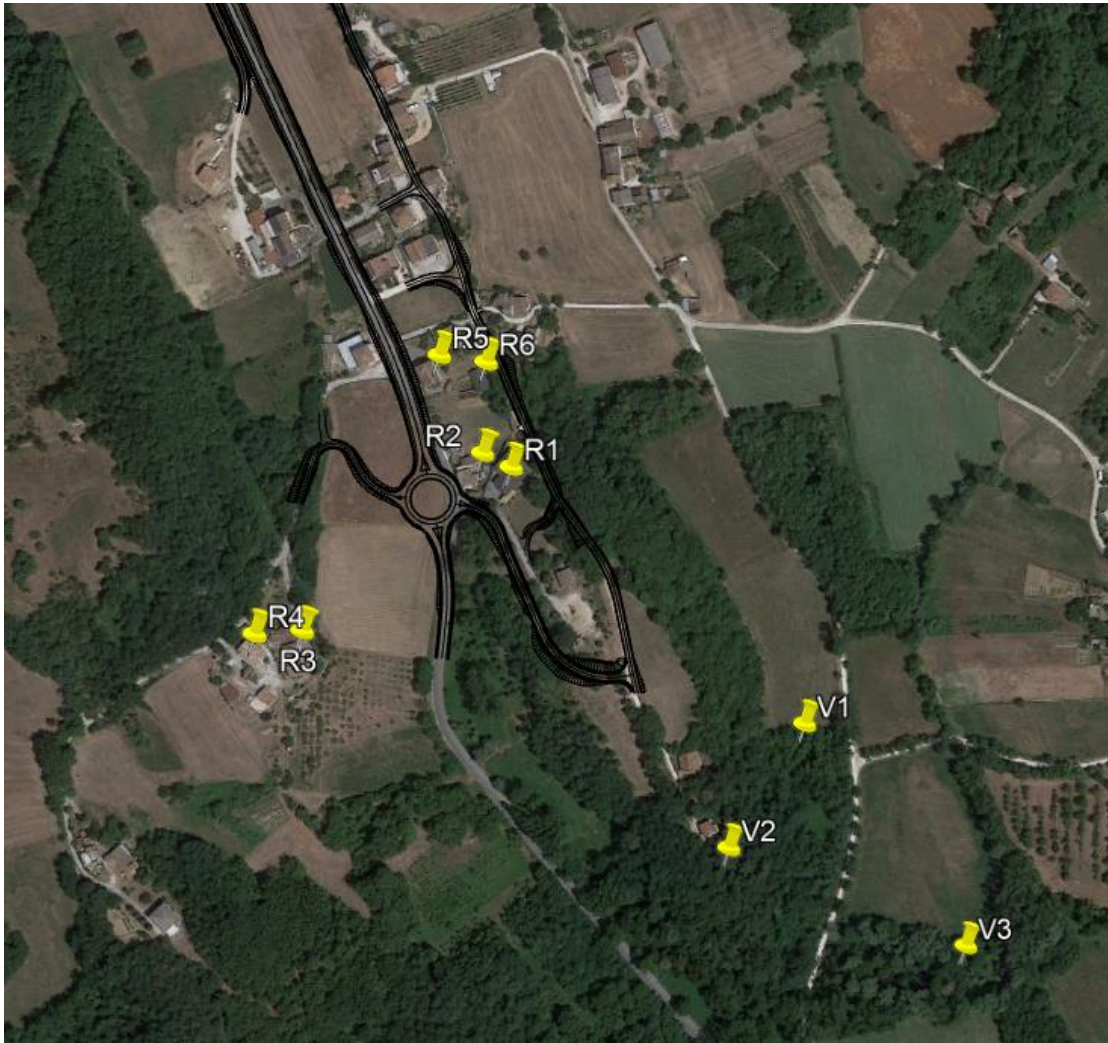


Figura 2-14 Localizzazione ricettori discreti per lo scenario di riferimento

2.1.5.3. Il rapporto opera-ambiente e le misure mitigative adottate durante la fase di cantiere

Al fine di analizzare l'interazione tra l'opera e l'ambiente in fase di cantiere e avere contezza della qualità dell'aria totale in prossimità dei ricettori individuati, si riportano i risultati della simulazione con l'aggiunta del fondo rilevato dalla centralina di riferimento per l'anno 2022, situata presso il comune di Monte Monaco, e si confronta il totale con i limiti normativi.

Nello specifico, i valori di fondo utilizzati sommati sono riferiti alle concentrazioni medie annue dei seguenti inquinanti:

- PM₁₀, pari a 14,09 µg/m³;
- NO_x, pari a 19,56 µg/m³;
- NO₂, pari a 10,92 µg/m³.

		PM ₁₀ [µg/m ³]		
Ricettori	Media annua	Fondo	Totale	Valore normativo

PM ₁₀ [µg/m ³]				
Ricettori	Media annua	Fondo	Totale	Valore normativo
R1	0,12	14,09	14,21	40
R2	0,39		14,48	
R3	0,01		14,10	
R4	0,01		14,10	
R5	0,09		14,18	
R6	0,06		14,15	

Tabella 2-28 Output dato medio annuo dell'inquinante PM₁₀- Fase di cantiere

Analogamente, è possibile definire anche per il particolato fine (PM_{2.5}) una situazione di rispetto del limite normativo riferito alla media annua, pari a 25 µg/m³, essendo i valori di concentrazione media annua di PM₁₀, comprensivi del valore di fondo, inferiori a tale limite.

PM ₁₀ [µg/m ³]				
Ricettori	Massimo giornaliero	Fondo	Totale	Valore normativo
R1	1,42	14,09	15,51	50
R2	4,32		18,42	
R3	0,11		14,20	
R4	0,09		14,18	
R5	1,35		15,44	
R6	0,85		14,95	

Tabella 2-29 Output dato massimi giornalieri dell'inquinante PM₁₀ - Fase di cantiere

NO ₂ [µg/m ³]				
Ricettori	Media annua	Fondo	Totale	Valore normativo
R1	1,33	10,92	12,25	40
R2	4,29		15,21	
R3	0,15		11,07	
R4	0,14		11,06	
R5	1,06		11,98	
R6	0,74		11,66	

Tabella 2-30 Output dato medio annuo dell'inquinante NO₂- Fase di cantiere

NO ₂ [µg/m ³]				
Ricettori	Massimo orario	Fondo	Totale	Valore normativo
R1	113,44	10,92	124,36	200
R2	185,52		196,44	
R3	14,28		25,20	
R4	11,08		22,00	
R5	109,19		120,11	
R6	93,14		104,06	

Tabella 2-31 Output dato massimi orari dell'inquinante NO₂ – Fase di cantiere

Ricettori	Media annua	NO _x [µg/m ³]		Valore normativo
		Fondo	Totale	
V1	0,86	19,56	20,42	30
V2	0,66		20,22	
V3	0,53		20,09	

Tabella 2-32 Output dato medio annuo dell'inquinante NO_x - Fase di cantiere

Alla luce dei risultati sopra riportati, considerando che lo scenario individuato è rappresentativo della condizione più critica in fase di costruzione, le interferenze prodotte dalle attività di cantiere sulla componente atmosfera, anche con l'aggiunta del valore di fondo di riferimento, non hanno portato a superamenti dei limiti normativi sia per gli inquinanti studiati per la salvaguardia della salute umana (PM₁₀, PM_{2.5} e NO₂), che per le concentrazioni di ossidi di azoto, monitorate sui ricettori V1, V2 e V3 per la salvaguardia della vegetazione.

Per le mappe di isoconcentrazione relative ai tre scenari di riferimento ricavate dalle simulazioni modellistiche si rimanda agli elaborati grafici:

- "Planimetria dei ricettori e concentrazioni PM₁₀ – Cantiere" (codice T00IA03AMBPL01A);
- "Planimetria dei ricettori e concentrazioni NO_x – Cantiere" (codice T00IA03AMBPL02A);
- "Planimetria dei ricettori e concentrazioni NO₂ – Cantiere" (codice T00IA03AMBPL03A).

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.

2.1.6. F – SISTEMA PAESAGGISTICO: PAESAGGIO, PATRIMONIO CULTURALE E BENI MATERIALI

2.1.6.1. Selezione dei temi di approfondimento

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

Azioni di progetto		Fattori causali	Impatti potenziali
AC.01	Approntamento aree e piste di cantiere	Intrusione visiva di nuovi elementi	Modifica della struttura del paesaggio
AC.08	Realizzazione elementi gettati in opera		

Tabella 2-33 Atmosfera: Matrice di causalità – dimensione Costruttiva

2.1.6.2. Analisi delle potenziali interferenze in fase di cantiere

Modifica della struttura del paesaggio

Per quanto riguarda la fase di cantiere sono stati considerati i seguenti effetti/impatti di natura temporanea:

- sbancamenti e movimenti di terra significativi;
- traffico dei mezzi di trasporto dei materiali e delle terre;
- consumo di suolo dei campi base e delle piste;
- produzione di polveri;
- rumore e vibrazioni;
- interdizione di aree temporaneamente inaccessibili a causa dei lavori;
- disagi dovuti all'interruzione della viabilità
- disagi dovuti alla fase di trasformazione del territorio.

Al fine di contenere il più possibile gli effetti causati dal cantiere verranno attivate tutte le opportune mitigazioni descritte nei capitoli successivi in relazione ai singoli fattori ambientali.

Per quanto riguarda la fase di esercizio sono stati considerati i seguenti elementi di trasformazione di natura permanente:

- frammentazione e alterazione del sistema paesaggistico;
- frammentazione della funzionalità ecologica;
- frammentazione del mosaico agricolo;
- deforestazione;
- perdita di habitat;
- effetti sulla densità faunistica;
- aumento del rischio di estinzione della fauna;
- consumo e occupazione di suolo (*land take*);
- trasformazione del territorio;
- inquinamento atmosferico;
- disturbo acustico.

Al fine di contenere il più possibile gli effetti causati dalla presenza dell'infrastruttura si propongono interventi di compensazione e mitigazione ambientale con il preciso scopo di riqualificare il territorio e il paesaggio e inserire al meglio l'opera nel contesto territoriale.

Al fine di ottimizzare le attività di costruzione della nuova infrastruttura, sono stati individuati:

- un Campo Base, ubicato a circa 300m a Sud del Tratto 1, dell'asse di progetto Lotto 2, 5 campi operativi disposti strategicamente lungo il tracciato da realizzare,
- Un'area di deposito e stoccaggio in prossimità del Campo Base.

Sia per il Campo Base che per i Campi Operativi sono state individuate delle aree per lo stoccaggio dei materiali e per mezzi e attrezzature di cantiere, mentre per il Campo Base è stato previsto anche un layout per tutti gli apprestamenti funzionali al cantiere stesso individuando le zone da dedicare anche ai servizi. Tutte le aree di lavoro si trovano in zone relativamente pianeggianti e sono state rese accessibili prevedendo specifiche viabilità di accesso, nei tratti che vanno dalla viabilità esistente alla zona dei campi, e piste di cantiere interne.

L'area del cantiere base e l'area del deposito e stoccaggio materiali sono situate a sud del tratto di adeguamento stradale compreso tra la zona Case Rosse di Sarnano e Cardagnano; in particolare a poche decine di metri dalla frazione di Cardagnano c.d. basso (cfr. Figura 2-15).

Il campo base operativo, raggiungibile dalla strada vicinale di Cardagnano si presenta organizzato secondo uno schema geometrico che alterna prefabbricati adibiti a dormitorio maestranze e tecnici, struttura con locali cucina e area mensa. Sono presente pure strutture in prefabbricato adibite a spogliatoi, infermeria, uffici, magazzini e depositi, officina e bagni e guardiania.





Figura 2-15 – Sopra, particolare area di campo base e area deposito e stoccaggio da tavola cantierizzazione (in blu), sotto vista aerea aree di cantiere da Google Earth; è possibile individuare il nucleo abitativo di Cardagnano

Occorre in primo luogo sottolineare che la localizzazione delle aree di cantiere, l'area operativa e di stoccaggio materiali, è prevista sostanzialmente ai margini dell'area di adeguamento stradale. Nello specifico il cantiere base è previsto su un'area agricola dove ai margini sono presenti alberature e macchie arbustive; la condizione sopra descritta circoscrive potenziali effetti alla struttura del paesaggio relativamente alle sole componenti del paesaggio agricolo e segnatamente alla maglia agricola del bacino pianeggiante dei settori pratici occupati provvisoriamente e compresi tra l'asse stradale della SP78 e le aree agricole marginali al tessuto edilizio di Cardagnano c.d. basso.

Non si prevede, vista la localizzazione dell'area di cantiere la rimozione dei querceti presenti in loco; per eventuali interventi di rimozione di alberature che in fase di esecuzione dei lavori si dovessero rendere necessarie, sarà da prevedere nulla osta autorizzativo delle Ente competente. Ciò detto nella stima dell'effetto in esame si è tenuto conto del carattere temporaneo, nonché della reversibilità dell'impatto tramite il ripristino delle aree temporaneamente occupate.

Con specifico riferimento all'impianto metodologico assunto alla base di potenziali impatti sul sistema paesaggistico e per quanto concerne la potenziale modifica dell'assetto agricolo, è possibile affermare come a seguito dell'installazione dei cantieri, non si rileverà formazione di reliquati agricoli (se non piccolissime porzioni in rapporto all'estensione dell'intervento), ovvero di aree con attuale destinazione agricola che risulterebbero marginali e non più in connessione con il resto degli appezzamenti agricoli e pertanto soggette ad abbandono e degrado, in quanto se per quanto riguarda i cantieri operativi l'ubicazione è agli imbocchi delle gallerie, per cantieri base ed aree di stoccaggio, questi si svilupperanno su aree di dimensioni e localizzazione tali da non dare origine al fenomeno. Dal punto di vista della morfologia dei luoghi non ci saranno variazioni; l'impatto relativo alla modifica dell'assetto agricolo e vegetazionale, sarà di tipo temporaneo e limitato alle attività di cantiere, in quanto necessariamente andrà a modificarsi la configurazione nell'area per realizzare la nuova opera.

Per la realizzazione dell'intero asse si prevede un periodo di tempo di 1050 giorni (compresi 86 giorni di andamento stagionale sfavorevole), di cui 152 per la progettazione e 898 per i lavori, come meglio descritto nel cronoprogramma parte del presente progetto, tav. T02CA00CANCR01A, in cui sono specificati tutti i dettagli delle fasi operative. Le attività propedeutiche (quali espropri ed occupazioni temporanee, bonifiche ordigni bellici, risoluzione interferenze) saranno eseguite in sovrapposizione ai tempi della progettazione direttamente dalla stazione appaltante.

Il paesaggio vegetale nell'area di studio è essenzialmente riferibile a un paesaggio forestale potenziale, rispetto al quale l'attuale è notevolmente diverso a causa dell'elevata antropizzazione che ha interessato il territorio causa della sostanziale trasformazione degli ecosistemi.

Il bosco nelle Marche, seppure in forte e costante ripresa, si estende oggi su circa il 26,4 % dell'intero territorio, poco meno della media nazionale che è del 28%. Le formazioni forestali più diffuse sono i querceti di roverella, seguiti dagli orno-ostrieti e dalle cerrete. Rilevante è pure il contributo dato dai rimboschimenti, prevalentemente di conifere, dominati nell'area di studio dal pino nero. I più vecchi impianti risalgono alla fine dell'800 ma è durante la Prima guerra mondiale che furono fatti gli interventi più estesi, ancora oggi osservabili.

Si tratta pertanto di boschi relativamente vecchi, che richiedono cure selvicolturali per assecondarne l'evoluzione, già spontaneamente in atto con l'ingresso di latifoglie decidue, verso fitocenosi più naturali e stabili.

Il territorio non ricoperto da boschi è oggi utilizzato per lo più a uso agricolo ed in piccola parte per l'allevamento del bestiame e la foraggicoltura. Le praterie si rinvengono prevalentemente in zona appenninica e sono costituite da formazioni a forasacco comune (*Bromus erectus*), utilizzate a pascolo e prato-pascolo o, molto sporadicamente dominate dalla covetta dei prati (*Cynosurus cristatus*) o, ancora più raramente, dall'avena altissima (*Arrhenatherum elatius*) e sono utilizzate come praterie falciabili. La ridotta utilizzazione delle praterie genera il naturale recupero della vegetazione che si evidenzia con lo sviluppo di arbusteti che vanno man mano a ridurre le superfici erbacee con grave perdita di biodiversità. Tali processi che sono stati ampiamente indagati nella loro progressione dinamica dovrebbero ora essere opportunamente controllati e pianificati.

Sono previste le mitigazioni indicate nel paragrafo dedicato. Quanto affermato induce a conclusioni analoghe per quanto concerne potenziali modificazioni della morfologia del paesaggio. Il contesto in cui verrà inserito l'intervento non subirà alterazioni significativa mantenendo intatta la sua connotazione specifica.

Modifica delle condizioni percettive

Dal punto di vista della dimensione "cognitiva" in fase costruttiva, il fattore causale è rappresentato dalla presenza delle aree di cantiere ed il loro rapporto rispetto ai principali punti di osservazione visiva e dalla presenza di mezzi d'opera e manufatti tipici delle aree di cantiere (quali baraccamenti, impianti, depositi di materiali) che potrebbero costituire un elemento di intrusione visiva, originando ciò una modificazione delle condizioni percettive del paesaggio circostante l'area di intervento. Tali interventi, letti in relazione alle condizioni percettive del contesto di intervento, si ritiene non siano di particolare rilevanza, in quanto non sono presenti nell'intorno dell'area di progetto aree a particolare valenza paesaggistica o di valore storico - culturale.

Per quanto riguarda fattori progetto relativi alla dimensione costruttiva dell'opera del nuovo tratto stradale, si potrà rilevare la presenza di manufatti tecnici adibiti ad attività di cantierizzazione. La realizzazione dell'area di cantiere non costituisce nessuna frammentazione a carico degli elementi unitari del paesaggio e dell'assetto territoriale complessivo in quanto l'area dell'intervento risulta essere circoscritta e non determina alcuna frattura nel sistema di riferimento ambientale.

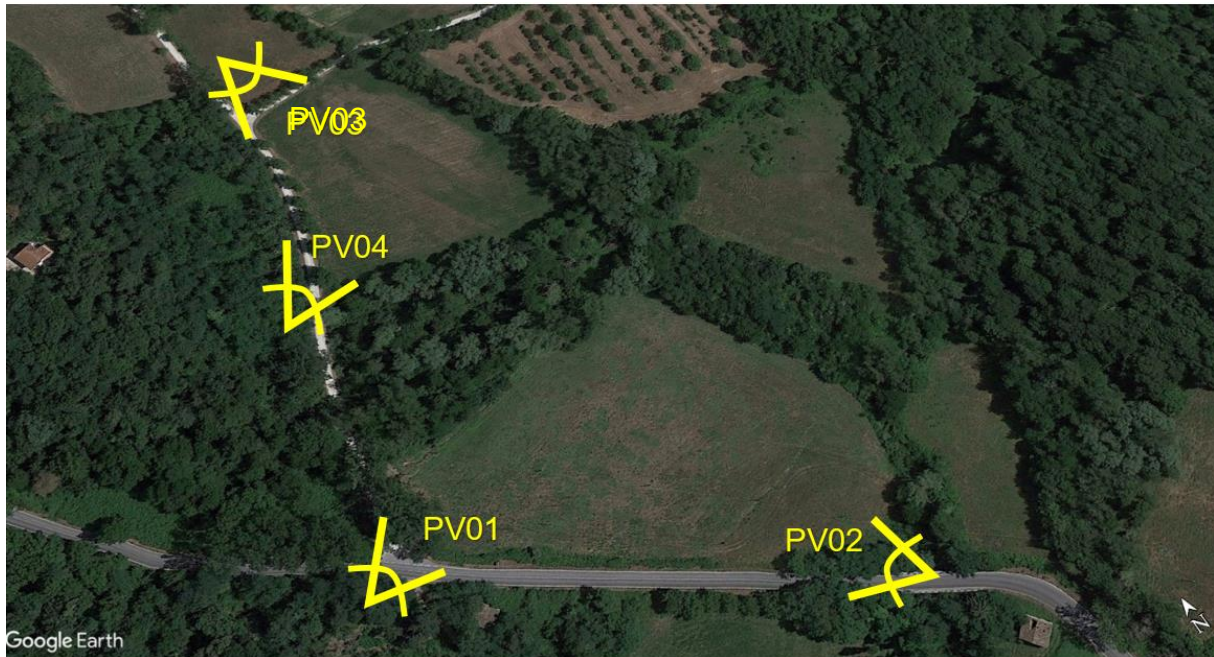


Figura 2-16 – Keyplan delle visuali verso campo base operativo e area stoccaggio

La zona dei maggior interscambiabilità verso l'area di cantiere è quella dalla strada principale oggetto dell'adeguamento, la SP78 oltrepassato il tessuto edilizio di Cardagnano Alto (cfr. Figura 2-16).

La finalità dell'indagine è quella di verificare le potenziali interferenze che le attività di cantiere connesse alla realizzazione dell'opera possono indurre sul paesaggio e patrimonio culturale in termini di modifica degli aspetti connessi al paesaggio nel suo assetto percettivo, scenico e panoramico. L'indagine operata, si è sviluppata mediante analisi relazionali tra gli aspetti strutturali e cognitivi del paesaggio e le azioni di progetto relative alla dimensione costruttiva, evidenziando di quest'ultime, quelle che possono maggiormente influire in riferimento alla alterazione delle condizioni percettive del paesaggio. In ragione di tale approccio si ipotizza che le attività riconducibili all'approntamento delle aree di cantiere ed il connesso scavo del terreno, per la presenza di mezzi d'opera e, più in generale, quella delle diverse tipologie di manufatti relativi alle aree di cantiere (quali baraccamenti, impianti, depositi di materiali), possano costituire elementi di intrusione visiva, originando così una modificazione delle condizioni percettive, nonché comportare un'alterazione del significato dei luoghi, determinando una modificazione del paesaggio percettivo.

Analizzando la struttura paesaggistica nel suo insieme, a partire dalle variazioni nei suoi caratteri percettivi scenici e panoramici le uniche alterazioni sono di tipo temporaneo e ad ogni modo di modesta entità a livello di intrusione visiva, ad esempio in relazione alla presenza costante di mezzi lungo la rete stradale (dalle aree di cantiere base al tracciato da realizzare) che ovviamente saranno temporanee e limitate ai tempi di lavorazione.

Analoghe considerazioni valgono anche per quanto attiene alla presenza dei baraccamenti, dei mezzi d'opera, nonché dei depositi temporanei, dal momento che l'intrusione visiva determinata dai detti elementi è limitata nel tempo, pertanto, l'alterazione dei sistemi paesaggistici, non si rileva come significativa in quanto i sistemi paesaggistici nell'area di indagine restano riconoscibili anche durante la fase di cantierizzazione che non ne modifica i caratteri sostanziali, fondamentalmente per la modesta entità degli interventi in relazione all'estensione dei sistemi e dei loro caratteri peculiari.

A supporto di quanto finora esposto di seguito si riporta l'esito dell'analisi fotografica in cui si evidenziano le maggiori relazioni dell'opera qui intesa come l'insieme delle aree di cantiere operativo e area di stoccaggio e di deposito con il paesaggio percepito (cfr. Figura 2-17 e Figura 2-18).

L'area del cantiere operativo, dalla SP78 è chiaramente visibile in tutta la superficie, che si presenta sostanzialmente pianeggiante, a quota media 440 mt slm; la classificazione dell'area secondo la carta dell'uso del suolo 2007 marche è ad uso seminativo. Non sono presenti essenze arboree e arbustive all'interno della suddetta area.

Anche l'area adibita al deposito e stoccaggio di materiale per le lavorazioni è classificata secondo la carta dell'uso del suolo 2007 marche è ad uso seminativo. Non sono presenti all'interno del terreno, anche in questo caso, essenze arboree e arbustive di rilievo.

Circondano le aree fasce di vegetazione arborea ed arbustiva che non presentano particolari vincoli naturalistici ma rappresentano una *belt green* di raccordo tra le varie aree agricole.





Figura 2-17 – PV01 e PV02 Area cantiere operativo dalla SP78; sopra in direzione sud e sotto in direzione nord





Figura 2-18 - PV03 e PV04 Area deposito e stoccaggio dalla strada vicinale di Cardagnano; sopra in direzione sud e sotto in direzione nordovest

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

Quanto riportato nell'analisi precedente mette in evidenza come gli elementi di struttura e percettivi del paesaggio non siano interferiti dalla presenza del cantiere stante la temporaneità delle attività e la possibilità di restituire le aree di cantiere ad una condizione di ripristino migliorativo.

Dal punto di vista delle mitigazioni, infatti, i suoli occupati temporaneamente in fase di cantiere saranno restituiti utilizzati per la piantumazione di specie arboree e/o arbustive, ricostituendo, a tale proposito, gli strati di suolo superficiali risultanti dallo scotico effettuato nelle fasi preliminari della realizzazione delle opere previste. In fase di progettazione è stato quindi condotto uno studio analitico sulle singole unità di lavorazione previste, in relazione alle criticità ambientali e paesaggistiche che esse producono. Per il contenimento degli impatti indotti dalle attività di cantiere, in linea generale si prevedono:

- Mitigazione da polveri e rumore in prossimità degli abitati;
- Mitigazione da polveri per i campi agricoli e le aree boscate confinanti;
- Mitigazione da polveri e rumore in prossimità dei corsi d'acqua;
- Mitigazione visiva delle aree cantiere.

L'intervento principale previsto per i cantieri è la formazione di dune lineari, perimetrali, risultanti da terreni di scotico superficiale. Tali dune sono alte 3 metri con un rapporto di pendenza 1/1 delle scarpate. Questo intervento permette il riuso in loco del materiale scavato, il contenimento degli inquinamenti da rumore e da polveri e la mitigazione ma soprattutto visiva delle aree di cantiere. Tali dune saranno rinverdate a mezzo di idrosemina. Tutti gli interventi sono stati definiti in congruenza con il progetto infrastrutturale, concordando le tipologie e le localizzazioni. Per minimizzare gli impatti dovuti alle polveri, in ogni cantiere sarà posizionato lungo la viabilità di uscita

interna all'area un impianto lavaruote; sarà di tipologia compatta e con serbatoio d'acqua incorporato.

Durante la Fase realizzativa i mezzi di cantiere percorreranno le strade esistenti e le piste di cantiere, realizzate entro le aree di esproprio sui sedimi delle opere a farsi. L' area di cantiere sarà vocata alle lavorazioni da realizzarsi in prossimità per minimizzare i tempi di percorrenza e quindi gli impatti ambientali del cantiere stesso, ottimizzando i tempi delle lavorazioni. Tale soluzione consentirà un risparmio di costi in fase di esecuzione dell'opera.

Per quanto riguarda la componente Paesaggio, in fase di progettazione definitiva sono state recepite le indicazioni presenti nel progetto preliminare, sia per quanto riguarda i criteri di definizione che per quanto riguarda la tipologia degli interventi di mitigazione.

In relazione alle analisi sopra riportate si ritiene pertanto l'interferenza tra la componente in esame e la dimensione costruttiva trascurabile.

2.1.7. G1 – RUMORE

2.1.7.1. Selezione dei temi di approfondimento

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 alla cantierizzazione, ovvero le lavorazioni, i macchinari e gli impianti presenti.

Sulla scorta delle azioni di progetto riferite alla dimensione costruttiva individuate nel capitolo iniziale, per l'agente fisico rumore la matrice di correlazione azioni-fattori causali – impatti è di seguito riportata.

AGENTI FISICI: RUMORE		
DIMENSIONE COSTRUTTIVA		
AZIONI DI PROGETTO	Fattori causali	Impatti potenziali
AC.02 Scotico terreno vegetale	Produzione emissioni acustiche	Modifica del clima acustico
AC.03 Scavo e sbancamento		
AC.04 Demolizione pavimentazione esistente		
AC.05 Demolizione manufatti		
AC.06 Rinterri		
AC.07 Realizzazione rilevati		
AC.08 Realizzazione elementi gettati in opera		
AC.09 Movimentazione materie		
AC.10 Traffico di cantiere		
AC.11 Scotico terreno vegetale		
AC.13 Realizzazione pavimentazione stradale		

Tabella 2-34 Correlazione Azioni di progetto -fattori causali – impatti potenziali

2.1.7.2. Analisi delle potenziali interferenze in fase di cantiere

Di seguito si riporta una sintesi delle analisi svolte nello studio acustico (cod. elab. T00IA07AMBRE01A) a cui si rimanda per ulteriori approfondimenti.

Per la fase di "Corso D'Opera" sono stati considerati due diversi scenari operativi di cantiere: il primo connesso alle aree di cantiere di tipo fisso, con le annesse attività lavorative interne e le aree di deposito, e il secondo a quelle di tipo mobile, definendo cantieri tipologici che si differenziano per le diverse attività lavorative e sorgenti emmissive presenti al loro interno.

Per lo studio acustico della cantierizzazione sono stati considerati i seguenti aspetti:

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

Sulla base degli elementi sopra elencati, con riferimento a schede di emissione delle sorgenti (singoli macchinari o scenari di emissione), dati dedotti dalla letteratura, ipotesi basate sull'esperienza in situazioni simili, che delineano sonogrammi riferiti a tempistiche di utilizzo e di contemporaneità definite come standard, sono stati calcolati i livelli in facciata dei recettori esposti, i quali sono poi stati confrontati con i limiti derivanti dalla Classificazione Acustica Comunale.

In ragione della tipologia del tracciato di studio è stato individuato uno scenario di simulazione inerente alle aree di cantiere operativo fisso.

Nello specifico le aree di cantiere previste sono in numero pari a 2 e localizzate in località Cardagnano Basso.

Per quanto concerne il livello di potenza sonora associato, sulla base di rilievi effettuati nel corso degli anni e di dati disponibili in letteratura, i campi base, a prescindere dallo specifico layout, sono generalmente caratterizzati da una rumorosità diffusa identificabile con una potenza sonora superficiale pari a 50 dB(A)/mq.

Nelle successive analisi, pertanto, le aree di cantiere sono state ipotizzate come sorgenti areali, mentre per quanto concerne gli orari di lavoro si è ipotizzando che le lavorazioni avverranno solo nel periodo diurno con una durata dei lavori di 8 ore distribuite tra le 7 e le 20, come previsto dalla normativa regionale e comunale vigente.

Per quanto concerne invece il cantiere mobile sono state analizzate le emissioni complessive indotte dalle principali lavorazioni e una volta definita la configurazione più onerosa dal punto di vista acustico sono stati verificate le potenziali interferenze da essa prodotte.

Tale fase è stata sviluppata attraverso un'attenta analisi dei dati bibliografici esistenti e, in particolare, di quelli contenuti all'interno dello Studio del Comitato Paritetico Territoriale per la prevenzione infortuni, l'igiene e l'ambiente di lavoro di Torino e Provincia, "Conoscere per prevenire n° 11". Anche in questo caso è stata ipotizzata una durata delle attività di 8 ore al giorno, nel periodo diurno dalle 7 alle 20.

Di seguito sono riportati dati di input utilizzati per le differenti lavorazioni lungo il cantiere mobile.

Tempo di riferimento	Tempo di attività del cantiere (ore)	Tipo di lavorazione	Potenza sonora complessiva
Diurno (06:00- 22:00)	8 ore	Movimentazione terra	114,1 [dB(A)]
		Pavimentazione	114,7 [dB(A)]
		Pali di fondazione	115,0 [dB(A)]
		Pile e spalle	112,5 [dB(A)]
		Impalcato	114,2 [dB(A)]

Tabella 2-35 Potenza sonora complessiva principali lavorazioni

Considerando cautelativamente la lavorazione con la massima potenza sonora (115 dB(A)) e distribuendola lungo tutto il tratto del cantiere mobile (2500 m), si ottiene una potenza sonora media lineare $L_{w,m} = 81$ dBA/m.

Dai risultati ottenuti, emerge come che per le aree di cantiere fisso non sussistano superamenti dei limiti individuati dai Piani di Classificazione Acustica dei comuni di riferimento.

In riferimento invece al cantiere mobile per la realizzazione dei pali di fondazione il modello ha evidenziato il superamento dei limiti imposti dai PCCA dei comuni territorialmente competenti e la conseguente esigenza di dover ricorrere ad opere di mitigazione acustiche, quali barriere acustiche dalle caratteristiche di seguito riportate:

Barriera	Lunghezza [m]	Altezza [m]
A02	85	5
B02	130	5
C02	155	5

Tabella 2-36 Dimensionamento barriere di cantiere

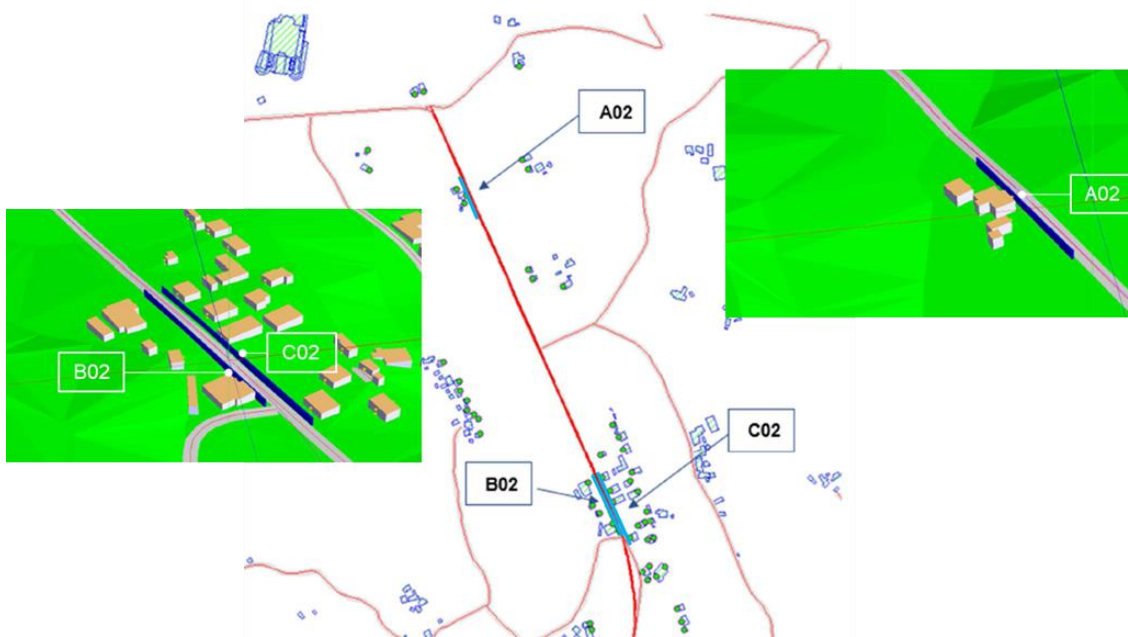


Figura 2-19 Localizzazione degli interventi di mitigazione acustica

L'adozione di barriere consente di riportare entro i limiti di legge le emissioni del cantiere presso i recettori maggiormente esposti e a ridurre significativamente la rumorosità nell'area circostante. In corrispondenza degli altri cantieri non si rilevano situazioni di criticità.

Tuttavia, 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 2008 e 2030.

2.1.7.3. Il rapporto opera-ambiente e le misure mitigative durante la fase di cantiere

Per la verifica delle potenziali interferenze acustiche in fase di esecuzione delle opere, sono stati considerati due diversi scenari operativi di cantiere: il primo connesso alle aree di cantiere di tipo fisso, con le annesse attività lavorative interne e le aree di deposito, e il secondo a quelle di tipo mobile, definendo cantieri tipologici che si differenziano per le diverse attività lavorative e sorgenti emissive presenti al loro interno.

Per lo studio acustico della cantierizzazione sono stati considerati i seguenti aspetti:

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

I risultati della modellazione acustica hanno evidenziato come gli unici superamenti dei limiti individuati dai Piani di Classificazione Acustica dei comuni di riferimento sono imputabili al cantiere mobile e dunque con l'avanzamento dei lavori.

Al fine di limitare il disturbo ai ricettori prospicienti le lavorazioni si è ricorso ad opere di mitigazione acustiche, quali barriere acustiche dalle caratteristiche di seguito riportate:

Barriera	Lunghezza [m]	Altezza [m]
A02	85	5
B02	130	5
C02	155	5

Tabella 2-37 Dimensionamento barriere di cantiere

L'adozione delle barriere sopradescritte consente di riportare entro i limiti di legge le emissioni del cantiere presso i recettori maggiormente esposti e a ridurre significativamente la rumorosità nell'area circostante. In corrispondenza degli altri cantieri non si rilevano situazioni di criticità.

Tuttavia, 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 2008 e 2030.

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-riodo di riferimento diurno indicato dalla normativa (vale a dire tra le ore 6 e le ore 8 e tra le 20 e le 22).

2.2. BEST PRACTICES E SOSTENIBILITÀ DEL CANTIERE

2.2.1. ASPETTI GENERALI

La disamina sopra riportata non ha evidenziato interferenze significative. Tuttavia, al fine di contenere e tutelare al meglio l'ambiente circostante le aree di cantiere e le lavorazioni previste lungo il tracciato stradale saranno oggetto di best practice e di misure di sostenibilità, le quali saranno approfondite nei successivi livelli progettuali.

Nello specifico, nei successivi paragrafi saranno riportate dette misure, sviluppate in coerenza al livello progettuale in esame e che saranno approfondite successivamente.

2.2.2. ARIA E CLIMA

Allo scopo di minimizzare le interferenze con la componente in esame, verranno previste le modalità operative e gli accorgimenti di seguito indicati:

- copertura dei carichi che possono essere dispersi nella fase di trasporto dei materiali, utilizzando a tale proposito dei teli aventi adeguate caratteristiche di impermeabilità e di resistenza agli strappi;
- pulizia ad umido degli pneumatici degli autoveicoli in uscita dal cantiere, con l'utilizzo di apposite vasche d'acqua;
- riduzione delle superfici non asfaltate all'interno delle aree di cantiere;
- rispetto di una bassa velocità di transito per i mezzi d'opera nelle zone di lavorazione;
- predisposizione di impianti a pioggia per le aree eventualmente destinate al deposito temporaneo di inerti;
- programmazione di sistematiche operazioni di inaffiamento delle viabilità percorse dai mezzi d'opera, con l'utilizzo di autobotti, 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

Nelle successive fasi saranno approfondite le seguenti misure di mitigazione:

- Bagnatura delle piste di cantiere (operazione prevista in progetto con strumenti tradizionali) a mezzo di autobotti con carico di acqua additivato con prodotto tipo H.R.D.C. per riduzione numero di passaggi;
- Cantiere dotato di cannoni nebulizzatori da utilizzarsi nelle attività di linea di movimento terra (oltre quelli già previsti a base di gara per le zone di betonaggio e stoccaggio);
- Aree di lavoro attrezzate con sistemi lava-ruote di piccole dimensioni (tipo serie RC - Tecnoter) da ubicare alle uscite delle aree di lavoro nei cantieri di linee;
- Pulizia delle strade pubbliche locali interferite con la viabilità almeno 2 volte a settimana (salvo ulteriori necessità mostrate anche dalle campagne di monitoraggio) anche attraverso ricorso a moto-spaZZatrici in dotazione al cantiere.
- Campo base dotato di mini-robot spazzatrici automatici per la pulizia delle aree.

2.2.3. AMBIENTE IDRICO

Vengono di seguito descritti gli interventi che saranno previsti nella fase di realizzazione delle opere stradali di progetto, allo scopo di evitare l'inquinamento delle acque superficiali e sotterranee, l'alterazione del deflusso delle acque di ruscellamento, nonché gli interventi che verranno realizzati per la raccolta ed il trattamento delle acque di scarico. In particolare, per quanto riguarda la

potenziale alterazione dei corsi d'acqua limitrofi alle aree di intervento, che potrebbe avvenire in seguito allo sversamento accidentale di sostanze inquinanti e/o pericolose, sarà prevista una corretta gestione dei materiali, finalizzata a stabilire le procedure atte alla gestione delle sostanze e dei preparati pericolosi, nonché a definire gli interventi da realizzare in situazioni di emergenza, relativamente ad eventi di elevate ricadute ambientali, quali lo sversamento diretto nel corpo idrico e/o nel suolo.

A tale proposito, allo scopo di prevenire fenomeni di inquinamento diffuso, saranno realizzate delle reti di captazione, drenaggio ed impermeabilizzazione temporanee, soprattutto in corrispondenza dei punti di deposito carburanti o di stoccaggio di sostanze inquinanti, finalizzate ad evitare che si verifichino eventuali episodi di contaminazione, nel caso di sversamenti accidentali.

Nel seguito vengono indicati i possibili interventi che, compatibilmente con le esigenze del cantiere, possono essere realizzati come impermeabilizzazioni di tipo temporaneo:

- costipazione di terreno argilloso e successiva apposizione di materiale terroso compattato;
- apposizione di guaina impermeabile e di materiale terroso compattato;
- realizzazione di uno strato di conglomerato bituminoso chiuso

Per quanto concerne gli interventi che saranno previsti per il trattamento delle acque di scarico, questi saranno individuati in funzione della loro origine; in particolare, le acque prodotte durante le fasi di getto del calcestruzzo occorrente per la realizzazione di opere d'arte (pali, plinti, spalle, pile, scatolari e tombini), nonché quelle derivanti dal lavaggio degli aggregati, verranno raccolte in apposite vasche e/o fosse rese impermeabili (anche con dei semplici teloni in materiale plastico), che saranno predisposte nelle immediate adiacenze delle opere da realizzare. La realizzazione di tali vasche consentirà di evitare la dispersione di acqua mista a cemento.

Per quello che riguarda le acque derivanti dal lavaggio dei mezzi di trasporto e delle macchine operatrici, il trattamento previsto consiste nella sedimentazione delle particelle grossolane in una vasca a calma idraulica e nella disoleatura per le particelle grasse e gli olii.

Saranno inoltre previsti cantieri operativi e aree di lavoro dotati di kit anti-sversamento per l'immediato trattamento di eventuali sversamenti accidentali

Nelle fase successiva sarà inoltre dimensionato e progettato:

- vasche di trattamento di piazzale dotate di pozzetti di analisi automatica delle acque a monte per il controllo in continuo dell'acqua in arrivo e la segnalazione automatica di elevate concentrazioni di inquinanti direttamente connesse a paratoia ad attivazione automatica (contenimento sversamenti)
- vasche di trattamento delle aree di cantiere dotate di filtri a coalescenza per la massimizzazione dell'efficacia del sistema di disoleazione
- estensione del sistema di raccolta delle acque anche alle aree di parcheggio del campo base e delle aree di cantiere

2.2.4. BIODIVERSITÀ

2.2.4.1. Protezione delle specie arboree ed arbustive

Con riferimento alle specie arboree ed arbustive presenti nell'area di intervento, verranno utilizzate le modalità operative di seguito indicate, che ne consentiranno il loro successivo riutilizzo qualora possibile:

- le specie arboree ed arbustive che dovranno essere espantate e successivamente reimpiantate verranno marcate in campo e spostate per un successivo riutilizzo negli interventi di recupero ambientale;

- le suddette piante verranno quindi collocate in depositi provvisoriamente allestiti, che saranno in grado di assicurare la loro protezione contro le avversità atmosferiche e, in genere, contro tutti i possibili agenti di deterioramento;
- per l'intero periodo in corrispondenza del quale si renderà necessario accantonare nei suddetti siti di deposito provvisorio tali specie arboree e/o arbustive, si provvederà alla loro irrigazione, nonché ad effettuare le concimazioni e gli eventuali altri trattamenti (tutori, ecc.) che consentiranno la corretta conservazione delle piante stesse, in modo che possano venire reimpiegate alla fine dei lavori.

Per quanto concerne, invece, le piante ubicate nei siti di cantiere e limitrofe alle aree di intervento, che saranno mantenute nella loro attuale localizzazione, sono previste le seguenti modalità di salvaguardia delle stesse:

- verranno definite le distanze delle diverse opere (scavi, ricariche, abbattimenti, ecc.) da mantenere rispetto alla vegetazione spontanea da conservare, che è situata all'interno delle aree di intervento o ai confini delle stesse;
- allo scopo di impedire danni provocati dai lavori nei siti di intervento, le superfici vegetate da conservare saranno delimitate da idonee recinzioni;
- nel caso in cui si proceda ad effettuare abbassamenti del terreno in prossimità di piante da salvaguardare, il livello preesistente del suolo non potrà essere alterato all'interno di una superficie estesa almeno 1,5 m attorno alla proiezione a terra della chioma degli alberi, per salvaguardare il capillizio radicale;
- per evitare la rottura delle radici, gli scavi saranno eseguiti ad una distanza dal tronco non inferiore a 3 m (per gli alberi di prima e seconda grandezza) e di 1,5 m (per gli alberi di terza grandezza e per gli arbusti);
- nel caso di scavi di lunga durata, dovrà essere realizzata una cortina protettiva delle radici, riempita con idoneo substrato colturale, ad una distanza non inferiore ad 1,5 m dal tronco;
- al termine dei lavori, dopo l'allontanamento della copertura protettiva, il suolo dovrà essere scarificato a mano in superficie, in modo da arieggiare lo strato più superficiale, avendo cura di non danneggiare le radici; • nel caso di abbassamento del livello freatico, provocato da lavori della durata superiore alle tre settimane durante il periodo vegetativo (indicativamente da inizio primavera a fine autunno), gli alberi saranno irrigati con almeno 25 l/m² di acqua ad intervalli settimanali, tenuto conto delle precipitazioni naturali;
- allo scopo di aumentare la resistenza delle piante alla siccità, il suolo dovrà essere pacciamato o trattato con prodotti che contrastino l'evaporazione e/o aumentino la capacità di ritenuta idrica.

In ultimo, qualora siano previsti degli abbattimenti di specie arboree ed arbustive, in particolare se effettuati in prossimità di superfici vegetate da conservare, questi saranno eseguiti seguendo scrupolosamente le corrette tecniche forestali, in modo da non danneggiare la vegetazione delle aree limitrofe; a tale proposito, gli alberi situati nelle vicinanze di altre piante arboree o arbustive da conservare, non dovranno essere abbattuti con le ruspe o altri mezzi meccanici che provocano un ribaltamento non controllato della pianta e, quindi, rischi di sbanamenti, lesioni o abbattimenti accidentali delle piante limitrofe.

Sarà inoltre garantita l'esecuzione di eventuali scavi in prossimità delle radici delle specie con sistema air spade

2.2.4.2. Misure di protezione per il terreno vegetale

Preliminarmente alla predisposizione dei cantieri al fine di preservare la risorsa pedologica, verrà posta particolare attenzione alle operazioni di scotico, accantonamento e conservazione del terreno vegetale (lo strato umifero, ricco di sostanza organica, di spessore variabile dal qualche centimetro sui terreni molto rocciosi di monte fino a 40 cm), per tutto il tempo necessario fino al termine dei

lavori, allo smantellamento delle aree di cantiere, al fine di un suo riutilizzo per i successivi ripristini ambientali.

Risulta di particolare importanza la disponibilità di discreti quantitativi di humus, per cui risulta di grande utilità l'impiego dello strato superficiale di suolo che si trova in posto, il quale, per tale scopo, deve essere preventivamente accantonato.

Durante le operazioni di scotico si avrà cura di tenere separati gli strati superiori del suolo, da quelli inferiori e si provvederà quindi a dei saggi preliminari che consentano di individuare il limite inferiore dello strato da asportare, evitando il rimescolamento dello strato fertile con quelli inferiori a prevalente frazione di inerti.

Lo scotico verrà eseguito preferibilmente in assenza di precipitazioni, al fine di diminuire gli effetti di compattazione nell'intorno dell'area di lavoro; lo strato che verrà prelevato avrà spessore variabile a seconda delle caratteristiche pedologiche del suolo in ogni sito.

I mucchi di terreno fertile, di altezza non superiore ai 2 metri, verranno quindi tenuti separati da altri materiali e collocati nelle aree di deposito temporaneo indicate, ove sia reso minimo il rischio di inquinamento con materiali plastici, oli minerali, carburanti, etc., come schematicamente rappresentato nella figura seguente:

I cumuli di stoccaggio saranno costituiti da strati di 25-30 cm alternati a strati di paglia, torba o ramaglia e saranno gestiti e curati opportunamente, ovvero mantenuti a un certo grado di umidità e preferibilmente inerbiti, con la specifica finalità di mantenere la vitalità e qualità microbiologiche di questi terreni.

In ogni caso, per garantire la conservazione delle caratteristiche chimiche e biologiche dei suoli, è necessario eseguire sui cumuli di terreno fresco semine di leguminose, particolarmente importanti al fine di garantire l'apporto azotato, e graminacee con funzione protettiva (Bromus inermis Leyss 20%, Dactylis glomerata L. 20%, Festuca ovina L. 20%, Trifolium repens L. 20%, Lotus corniculatus L. 10%, Medicago sativa L. 10%; dose: 15 g/mq).

2.2.4.3. Salvaguardia della fauna

Nella fase di cantiere si avrà particolare cura di non chiudere o ostruire passaggi e/o attraversamenti, allo scopo di mantenere le connessioni lungo le maglie della rete ecologica che la realizzazione delle opere stradali di progetto andrà inevitabilmente ad interrompere, in modo da evitare che animali di piccola e media taglia siano costretti a tentare l'attraversamento della statale. Inoltre, qualora nel corso delle attività di movimentazione delle terre venissero alla luce animali in letargo o cucciolate, si avrà cura di trasportarli in luogo idoneo. Nelle aree di cantiere si dovrà quindi evitare di lasciare al suolo rifiuti organici (avanzi di cibo, scarti, ecc.), allo scopo di non attirare animali.

Si prevede la minimizzazione delle attività rumorose nei periodi di nidificazione delle specie ornitiche.

2.2.5. RUMORE

In particolare, allo scopo di limitare la rumorosità delle macchine e dei cicli di lavorazione, nella fase di realizzazione delle opere di progetto verranno adottati accorgimenti per una corretta scelta delle macchine e delle attrezzature da utilizzare, attraverso alcuni criteri di prevenzione generale, quali:

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

- la manutenzione dei mezzi e delle attrezzature, nell'ambito delle quali provvedere:
 - all'eliminazione degli attriti, attraverso operazioni di lubrificazione;
 - alla sostituzione dei pezzi usurati;
 - al controllo e al serraggio delle giunzioni, ecc
- delle corrette modalità operative e di predisposizione del cantiere, quali ad esempio:
 - o l'orientamento degli impianti che hanno un'emissione direzionale (quali i ventilatori) in posizione di minima interferenza;
 - o la localizzazione degli impianti fissi più rumorosi alla massima distanza dai ricettori critici;
 - o l'utilizzo di basamenti antivibranti per limitare la trasmissione delle vibrazioni;
 - o l'imposizione all'operatore di evitare comportamenti inutilmente rumorosi e l'uso eccessivo degli avvisatori acustici, sostituendoli ove possibile con quelli luminosi;
 - o l'obbligo, ai conducenti, di spegnere i mezzi nei periodi di mancato utilizzo degli stessi;
 - o la limitazione, allo stretto necessario, delle attività più rumorose nelle prime/ultime ore del periodo di riferimento diurno indicato dalla normativa (vale a dire tra le ore 6 e le ore 8 del mattino e tra le 20 e le 22)

Oltre a tali interventi di prevenzione, si procederà con l'apposizione di barriere acustiche mobili, al momento delle lavorazioni, in prossimità dei recettori sensibili. Tali barriere antirumore di tipo mobile sono state computate con un'altezza di 2,5 m e 3,5 m posizionate lungo la recinzione delle aree di lavorazione con una estensione variabile rispetto alla tipologia di cantiere di riferimento.

Si prevede inoltre l'utilizzo di gruppi elettrogeni dei campi di cantiere attrezzati ad alta insonorizzazione con cofanatura 55db e/o a gruppi elettrogeni mobili con $p > 2\text{kva}$ con una potenza sono garantita pari a 61db.

2.2.6. SOSTENIBILITÀ DEL CANTIERE

Al fine inoltre di garantire la sostenibilità del cantiere saranno previste e progettate nelle successive fasi progettuali le seguenti misure dal punto di vista energetico:

- forniture di energia elettrica ai campi base e ai campi operativi di tipo ecocompatibile ovvero con annullamento delle emissioni a mezzo di titoli di garanzia di origine
- pannelli fotovoltaici a copertura di quota parte del fabbisogno energetico del campo installati sulle coperture degli edifici di cantiere
- messa in opera di lampioni autoalimentati da pannello fotovoltaico
- parcheggi auto e mezzi dotati di pensiline fotovoltaiche
- installazione di impianti minieolici di piccola taglia per la produzione di energia pulita (uno per ciascuna area)
- produzione acqua calda sanitaria di spogliatoi e uffici dotati di impianti solari termici in accoppiamento a bollitori in pompa calore
- impianti fotovoltaici collegati a un insieme di batterie per l'accumulo dell'energia prodotta di giorno e il suo rilascio nelle ore notturne
- uffici e spogliatoi di cantiere ad elevata efficienza (elevata coibentazione delle pareti dei prefabbricati di cantiere) per un minor consumo energetico e un maggior confort

- illuminazione di cantiere (sia interna che esterna) realizzata con apparecchi al led a basso consumo
- installazione di sistema di monitoraggio dei consumi energetici
- installazione di sistema di regolazione del flusso luminoso nelle ore notturne

Con la medesima finalità saranno previste e progettate nelle successive fasi progettuali le seguenti misure dal punto di vista del risparmio e recupero della risorsa idrica:

- Recupero parziale delle acque meteoriche dei pannelli fotovoltaici in copertura per alimentazione sistema a ciclo chiuso per pulizia pannelli attraverso sistemi automatici
- Recupero delle acque meteoriche provenienti dai piazzali in apposite vasche di accumulo e di rilancio, precedute da vasche di trattamento, sedimentazione e disoleazione, per alimentazione idrica dei servizi igienici-non potabili; alimentazione cassette w.c.; lavaggio servizi
- Recupero delle ulteriori acque meteoriche provenienti dalle coperture in apposite vasche di accumulo e di rilancio per alimentazione cassette w.c.; lavaggio mezzi; lavatrici
- Riutilizzo acque reflue grigie, derivanti dai servizi igienici (lavabi, docce, lavelli) attraverso stoccaggio e trattamento (con presenza di vasche di filtrazione e di sgrassatura) per il riutilizzo a scopi irrigui
- Introduzione di impianti di fitodepurazione sub-superficiale a flusso orizzontale composto da sedimentazione primaria a mezzo fossa imhoff e vasca a parete singola in vassoio di polietilene monoblocco realizzate per accogliere le essenze vegetali deputate alla depurazione secondaria di liquami
- Installazione di speciali riduttori di portata su tutte le apparecchiature idriche previste nei campi (lavabi, docce, wc)
- Installazione di limitatori di pressione in corrispondenza delle tubazioni in ingresso
- Installazione di rubinetteria dotata di frangigetto/frangiflusso il quale miscela l'acqua con l'aria in uscita
- Monitoraggio dei consumi idrici mediante contatori intelligenti

