



# COMUNE di BUSSETO

## REALIZZAZIONE del TRONCO STRADALE di COLLEGAMENTO

### tra la S.P. n. 588 "DEI DUE PONTI e S.P. n.94 "BUSSETO - POLESINE" (TANGENZIALE di BUSSETO 3° STRALCIO)



PROGETTO  
**MANDATARIA**  
**A<sup>terre</sup> P&L**  
**engineering**

Società di ingegneria  
Str. Cavagnari, 10 - 43126 PARMA - Italy  
Tel. 0521/986773 Fax 0521/988836  
info@aierre.com

#### MANDANTI

Dott. Geol. LORENZO NEGRI  
Via Nedò Nadi, 9/A - 43100 PARMA (PR)  
Tel. 0521/244693 Fax 0521/241207  
l.negri@geostudiparma.it

#### CONSULENZE SPECIALISTICHE

##### ARCHEOLOGIA

A B A C U S s.r.l. - Dott.ssa Cristina Anghinetti  
Via Emilia Ovest n. 167 - San Pancrazio 43016 Parma  
tel./ fax 0521.673108 - P.I. - C.F. 02343500340

##### IMPATTO AMBIENTALE

A M B I T E R s.r.l. - società di ingegneria ambientale  
via Nicolodi, 5A - 43100 Parma  
tel. +390521942630 - fax +390521942436  
http://www.ambiter.it/

##### RILIEVI TOPOGRAFICI

S. T. T O P s.r.l. Servizi Territoriali e Topografici  
Via Ponchielli, 2 - 43011 Busseto (PR)  
Tel.0524/91243 - Fax. 0524/930626  
info@sttop.191.it

##### G E O 3 s.r.l.

Via Edison Volta, 25/B - 43125 PARMA  
Tel.0524 944548  
info@geo3srl.it

#### IL RESPONSABILE DI PROGETTO

Dott. Ing. Francesco Ferrari \_\_\_\_\_

#### IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Dott. Arch. Roberta Minardi \_\_\_\_\_

OGGETTO:  
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

TAV. N.  
B.4

TITOLO:  
VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI  
RELAZIONE

SCALA  
--

AGGIORNAMENTI:		
REV.	DATA	DESCRIZIONE
01	Sett. 2015	EMISSIONE
02	Mag. 2016	RISPOSTA_OSSERVAZIONI_CONFERENZA_DEI_SERVIZI



# Comune di Busseto



# Provincia di Parma

# **REALIZZAZIONE del TRONCO STRADALE di COLLEGAMENTO tra la S.P. n. 588 "DEI DUE PONTI e S.P. n.94 "BUSSETO - POLESINE"**

# Progetto Definitivo

 <p><b>AMBITER</b> s.r.l. società di ingegneria ambientale</p>	<p><b>DIREZIONE TECNICA</b> dott. geol. Giorgio Neri</p>	<p><b>REDAZIONE</b> dott. geol. Marco Rognà</p>
---	--	---

FILE	PRATICA
1540 SIA VIM 01-00.doc	1540/02

**INDICE**

<b>1 INTRODUZIONE .....</b>	<b>5</b>
1.1 SINTESI E METODOLOGIA DELLE STIME D'IMPATTO .....	5
<b>2 ATMOSFERA E CLIMA .....</b>	<b>9</b>
2.1 FASE DI CANTIERE .....	9
2.1.1 <i>Produzione e diffusione di polveri.....</i>	9
2.1.2 <i>Emissioni gassose inquinanti prodotte dai mezzi d'opera e da altre attività di cantiere.....</i>	11
2.1.3 <i>Inquinamento luminoso prodotto dai sistemi di illuminazione del cantiere.....</i>	14
2.2 FASE DI ESERCIZIO .....	15
2.2.1 <i>Emissioni gassose inquinanti da traffico veicolare richiamato dall'infrastruttura.....</i>	15
<b>3 RUMORE E VIBRAZIONI.....</b>	<b>33</b>
3.1 FASE DI CANTIERE .....	33
3.1.1 <i>Propagazione di emissioni acustiche all'interno dell'area di cantiere.....</i>	33
3.1.2 <i>Propagazione di emissioni acustiche all'esterno dell'area di cantiere.....</i>	33
3.1.3 <i>Propagazioni di vibrazioni all'interno dell'area di cantiere.....</i>	34
3.1.4 <i>Propagazioni di vibrazioni all'esterno dell'area di cantiere.....</i>	36
3.2 FASE DI ESERCIZIO .....	37
3.2.1 <i>Emissioni acustiche generate dal richiamo di traffico sulla nuova viabilità .....</i>	37
3.2.2 <i>Diminuzione delle emissioni acustiche sulla viabilità esistente .....</i>	37
3.2.3 <i>Vibrazioni generate dal transito dei mezzi sulla nuova viabilità .....</i>	38
<b>4 ACQUE SUPERFICIALI E SOTTERRANEE .....</b>	<b>39</b>
4.1 FASE DI CANTIERE .....	39
4.1.1 <i>Sversamenti accidentali in acque superficiali .....</i>	39
4.1.2 <i>Sversamenti accidentali in acque sotterranee .....</i>	39
4.1.3 <i>Scarichi idrici del cantiere .....</i>	40
4.1.4 <i>Interferenze a carico del reticolo idrografico superficiale.....</i>	40
4.2 FASE DI ESERCIZIO .....	42
4.2.1 <i>Inquinamento delle acque superficiali causato dal dilavamento della sede stradale .....</i>	47
4.2.2 <i>Inquinamento delle acque sotterranee causato dal dilavamento della sede stradale .....</i>	47
4.2.3 <i>Sversamenti accidentali in acque superficiali .....</i>	48
4.2.4 <i>Sversamenti accidentali in acque sotterranee .....</i>	48
4.2.5 <i>Difficoltà di smaltimento delle acque di dilavamento della sede stradale.....</i>	49
4.2.6 <i>Rischio idraulico.....</i>	50
<b>5 IMPATTI PER SUOLO E SOTTOSUOLO.....</b>	<b>51</b>
5.1 FASE DI CANTIERE .....	51
5.1.1 <i>Impermeabilizzazione del suolo.....</i>	51
5.1.2 <i>Asportazione e stoccaggio del terreno vegetale .....</i>	51
5.1.3 <i>Consumo di risorse non rinnovabili.....</i>	52
5.1.4 <i>Occupazione temporanea delle superfici destinate all'allestimento del cantiere .....</i>	52
5.2 FASE DI ESERCIZIO .....	53

5.2.1	<i>Alterazione dell'assetto fisico del territorio</i>	53
<b>6</b>	<b>IMPATTI PER FLORA, VEGETAZIONE, FAUNA ED ECOSISTEMI</b>	<b>54</b>
6.1	FASE DI CANTIERE	54
6.1.1	<i>Distruzione di elementi vegetazionali preesistenti</i>	54
6.1.2	<i>Elementi di disturbo per la fauna</i>	55
6.2	FASE DI ESERCIZIO	55
6.2.1	<i>Introduzione di elementi di disturbo a carico degli ecosistemi e degli agroecosistemi esistenti</i>	55
6.2.2	<i>Effetto-barriera ed altri elementi di disturbo per la fauna</i>	56
6.2.3	<i>Realizzazione di siepi e filari con funzioni paesaggistiche ed ambientali</i>	58
6.2.4	<i>Diffusione di specie vegetali infestanti</i>	58
<b>7</b>	<b>IMPATTI PER IL PAESAGGIO ED IL PATRIMONIO STORICO-CULTURALE</b>	<b>59</b>
7.1	FASE DI CANTIERE	59
7.1.1	<i>Intrusione visuale</i>	59
7.1.2	<i>Rischio di ritrovamenti di interesse storico o archeologico</i>	60
7.2	FASE DI ESERCIZIO	61
7.2.1	<i>Ostruzione visuale</i>	61
7.2.2	<i>Intrusione visuale</i>	63
<b>8</b>	<b>IMPATTI PER IL BENESSERE DELL'UOMO E RISCHI D'INCIDENTE</b>	<b>64</b>
8.1	FASE DI CANTIERE	64
8.1.1	<i>Ritrovamento ordigni bellici sepolti</i>	64
8.1.2	<i>Produzione di rifiuti</i>	65
8.1.3	<i>Rischio di incidenti per i lavoratori impiegati nel cantiere e per soggetti esterni</i>	65
8.2	FASE DI ESERCIZIO	66
8.2.1	<i>Rischio di incidenti sulla nuova viabilità</i>	66
8.2.2	<i>Diminuzione del rischio di incidenti sulla viabilità esistente</i>	67
8.2.3	<i>Rischio sismico</i>	67
<b>9</b>	<b>IMPATTI PER IL SISTEMA INSEDIATIVO, LE CONDIZIONI SOCIO-ECONOMICHE ED I BENI MATERIALI</b>	<b>69</b>
9.1	FASE DI CANTIERE	69
9.1.1	<i>Indotti occupazionali del cantiere</i>	69
9.1.2	<i>Occupazione fisica delle aree interessate dalla realizzazione dell'opera</i>	69
9.1.3	<i>Frammentazione dei mappali interessati del tracciato di progetto</i>	70
9.1.4	<i>Impatti attesi a carico della rete tecnologica</i>	70
9.1.5	<i>Impatti attesi a carico della mobilità</i>	71
9.1.6	<i>Impatti dovuti al transito dei mezzi pesanti nel tragitto cava - cantiere</i>	71
9.2	FASE DI ESERCIZIO	73
9.2.1	<i>Impatti per il sistema della viabilità</i>	73
9.2.2	<i>Alterazione del valore economico di infrastrutture, manufatti, beni ed attività economiche</i>	73
<b>10</b>	<b>SINERGIE DI IMPATTO AMBIENTALE</b>	<b>75</b>
10.1	HAZARD DI ORIGINE FISICA	75
10.1.1	<i>Condizioni meteo-climatiche particolari: persistenza di condizioni di inversione termica</i>	75
10.2	HAZARD DI ORIGINE ANTROPICA	75
10.2.1	<i>Errori del personale impiegato nel cantiere</i>	75
<b>11</b>	<b>DETERMINAZIONE DEI PUNTEGGI E DEI GIUDIZI DI IMPATTO</b>	<b>77</b>

11.1	FASE DI CANTIERE .....	77
11.2	FASE DI ESERCIZIO .....	80
<b>12</b>	<b>MISURE DI MITIGAZIONE.....</b>	<b>83</b>
12.1	FASE DI CANTIERE .....	83
12.1.1	<i>Misure di mitigazione per la produzione e diffusione di polveri.....</i>	83
12.1.2	<i>Misure di mitigazione per le emissioni gassose inquinanti prodotte dai mezzi d'opera e da altre attività di cantiere.....</i>	84
12.1.3	<i>Misure di mitigazione per la propagazione di emissioni acustiche all'interno dell'area di cantiere.....</i>	85
12.1.4	<i>Misure di mitigazione per la propagazione di emissioni acustiche all'esterno dell'area di cantiere.....</i>	89
12.1.5	<i>Misure di mitigazione per la propagazione di vibrazioni all'interno dell'area di cantiere .....</i>	89
12.1.6	<i>Misure di mitigazione per gli sversamenti accidentali in acque superficiali.....</i>	93
12.1.7	<i>Misure di mitigazione per gli sversamenti accidentali in acque sotterranee.....</i>	94
12.1.8	<i>Misure di mitigazione per gli scarichi idrici del cantiere .....</i>	94
12.1.9	<i>Misure di mitigazione per le interferenze a carico del reticolo idrografico superficiale.....</i>	94
12.1.10	<i>Misure di mitigazione per l'impermeabilizzazione del suolo.....</i>	94
12.1.11	<i>Misure di mitigazione per l'asportazione e stoccaggio del terreno vegetale .....</i>	94
12.1.12	<i>Misure di mitigazione per la distruzione di elementi vegetazionali preesistenti.....</i>	95
12.1.13	<i>Misure di mitigazione degli elementi di disturbo per la fauna.....</i>	98
12.1.14	<i>Misure di mitigazione per il rischio di ritrovamenti di interesse storico o archeologico.....</i>	99
12.1.15	<i>Misure di mitigazione per il ritrovamento di ordigni bellici sepolti.....</i>	99
12.1.16	<i>Misure di mitigazione per la produzione di rifiuti .....</i>	100
12.1.17	<i>Misure di mitigazione per il rischio di incidenti per i lavoratori impiegati nel cantiere.....</i>	101
12.1.18	<i>Misure di mitigazione per l'occupazione fisica delle aree interessate dall'opera e la frammentazione dei mappali interessati dal tracciato di progetto .....</i>	101
6.1.20	<i>Misure di mitigazione per gli impatti attesi a carico della rete tecnologica .....</i>	102
6.1.21	<i>Misure di mitigazione per gli impatti attesi a carico della mobilità .....</i>	102
12.1.19	<i>Misure di mitigazione per gli impatti dovuti al transito dei mezzi pesanti nel tragitto cava - cantiere</i>	
	<i>102</i>	
12.2	FASE DI ESERCIZIO .....	103
12.2.1	<i>Misure di mitigazione per l'inquinamento luminoso.....</i>	103
12.2.2	<i>Misure di mitigazione per il rischio idraulico.....</i>	107
12.2.3	<i>Misure di mitigazione per l'introduzione di elementi di disturbo a carico degli ecosistemi e gli agroecosistemi esistenti .....</i>	107
12.2.4	<i>Misure di mitigazione degli elementi di disturbo per la fauna.....</i>	109
12.2.5	<i>Misure di mitigazione per il rischio sismico .....</i>	110

## 1 INTRODUZIONE

Il presente elaborato, denominato “Valutazione degli Impatti, Misure di mitigazione e Monitoraggio”, si prefigge lo scopo di definire gli impatti prodotti dall’opera infrastrutturale in progetto e di proporre le misure di mitigazione che possono essere adottate per ridurre o eliminare gli impatti stessi. Con lo scopo di individuare gli impatti generati sulle matrici ambientali, è necessario definire una metodologia di valutazione che consenta di mettere in luce gli effetti negativi e positivi causati dalla realizzazione del progetto. Nel presente lavoro si è optato per un approccio valutativo di tipo quali-quantitativo, utilizzando una metodologia di “tipizzazione degli impatti” finalizzata ad individuare tutti gli impatti generati dal progetto, ad evidenziare le componenti ambientali per le quali è necessario adottare misure di mitigazione specifiche e a sviluppare un piano di monitoraggio che permetta di seguire nel tempo gli interventi realizzati.

### 1.1 SINTESI E METODOLOGIA DELLE STIME D’IMPATTO

Nei seguenti capitoli sono descritti in dettaglio gli impatti generati dall’intervento di progetto su ciascuna componente ambientale (atmosfera, rumore, acque superficiali e sotterranee, ecc.). Per ogni componente il livello di approfondimento delle analisi sarà proporzionato all’entità ed alla significatività degli impatti, anche in relazione al tipo di opera considerata. Come già anticipato, per ogni componente tutti gli impatti individuati sono definiti sinteticamente mediante un apposito procedimento di tipizzazione. Tale procedimento può essere realizzato con l’impiego di varie tecniche numeriche; in questa sede si è adottata una metodica che è in linea con le metodologie comunemente utilizzate nella valutazione di impatto ambientale ed offre maggiori garanzie dal punto di vista della comunicazione dei risultati. In primo luogo, per ogni componente ambientale sono individuate le principali azioni di progetto e le conseguenti tipologie di impatto attese (*fattori primari e/o secondari di interferenza sull’ambiente*). A tale proposito si ritiene opportuno sottolineare che azioni di progetto e tipologie di impatto attese sono definite avvalendosi di una specifica lista di controllo (*check-list*), appositamente elaborata dal Gruppo di Lavoro “Impatto Ambientale” della Società Italiana di Ecologia (S.I.t.E), come strumento di supporto per l’elaborazione degli studi di impatto<sup>1</sup>. Questa prima fase permetterà di evidenziare tutti i possibili impatti potenzialmente riconducibili alla realizzazione dell’opera.

In secondo luogo, ogni singola tipologia di impatto individuata è caratterizzata mediante una serie di attributi che ne specificano la natura, secondo una tipizzazione che considera se essi sono positivi o negativi, sono probabili o certi, si manifestano nel breve o nel lungo termine<sup>2</sup>, se sono reversibili o

---

<sup>1</sup> I limiti tradizionali delle check-list per le valutazioni di impatto ambientale sono dati o dalla loro specificità rispetto ai casi trattati, o dalla eccessiva rigidità intrinseca che non ne consente una soddisfacente applicazione ai casi concreti. Per tale motivo in alcuni casi si è ritenuto opportuno integrare le voci generiche indicate nella lista di controllo della S.I.t.E. con voci specifiche adattate alla situazione considerata.

<sup>2</sup> La distinzione tra impatto “a breve termine” e “a lungo termine” è riferita al “tempo di latenza” che intercorre tra il verificarsi dell’impatto e l’azione di progetto che ha provocato l’impatto medesimo. Se

irreversibili<sup>3</sup>, strategici o non strategici<sup>4</sup>. Per ogni tipologia di impatto si valuta inoltre se esistono sinergie positive o negative che possono aumentare o ridurre gli effetti dell'impatto stesso (per sinergie positive si intendono quei fattori ambientali, esterni o interni al sistema analizzato, che attenuano gli impatti negativi ed amplificano quelli positivi, mentre per sinergie negative si intendono quei fattori ambientali che amplificano gli impatti negativi ed attenuano quelli positivi). Questa prima tipizzazione, di tipo qualitativo, è poi convertita in una tipizzazione quantitativa, adottando la metodologia proposta in Tabella 1.1.

La logica impiegata è quella di assegnare il punteggio minore (0.5) alla tipologia di impatto meno estrema (che risulta preferibile in caso di impatto negativo) e di assegnare il punteggio maggiore (1) alla categoria di tipizzazione più estrema (che risulta preferibile in caso di impatto positivo). Ad esempio alla categoria di tipizzazione "impatto reversibile" è assegnato punteggio 0.5, mentre alla categoria di tipizzazione "impatto irreversibile" è assegnato punteggio 1; in effetti un impatto negativo e reversibile (punteggio -0.5) è preferibile rispetto ad un impatto negativo e irreversibile (punteggio -1), mentre un impatto positivo e irreversibile (punteggio +1) è preferibile rispetto ad un impatto positivo e reversibile (punteggio +0.5). In presenza di fattori di sinergia positiva il punteggio di impatto è incrementato di mezzo punto (+0.5), mentre in presenza di fattori di sinergia negativa è diminuito di mezzo punto (-0.5).

---

l'impatto considerato si concretizza subito dopo l'azione causale questo viene definito "a breve termine", se l'impatto si verifica solo in un secondo momento viene definito "a lungo termine".

<sup>3</sup> La distinzione tra impatto "reversibile" e "irreversibile" è riferita alle capacità omeostatiche del sistema di assorbire l'impatto recuperando le condizioni preesistenti l'impatto medesimo. Se il recupero delle condizioni iniziali è atteso in tempi ragionevolmente brevi l'impatto viene definito "reversibile", se gli effetti dell'impatto sono destinati a permanere nel tempo o comunque ad essere riassorbiti in scale temporali molto lunghe l'impatto viene definito "irreversibile" (la valutazione della temporalità degli impatti deve essere intesa in un'ottica antropocentrica).

<sup>4</sup> La distinzione tra impatto "strategico" e "non strategico" si basa sulle caratteristiche dell'impatto in relazione alla componente ambientale su cui esso si può manifestare. Se nel contesto di specifico interesse questa componente ambientale è di particolare rilevanza dal punto di vista naturalistico, umano o economico, l'impatto viene definito "strategico". Nel caso contrario l'impatto viene definito "non strategico".

Tabella 1.1 – Tipizzazione qualitativa e quantitativa delle categorie di impatto.

Tipizzazione qualitativa dell'impatto	Tipizzazione quantitativa dell'impatto
Positivo (P)	+
Negativo (N)	-
Possibile (PS)	0,5
Certo (C)	1
Breve termine (BT)	0,5
Lungo termine (LT)	1
Reversibile (R)	0,5
Irreversibile (I)	1
Non strategico (NS)	0,5
Strategico (S)	1

Il punteggio complessivo di impatto di una determinata azione di progetto si calcola sommando i punteggi ottenuti dalle singole categorie di tipizzazione, con l'aggiunta del segno (+ o -) che definisce la positività o la negatività dell'impatto. Secondo la metodologia proposta un impatto che risulta essere positivo (+), certo (1), di lungo termine (1), irreversibile (1), strategico (1) presenta un punteggio complessivo pari a + 4 (miglior situazione possibile). Inoltre, se questo stesso impatto risente della presenza di fattori di sinergia positiva il punteggio complessivo è incrementato di mezzo punto (+4.5), mentre se risente della presenza di fattori di sinergia negativa il punteggio è diminuito di mezzo punto (+3.5).

Allo stesso modo un impatto che risulta essere negativo (-), certo (1), di lungo termine (1), irreversibile (1), strategico (1), presenta un punteggio complessivo pari a - 4 (peggiore situazione possibile). Se questo impatto risente della presenza di fattori di sinergia positiva il punteggio complessivo è incrementato di mezzo punto (-3.5), mentre se risente della presenza di fattori di sinergia negativa il punteggio è diminuito di mezzo punto (-4.5).

Sulla base dei risultati del procedimento di tipizzazione quali-quantitativa è possibile definire la necessità o meno di attivare specifiche misure di mitigazione e/o di compensazione degli impatti, secondo lo schema di valutazione proposto in Tabella 1.2.

La metodologia proposta è finalizzata ad evidenziare in modo obiettivo e sistematico le situazioni di maggiore criticità e la necessità di interventi di mitigazione, senza per questo vincolare rigidamente le considerazioni svolte nelle fasi successive (es. in genere in presenza di un impatto negativo "basso" non sono definite specifiche misure di mitigazione, ma in alcuni casi particolari può essere opportuno individuarle ugualmente). Ad ogni giudizio di impatto è abbinato un colore che permette di focalizzare immediatamente l'attenzione sugli elementi più critici del progetto.

Tabella 1.2 – Giudizio di impatto ed adozione di misure di mitigazione.

Punteggio di impatto	Giudizio di impatto	Misure di mitigazione
+2,0 ÷ +4,0	Impatto positivo	non necessarie
-2,0 ÷ -2,5	Impatto negativo "basso"	di norma non necessarie
-3,0	Impatto negativo "medio"	da valutare caso per caso
-3,5 ÷ -4,0	Impatto negativo "alto"	sicuramente necessarie

Il procedimento di individuazione delle azioni di progetto, delle tipologie di impatto e la loro successiva tipizzazione (qualitativa e quantitativa) è sviluppato con riferimento a due differenti fasi dell'opera:

1. fase di cantiere;
2. fase di esercizio.

La fase di dismissione (*decommissioning*) non è presa in considerazione, in quanto l'infrastruttura stradale in progetto si pone obiettivi di massima durabilità.

## 2 ATMOSFERA E CLIMA

### 2.1 FASE DI CANTIERE

#### 2.1.1 *Produzione e diffusione di polveri*

La produzione e diffusione di polveri è dovuta alle operazioni di sbancamento del suolo, alla creazione di accumuli temporanei per lo stoccaggio di materiali di scotto e materiali inerti e alla realizzazione del sottofondo e dei rilevati della sede stradale. Occorre inoltre considerare le eventuali operazioni di trattamento a calce per la realizzazione dei rilevati.

Dal punto di vista fisico le polveri sono il risultato della suddivisione meccanica dei materiali solidi naturali o artificiali sottoposti a sollecitazioni di qualsiasi origine. I singoli elementi hanno dimensioni superiori a 0,5 µm e possono raggiungere 100 µm e oltre, anche se le particelle con dimensione superiore a qualche decina di µm restano sospese nell'aria molto brevemente. Per la salute umana l'effetto più rilevante è dovuto alle polveri inalabili (con dimensioni comprese fra 0,5 e 5 µm), che sono in grado di superare gli ostacoli posti dalle prime vie respiratorie e di raggiungere gli alveoli polmonari e, almeno in parte, di persistervi.

Nei materiali inerti il principale elemento nocivo aerodisperdibile è la silice libera ( $\text{SiO}_2$ ), contenuta in percentuale del 40 – 60% sul volume di riferimento. La silice libera è quella parte del biossido di silicio presente nelle rocce e nelle terre non combinata a formare silicati e rinvenibile sotto forma cristallina o amorfa. Le fasi cristalline, quali principali fattori nocivi, sono in primo luogo il quarzo e poi la tridimite e la cristobalite, più rare ma decisamente più tossiche. Di minore importanza, ma sicuramente lesiva, è anche la silice amorfa. Si tratta di un composto inorganico, polverulento quando di dimensioni inferiori a 100 µm, di colore grigio chiaro, inodore, non reattivo e molto poco solubile a contatto con l'acqua. La silice libera cristallina è classificata dallo IARC (Agenzia Internazionale Ricerca sul Cancro) quale cancerogeno di classe 1, per il quale trova applicazione il Titolo VII del DLvo. 626/94. Se assimilato in forte quantità nelle vie respiratorie del corpo umano la silice libera cristallina può inoltre può originare la silicosi. Nelle corrette condizioni di manipolazione ed uso non c'è pericolo di irritazione e/o sensibilizzazione per occhi e pelle.

Per quanto riguarda la calce, si evidenzia invece che questa si presenta come un composto inorganico, solido e polverulento, che pur non essendo tossico può dare origine ad irritazioni cutanee e agli occhi e ad effetti di ecotossicità, solo nel caso di dispersioni di notevole quantità ed in presenza di acqua (a causa del pH elevato).

L'espressione utilizzata in questa sede per analizzare la diffusione delle polveri è quella gaussiana:

$$C = [Q/(\pi \times V \times \sigma_y \times \sigma_z)] \times \text{EXP}[-0,5 \times (y/\sigma_y)^2] + C_f$$

dove:

C = concentrazione al suolo alla distanza x dalla sorgente;

Q = quantità prodotte alla sorgente;

V = velocità media vento;

$C_f$  = concentrazione di polveri esistente;

$\sigma_y$  = coefficiente di dispersione orizzontale;

$\sigma_z$  = coefficiente di dispersione verticale;

$z$  = direzione verticale;

$x$  = direzione orizzontale longitudinale;

$y$  = direzione orizzontale trasversale.

Considerando una velocità del vento pari a  $V = 1$  km/ora (assolutamente reale in condizioni di calma anemologica), è possibile concludere che in condizioni di stabilità atmosferica, già alla distanza dalla fonte di emissione di 5 metri si ha un effetto di dispersione pari al 57% del totale; a 45 metri di distanza si arriva ad una dispersione del 99% del totale.

La situazione più critica si presenta invece in condizioni di moderata stabilità atmosferica, con stratificazione termica invertita in quota e velocità del vento pari a  $V = 1$  km/ora (calma anemologica). In questo caso alla distanza dalla fonte di emissione pari a 5 metri si ha un effetto di dispersione pari al 44% del totale, mentre solo a 80 metri di distanza si arriva ad una dispersione del 99% del totale (Figura 2.1).

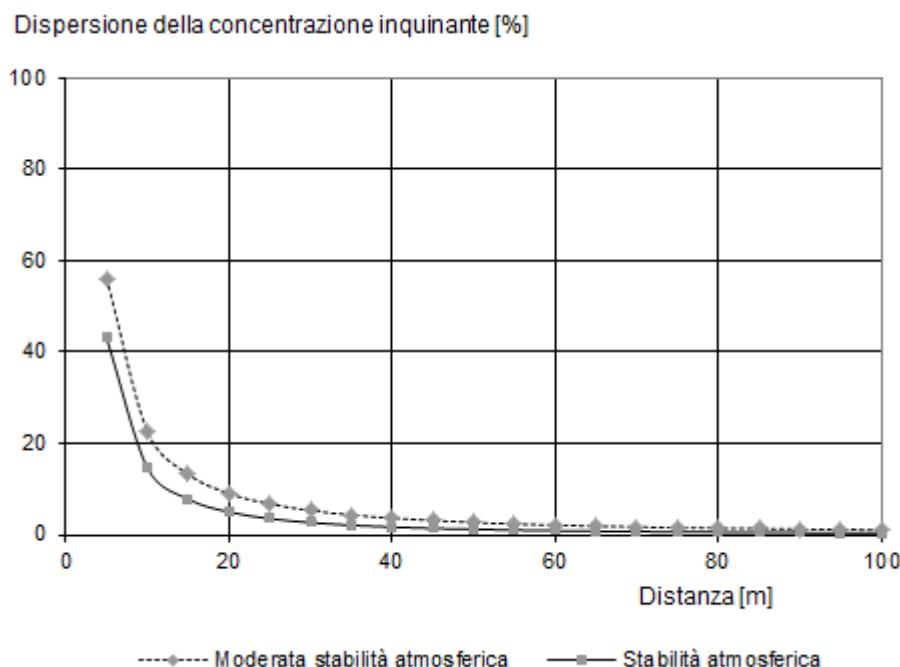


Figura 2.1 – Riduzione percentuale delle quantità di polveri immesse nell'atmosfera all'aumentare della distanza dalla sorgente.

Entro un raggio di 80 m dal tracciato si segnala la presenza di alcuni ricettori esposti (abitazioni civili), che potrebbero essere interessati dalla diffusione di polveri in fase di cantiere (ricettori 7, 13, 14, 15, 16, 19, 22, 25, 26). I ricettori elencati sono indicati cartograficamente nella Fig. 2.2.

Oltre alle abitazioni limitrofe saranno interessati dalla diffusione di polveri anche i lavoratori che opereranno in modo continuativo all'interno dell'area di cantiere.

In base alle considerazioni svolte l'impatto è classificabile come segue:

- *negativo*: le operazioni di scavo e movimentazione di materiali di varia natura comportano la formazione di frazioni fini in grado di essere facilmente aerodisperse, anche per sollecitazioni di modesta entità; la produzione e la dispersione delle polveri assume un ruolo importante per la salute dei lavoratori e dei ricettori esposti (abitazioni) presenti lungo il tracciato o nelle immediate vicinanze, poiché da esse possono derivare affezioni anche gravi dell'apparato respiratorio;
- *certo*: la realizzazione dell'opera in progetto comporterà sicuramente la produzione e la diffusione di polveri all'interno del cantiere e verso le aree limitrofe;
- *a breve termine*: gli effetti conseguenti al sollevamento delle polveri si riscontrano immediatamente;
- *reversibile*: le attività che comportano la produzione e la diffusione di polveri sono temporalmente limitate alla fase di cantiere;
- *strategico*: è sempre necessario garantire la massima sicurezza e la salubrità dei luoghi di lavoro e degli ambienti abitativi limitrofi (case rurali sparse).

### **2.1.2      Emissioni gassose inquinanti prodotte dai mezzi d'opera e da altre attività di cantiere**

In fase di cantiere le emissioni gassose inquinanti sono causate dall'impiego di mezzi d'opera quali camion per il trasporto degli inerti, autobetoniere, rulli compressori, asfaltatrici, escavatori e ruspe per i movimenti terra e per la realizzazione della strada.

Nel caso considerato è possibile ipotizzare l'attività di un parco macchine non superiore alle 15 unità (costituite, senza entrare nel merito della tipologia, cilindrata e potenza del mezzo impiegato, da 6 trattori e 9 autocarri); si consideri questa stima è indicativa, compatibilmente con le informazioni disponibili.

Sulla base dei valori disponibili nella bibliografia specializzata è possibile stimare un consumo orario medio di gasolio pari a circa 20 litri/h per i trattori e 10 litri/h per gli autocarri.

Nell'arco di una giornata lavorativa di 8 ore è dunque prevedibile un consumo medio complessivo di gasolio pari a circa 1.700 litri/giorno. Assumendo la densità del gasolio pari a 0,88 Kg/dm<sup>3</sup>, lo stesso consumo giornaliero è pari a circa 1.500 kg/giorno.

Tabella 2.2 – Fattori di emissione medi espressi in g/Kg di gasolio consumato (rif. bibliografico "CORINAIR" per grossi motori diesel).

Unità di misura	NO <sub>x</sub>	CO	PM <sub>10</sub>
g di inquinante emessi per ogni Kg di gasolio consumato	45,0	20,0	3,2

In Tabella 2.2 sono riportate le emissioni medie in atmosfera dei mezzi d'opera a motore diesel (rif. CORINAIR per grossi motori diesel). Applicando le condizioni maggiormente sfavorevoli (piena attività di tutto il parco mezzi), in fase di cantiere le emissioni inquinanti in atmosfera ammontano a:

$\text{NO}_x = 67,5 \text{ kg/giorno}$ ;

$\text{CO} = 30,0 \text{ kg/giorno}$ ;

$\text{PM}_{10} = 4,8 \text{ kg/giorno}$ .

I quantitativi emessi sono paragonabili come ordini di grandezza a quelli che possono essere prodotti dalle macchine operatrici utilizzate per la coltivazione dei fondi agricoli esistenti; anche la localizzazione in campo aperto contribuisce a rendere meno significativi gli effetti conseguenti alla diffusione delle emissioni gassose generate dal cantiere.

Ciò premesso, l'impatto considerato non può essere ritenuto del tutto trascurabile. Occorre infatti considerare che, oltre alle emissioni inquinanti provenienti da camion, escavatori, ruspe, ecc., in un cantiere sono normalmente svolti diversi processi di lavoro termici e chimici che comportano ulteriori emissioni in atmosfera. Ad esempio durante i processi di lavoro termici (lavorazioni a caldo di bitume per operazioni di pavimentazione stradale) si sprigionano gas e fumi.

In base alle considerazioni svolte l'impatto è classificabile come segue:

- *negativo*: l'attività dei mezzi d'opera e delle lavorazioni svolte in cantiere, comporta la produzione di emissioni gassose inquinanti che possono causare un locale peggioramento della qualità dell'aria;
- *certo*: la realizzazione dell'opera in progetto comporterà sicuramente la produzione e la diffusione di emissioni gassose all'interno del cantiere e verso le aree limitrofe;
- *a breve termine*: gli effetti conseguenti alla produzione di emissioni gassose si riscontrano immediatamente;
- *reversibile*: le attività che comportano la produzione e la diffusione di emissioni gassose sono temporalmente limitate alla fase di cantiere;
- *strategico*: le emissioni gassose, seppur prodotte in campo aperto e da un numero relativamente limitato di mezzi d'opera, non possono essere considerate trascurabili; si consideri infatti che è sempre necessario garantire la massima salubrità degli ambienti di lavoro e degli ambienti abitativi limitrofi.

## Tronco Stradale di collegamento tra la S.P. 588 "Dei Due Ponti" e la S.P. n. 94 "Busseto – Polesine"

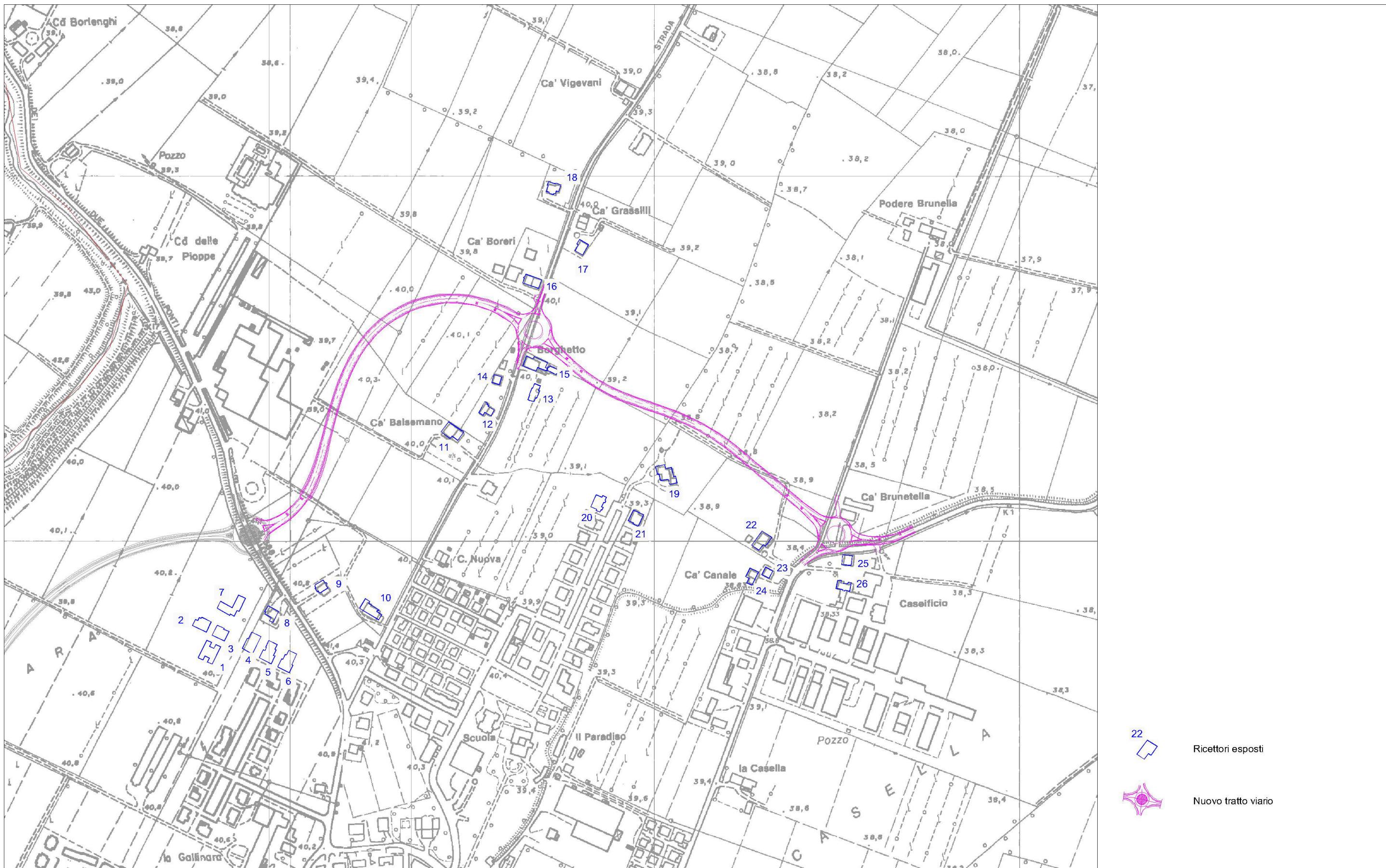


Figura 2.2: Ricettori esposti – scala 1:5.000

### **2.1.3      *Inquinamento luminoso prodotto dai sistemi di illuminazione del cantiere***

Un altro impatto che deve essere considerato riguarda l'eventuale posa in opera di sistemi di illuminazione delle aree di cantiere (in particolare delle aree dotate dei locali di servizio e dei piazzali di deposito e stoccaggio materiali), che comporta l'insorgenza di un inquinamento luminoso durante il periodo notturno.

L'impatto considerato è classificabile come segue:

- *negativo*: l'inquinamento luminoso può costituire un forte disturbo per le abitazioni limitrofe al cantiere e per la fauna selvatica;
- *possibile*: la realizzazione delle aree di cantiere attrezzate con baracche, servizi, depositi, ecc...comporterà la posa in opera di sistemi di illuminazione;
- *a breve termine*: gli effetti conseguenti all'inquinamento luminoso si riscontrano immediatamente;
- *reversibile*: l'illuminazione delle aree di cantiere sarà smantellata al termine delle operazioni di realizzazione dell'infrastruttura viaria;
- *non strategico*: le aree di cantiere con presenza di baracche, servizi, depositi, ecc. saranno ubicate in zone caratterizzate da scarsi elementi naturali di pregio, limitate alla presenza di seminativi e modificate da una significativa presenza antropica.

## 2.2 FASE DI ESERCIZIO

### 2.2.1 Emissioni gassose inquinanti da traffico veicolare richiamato dall'infrastruttura

#### 2.2.1.1 Flussi di traffico

Per la stima degli impatti sulla qualità dell'aria attesi in fase di esercizio si fa riferimento ai flussi di traffico forniti nella relazione "*Il modello di simulazione del traffico veicolare, gli scenari di simulazione*", redatta dallo studio CAIRE per la Provincia di Parma. Tale documento fa parte delle Analisi di settore del Quadro conoscitivo del PTCP vigente.

In particolare è stato preso in considerazione lo scenario che contempla la realizzazione degli interventi previsti dal PTCP ed una domanda di traffico con crescita tendenziale al 2014 ("scenario 2b"), in cui è indicato anche il tratto della viabilità oggetto di studio.

Lo studio di settore indica per la S.P. di Polesine un traffico diurno di 206 veicoli/ora con una percentuale di traffico pesante del 4,9%.

Nella costruzione del traffico di progetto si sono considerati gli scenari futuri dal 2014 al 2025 ammettendo una ripresa economica generalizzata abbinata anche ad un miglioramento del sistema infrastrutturale con potenziamento della rete autostradale.

Il contesto ampiamente analizzato individua un tasso di crescita di + 0,5% per i veicoli leggeri e + 1,2% per i veicoli pesanti. È inoltre ipotizzato il completo trasferimento del traffico sulla S.P. 94 sul Tronco Stradale di collegamento tra la S.P. 588 "Dei Due Ponti" e la S.P. n. 94 "Busseto – Polesine".

Il traffico progettuale assume quindi i valori espressi nella seguente Tabella 2.3.

Tabella 2.3: Traffico sul Tronco Stradale di collegamento tra la S.P. 588 "Dei Due Ponti" e la S.P. n. 94 "Busseto – Polesine".

anno	L	P	%P	Tot
<b>2014</b>	<b>196</b>	<b>10</b>	<b>4,9%</b>	<b>206</b>
2015	197	10	4,9%	207
2016	198	10	4,9%	208
2017	199	10	5,0%	209
2018	200	10	5,0%	210
2019	201	11	5,0%	212
2020	202	11	5,1%	213
2021	203	11	5,1%	214
2022	204	11	5,1%	215
<b>2023</b>	<b>205</b>	<b>11</b>	<b>5,2%</b>	<b>216</b>
<b>2024</b>	<b>206</b>	<b>11</b>	<b>5,2%</b>	<b>217</b>
<b>2025</b>	<b>207</b>	<b>11</b>	<b>5,2%</b>	<b>218</b>

## Tronco Stradale di collegamento tra la S.P. 588 "Dei Due Ponti" e la S.P. n. 94 "Busseto – Polesine"

I dati di traffico riportati in Tabella 2.3 sono espressi in veicoli/ora. Per effettuare le valutazioni inerenti le emissioni in atmosfera da traffico veicolare occorre però conoscere i veicoli effettivi in transito, distinguendo tra autoveicoli, motocicli, veicoli commerciali leggeri, veicoli commerciali pesanti, autobus, ecc.

In proposito è stato preso come riferimento il parco mezzi circolante in Provincia di Parma descritto in tabella 2.4 (fonte ACI 2013), suddiviso nelle diverse categorie di mezzi (Euro 0, Euro I, Euro II, ecc.) e nelle diverse tipologie di cilindrata ed alimentazione (benzina, gasolio, metano, ecc.). In tabella 2.5 è descritto, per analogia con il parco macchine provinciale, il parco macchine potenzialmente circolante sulla Tangenziale di Busseto (218 mezzi/ora).

Noto il parco autovetture circolante sulla Tangenziale di Busseto si assumono come rappresentativi i fattori di emissione riportati in tabella 2.6 (valori riferiti ad un ciclo di guida urbano per le categorie effettivamente riscontrate per la strada in esame).

Tabella 2.4 – Autovetture circolanti in Provincia di Parma suddivise per categorie (COPERT – ACI 2013 – Provincia di Parma).

ALIMENTAZIONE	FASCIA	EURO0	EURO1	EURO2	EURO3	EURO4	EURO5	EURO6	N.D.	TOTALE	%
BENZINA	Fino a 1400	11.977	3.891	18.104	15.352	30.680	11.190	680	37	91.911	33,6%
	1401-2000	3.989	2.275	6.305	3.222	7.016	2.211	121	7	25.146	9,2%
	Oltre 2000	1.001	270	548	470	1.090	273	4	4	3.660	1,3%
BENZINA Totale		16.967	6.436	24.957	19.044	38.786	13.674	805	48	120.717	
BENZINA E GAS LIQUIDO	Fino a 1400	580	93	411	406	5.971	2.694	169		10.324	3,8%
	1401-2000	691	316	828	418	2.100	596	58	3	5.010	1,8%
	Oltre 2000	72	24	94	87	190	6		1	474	0,2%
BENZINA E GAS LIQUIDO Totale		1.343	433	1.333	911	8.261	3.296	227	4	15.808	
BENZINA E METANO	Fino a 1400	1.487	322	1.524	1.017	6.877	5.736	104	1	17.068	6,2%
	1401-2000	899	434	1.336	1.144	3.225	367	3	1	7.409	2,7%
	Oltre 2000	38	8	18	18	76	11			169	0,1%
BENZINA E METANO Totale		2.424	764	2.878	2.179	10.178	6.114	107	2	24.646	
GASOLIO	Fino a 1400	184	13	16	3.369	11.465	4.112	275		19.434	7,1%
	1401-2000	1.419	609	6.360	18.947	25.594	16.983	1.497		71.409	26,1%
	Oltre 2000	1.259	588	3.103	5.710	6.450	3.333	372		20.815	7,6%
GASOLIO Totale		2.862	1.210	9.479	28.026	43.509	24.428	2.144		111.658	
ELETTRICO-IBRIDO	Fino a 1400					9	93			102	0,0%
	1401-2000		1			34	142	60		237	0,1%
	Oltre 2000					35	21	1		57	0,0%
	Non definito	15								15	0,0%
ELETTRICO-IBRIDO Totale		15	1			78	256	61		411	0,2%
ALTRE	Fino a 1400	13								13	0,0%
ALTRE Totale		13								13	0,0%
NON DEFINITO Totale		2							1	3	

ALIMENTAZIONE	FASCIA	EURO0	EURO1	EURO2	EURO3	EURO4	EURO5	EURO6	N.D.	TOTALE	%
TOTALE		23.626	8.844	38.647	50.160	100.812	47.768	3.344	55	273.256	100%

Tabella 2.5 – Autovetture circolanti sulla Tangenziale di Busseto suddivise per categorie (suddivisione sviluppata per analogia con il parco circolante in provincia di Parma).

ALIMENTAZIONE	FASCIA	EURO 0	EURO 1	EURO 2	EURO 3	EURO 4	EURO 5	EURO 6	N.D.	TOTALE
BENZINA	Fino a 1400	9	3	14	12	23	8	1	0	69
	1401 - 2000	3	2	5	2	5	2	0	0	19
	Oltre 2000	1	0	0	0	1	0	0	0	3
BENZINA Totale		13	5	19	14	29	10	1	0	91
BENZINA E GAS LIQUIDO	Fino a 1400	0	0	0	0	5	2	0	0	8
	1401 - 2000	1	0	1	0	2	0	0	0	4
	Oltre 2000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BENZINA E GAS LIQUIDO Totale		1	0	1	1	6	2	0	0	12
BENZINA E METANO	Fino a 1400	1	0	1	1	5	4	0	0	13
	1401 - 2000	1	0	1	1	2	0	0	0	6
	Oltre 2000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BENZINA E METANO Totale		2	1	2	2	8	5	0	0	19
GASOLIO	Fino a 1400	0	0	0	3	9	3	0	0	15
	1401 - 2000	1	0	5	14	19	13	1	0	54
	Oltre 2000	1	0	2	4	5	3	0	0	16
GASOLIO Totale		2	1	7	21	33	18	2	0	84
ELETTRICO-IBRIDO	Fino a 1400	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1401 - 2000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Oltre 2000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Non definito	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ELETTRICO-IBRIDO Totale		0	0	0	0	0	0	0	0	0
ALTRE	Fino a 1400	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ALTRE Totale		0	0	0	0	0	0	0	0	0
NON DEFINITO Totale		0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTALE		18	6,7	29	38	76	36	2,5	0	206

Tabella 2.6 - Fattori di emissione assunti per le autovetture circolanti sulla Tangenziale di Busseto (Settore: Passenger cars) per gli inquinanti CO, NOx e PM10.

Fonte bibliografica di riferimento: [http://www.sinanet.isprambiente.it/it/sia-ispra/fetransp/index\\_html](http://www.sinanet.isprambiente.it/it/sia-ispra/fetransp/index_html)

ALIMENTAZIONE	FASCIA	F.e. CO (g/veicolo x km)	F.e. NOx (g/veicolo x km)	F.e. PM10 (g/veicolo x km)
BENZINA	Fino a 1400	1,676081	0,125122	0,022478
	1401 - 2000	2,102995	0,173665	0,022478
	Oltre 2000	1,965537	0,175207	0,022478
BENZINA E GAS LIQUIDO	Fino a 1400	1,435409	0,125269	0,022478
	1401 - 2000	1,435409	0,125269	0,022478
BENZINA E METANO	Fino a 1400	0,167922	0,053439	0,022478
	1401 - 2000	0,167922	0,053439	0,022478
GASOLIO	Fino a 1400	0,217	0,772417	0,076052
	1401 - 2000	0,217	0,772417	0,022478
	Oltre 2000	0,217	0,772417	0,022478

I fattori di emissione dei veicoli industriali pesanti, per ciascuno degli inquinanti considerati, sono stati tratti dalla banca dati SINAnet (Rete ISPRA del Sistema Informativo Nazionale Ambientale), che descrive le emissioni del trasporto stradale in Italia in funzione del tipo di mezzi, della tecnologia adottata e del ciclo di guida. I fattori di emissione possono essere definiti considerando i seguenti parametri caratteristici selezionati nella banca dati:

- Settore: *Heavy Duty Trucks* (mezzi pesanti);
- Subsettore: *Articulated 14-20 t* (mezzi autoarticolati con stazza a vuoto 14-20 t);
- Tecnologia: Conventional, Euro I, Euro II, Euro III, Euro IV, Euro V, Euro VI;
- Ciclo di guida: urbano (considerando che i mezzi dovranno necessariamente tenere una velocità moderata su tutto il tracciato della pista di servizio).

E' stato preso come riferimento il parco mezzi circolante in Provincia di Parma che per l'intero comune di Busseto lo suddivide nelle diverse categorie di mezzi (Euro 0, Euro I, Euro II, ecc.), per un totale di 790 veicoli pesanti. In tabella 2.8 è descritto, per analogia con il parco macchine provinciale, il parco macchine potenzialmente circolante sulla Tangenziale di Busseto (11 mezzi/ora).

Noto il parco mezzi pesanti circolante sulla Tangenziale di Busseto si assumono come rappresentativi i fattori di emissione riportati in tabella 2.7 (valori riferiti ad un ciclo di guida urbano per le categorie effettivamente riscontrate per la strada in esame).

## Tronco Stradale di collegamento tra la S.P. 588 "Dei Due Ponti" e la S.P. n. 94 "Busseto – Polesine"

Tabella 2.7 - Fattori di emissione veicoli pesanti (Settore: Heavy Duty Trucks, SubSettore: Articulated 14-20 t) per gli inquinanti CO, NOx e PM10, suddivisi in funzione della tecnologia adottata (Conventional, Euro I, Euro II, Euro III, Euro IV, Euro V, Euro VI).

Fonte bibliografica di riferimento: [http://www.sinanet.isprambiente.it/it/sia-isprfa/fetransp/index\\_html](http://www.sinanet.isprambiente.it/it/sia-isprfa/fetransp/index_html)

Tecnologia	CO 2012 g/km (ciclo extraurbano)	NO <sub>x</sub> 2012 g/km (ciclo extraurbano)	PM <sub>10</sub> 2012 g/km (ciclo extraurbano)
Conventional	2,245923	11,800926	0,453118
HD Euro I - 91/542/EEC Stage I	1,942752	8,384207	0,35969
HD Euro II - 91/542/EEC Stage II	1,616651	8,975078	0,22369
HD Euro III - 2000 Standards	1,829624	7,182934	0,211422
HD Euro IV - 2005 Standards	0,838628	5,070824	0,097192
HD Euro V - 2008 Standards	1,565804	2,879113	0,095192
HD Euro VI	n.d.	n.d.	n.d.

Tabella 2.8 - Composizione del parco mezzi circolante sulla Tangenziale di Busseto e fattori di emissione

	n. mezzi tangenziale per categoria (EURO)	CO g/km	Nox g/km	PM10 g/km
EURO 0	1,68	3,8	19,9	0,8
EURO 1	0,82	1,6	6,9	0,3
EURO 2	1,67	2,7	15,0	0,4
EURO 3	3,37	6,2	24,2	0,7
EURO 4	2,56	2,1	13,0	0,2
EURO 5	0,88	1,4	2,5	0,1
EURO 6	0,01	0,0	0,0	0,0
NON DEFINITO	0,00	0	0	0
<b>TOTALE</b>	<b>11,0</b>	<b>17,8</b>	<b>81,5</b>	<b>2,5</b>

Infine, una volta definiti i fattori di emissione delle varie categorie di autovetture e mezzi pesanti circolanti sulla Tangenziale di Busseto ed assunti i fattori di emissione dei mezzi pesanti già descritti nelle precedenti tabelle, è possibile calcolare un fattore di emissione medio pesato per la Tangenziale di Busseto che tenga conto di tutti i contributi (autovetture e mezzi pesanti), che è riportato in tabella 2.9.

Tabella 2.9 – Fattori di emissione medi pesati definiti in funzione dei mezzi pesanti e delle autovetture circolanti sulla Tangenziale di Busseto.

CO 2012 g/km (ciclo extraurbano)	NOx 2012 g/km (ciclo extraurbano)	PM10 2012 g/km (ciclo extraurbano)
1,0	0,74	0,036

### 2.2.1.2 **Parametri e limiti normativi**

Gli inquinanti considerati nella simulazione sono di seguito descritti (Direttiva 2008/50/CE, D.Lgs. 155/2010):

- **Monossido di carbonio (CO)**, gas incolore ed inodore che si forma dalla combustione incompleta degli idrocarburi presenti in carburanti e combustibili. La principale sorgente di CO è rappresentata dai gas di scarico dei veicoli, soprattutto se funzionanti a bassi regimi, come avviene nelle situazioni di traffico intenso e rallentato. Altre sorgenti sono gli impianti di riscaldamento e alcuni processi industriali (in particolare nell'industria siderurgica).

Limiti	Periodo di mediazione	Valore limite	Termine previsto per il raggiungimento del limite
Valore limite orario per la protezione della salute umana	Media massima giornaliera su 8 ore	10 mg/m <sup>3</sup>	In vigore al 1.1.2005

- **Biossidi di azoto (NO<sub>2</sub>)**, gas di colore rosso bruno e di odore pungente. Il biossido di azoto si forma in massima parte in atmosfera per ossidazione del monossido (NO), inquinante principale che si forma nei processi di combustione. Le emissioni da fonti antropiche derivano sia da processi di combustione (centrali termoelettriche, riscaldamento, traffico), che da processi produttivi senza combustione (produzione di acido nitrico, fertilizzanti azotati, ecc.). È un gas irritante per l'apparato respiratorio che contribuisce alla formazione dello smog fotochimico (come precursore dell'Ozono troposferico) e contribuisce, trasformandosi in acido nitrico, al fenomeno delle c.d. "piogge acide".

Limiti	Periodo di mediazione	Valore limite	Termine previsto per il raggiungimento del limite
Valore limite orario per la protezione della salute umana	1 ora	200 µg/m <sup>3</sup> NO <sub>2</sub> da non superare più di 18 volte per l'anno civile	In vigore dal 1.1.2010
Valore limite annuale per la protezione della salute umana	Anno civile	40 µg/m <sup>3</sup> NO <sub>2</sub>	In vigore dal 1.1.2010
Soglia di allarme	Anno civile Superamento di 3 ore consecutive	400 µg/m <sup>3</sup> NO <sub>2</sub>	In vigore dal 1.1.2010

- **PM<sub>10</sub> (polveri fini con diametro < 10 µm)**. Queste piccole particelle possono essere di natura organica o inorganica e presentarsi allo stato solido o liquido. Le particelle sono capaci di adsorbire sulla loro superficie diverse sostanze con proprietà tossiche quali solfati, nitrati, metalli e composti volatili, e possono derivare da diverse fonti (traffico veicolare, uso di combustibili per il riscaldamento domestico quali carbone, legna e gasolio, residui dell'usura del manto stradale, dei freni e delle gomme delle vetture, attività industriali, fonti naturali). Le PM<sub>10</sub> possono essere inalate e penetrare nel tratto superiore dell'apparato respiratorio, dal naso alla laringe. Studi epidemiologici, confermati anche da analisi cliniche e tossicologiche, hanno dimostrato come

l'inquinamento atmosferico abbia un impatto sanitario notevole; quanto più è alta la concentrazione di polveri fini nell'aria, infatti, tanto maggiore è l'effetto sulla salute della popolazione. Gli effetti di tipo acuto sono legati ad una esposizione di breve durata (uno o due giorni) a elevate concentrazioni di polveri contenenti metalli. Questa condizione può provocare infiammazione delle vie respiratorie, come crisi di asma, o inficiare il funzionamento del sistema cardiocircolatorio. Gli effetti di tipo cronico dipendono, invece, da una esposizione prolungata ad alte concentrazioni di polveri e possono determinare sintomi respiratori come tosse e catarro, diminuzione della capacità polmonare e bronchite cronica. Per soggetti sensibili, cioè persone già affette da patologie polmonari e cardiache o asmatiche, è ragionevole temere un peggioramento delle malattie e uno scatenamento dei sintomi tipici del disturbo.

Limiti	Periodo di mediazione	Valore limite	Termino previsto per il raggiungimento del limite
Valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana	24 ore	50 µg/m <sup>3</sup> PM10 da non superare più di 35 volte per anno civile	in vigore dal 1.1.2005
Valore limite annuale per la protezione della salute umana	Anno civile	40 µg/m <sup>3</sup> PM10	in vigore dal 01.01.2005

#### 2.2.1.3 *Valori di fondo degli inquinanti considerati*

Nella tabella seguente si riportano i valori di fondo degli inquinanti considerati nell'analisi; oltre a CO, NO<sub>2</sub> e PM<sub>10</sub> sono indicati anche i valori di Ozono (O<sub>3</sub>) in quanto tale parametro è collegato alla presenza in atmosfera degli ossidi di azoto (che fungono da precursori dell'Ozono troposferico) e per tale motivo viene utilizzato dagli algoritmi di calcolo del modello di simulazione.

I dati sono tratti dalla campagna di misurazione effettuata da mezzo mobile ARPA in via Toscanini a Busseto nel 2007 e in via Bersaglieri d'Italia nel 2010; le misure indicate sono state eseguite in un arco temporale di circa 20 giorni, nel mese di gennaio 2007 e nei mesi di febbraio-marzo 2010

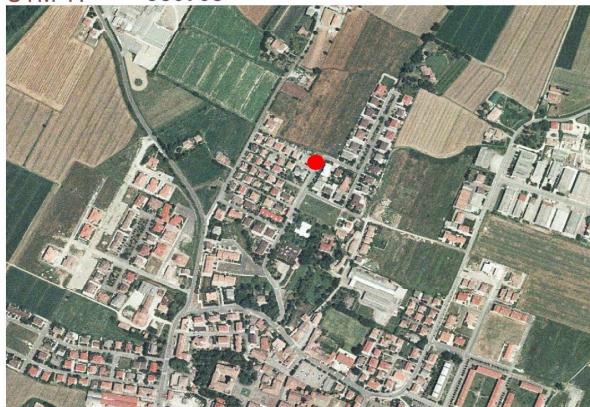
Tabella 2.10 – Valori di fondo registrati dal Laboratorio mobile di ARPA nella postazione più prossima all'area di indagine.

Inquinante	Livelli di fondo (valori registrati con Laboratorio mobile)
CO	1,1 mg/m <sup>3</sup>
NO <sub>2</sub>	35 µg/m <sup>3</sup>
O <sub>3</sub>	25 µg/m <sup>3</sup>
PM <sub>10</sub>	47 µg/m <sup>3</sup>

**BUSSETO - Laboratorio Mobile****2007****Dati della campagna:**

Località: **Busseto**  
 Postazione: **Via Toscanini**  
 Coordinate  
 UTM X: **589650**  
 UTM Y: **980708**

Inizio campagna: **11/01/2007**  
 Fine campagna: **31/01/2007**

**Dati riepilogativi:**

inquinante	dati totali	dati validi	(%)	min	media	max	50°	90°	95°	98°	Nsup
CO	370	361	98	< 0,6	1.0	1.7	0.9	1.2	1.3	1.4	0
BENZ	370	280	76	1.6	4.0	10.9	4.1	6.7	7.1	7.9	
NO <sub>2</sub>	370	364	98	< 10	30	61	31	42	46	51	0
O <sub>3</sub>	370	370	100	< 10	10	46	< 10	22	32	38	0
PM10	20	20	100	10	46	81	46	66	74	78	8
SO <sub>2</sub>	370	370	100	< 7	< 7	9	< 7	< 7	< 7	7	0

**Variabili meteorologiche misurate**

Temperatura (°C)		
min	med	max
-3	5	20

**Direzione venti prevalente**

Velocità vento (m/s)		
0.0	0.8	4.9

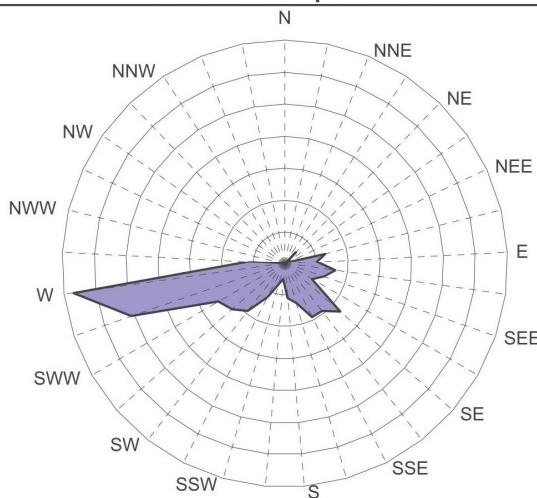


Figura 2.3.1: Ubicazione laboratorio mobile ARPA e risultati delle misure effettuate (2007)



Valutazione della qualità dell'aria nella Provincia di Parma 2009-2010

**Busseto - Laboratorio Mobile****COMUNE:** **Busseto****ANNO:** **2010****Dati della campagna:**

Località: **Busseto** Coordinate: **UTM X: 582504** Inizio campagna: **10/02/2010**  
 Postazione: **Via Bersaglieri d'Italia** UTM Y: **981467** Fine campagna: **02/03/2010**

**SO<sub>2</sub> (biossalido di zolfo)****Dati statistici**

	dati validi	min	5°	25°	50°	media	75°	95°	98°	max	>180
<b>Busseto</b>	100%	2	2	3	3	4	4	8	9	18	0

**O<sub>3</sub> (ozono)****Dati statistici**

	dati validi	min	5°	25°	50°	media	75°	95°	98°	max	>180
<b>Busseto</b>	94%	1	2	9	21	25	39	59	68	75	0

**CO (monossido di carbonio)****Dati statistici**

	dati validi	min	5°	25°	50°	media	75°	95°	98°	max	
<b>Busseto</b>	100%	0.8	0.8	1.0	1.1	1.1	1.2	1.3	1.4	1.6	

**C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> (benzene)****Dati statistici**

	dati validi	min	5°	25°	50°	media	75°	95°	98°	max	
<b>Busseto</b>	87%	0.4	0.7	1.2	1.6	1.6	2.0	2.6	3.0	3.3	

**NO<sub>2</sub> (biossalido di azoto)****Dati statistici**

	dati validi	min	5°	25°	50°	media	75°	95°	98°	max	> 200
<b>Busseto</b>	100%	9	15	25	34	35	43	60	71	104	0

**PM10 (particolato con diametro < 10 micron)****Dati statistici**

	dati validi	min	5°	25°	50°	media	75°	95°	98°	max	> 50
<b>Busseto</b>	100%	16	22	32	40	47	59	92	102	108	6

Figura 2.3.2: Ubicazione laboratorio mobile ARPA e risultati delle misure effettuate (2010)

#### **2.2.1.4      *Allestimento del modello di simulazione***

La metodologia CORINAIR-COPERT III, sviluppata nell'ambito dell'Unione Europea, ha lo scopo di stimare le emissioni da traffico veicolare servendosi di un programma di calcolo denominato COPERT III. La stima si basa sia su dati di stock che su dati di flusso (numero di veicoli circolanti, consumi medi specifici per categoria, velocità media di viaggio, percorrenze medie annue).

Come unità di misura degli spostamenti è stato considerato il *veicolo*. Dovendosi rappresentare un *flusso* veicolare, da riferire quindi ad un'unità di tempo, le matrici OD (Origine-Destinazione) sono espresse in *veicoli/ora* [veic/h]. Come già evidenziato precedentemente la condizione simulata è quella risultata più critica, cioè l'ora di punta del mattino.

Il calcolo delle emissioni avviene attribuendo una emissione specifica (*EF*) espressa in g/veic\*km per ciascuna tipologia veicolare: moto, auto, veicoli commerciali leggeri e pesanti.

L'emissione complessiva su un determinato arco di strada, in generale può essere espressa come:

$$E_{arcox}^{tipoy}[g/h] = \sum_{veicoli} EF_{veicolo} \times flusso_{veicolo} \times L_{arcox}$$

con:

*tipo y* = strada urbana, extraurbana, autostrada

*arco x* = arco del grafo stradale

*Veicolo* = tipologia di veicolo ( moto, autovetture, commerciali leggeri, commerciali pesanti)

*EF* = fattore di emissione medio pesato in g/veic\*km

Nella formula precedente il dato-chiave da definire è rappresentato dal fattore di emissione *EF*, specifico per le varie tipologie veicolari secondo le norme euro o pre-euro di immatricolazione.

Il valore che è utilizzato nel calcolo descritto è la media pesata sul parco circolante, per ciascuna categoria veicolare. E' quindi il dato del parco circolante, fornito da ACI, che determina il peso relativo delle differenti classi di emissione.

In riferimento ai coefficienti di emissione utilizzati è da sottolineare che la metodologia CORINAR III è basata sull'approccio di emissione stazionario. Essa considera cioè costanti le condizioni cinematiche nell'arco temporale prescelto (tipicamente un'ora), calcolando quindi le emissioni come valori costanti durante lo stesso arco temporale e lungo ogni singolo tratto stradale considerato. Come parametri cinematici del traffico viene presa in esame solo la velocità media di percorrenza dei veicoli (senza considerarne le fluttuazioni, e quindi ignorando accelerazioni e decelerazioni). L'approccio stazionario risulta ampiamente legittimo nell'ambito dell'applicazione in esame, in quanto lungo il tratto stradale considerato le condizioni cinematiche del traffico possono essere ricondotte a quelle di un deflusso ininterrotto. Ovunque tale condizione non sia rispettata (come in prossimità di tratti corrispondenti a rotatorie) la simulazione introduce un'approssimazione, da ritenersi compatibile con il livello preliminare di valutazione.

Per ogni diversa classe veicolare, COPERT III è in grado di stimare le emissioni di tutti i principali

## Tronco Stradale di collegamento tra la S.P. 588 "Dei Due Ponti" e la S.P. n. 94 "Busseto – Polesine"

inquinanti legati al traffico veicolare, come il CO, gli NOx, il PTS, i COV, gli SOx, la CO<sub>2</sub>, etc. Le emissioni veicolari sono calcolate da COPERT come somma di tre contributi: le emissioni "a caldo", le emissioni "a freddo" e quelle evaporative.

Le emissioni "a caldo" sono quelle dei veicoli i cui motori hanno raggiunto la temperatura di esercizio, che per convenzione si ha quando l'acqua di raffreddamento raggiunge i 70 °C. Si tratta quindi di emissioni che si mantengono perlopiù costanti, permanendo pressoché stazionarie le condizioni termiche del motore.

Le emissioni "a freddo" sono quelle che si verificano nel periodo transitorio che va dall'avvio del motore al raggiungimento della temperatura di esercizio. A differenza di quelle "a caldo", il loro andamento varia nel tempo, iniziando con un massimo piuttosto pronunciato e decrescendo progressivamente e rapidamente man mano che aumenta la temperatura del motore, fino ad assestarsi sul valore costante delle emissioni "a caldo", e quindi sovrapponendosi con esse. La somma delle emissioni "a caldo" e "a freddo" corrisponde alle emissioni complessive allo scarico.

Le emissioni evaporative riguardano unicamente i composti organici volatili non metanici (COVnm), e non sono state prese in esame nella presente ricerca.

Le emissioni "a caldo" sono stimate per tutti i tipi di veicoli; le emissioni "a freddo" vengono stimate per i soli veicoli leggeri.

I fattori di emissione proposti dal modello COPERT variano in funzione del tipo di veicolo, del combustibile utilizzato, della cilindrata o del peso complessivo, della classe di anzianità in relazione alle più aggiornate normative europee, e in base allo specifico ciclo di guida (urbano, extraurbano o autostradale).

Per la caratterizzazione delle differenti tratte stradali si fa, generalmente, riferimento alle seguenti tre classi fondamentali di traffico (o "cicli guida" standard): autostradale, extraurbano e urbano.

In prima battuta è importante porre l'attenzione sul livello di approssimazione delle simulazioni che possono essere effettuate a fronte dell'interesse delle stesse. I limiti del calcolo possono essere fondamentalmente attribuibili alle incertezze introdotte da:

- approssimazione delle previsioni dei dati di traffico;
- stima dei fattori di emissione medi; a questo proposito è necessario sottolineare che, data la mancanza dei dati numerici relativi ai fattori di emissione per la classe veicolare EURO III e la classe di alimentazione a Metano, si è ritenuto opportuno associare ad essi, simulando in tal modo la situazione "worst-case", rispettivamente:
  - ◆ il coefficiente di emissione della classe veicolare più recente (EURO II);
  - ◆ gli stessi coefficienti della classe di alimentazione a GPL;
- ipotesi semplificative introdotte nella descrizione degli archi stradali;

- limiti intrinseci del modello e condizioni di applicabilità dello stesso (come sottolineato nel manuale stesso del software<sup>5</sup>).

Ciò premesso, per la valutazione dell'inquinamento atmosferico indotto dall'esercizio dell'infrastruttura stradale in progetto è stata effettuata una simulazione della ricaduta al suolo dei principali inquinanti prodotti dai motori dei mezzi in transito (CO, NO<sub>x</sub>, polveri). Coerentemente con il livello di approfondimento richiesto per una valutazione preliminare degli impatti, l'analisi fornisce una prima stima degli ordini di grandezza dei valori di concentrazione dei parametri citati, al variare della distanza dei potenziali ricettori dall'asse stradale. L'obiettivo è quello di consentire una prima valutazione del livello di impatto potenziale massimo imputabile al traffico stradale nei confronti della qualità dell'aria nelle aree limitrofe al tracciato. Questa valutazione è certamente approssimativa ma è sufficientemente approfondita per evidenziare l'eventuale insorgenza di condizioni di criticità indesiderate.

Per il calcolo della ricaduta al suolo degli inquinanti è stato utilizzato il modello *Caline4* sviluppato dal *Californian Department of Transportation* (CALTRANS). *Caline4* è uno dei modelli di dispersione che meglio si prestano allo studio dell'inquinamento da traffico veicolare, sia in ambito urbano che extraurbano e autostradale. Sviluppato dal dipartimento dei trasporti californiano ("Caltrans") a partire dagli anni '70 e attualmente approdato alla versione 4, è basato sull'equazione di diffusione gaussiana ed utilizza il concetto di "zona di rimescolamento" per descrivere la dispersione stradale. A partire da una data sorgente lineare di traffico (arco stradale) e note le condizioni meteorologiche e la geometria del sito (qui considerato pianeggiante), *Caline4* è in grado di stimare le concentrazioni inquinanti per ricettori posti fino a una distanza di 500 m rispetto alla strada, fino ad un massimo di 20 ricettori in tutto.

Le condizioni di applicazione del modello *Caline4* sono state definite in modo da simulare l'effetto dovuto al traffico veicolare in condizione meteorologiche particolarmente critiche. In particolare, allo scopo di valutare le condizioni maggiormente cautelative, si è utilizzato il modello "worst-case wind angle" (che fornisce la concentrazione al ricettore dell'inquinante considerato considerando la direzione del vento maggiormente sfavorevole). Come già evidenziato precedentemente, per la definizione dei fattori di emissione si sono utilizzati i dati aggiornati riportati sul sito APAT, che fanno riferimento ai database del progetto europeo COPERT III.

Il calcolo del valore di concentrazione degli inquinanti al suolo ( $h = 1,8$  m) è stato effettuato stimando le concentrazioni attese a distanze progressive dall'asse stradale su cui transitano i mezzi, valutando le ricadute fino a 150 m di distanza dalla viabilità pubblica.

---

<sup>5</sup> Benson P.E. (1986): *CALINE4: A dispersion model for predicting air pollution concentrations near roadways – FHWA/CA/TL, 84/15*, California Department of Transportation, Sacramento, USA, 1986.

### 2.2.1.5 *Ossidi di azoto*

I risultati ottenuti per il parametro NO<sub>x</sub> sono riportati in Figura 2.4.

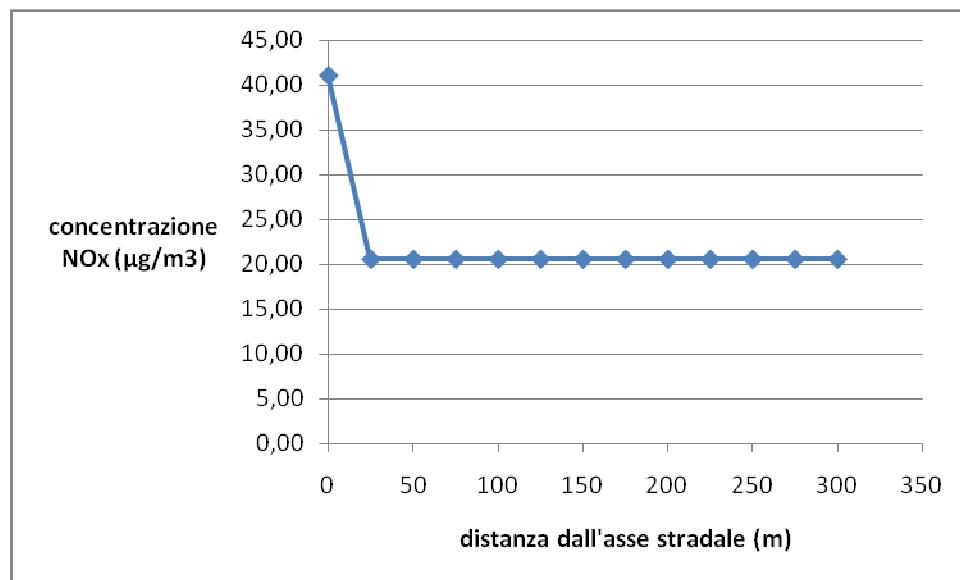


Figura 2.4 – Andamento spaziale della concentrazione al suolo degli NOx all'aumentare della distanza dall'asse stradale.

Dall'analisi dei risultati ottenuti emerge che in condizioni di esercizio, in corrispondenza dell'asse stradale le concentrazioni attese al suolo nelle condizioni peggiori si attestano ad un livello massimo pari a circa 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Considerando che il valore limite orario per la protezione della salute umana è fissato dalla normativa vigente in 200  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , da non superare per più di 18 volte per anno civile, si evidenzia che il valore atteso in corrispondenza dell'asse stradale è inferiore di 5 volte alla soglia di legge; per il ricettore più vicino alla strada la concentrazione è di circa 30  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , oltre 6 volte inferiore al limite normativo; già a 25 m di distanza dalla strada la concentrazione si attesta a circa 20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (10 volte inferiore al limite).

Non sono quindi riscontrabili situazioni di particolare criticità, sebbene gli assunti di base risultino essere certamente cautelativi (dati di traffico riferiti all'ora di punta; utilizzo dello scenario che prevede il massimo tasso di crescita dei flussi veicolari).

### 2.2.1.6 *Particolato*

Per quanto riguarda le polveri, la configurazione del modello presenta alcune limitazioni, principalmente dovute al fatto che *Caline4* è affidabile per effettuare previsioni delle ricadute al suolo del particolato totale (PTS), di cui le polveri fini (PM<sub>10</sub>) costituiscono solo una frazione.

Per effettuare il passaggio da un parametro all'altro in letteratura sono indicati coefficienti moltiplicativi variabili entro un range di 1.25÷1.30, ma a titolo cautelativo nella presente valutazione tale approssimazione non è stata introdotta.

Occorre inoltre considerare che i limiti di legge, che per le polveri sono fissati in  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  da non superare per più di 35 volte per anno civile, fanno riferimento ad un "*tempo di mediazione*"<sup>6</sup> pari a 24 ore. Per ovviare a questa incongruenza la simulazione deve essere intesa come valore mediato sull'intera giornata. In queste condizioni l'output di simulazione è sicuramente molto conservativo; l'ipotesi di lavoro si basa infatti sull'assunto che il traffico veicolare orario utilizzato per effettuare la valutazione possa essere considerato costante per 24 ore, mentre in realtà i dati di traffico utilizzati fanno riferimento all'ora di punta. Un altro punto critico consiste nel fatto che il modello proposto, a rigore, è utilizzabile solo per inquinanti primari ed inerti, cioè emessi direttamente dal traffico veicolare e non reattivi in atmosfera. In realtà, le polveri fini dovute al traffico in parte sono emesse direttamente dai veicoli, e quindi sono trattabili come inquinanti primari, mentre per un'altra parte derivano da reazioni chimiche, e quindi si possono considerare inquinanti secondari. In conclusione, nel caso del particolato la simulazione gaussiana assume il valore di "*screening model*", per ottenere cioè una risposta immediata preliminare. L'applicazione è valida ma l'obiettivo del calcolo è circoscritto a controllare la prossimità o meno delle concentrazioni ai limiti di legge; in caso di valori prossimi al limite o di superamento potrebbero rendersi necessarie ulteriori indagini (approccio con modelli a complessità superiore). Ferme restando le considerazioni svolte, nel caso oggetto di studio le ricadute al suolo dell'inquinante ottenute dall'applicazione del modello di simulazione per il parametro  $\text{PM}_{10}$  risultano trascurabili.

#### 2.2.1.7 Monossido di carbonio (CO)

I risultati ottenuti per il parametro CO sono riportati in Figura 2.5.

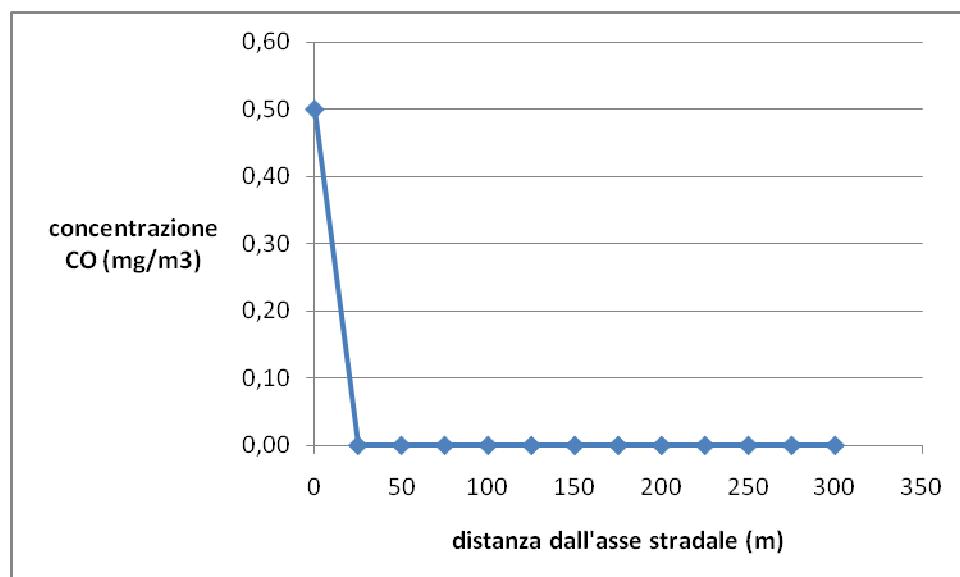


Figura 2.5 – Andamento spaziale della concentrazione al suolo del CO all'aumentare della distanza dall'asse stradale.

<sup>6</sup> La misura della concentrazione di un inquinante in aria è sempre associata all'intervallo di tempo a cui questa concentrazione è riferita o, come si dice comunemente, al *tempo di mediazione*.

Dall'analisi dei risultati ottenuti emerge che in condizioni di esercizio, in corrispondenza dell'asse stradale le concentrazioni attese al suolo nelle condizioni peggiori si attestano ad un livello massimo pari a circa 0,5 mg/m<sup>3</sup>.

Considerando che il valore limite è fissato dalla normativa vigente in 10 mg/m<sup>3</sup> (100.mo percentile della media annua su 8 ore), si evidenzia che il valore atteso in corrispondenza dell'asse stradale è inferiore di 20 volte alla soglia di legge; per il ricettore più vicino alla strada la concentrazione è di circa 0,25 mg/m<sup>3</sup>, ovvero 40 volte inferiore al limite normativo; a 25 m di distanza dalla strada la concentrazione attesa è nulla.

Non sono quindi riscontrabili situazioni di particolare criticità, sebbene gli assunti di base risultino essere certamente cautelativi (dati di traffico riferiti all'ora di punta nello scenario con massimo tasso di crescita dei flussi veicolari).

#### **2.2.1.8 Conclusioni**

In base alle considerazioni svolte l'impatto è classificabile come segue:

- *negativo*: il traffico veicolare richiamato dall'infrastruttura di progetto comporta la produzione di emissioni gassose inquinanti che possono causare un locale peggioramento della qualità dell'aria; occorre tuttavia precisare che non è previsto un aumento del traffico, ma solamente il trasferimento di una quota che attualmente interessa il centro abitato di Busseto;
- *possibile*: la realizzazione dell'opera genera la ridistribuzione dei flussi di traffico nell'ambito del capoluogo comunale senza aumentare i flussi; a livello locale sono possibili aumenti delle emissioni che si compensano con la diminuzione in altri siti del capoluogo comunale;
- *a breve termine*: gli effetti conseguenti alla produzione di emissioni gassose si riscontrano immediatamente;
- *irreversibile*: l'opera si pone obiettivi di massima durabilità;
- *non strategico*: le simulazioni effettuate sulla diffusione e sulla ricaduta di CO, NOx e particolato (considerati quali indicatori della qualità dell'aria e quindi degli impatti indotti dalla realizzazione dell'opera) non evidenziano l'insorgenza di condizioni di criticità; occorre inoltre evidenziare l'effetto positivo sul centro urbano di Busseto per la riduzione del traffico richiamato dalla tangenziale.

#### **2.2.1.9 Diminuzione delle emissioni gassose sulla viabilità esistente**

Nel capoluogo di Busseto, a seguito del completamento del sistema di tangenziali, si prevede la diminuzione del traffico attualmente transitante per le vie cittadine e conseguentemente una diminuzione delle emissioni gassose. Il traffico rimarrà invariato e gli effetti positivi sono circoscritti solamente a livello locale. In base alle considerazioni svolte l'impatto può essere classificato come segue:

## Tronco Stradale di collegamento tra la S.P. 588 "Dei Due Ponti" e la S.P. n. 94 "Busseto – Polesine"

- *positivo*: il traffico veicolare richiamato dall'infrastruttura di progetto comporta la diminuzione delle emissioni gassose inquinanti e per questo un locale miglioramento della qualità dell'aria; occorre precisare che non è previsto un aumento del traffico, ma solamente il trasferimento di una quota che attualmente interessa il centro abitato di Busseto;
- *possibile*: la realizzazione dell'opera genera la ridistribuzione dei flussi di traffico nell'ambito del capoluogo comunale senza aumentare i flussi; a livello locale sono possibili diminuzioni delle emissioni che si compensano con l'aumento in altri siti del capoluogo comunale;
- *a breve termine*: gli effetti conseguenti alla diminuzione delle emissioni gassose si riscontrano immediatamente;
- *irreversibile*: l'opera si pone obiettivi di massima durabilità;
- *non strategico*: gli effetti positivi riscontrabili nel centro di Busseto sono compensati dagli aggravi derivanti dal sistema di tangenziali.

**2.2.1.10 Produzione e diffusione di polveri in fase di manutenzione**

Un altro elemento d'impatto che deve essere considerato è quello riguardante la produzione di emissioni gassose inquinanti e la diffusione di polveri conseguenti alle attività di manutenzione ordinaria e straordinaria della nuova viabilità.

Data la saltuarietà e la durata temporale limitata delle operazioni di manutenzione, l'impatto è classificabile come segue:

- *negativo*: le operazioni di manutenzione ordinaria e straordinaria generano diffusione di polveri e gas che possono causare un locale peggioramento della qualità dell'aria;
- *certo*: la realizzazione dell'opera in progetto richiederà sicuramente interventi di manutenzione;
- *a breve termine*: gli effetti conseguenti alla diffusione di polveri si riscontrano immediatamente;
- *reversibile*: la produzione e diffusione di polveri cessa al termine delle operazioni di manutenzione;
- *non strategico*: gli interventi di manutenzione saranno sporadici e ristretti a periodi temporalmente limitati, il numero delle abitazioni situate nelle vicinanze è ridotto; si rileva inoltre che il tracciato di progetto è localizzato in campo aperto.

**2.2.1.11 Inquinamento luminoso**

La posa in opera di eventuali sistemi per l'illuminazione della sede stradale determina l'insorgenza di fenomeni di inquinamento luminoso durante il periodo notturno. Nel caso specifico i sistemi di illuminazione (torri-faro) potrebbero essere posizionati nei pressi delle due rotatorie di progetto, ovvero quella in corrispondenza dell'intersezione con la S.P. n. 94 "Busseto – Polesine" e quella prevista all'intersezione con la S.P. 588 "Dei Due Ponti".

Da un punto di vista generale l'inquinamento luminoso può essere definito come un'alterazione della quantità naturale di luce presente nell'ambiente notturno dovuto ad immissione di luce artificiale prodotta da attività umane. In questo caso è posto rilievo al danno ambientale per la flora, con l'alterazione del ciclo della fotosintesi clorofilliana, per la fauna, in particolar modo per le specie notturne, private dell'oscurità a loro necessaria, e per gli uccelli migratori, impediti a riconoscere le principali stelle e quindi destinati a perdere l'orientamento nel volo notturno.

I disturbi indotti dall'inquinamento luminoso interessano anche la popolazione umana residente nelle aree rurali limitrofe al tracciato. L'inquinamento luminoso costituisce, infatti, un elemento di disturbo che può impedire alle persone di percepire appieno il luogo in cui vivono.

L'inquinamento luminoso riguarda infine anche tematiche connesse al risparmio energetico, tanto che da un punto di vista tecnico può essere considerato inquinamento luminoso ogni forma di irradiazione di luce artificiale che si disperda al di fuori delle aree in cui essa è funzionalmente dedicata e, in particolare modo, se orientata al di sopra della linea dell'orizzonte (la luce che non colpisce gli oggetti da illuminare rimane inutilizzata). A tale proposito occorre sottolineare che il contributo più rilevante all'inquinamento luminoso non è quello diretto verso la verticale ma quello diretto a bassi angoli sopra la linea dell'orizzonte (Figura 2.6).

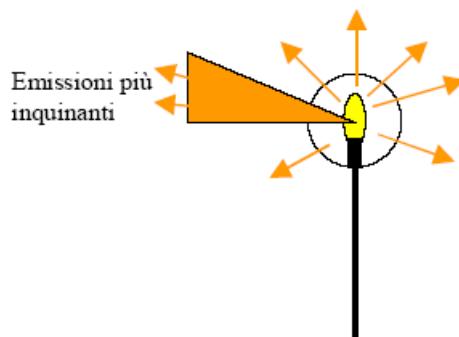


Figura 2.6 – Il contributo più rilevante all'inquinamento luminoso è quello diretto a bassi angoli sopra la linea dell'orizzonte.

In base alle considerazioni svolte l'impatto è classificabile come segue:

- *negativo*: l'inquinamento luminoso può costituire un elemento di disturbo per la popolazione umana residente nelle aree limitrofe all'area di intervento, oltre che per la flora e per la fauna selvatica che frequenta l'area di intervento; l'inquinamento luminoso rappresenta inoltre una forma di spreco energetico;
- *certo*: la realizzazione dell'opera comporta la predisposizione di sistemi di illuminazione notturna della viabilità, in particolare nelle rotatorie poste all'intersezione con gli elementi viabilistici preesistenti;
- *a breve termine*: gli effetti conseguenti all'insorgenza di fenomeni di inquinamento luminoso si riscontrano immediatamente;

**Tronco Stradale di collegamento tra la S.P. 588 “Dei Due Ponti” e la S.P. n. 94 “Busseto – Polesine”**

- *irreversibile*: i sistemi di illuminazione saranno mantenuti per tutta la fase di esercizio dell'opera, che si pone obiettivi di massima durabilità;
- *non strategico*: per quanto riguarda i disturbi indotti sulla popolazione occorre considerare che le abitazioni limitrofe al tracciato stradale sono poche, trovandosi la strada in un contesto periurbano; per quanto riguarda i disturbi indotti sulla fauna, occorre tenere conto che nell'area sono già oggi presenti diversi elementi di disturbo antropico, tali da far supporre che le specie animali più sensibili rifuggano queste zone; sono invece maggiormente rilevanti gli aspetti connessi al risparmio energetico; si rende comunque necessario adottare misure di mitigazione specifiche (adozione di sistemi di illuminazione correttamente progettati e dimensionati).

### 3 RUMORE E VIBRAZIONI

Per l'analisi e la descrizione dettagliata degli impatti per la componente ambientale considerata si rimanda alla consultazione del "Documento Previsionale di Impatto Acustico e da Vibrazioni" allegato al presente Studio. Per omogeneità di trattazione nei paragrafi successivi sono comunque sinteticamente definite e tipizzate le voci di impatto attese per la componente ambientale considerata.

#### 3.1 FASE DI CANTIERE

##### 3.1.1 *Propagazione di emissioni acustiche all'interno dell'area di cantiere*

L'impatto è rappresentato dalle emissioni acustiche prodotte dai mezzi d'opera utilizzati per la realizzazione degli scavi, per la formazione dei rilevati e per l'asfaltatura del fondo stradale.

In base alle considerazioni svolte l'impatto è classificabile come segue:

- *negativo*: le emissioni acustiche prodotte rappresentano una fonte di disturbo per i lavoratori operanti nel cantiere;
- *certo*: l'attività dei mezzi d'opera impiegati per la realizzazione dell'infrastruttura comporta sicuramente la produzione di emissioni acustiche;
- *a breve termine*: gli effetti conseguenti alla produzione di emissioni acustiche si riscontrano immediatamente;
- *reversibile*: le emissioni acustiche cessano al termine delle attività di cantiere;
- *strategico*: è sempre necessario garantire la salubrità dei luoghi di lavoro ed il rispetto dei limiti di esposizione all'inquinamento acustico stabiliti dalle normative vigenti.

##### 3.1.2 *Propagazione di emissioni acustiche all'esterno dell'area di cantiere*

L'impatto è rappresentato dalla propagazione all'esterno del cantiere delle emissioni acustiche prodotte dai mezzi d'opera impiegati per il trasporto degli inerti, per la realizzazione degli scavi del cassonetto di sottofondo stradale, per la formazione della sovrastruttura stradale e per l'asfaltatura delle carreggiate.

Come evidenziato nel Documento Previsionale di Impatto Acustico e da Vibrazioni, cui si rimanda per ulteriori approfondimenti in merito, nella fase di cantiere si verifica, nelle principali attività lavorative, il superamento del livello assoluto di zona e del livello differenziale per alcuni ricettori; si tratta comunque di lavorazioni limitate temporalmente.

L'impatto è classificabile come segue:

- *negativo*: le emissioni acustiche prodotte rappresentano una fonte di disturbo per i ricettori sensibili (abitazioni) presenti nelle zone limitrofe all'area di cantiere;

- *certo*: l'attività dei mezzi d'opera impiegati per la realizzazione dell'infrastruttura comporta sicuramente la produzione di emissioni acustiche;
- *a breve termine*: gli effetti conseguenti alla produzione di emissioni acustiche si riscontrano immediatamente;
- *reversibile*: le emissioni acustiche cessano al termine delle attività di cantiere;
- *strategico*: è sempre necessario garantire il rispetto dei limiti di esposizione all'inquinamento acustico stabiliti dalle normative vigenti.

### **3.1.3 Propagazioni di vibrazioni all'interno dell'area di cantiere**

L'attività dei mezzi d'opera (operazioni di realizzazione delle fondazioni, attività di trasporto, posizionamento e compattazione dei materiali terrosi, transito di camion, utilizzo di pale ed escavatori) comportano la formazione e la propagazione di vibrazioni meccaniche (es. vibrazioni periodiche costituite dalla somma di più moti armonici derivanti da una macchina complessa in rotazione, vibrazioni a smorzamento tipiche di macchine la cui frequenza di eccitazione raggiunge per tempi limitati la frequenza di risonanza, vibrazioni impattive causate dall'urto di due corpi solidi, ecc.). Nel caso specifico si considerano i possibili effetti negativi che queste vibrazioni possono avere a carico dei lavoratori impiegati (valutazione di tipo igienistico). Il D.Lgs. 81/2008, Testo Unico sulla Salute e Sicurezza sul Lavoro, riportante attuazione dell'articolo 1 della Legge 3 Agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro, sulle prescrizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti da vibrazioni meccaniche, distingue due tipologie di vibrazioni:

- a) vibrazioni trasmesse al sistema mano-braccio (Allegato XXXV - parte A),
- b) vibrazioni trasmesse al corpo intero (Allegato XXXV – parte B).

Le vibrazioni trasmesse al sistema mano-braccio comportano un rischio per la salute e sicurezza dei lavoratori in quanto possono causare l'insorgenza di disturbi vascolari, osteoarticolari, neurologici o muscolari. Le conseguenze per la salute sono definite con il termine unitario di "Sindrome da Vibrazioni Mano-Braccio" e sono presenti non appena si inizia ad utilizzare regolarmente e di frequente un macchinario, strumento o attrezzatura che produce un elevato livello di vibrazioni. I primi sintomi possono comparire dopo soli pochi mesi o dopo anni, in base al soggetto esposto e all'ampiezza della vibrazione applicata alla mano. Questa tipologia di vibrazioni riguarda in modo particolare alcuni utensili (es. martelli perforatori, trapani a percussione, avvitatori, seghe, motoseghe, decespugliatori, ecc.) che sono normalmente utilizzati in certe tipologie di lavorazioni (es. in edilizia, metalmeccanica, lavorazioni agricolo-forestali, lavorazioni dei materiali lapidei, ecc.); potrebbero dunque almeno in parte riscontrabili in alcune fasi di realizzazione dell'opera stradale.

Le vibrazioni trasmesse al corpo intero (scuotimenti) sono vibrazioni a bassa (fra 0 e 2 Hz) e a media frequenza (fra 2 e 20 Hz) e comportano rischi per la salute e sicurezza dei lavoratori in quanto possono causare l'insorgenza di lombalgie e traumi del rachide. Queste vibrazioni sono generalmente causate da

## Tronco Stradale di collegamento tra la S.P. 588 "Dei Due Ponti" e la S.P. n. 94 "Busseto – Polesine"

attività lavorative svolte a bordo di mezzi di trasporto o di movimentazione quali ruspe, escavatori, pale meccaniche, camion, e sono quindi certamente riconducibili anche al caso oggetto di studio. L'esposizione a vibrazioni trasmesse al corpo intero può causare alterazioni:

- del distretto cervico-brachiale;
- dell'apparato gastroenterico;
- del sistema venoso periferico;
- del sistema cocleovestibolare;
- patologie del rachide lombare.

L'esposizione a vibrazioni trasmesse a tutto il corpo può inoltre causare:

- una diminuzione delle prestazioni lavorative nei conducenti di macchine e/o veicoli;
- una modificazione dello stato di comfort nei passeggeri.

L'effetto degli scuotimenti trasmessi al corpo intero è amplificato dal fenomeno della risonanza (Tabella 3.1), dalle posture viziate, dalla contrazione muscolare eccessiva.

Tabella 3.1 - Sintomatologia a carico di organi ed apparati in funzione delle frequenze di risonanza.

Frequenze di risonanza	Organi/Apparati interessati	Sintomatologia associata
1 ÷ 4 Hz	apparato respiratorio	dispnea
1 ÷ 10 Hz	apparato visivo	riduzione dell'acuità visiva
4 ÷ 6 Hz	encefalo	sonnolenza, perdita dell'attenzione
4 ÷ 8 Hz	orecchio interno cuore	disturbi dell'equilibrio ,algie precordiali
3 ÷ 10 Hz	colonna vertebrale	dolore cervicale e lombare
20 ÷ 40 Hz	apparato visivo	riduzione della capacità di fissare le immagini

L'impatto è classificabile come:

- *negativo*: le vibrazioni prodotte dai macchinari utilizzati in cantiere (pale, escavatori, camion, rullo compressore) rappresentano una fonte di disturbo per i lavoratori operanti nel cantiere; in particolare le vibrazioni trasmesse al corpo intero comportano il rischio di insorgenza di lombalgie e traumi del rachide;
- *certo*: l'attività dei mezzi d'opera comporta sicuramente la produzione di vibrazioni meccaniche;
- *a lungo termine*: gli effetti conseguenti alla produzione di vibrazioni si riscontrano sia a breve ma soprattutto a lungo termine, qualora l'esposizione dei lavoratori sia prolungata nel tempo;
- *reversibile*: essendo la realizzazione dell'opera stradale un'attività limitata nel tempo, le vibrazioni prodotte dai macchinari cesseranno al termine delle operazioni di cantiere;
- *strategico*: è sempre necessario garantire la sicurezza e la salubrità dei luoghi di lavoro, nel rispetto delle prescrizioni del D.Lgs. 81/2008.

### 3.1.4 ***Propagazioni di vibrazioni all'esterno dell'area di cantiere***

Le azioni lavorative dei mezzi d'opera (autocarri, ruspe ed escavatori) comportano la produzione di vibrazioni che possono propagarsi anche all'esterno dell'area di cantiere. Si tratta di oscillazioni aventi tre periodi nettamente differenti nelle varie direzioni dello spazio ("a" oscillazioni brevi, "b" oscillazioni medie, "c" oscillazioni lunghe). Le ampiezze di vibrazione sono per le onde brevi dell'ordine della frazione di  $\mu$ , per le onde medie dell'ordine di qualche  $\mu$ ; per le onde lunghe dell'ordine di 0,5 mm.

Occorre sottolineare che l'ampiezza, la persistenza e la propagazione nello spazio delle oscillazioni è funzione diretta dell'energia impressa dal mezzo d'opera nelle operazioni lavorative (scavo e transito), dalle caratteristiche dinamiche dei terreni interessati e dalla distanza della sorgente. Nel caso considerato si osserva che le tempistiche delle lavorazioni potenzialmente impattanti saranno estremamente limitate.

Una trattazione specifica di questi aspetti è stata sviluppata nel Documento Previsionale di Impatto Acustico e da Vibrazioni, cui si rimanda per ulteriori approfondimenti in merito; nel caso specifico gli impatti attesi in fase di cantiere possono essere considerati trascurabili.

In base alle considerazioni svolte l'impatto è classificabile come segue:

- *negativo*: le vibrazioni prodotte rappresentano una fonte di disturbo per i ricettori esposti (abitazioni ed altri edifici ad uso produttivo) presenti nelle zone limitrofe all'area di cantiere;
- *possibile*: l'attività dei mezzi d'opera impiegati per la realizzazione del rilevato stradale comporta sicuramente la produzione di vibrazioni;
- *a breve termine*: gli effetti conseguenti alla produzione di vibrazioni si riscontrano immediatamente;
- *reversibile*: le vibrazioni dovute ai mezzi d'opera cessano al termine delle attività di cantiere;
- *non strategico*: la tipologia dei mezzi d'opera impiegati e le tempistiche di attività del cantiere sono tali da far presupporre l'assenza di effetti significativi a carico dei fabbricati esistenti.

### 3.2 FASE DI ESERCIZIO

#### 3.2.1 Emissioni acustiche generate dal richiamo di traffico sulla nuova viabilità

In fase di esercizio l'impatto è rappresentato dalle emissioni acustiche prodotte dal traffico veicolare in transito sulla strada.

Come indicato nel Documento di Impatto Acustico allegato, premesso che i volumi di traffico ipotizzati nelle valutazioni analitiche rispecchino gli attuali scenari e gli eventuali aumenti futuri nel medio termine, si evince la piena compatibilità acustica dell'infrastruttura di progetto nei confronti di quasi tutti i ricettori esposti, come classificati nel Piano di Classificazione Acustica o nel rispetto dei limiti della fascia di pertinenza, di cui D.P.R. n. 142 del 30 marzo 2004. Non sono segnalate situazioni di criticità.

L'impatto considerato è classificabile come segue:

- *negativo*: il traffico richiamato sulla nuova viabilità comporta la produzione di emissioni acustiche che possono costituire una fonte di disturbo per i ricettori esposti (abitazioni) presenti nelle zone limitrofe;
- *certo*: la realizzazione dell'opera in progetto comporterà sicuramente un richiamo di traffico ed il conseguente incremento delle emissioni acustiche;
- *a breve termine*: gli effetti conseguenti alla produzione di emissioni acustiche si riscontrano immediatamente;
- *irreversibile*: il richiamo di traffico è destinato a permanere nel tempo;
- *non strategico*: nel caso in esame il traffico richiamato sul nuovo tratto stradale comporterà una riduzione dello stesso nel centro abitato di Busseto, dove sono presenti molti più ricettori; è per questo possibile affermare che il nuovo tratto stradale comporterà nel centro di Busseto un effetto positivo e una riduzione delle emissioni acustiche;

#### 3.2.2 Diminuzione delle emissioni acustiche sulla viabilità esistente

Nel capoluogo di Busseto, a seguito del completamento del sistema di tangenziali, si prevede la diminuzione del traffico attualmente transitante per le vie cittadine e conseguentemente una diminuzione delle emissioni acustiche. Occorre in proposito evidenziare in termini di bilancio che una maggiore quantità di popolazione avrà effetti benefici (capoluogo comunale) rispetto a quella che avrà invece effetti negativi (vicino alle tangenziali). L'impatto considerato è classificabile come segue:

- *positivo*: il traffico veicolare richiamato dall'infrastruttura di progetto comporta la diminuzione delle emissioni acustiche inquinanti e per questo un locale miglioramento del clima acustico;
- *certo*: la realizzazione dell'opera genera la ridistribuzione dei flussi di traffico nell'ambito del capoluogo comunale senza aumentare i flussi; a livello locale sono possibili diminuzioni delle emissioni acustiche che si compensano con l'aumento in altri siti del capoluogo comunale;
- *a breve termine*: gli effetti conseguenti alla diminuzione delle emissioni acustiche si riscontrano immediatamente;

- *irreversibile*: l'opera si pone obiettivi di massima durabilità;
- *non strategico*: gli effetti positivi riscontrabili nel centro di Busseto sono modesti in relazione ai ridotti flussi di traffico destinati al sistema delle tangenziali.

### **3.2.3 Vibrazioni generate dal transito dei mezzi sulla nuova viabilità**

In fase di esercizio le vibrazioni possono essere generate dai mezzi in transito sulla nuova viabilità, in particolar modo i mezzi pesanti. In questo caso gli effetti delle vibrazioni prodotte possono essere percettibili entro un raggio di 10 m dal piede del rilevato; a distanze ancora inferiori (circa 1 metro dal rilevato) potrebbero riscontrarsi eventuali danni o lesioni ai fabbricati.

Considerazioni specifiche in merito a questi aspetti sono contenute nel Documento Previsionale di Impatto Acustico e da Vibrazioni; in questa sede è sufficiente ricordare che non sono presenti ricettori esposti a distanze inferiori di 10 metri.

In base alle considerazioni svolte l'impatto è classificabile come segue:

- *negativo*: le vibrazioni prodotte rappresentano una fonte di disturbo per i ricettori esposti (abitazioni ed altri edifici ad uso produttivo) presenti nelle zone limitrofe al tracciato stradale;
- *possibile*: in fase di esercizio il traffico veicolare comporterà sicuramente la produzione di vibrazioni; l'insorgenza di effetti indotti da tali vibrazioni a carico degli edifici esistenti è invece solo potenziale;
- *a breve termine*: gli effetti conseguenti alla produzione di vibrazioni si riscontrano immediatamente;
- *irreversibile*: la realizzazione dell'opera comporterà il transito di mezzi sulla viabilità di progetto; l'opera è realizzata per durare nel tempo;
- *non strategico*: in genere le distanze intercorrenti tra il tracciato stradale e le abitazioni sono tali da far presupporre l'assenza di effetti significativi a carico dei fabbricati esistenti; occorre inoltre considerare l'effetto positivo sul centro abitato di Busseto per la riduzione del traffico richiamato dal nuovo tratto stradale.

## 4 ACQUE SUPERFICIALI E SOTTERRANEE

### 4.1 FASE DI CANTIERE

#### 4.1.1 *Sversamenti accidentali in acque superficiali*

In fase di cantiere possono verificarsi sversamenti accidentali di liquidi inquinanti (quali carburanti e lubrificanti), provenienti dai mezzi d'opera in azione o dalle operazioni di rifornimento; questi sversamenti possono essere recapitati direttamente in acque superficiali oppure possono riversarsi sul suolo e raggiungere le acque superficiali solo successivamente. E' opportuno ricordare, come descritto nel Quadro di Riferimento Ambientale, che il tracciato di progetto attraversa il Canale di Busseto.

In base alle considerazioni svolte l'impatto è classificabile come segue:

- *negativo*: lo sversamento accidentale di sostanze inquinanti può comportare un peggioramento dello stato qualitativo dei corpi idrici ricettori;
- *possibile*: l'utilizzo di mezzi d'opera può determinare sversamenti accidentali di liquidi inquinanti, ma ciò potrebbe anche non accadere;
- *a breve termine*: nel caso in cui si verifichi un inquinamento gli effetti negativi sulla qualità del corpo idrico ricettore si riscontrano immediatamente;
- *reversibile*: i corsi d'acqua presentano una notevole capacità naturale di diluizione e di recupero delle condizioni iniziali; è inoltre necessario considerare che il rischio di sversamenti cessa al termine delle attività di cantiere;
- *non strategico*: occorre rilevare che il tratto di Canale di Busseto attraversato dall'infrastruttura è attualmente intubato e nel progetto non sono previste interferenze dirette.

#### 4.1.2 *Sversamenti accidentali in acque sotterranee*

Gli sversamenti accidentali di liquidi inquinanti provenienti dai mezzi d'opera in azione o dalle operazioni di rifornimento potrebbero, anziché raggiungere le acque superficiali, percolare in profondità nelle acque sotterranee.

Secondo le informazioni riportate nel Quadro di Riferimento Ambientale, desunte dalla Tavola 6 dell'Allegato 4 del PTCP, l'area di intervento appartiene alla classe di vulnerabilità degli acquiferi all'inquinamento definita "poco vulnerabile".

In base alle considerazioni svolte l'impatto è classificabile come segue:

- *negativo*: lo sversamento accidentale di sostanze inquinanti potrebbe comportare un peggioramento dello stato qualitativo delle acque di falda;
- *possibile*: l'utilizzo di mezzi d'opera può determinare sversamenti accidentali di liquidi inquinanti, ma ciò potrebbe anche non accadere;

- *a lungo termine*: gli effetti del fenomeno di inquinamento, in relazione alla bassa velocità di scorrimento delle acque sotterranee, possono essere percepiti anche molto tempo dopo che il fenomeno è accaduto;
- *reversibile*: in genere le quantità sversate sono presumibilmente limitate e per questo soggette al processo di degradazione; in caso poi di sversamento di sostanze estremamente pericolose per l'ambiente, a seguito di incidente, è possibile intervenire con la rimozione meccanica del terreno inquinato prima che raggiunga la falda, dato che sono protette da uno spesso strato di terreni poco permeabili;
- *non strategico*: secondo quanto espresso nella Tavola 6 dell'Allegato 4 del PTCP l'area interessata dagli eventuali sversamenti provenienti dal cantiere appartiene alla classe di vulnerabilità all'inquinamento definita "*poco vulnerabile*"; nonostante l'impatto sia poco significativo è comunque opportuno prescrivere azioni mitigative al fine di precludere qualsiasi forma d'inquinamento.

#### **4.1.3 Scarichi idrici del cantiere**

Gli scarichi idrici provenienti dalle strutture di servizio del cantiere (baracche, servizi igienici, ecc.) possono causare l'insorgenza di inquinamenti microbiologici (coliformi e streptococchi fecali) delle acque superficiali. Come già evidenziato precedentemente i potenziali corpi idrici ricettori sono rappresentati dai fossi interpoderali e di scolo.

In base alle considerazioni svolte l'impatto è classificabile come segue:

- *negativo*: lo sversamento degli scarichi idrici provenienti dal cantiere può comportare un peggioramento dello stato qualitativo del corpo idrico ricettore (inquinamento microbiologico);
- *certo*: la presenza degli edifici di servizio del cantiere comporta la produzione di reflui inquinanti;
- *a breve termine*: nel caso in cui si verifichi un inquinamento gli effetti conseguenti sulla qualità del corpo idrico si riscontrano immediatamente;
- *reversibile*: i corsi d'acqua presentano una notevole capacità naturale di diluizione e di recupero delle condizioni iniziali;
- *non strategico*: nell'area di cantiere i fossi di scolo sono asciutti nella maggior parte dell'anno e il canale di Busseto nel tratto d'interferenza è intubato; occorre inoltre evidenziare che i bagni saranno tipo chimico senza scarico e il cantiere della tangenziale risulterà di piccole dimensioni; non sono infatti previsti baraccamenti;

#### **4.1.4 Interferenze a carico del reticolo idrografico superficiale**

L'area di studio è caratterizzata da una fitta rete di canali di dimensioni variabili realizzati col fine di offrire un sufficiente drenaggio nei periodi di pioggia ed un'adeguata dotazione di acque irrigue nei periodi siccitosi (Canale di Busseto). In assenza di un reticolo artificiale di drenaggio il territorio sarebbe caratterizzato da fenomeni di ristagno idrico.

## Tronco Stradale di collegamento tra la S.P. 588 "Dei Due Ponti" e la S.P. n. 94 "Busseto – Polesine"

In quest'ottica l'impatto principale della realizzazione della nuova viabilità risulterebbe, quindi, quello di intersecare alcuni di questi canali ostruendoli o comunque interrompendone il percorso, determinando un'alterazione del reticolo idrografico superficiale e generando, in alcune zone particolarmente a rischio, situazioni di ristagno idrico nel periodo piovoso. Inoltre, il fenomeno potrebbe interessare non solo le aree immediatamente circostanti all'opera di progetto, ma potrebbe avere un effetto anche su più larga scala vista la complessità del reticolo idrografico secondario che caratterizza la zona. L'impatto è classificabile come segue:

- *negativo*: l'interferenza del tracciato stradale con elementi della rete idrografica superficiale (canali, fossi di scolo) può determinare, se non correttamente risolta, un'alterazione del reticolo idrografico superficiale; ciò comporterebbe, in alcune zone particolarmente a rischio, situazioni di ristagno idrico nel periodo piovoso e di carenza d'acqua nei periodi siccitosi;
- *certo*: il tracciato stradale interferisce in più punti con elementi della rete idrografica superficiale;
- *a breve termine*: gli effetti indotti dalla realizzazione del tracciato stradale a carico del reticolo idrografico superficiale si riscontrano immediatamente;
- *irreversibile*: l'opera stradale è progettata con criteri di massima durabilità;
- *strategico*: in fase realizzativa è fondamentale garantire la continuità del reticolo idrografico per evitare l'insorgenza di fenomeni di ristagno idrico e drenaggio difficoltoso delle acque.

## 4.2 FASE DI ESERCIZIO

Nella fase di esercizio gli impatti sull'ambiente idrico superficiale e sotterraneo sono dovuti:

- 1) ad immissioni di sostanze inquinanti quali sali, oli minerali, carburanti o metalli pesanti, derivanti dal dilavamento della sede stradale operato dalle acque di prima pioggia;
- 2) a sversamenti accidentali di idrocarburi o altre sostanze inquinanti (ad es. in caso di incidente).

Per il primo caso, una valutazione attendibile di questa tipologia di impatto può essere fatta solo conoscendo la qualità delle acque dilavate e la sensibilità dei corpi idrici superficiali che fungono da ricettori. Per quanto riguarda la qualità delle acque dilavate i dati di letteratura provenienti da indagini effettuate in diversi siti europei e nordamericani delineano un quadro approfondito delle fonti di emissione (Tabella 4.1).

Tabella 4.1 – Fonti di emissione dei principali agenti inquinanti nelle acque dilavate dalla piattaforma stradale.

<b>Agenti inquinanti</b>	<b>Principali fonti di emissione</b>
Elementi particellari	Logorio della pavimentazione; Operazioni di manutenzione; Atmosfera
Nitrati e fosfati	Fertilizzanti provenienti dalle fasce di pertinenza; Atmosfera
Piombo	Gas di scarico; Consumo pneumatici (additivi minerali); Oli lubrificanti, grassi; Consumo cuscinetti
Zinco	Consumo pneumatici (additivi minerali); Olio motore (additivi stabilizzanti); Elementi complementari della strada (barriere, segnali stradali, ecc.)
Ferro	Ruggine carrozzeria; Elementi complementari della strada (barriere, segnali stradali, ecc.); Parti mobili del motore; Oli lubrificanti
Rame	Rivestimenti metallici; Consumo cuscinetti, boccole e ferodi; Parti mobili del motore; Fungicidi e pesticidi usati nelle operazioni di manutenzione
Cadmio	Consumo pneumatici (additivi minerali); Applicazione di insetticidi
Cromo	Rivestimenti metallici; Parti mobili del motore; Consumo dei ferodi
Cobalto	Oli lubrificanti
Nickel	Gas di scarico dei motori, oli lubrificanti; Rivestimenti metallici, consumo delle boccole e dei ferodi
Manganese	Parti mobili del motore
Bromo	Gas di scarico dei motori
Cianuro	Sostanze agglutinanti usate nei sali disgelanti
Sodio, Calcio	Sali disgelanti; Grassi
Cloro	Sali disgelanti
Solfati	Spillamento e perdite di lubrificanti; Antigelo, Fluidi idraulici; Bitumi flussati
PCB	Insetticidi a base di PCB
Batteri patogeni	Rifiuti vari, sostanze organiche putrescibili
Gomma	Consumo dei pneumatici
Amianto	Consumo frizione e freni
Grassi, Idrocarburi	Oli lubrificanti a base di n-paraffine, Antigelo, Fluidi per comandi idraulici
IPA	Gas di scarico

## Tronco Stradale di collegamento tra la S.P. 588 "Dei Due Ponti" e la S.P. n. 94 "Busseto – Polesine"

Gli agenti inquinanti presenti nelle acque di piattaforma si possono suddividere nelle seguenti classi di parametri:

- ◆ metalli pesanti, associati al traffico e prodotti dal consumo di parti dei veicoli;
- ◆ sali, soprattutto cloruri, provenienti dalle operazioni di spargimento di sali disgelanti, effettuate durante i mesi invernali;
- ◆ idrocarburi, derivanti dalla cessione di fluidi da parte dei veicoli e da prodotti di combustione.

La documentazione reperibile in letteratura consente di individuare i livelli medi di concentrazione dei parametri inquinanti più frequenti al fine di inquadrare l'ordine di grandezza del problema. I valori riportati in Tabella 4.2 sono frutto di campagne di monitoraggio effettuate negli ultimi vent'anni lungo tracciati autostradali europei e statunitensi e rappresentano una banca dati aggiornata sui livelli di concentrazione attesi nelle acque di piattaforma. Tali livelli di concentrazione sono posti in relazione ai limiti di scarico sui suoli e nelle acque superficiali, in conformità con le soglie previste dalla normativa vigente.

## Tronco Stradale di collegamento tra la S.P. 588 "Dei Due Ponti" e la S.P. n. 94 "Busseto – Polesine"

Tabella 4.2 – Dati di qualità delle acque di piattaforma (sono evidenziati i casi in cui è stato riscontrato il superamento delle soglie di legge).

		pH	SST	COD	N tot	N NH4-	P tot	Fe	Mn	Ni	Pb	Cu	Zn	As	Cd
		[/]	[mg/l]	[mgO2/l]	[mgN/l]	[mgNH4/l]	[mgP/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mgH2S/l]	[mg/l]	[mg/l]	
<i>Tab 4 All.5 D.Lgs.152</i>		6-8	25	100	15	5	2	2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,5	0,05	0,02*
<i>Tab 3 All.5 D.Lgs.152</i>		5,5-9,5	80	160		15	10	2	2	2	0,2	0,1	0,5	0,5	0,02
<i>Tolosa (1998) [9]</i>	Highway	6,9	/	90	5	1,3	0,7	0,38	0,19	0,05	0,04	0,09	0,73	/	0,03
<i>Nantes (1999) Avg. 125 events [10]</i>	rural. <i>TGM</i> 12.000	7,3	71	103	2,3	/	/	/	/	/	0,058	0,045	0,356	/	0,001
<i>Comparison highway versus urban runoff (FHWA '90) [11]</i>	urban ( <i>TGM</i> > 30.000)	/	/	114	1,83	/	0,40	/	/	/	0,4	0,54	0,329	/	/
	rural ( <i>TGM</i> < 30.000)	:/	/	49	0,87	/	0,16	/	/	/	0,08	0,22	0,08	/	/
<i>N-E Portugal (1999) Avg. 50 events</i>	mountain road <i>TGM</i> = 6.000	6,4	19,3	/	/	/	/	/	/	/	0,0108	0,011	0,172	/	/
<i>Caltrans</i>	'99 '00	/	76	100	1,8	1,1	0,18	2,31	/	0,008	0,031	0,029	0,147	0,0014	0,0003
<i>WSDOT 2000</i>	<i>TGM</i> 18000	/	53,6	26,2	/	/	0,05	/	/	/	0,0056	0,021	/	/	0,0003
	<i>TGM</i> 101000	/	208,6	19,7	/	/	0,31	/	/	/	0,0497	0,041	0,278	/	0,0011
<i>Minnesota 1976 – 1983</i>	<i>TGM</i> 42000	7,6	12	69	2,8	/	0,5	0,381	/	0,007	0,0437	0,013	0,031	0,0039	0,00435
	<i>TGM</i> 65000	7,3	151,8	123,9	2,95	/	0,74	8,725	/	0,015	0,8592	0,059	0,293	0,0034	0,00384
	<i>TGM</i> 82000	7,7	139,4	92,5	3,3	/	0,51	4,937	/	0,007	0,5115	0,027	0,220	0,003	0,0025
	<i>TGM</i> 114000	7,8	118,3	207,0	2,39	/	0,562	4,162	/	0,010	0,2073	0,047	0,174	0,019	0,0017

I principali fenomeni all'origine di tali livelli di inquinamento sono:

- ◆ la deposizione degli inquinanti;
- ◆ il lavaggio della pavimentazione stradale ad opera delle acque meteoriche.

L'ampiezza dei range di concentrazione dei parametri monitorati è funzione dei numerosi fattori che dominano i processi di deposizione e trasporto; in termini approssimativi è comunque possibile individuare i seguenti fattori di influenza:

*a) fattori legati al traffico:*

- ◆ intensità di traffico media sul tracciato, espressa in termini di numero medio di veicoli in transito lungo il tracciato (TGM), o come numero di veicoli presenti durante l'evento piovoso (VDS, vehicles during storm); il traffico è sicuramente un fattore determinante in quanto è all'origine di molti inquinanti presenti sulla superficie stradale;
- ◆ distribuzione del parco autoveicoli, in particolare il rapporto tra veicoli leggeri e pesanti (questi ultimi responsabili di un più elevato livello di emissioni) e la distribuzione dei carburanti impiegati (ai veicoli alimentati a motore diesel compete un carico inquinante superiore);
- ◆ livello del servizio (numero e ampiezza corsie);
- ◆ fattori di rallentamento (presenza di caselli, aree di servizio; elementi di morfologia stradale quali curve, ecc.);
- ◆ velocità media dei veicoli, fattore che condiziona il livello di emissioni;

*b) fattori legati alle caratteristiche pluviometriche:*

- ◆ durata del tempo secco antecedente l'evento di pioggia (o ADP, antecedent dry period), che definisce la disponibilità di sostanze presenti sulla piattaforma stradale;
- ◆ durata dell'evento di pioggia, che regola la diluizione del carico inquinante;
- ◆ volume ed intensità di pioggia, che rendono possibile l'asportazione del materiale depositato.

La correlazione dei fattori indicati con i livelli di concentrazione è in genere non lineare, dal momento che esiste un'evidente dipendenza tra alcuni fattori, ed è difficile esplicitare relazioni funzionali in grado di prevedere le concentrazioni dei parametri inquinanti. Si può comunque verificare, sulla base dei dati di letteratura analizzati, l'esistenza di un legame con il volume di traffico. A tale proposito i grafici riportati nelle Figure 4.1 e 4.2 evidenziano come ad un incremento del volume di traffico (espresso in termini di numero di veicoli medi in transito ogni giorno o TGM) corrispondano valori di concentrazioni crescenti per quasi tutti i parametri indicati. La valutazione ha ovviamente il significato di definire una tendenza, in quanto prescinde dalla conoscenza dei parametri pluviometrici, che sono fattori determinanti nella definizione del meccanismo di lavaggio della superficie stradale.

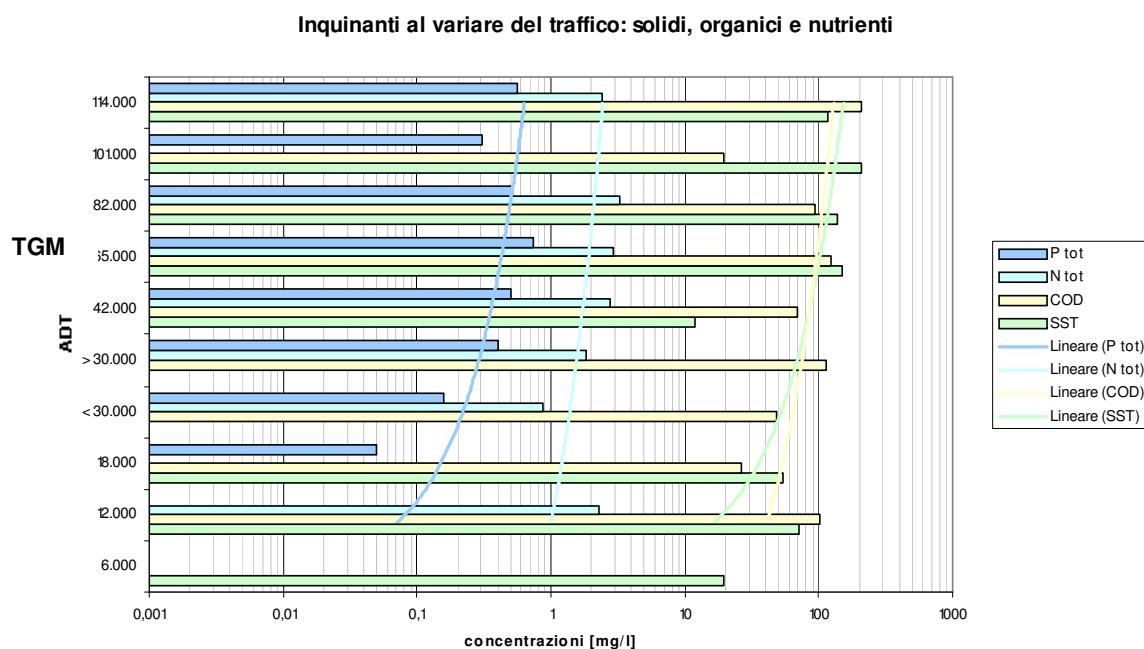


Figura 4.1 – Concentrazioni inquinanti al variare del traffico di solidi, parametri organici e nutrienti.

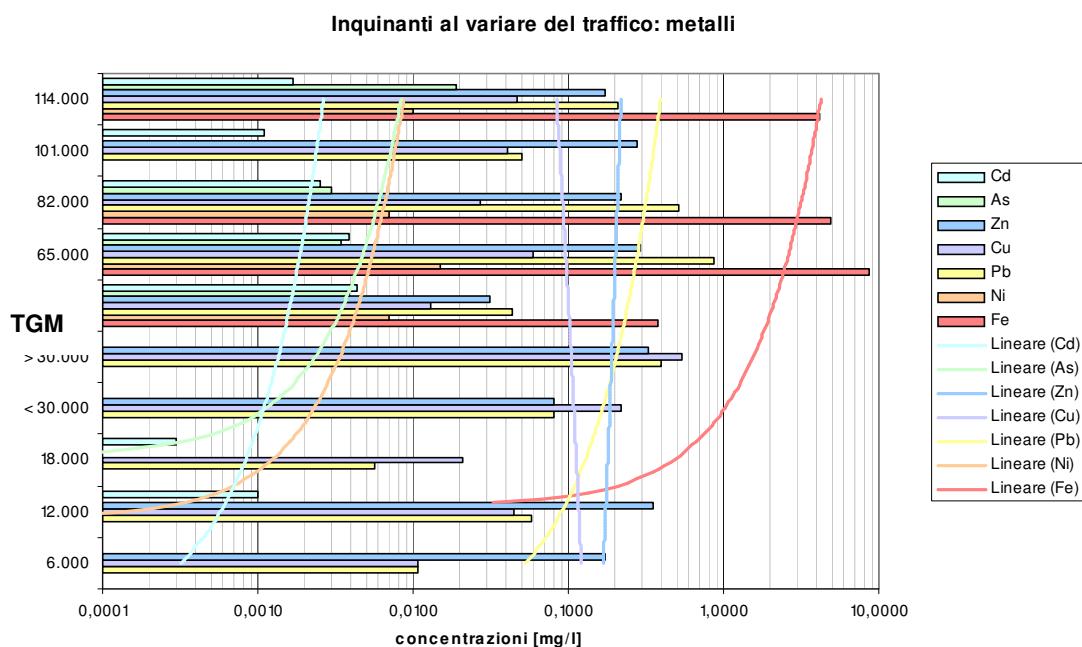


Figura 4.2 – Concentrazioni inquinanti al variare del traffico di alcuni metalli (Cd, As, Zn, Cu, Pb, Ni, Fe).

I rischi di alterazione della componente derivano, come già sottolineato precedentemente, dallo smaltimento delle acque meteoriche derivanti dalla piattaforma stradale e dai potenziali sversamenti accidentali di inquinanti idroveicolati. Considerando che nell'ora di punta il traffico veicolare previsto per l'opera in progetto ammonta a 218 veicoli equivalenti, il traffico giornaliero medio (TGM) atteso sulla viabilità di progetto ammonterà a poche migliaia di veicoli equivalenti; ad es. ipotizzando ragionevolmente che il traffico orario medio diurno sia pari a 85% del traffico di punta e che il traffico

orario medio notturno sia il 12% del traffico orario medio diurno, il traffico giornaliero ammonta a 3.200 veicoli giorno.

In relazione ai dati disponibili in bibliografia (Figure 4.1 e 4.2) per il nuovo tratto stradale si ipotizzano livelli poco significativi di concentrazione di inquinanti nelle acque derivanti dalla piattaforma stradale.

#### **4.2.1      *Inquinamento delle acque superficiali causato dal dilavamento della sede stradale***

In base alle considerazioni di cui sopra, l'impatto è classificabile come segue:

- *negativo*: l'immissione delle acque di dilavamento della sede stradale può causare l'inquinamento delle acque superficiali;
- *certo*: il transito di veicoli a motore determina inevitabilmente piccole perdite di oli ed altre sostanze che sono immesse in acque superficiali in occasione delle precipitazioni;
- *a breve termine*: gli effetti negativi conseguenti all'inquinamento delle acque superficiali sono riscontrabili immediatamente;
- *reversibile*: grazie alle proprie capacità autodepurazione i corpi idrici superficiali sono in grado di recuperare le condizioni qualitative originarie dopo un certo lasso di tempo, soprattutto alla luce delle basse concentrazioni degli inquinanti in ingresso;
- *non strategico*: non si ritiene che le concentrazioni di inquinanti siano tali da comportare un incremento significativo del carico inquinante in ingresso nei corpi d'acqua ricettori; occorre comunque garantire l'adozione di misure finalizzate ad evitare fenomeni di inquinamento indesiderati. Occorre inoltre segnalare che tutte le acque di piattaforma del capoluogo comunale confluiscano nel Canale di Busseto.

#### **4.2.2      *Inquinamento delle acque sotterranee causato dal dilavamento della sede stradale***

Nel caso in esame, la criticità dell'impatto assume un livello non rilevante in relazione alla localizzazione del tracciato di progetto, che interessa una zona poco vulnerabile all'inquinamento (rif. Allegato 4 del PTCP).

L'impatto è classificabile come segue:

- *negativo*: l'immissione delle acque di dilavamento della sede stradale può causare l'inquinamento delle acque sotterranee;
- *certo*: il transito di veicoli a motore determina inevitabilmente piccole perdite di oli ed altre sostanze che sono immesse in acque sotterranee in occasione delle precipitazioni;

- *a lungo termine*: gli effetti del fenomeno di inquinamento, in relazione alla bassa velocità di scorrimento delle acque sotterranee, possono essere percepiti anche molto tempo dopo che il fenomeno è accaduto;
- *reversibile*: grazie alle proprie capacità autodepurazione le acque sotterranee sono in grado di recuperare le condizioni qualitative originarie dopo un certo lasso di tempo, soprattutto alla luce delle basse concentrazioni degli inquinanti in ingresso;
- *non strategico*: non si ritiene che le concentrazioni di inquinanti siano tali da comportare un incremento significativo del carico inquinante in ingresso nelle acque sotterranee; inoltre, secondo quanto indicato nella Tavola 6 dell'Allegato 4 del PTCP, l'area interessata dagli eventuali sversamenti provenienti dal cantiere appartiene alla classe di vulnerabilità all'inquinamento definita "*poco vulnerabile*"; si ritiene quindi non necessario dotare l'infrastruttura delle misure tecniche necessarie per evitare fenomeni di inquinamento indesiderati.

#### **4.2.3 Sversamenti accidentali in acque superficiali**

In fase di esercizio possono verificarsi sversamenti accidentali di liquidi inquinanti dovuti a possibili incidenti sulla nuova viabilità; questi sversamenti possono essere recapitati direttamente in acque superficiali oppure possono riversarsi sul suolo e raggiungere le acque superficiali solo successivamente.

L'impatto è classificabile come segue:

- *negativo*: lo sversamento accidentale di sostanze inquinanti può comportare un peggioramento dello stato qualitativo dei corpi idrici ricettori;
- *possibile*: gli sversamenti accidentali di liquidi inquinanti sono correlati alla possibilità di un evento incidentale, ma ciò potrebbe anche non accadere;
- *a breve termine*: nel caso in cui si verifichi un inquinamento gli effetti negativi sulla qualità del corpo idrico ricettore si riscontrano immediatamente;
- *reversibile*: i corsi d'acqua presentano una notevole capacità naturale di diluizione e di recupero delle condizioni iniziali;
- *non strategico*: il nuovo tratto stradale non interessa direttamente il canale di Busseto, intubato nel tratto di attraversamento, e gli altri corsi d'acqua, essendo canali di scolo, sono asciutti per la maggior parte dell'anno.

#### **4.2.4 Sversamenti accidentali in acque sotterranee**

Gli sversamenti accidentali di liquidi inquinanti dovuti a possibili incidenti sulla nuova viabilità possono, anziché raggiungere le acque superficiali, percolare in profondità nelle acque sotterranee.

Come già ricordato precedentemente, secondo le informazioni riportate nel Quadro di Riferimento Ambientale e desunte dall'Allegato 4 del PTCP, l'area di intervento appartiene alla classe di vulnerabilità degli acquiferi all'inquinamento definita "*poco vulnerabile*".

In base alle considerazioni svolte l'impatto è classificabile come segue:

- *negativo*: lo sversamento accidentale di sostanze inquinanti può comportare un peggioramento dello stato qualitativo delle acque di falda;
- *possibile*: gli sversamenti accidentali di liquidi inquinanti sono correlati alla possibilità di un evento incidentale, ma ciò potrebbe anche non accadere;
- *a lungo termine*: gli effetti del fenomeno di inquinamento, in relazione alla bassa velocità di scorrimento delle acque sotterranee, possono essere percepiti anche molto tempo dopo che il fenomeno è accaduto;
- *reversibile*: in genere le quantità sversate sono presumibilmente limitate e per questo soggette al processo di degradazione; in caso poi di sversamento di sostante estremamente pericolose per l'ambiente, a seguito di incidente, è possibile intervenire con la rimozione meccanica del terreno inquinato prima che raggiunga la falda, dato che sono protette da uno spesso strato di terreni poco permeabili;
- *non strategico*: secondo quanto indicato nell'Allegato 4 del PTCP gli acquiferi presenti nell'area interessata dagli eventuali sversamenti provenienti dal tracciato stradale sono poco vulnerabili all'inquinamento.

#### **4.2.5      Difficoltà di smaltimento delle acque di dilavamento della sede stradale**

Questa voce di impatto evidenzia la difficoltà di drenaggio da parte della rete scolante superficiale dei quantitativi di acque piovane provenienti dalla piattaforma stradale. Occorre infatti considerare che lo scarico delle acque di piattaforma nei fossi e canali presenti nell'area di intervento deve essere valutata attentamente, in quanto in condizioni di saturazione (ad es. durante eventi piovosi particolarmente gravosi) l'incremento di portata delle acque bianche in ingresso potrebbe non essere smaltito dal reticolo idrografico.

In base alle considerazioni svolte l'impatto può essere classificato come segue:

- *negativo*: l'immissione diretta delle acque di dilavamento provenienti dalla piattaforma stradale può causare un sovraccarico idraulico dei fossi e canali che interessano l'area di progetto, con l'insorgenza di condizioni critiche per il reticolo idrografico minore;
- *certo*: l'impatto è correlato a fenomeni piovosi che possono verificarsi nell'area di intervento;
- *a breve termine*: gli effetti negativi conseguenti alla difficoltà di smaltimento delle acque di dilavamento della sede stradale sono riscontrabili immediatamente;
- *irreversibile*: l'opera è progettata secondo criteri di massima durabilità;

- *strategico*: alla luce dei problemi idraulici riscontrati nella zona di intervento l'impatto coinvolge un aspetto di particolare rilevanza per il reticolo idrografico minore; occorre quindi che il progetto tenga conto di questi aspetti.

#### **4.2.6 Rischio idraulico**

L'impatto considera il rischio che si verifichi la sommersione temporanea delle aree interessate dal tracciato stradale a causa di fenomeni di ristagno idrico e/o a causa dell'esondazione degli elementi del reticolo idrografico minore.

Più in generale la conformazione morfologica dell'area in cui si sviluppa il tracciato (area di bassa pianura) rende la zona vulnerabile nei confronti della rete idrica secondaria che delimita gli appezzamenti di terreno coltivato, soprattutto in presenza di eventi meteorici molto intensi che possono generare ristagni idrici ed allagamenti diffusi.

L'impatto è classificabile come segue:

- *negativo*: l'interferenza del tracciato stradale con elementi della rete idrografica superficiale (canali e fossi di scolo) può determinare, se non correttamente risolta, rischi per la sicurezza e limitazioni alla fruizione pubblica dell'opera;
- *possibile*: il tracciato stradale interessa un'area interessata da rischio idraulico riconducibile a fenomeni di ristagno idrico e/o alla possibile esondazione di elementi del reticolo idrografico minore (Canale di Busseto e altri fossi e canali di scolo intercettati dall'opera);
- *a breve termine*: gli impatti riconducibili alla realizzazione del tracciato stradale in un'area interessata da rischio idraulico sono riscontrabili immediatamente;
- *irreversibile*: l'opera stradale è progettata con criteri di massima durabilità;
- *strategico*: è fondamentale garantire la sicurezza idraulica del tracciato stradale.

## 5 IMPATTI PER SUOLO E SOTTOSUOLO

### 5.1 FASE DI CANTIERE

#### 5.1.1 *Impermeabilizzazione del suolo*

La realizzazione della nuova infrastruttura comporta l'impermeabilizzazione del fondo stradale mediante asfaltatura e il conseguente consumo definitivo di suolo agricolo.

Per definire l'entità dell'impatto è necessario valutare l'estensione dei suoli interessati dall'area di intervento. Al termine dell'intervento la superficie occupata dall'opera ed impermeabilizzata sarà limitata alle due carreggiate della strada. La superficie di terreno che sarà impermeabilizzata in seguito alla realizzazione dell'opera corrisponderà a circa 12.900 m<sup>2</sup> (sezione stradale di 10,50 m per circa 1.230 metri di sviluppo planimetrico).

L'impatto può dunque essere classificato come segue:

- *negativo*: la realizzazione dell'intervento comporta comunque un consumo di suolo (qui considerato come risorsa), precludendo la possibilità di impiegarlo per altre destinazioni d'uso (nel caso in esame soprattutto uso agricolo);
- *certo*: la realizzazione dell'opera comporta sicuramente l'occupazione e l'impermeabilizzazione del terreno;
- *a breve termine*: gli effetti conseguenti all'impermeabilizzazione del suolo si riscontrano immediatamente;
- *irreversibile*: l'intervento di progetto si pone obiettivi di massima durabilità e comporta la perdita definitiva di suoli utilizzabili a scopi agricoli o destinabili ad altri usi;
- *non strategico*: si prevede che l'impatto non assuma caratteristiche di particolare criticità in relazione alle dimensioni relativamente limitate dell'intervento; l'impatto non è mitigabile.

#### 5.1.2 *Asportazione e stoccaggio del terreno vegetale*

La realizzazione di una nuova infrastruttura viaria comporta lo sbancamento di suolo con asportazione e successivo stoccaggio in cumuli del terreno vegetale in corrispondenza delle aree di cantiere.

L'impatto può essere classificato come segue:

- *negativo*: il dilavamento da parte degli agenti atmosferici e il progressivo compattamento dei cumuli di stoccaggio del terreno vegetale può pregiudicarne le proprietà biologiche e pedologiche, con conseguente perdita di fertilità del suolo;
- *certo*: la realizzazione dell'infrastruttura comporta sicuramente lo sbancamento di terreno;
- *a breve termine*: l'asportazione meccanica del suolo effettuata durante la fase di cantiere comporta un immediata alterazione delle caratteristiche fisiche e biologiche del terreno sbancato;

- *reversibile*: il suolo stoccatò potrà essere successivamente reimpiegato nelle operazioni di inserimento paesaggistico e schermatura della strada (inerbimenti rilevati e realizzazione di siepi stradali), sebbene sia opportuno prestare attenzione al fatto che la lisciviazione e la compattazione dei cumuli possono comportare una progressiva perdita di fertilità ed il perdurare nel tempo di queste condizioni può rendere il suolo stoccatò completamente sterile;
- *non strategico*: le dimensioni delle aree interessate dalle operazioni di sbancamento non sono tali da far ritenere l'impatto strategico.

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

La realizzazione dell'intervento in analisi comporta la necessità di consumo di risorse non rinnovabili per la costruzione dell'opera (approvvigionamento di sabbia e ghiaia per la realizzazione dei rilevati stradali e la produzione di conglomerati bituminosi).

L'impatto può essere classificato come:

- *negativo*: la realizzazione dell'opera in progetto comporta un consumo di risorse naturali (materiali inerti pregiati) che si ricostituiscono solo in tempi medio-lunghi e che si reperiscono solo generando impatti ambientali negativi (apertura di cave, trasporto e lavorazione dei materiali estratti, ecc.);
- *certo*: la realizzazione dell'opera richiede sicuramente l'approvvigionamento di materiali inerti;
- *a breve termine*: gli effetti conseguenti al prelievo delle risorse litoidi sono immediati;
- *irreversibile*: i materiali inerti prelevati nelle cave possono essere rigenerati solo da processi naturali che richiedono tempi geologici molto lunghi;
- *strategico*: gli inerti pregiati rappresentano una risorsa limitata che deve essere impiegata in modo attento e razionale.

### **5.1.4      *Occupazione temporanea delle superfici destinate all'allestimento del cantiere***

L'allestimento delle aree di cantiere per la realizzazione dell'opera comporta l'occupazione temporanea di superfici di terreno.

L'impatto può essere classificato come:

- *negativo*: l'allestimento del cantiere richiede sicuramente l'occupazione di superfici di terreno;
- *certo*: la realizzazione dell'opera comporta necessariamente l'allestimento del cantiere;
- *a breve termine*: gli effetti conseguenti all'occupazione del terreno sono immediati;
- *reversibile*: al termine delle attività di cantiere le aree non direttamente occupate dalla sede stradale saranno restituite alla destinazione d'uso originale o ad area verde;

- *non strategico*: durante la realizzazione dell'opera le aree di cantiere interesseranno prevalentemente la sede stradale stessa.

## 5.2 FASE DI ESERCIZIO

### 5.2.1 Alterazione dell'assetto fisico del territorio

In fase di esercizio gli impatti prevedibili sono riconducibili all'occupazione definitiva del suolo da parte dell'infrastruttura stradale con conseguente alterazione definitiva dell'assetto fisico e morfologico del territorio. A tale proposito si rileva che l'attuale morfologia del suolo è pianeggiante e l'infrastruttura stradale si mantiene quasi costantemente a raso, con quote variabili da 0 a 1,5 m sul piano campagna.

Non sono presenti lungo il tracciato elementi morfologici di rilievo. Il Canale di Busseto è intubato e non si prevedono interferenze dirette. La S.C. del Balsemano è bypassata mediante rotatoria. Si sottolinea infine che in relazione alla sua ubicazione l'area di intervento interessa zone prive di forme di dissesto; non è quindi prevedibile l'insorgenza di fenomeni gravitativi che possano pregiudicare negativamente la stabilità e la funzionalità dell'opera. L'impatto può essere classificato come segue:

- *negativo*: la realizzazione delle opere in progetto altera l'assetto morfologico preesistente;
- *certo*: il progetto prevede la realizzazione di tratti a raso o in leggero rilevato che comporteranno un'alterazione dell'assetto morfologico attuale;
- *a breve termine*: l'alterazione dell'assetto morfologico è riscontrabile immediatamente;
- *irreversibile*: l'intervento di progetto si pone obiettivi di massima durabilità e comporta l'alterazione definitiva dell'assetto morfologico locale;
- *non strategico*: l'intervento di progetto interessa aree caratterizzate da una conformazione del territorio pianeggiante prive di forme di dissesto; non sono presenti elementi impattanti in termini di ingombro altimetrico.

## 6 IMPATTI PER FLORA, VEGETAZIONE, FAUNA ED ECOSISTEMI

### 6.1 FASE DI CANTIERE

#### 6.1.1 *Distruzione di elementi vegetazionali preesistenti*

In fase di cantiere gli impatti devono essere intesi come asportazione della coltre di suolo superficiale e taglio della vegetazione nei tratti interessati dal tracciato della strada, con particolare riferimento alle aree prossime al reticolo idrografico secondario, e nelle aree di cantiere, con conseguente eliminazione diretta di elementi ambientali preesistenti.

A tale proposito nel Quadro di Riferimento Ambientale è stata sviluppata una dettagliata analisi del territorio oggetto di intervento e delle aree ad esso limitrofe. A livello di area vasta il progetto si colloca in una zona caratterizzata da un elevato grado di antropizzazione con un territorio prettamente agricolo, in cui le aree coltivate sono organizzate in appezzamenti regolari a morfologia piana con ottime possibilità di apporti irrigui. E' possibile affermare che queste zone hanno nel complesso uno scarso pregio naturalistico, poiché sono continuamente modificate dall'intervento dell'uomo e necessitano di continui apporti energetici esterni (concimazione chimica, lavorazioni meccaniche, ecc.). La campagna è infatti caratterizzata da un'agricoltura intensiva con colture che dipendono strettamente dai prodotti principali della regione (il latte, le carni suine, e mais); nello specifico l'area afferente all'ambito di studio è caratterizzata in modo preponderante da colture di frumento ed orzo e industriali (pomodoro e barbabietola).

Per quanto riguarda gli elementi di naturalità residua presenti nell'area, in base ai sopralluoghi condotti in situ ed ai rilievi floristici disponibili per la zona di studio è possibile affermare che non sono presenti elementi vegetazionali e floristici di pregio. Le aree boscate residuali sono costituite da aree di vegetazione arboreo - arbustiva in evoluzione, originate dall'abbandono di ex pioppieti o di antichi boschi governati a ceduo per la produzione di paleria (salici "gabbati") ed in riconversione spontanea all'alto fusto. Il tracciato in progetto interseca farnie isolate in filare e corre adiacente a filari arborei ed arbustive coltivate come elementi ornamentali.

Le aree incolte presenti nell'areale di studio sono caratterizzate dalla presenza di specie erbacee e pioniere che tendono a costituire il primo stadio di un dinamismo ricostitutivo della copertura vegetazionale preesistente, evolvendosi naturalmente verso boscaglie arbustive.

Nel complesso è possibile concludere che gli interventi progettuali non comporteranno impatti significativi sugli elementi vegetazionali che caratterizzano l'intorno del tracciato stradale in esame.

In base alle considerazioni svolte l'impatto può essere considerato:

- *negativo*: la realizzazione dell'intervento comporta l'introduzione di fattori di disturbo a carico degli elementi vegetazionali preesistenti;
- *certo*: la realizzazione dell'intervento comporta l'eliminazione di elementi vegetazionali presenti (esemplari arborei-arbustivi singoli intercettati dal tracciato stradale);
- *a breve termine*: gli effetti di disturbo generati dall'intervento sono riscontrabili immediatamente;

- *irreversibile*: l'interessamento di singoli esemplari vegetazionali comporta la loro definitiva eliminazione;
- *non strategico*: nessun elemento vegetazionale di particolare pregio sarà interessato dalle attività di cantiere; occorrerà comunque porre particolare attenzione durante la realizzazione del tratto stradale in affiancamento ai filari privati con funzioni ornamentali.

### **6.1.2 Elementi di disturbo per la fauna**

In fase di cantiere l'impatto predominante sulla fauna è determinato dal disturbo indotto negli ecosistemi terrestri dalle lavorazioni necessarie per la realizzazione della strada (produzione di polveri e rumori causata dall'attività delle macchine operatrici e dal transito di mezzi pesanti).

Nelle aree limitrofe sono già presenti elementi di disturbo antropico (attività agricole intensive), tali da far supporre che le specie animali più sensibili rifuggano questa porzione di territorio e che quelle presenti nell'area siano generalmente specie molto confidenti. Infatti, come evidenziato nel Quadro di Riferimento Ambientale, pochi mammiferi abitano stabilmente le zone agricole, utilizzando soprattutto il margine dei campi: il riccio (*Erinaceus europaeus*), la talpa (*Talpa europaea*), la lepre (*Lepus aeropaeus*); molto numerosi sono invece gli uccelli che frequentano saltuariamente le aree coltivate nei diversi periodi dell'anno, principalmente per l'approvvigionamento di cibo.

L'impatto può essere classificato come segue:

- *negativo*: la realizzazione dell'intervento comporta l'introduzione di fattori di disturbo a carico degli agroecosistemi esistenti;
- *certo*: la realizzazione dell'intervento comporta l'incremento delle presenze antropiche e l'insorgenza di disturbi indotti da rumore e da traffico tali da recare disturbo alla fauna che frequenta le zone interessate dal tracciato;
- *a breve termine*: gli effetti di disturbo generati dall'intervento sono riscontrabili immediatamente;
- *reversibile*: cessata la sorgente di disturbo cessano anche gli impatti indotti dalla fase di cantiere;
- *non strategico*: il tracciato di progetto interessa aree agricole antropizzate, frequentate da un numero relativamente limitato di specie confidenti.

## **6.2 FASE DI ESERCIZIO**

### **6.2.1 Introduzione di elementi di disturbo a carico degli ecosistemi e degli agroecosistemi esistenti**

Gli impatti devono essere intesi come richiamo di traffico sulla nuova viabilità con conseguente ricaduta di polveri ed emissioni gassose sulla vegetazione adiacente alla strada, che potrebbe subire danni più o meno significativi (es. patologie fogliari, riduzione della capacità fotosintetica, ecc.).

Come già evidenziato nei paragrafi precedenti la zona di intervento è caratterizzata dalla presenza di zone agricole alternate ad elementi del reticolo idrografico minore, con presenza di elementi vegetazionali residuali; tali zone agricole sono fortemente antropizzate e prive di elementi di pregio.

L'impatto può essere classificato come segue:

- *negativo*: la realizzazione dell'intervento comporta l'introduzione di fattori di disturbo a carico degli agroecosistemi esistenti;
- *certo*: la realizzazione dell'intervento comporta inevitabilmente l'eliminazione di vegetazione preesistente e l'insorgenza di disturbi indotti da rumore e da traffico veicolare;
- *a breve termine*: gli effetti di disturbo generati dall'intervento sono riscontrabili immediatamente;
- *irreversibile*: l'intervento è progettato per permanere nel tempo;
- *non strategico*: il tracciato di progetto interessa aree agricole antropizzate, frequentate da un numero relativamente limitato di specie confidenti.

### **6.2.2      *Effetto-barriera ed altri elementi di disturbo per la fauna***

Gli impatti sulla fauna indotti dalla realizzazione dell'infrastruttura stradale possono essere sintetizzati come segue:

- produzione di un effetto barriera diretto (difficoltà di attraversamento della strada) o indiretto (isolamento genetico), con possibili estinzioni locali di popolazioni di Anfibi e piccoli mammiferi (soprattutto riccio e rosso comune); è opportuno sottolineare che spesso il problema degli impatti sulla fauna vertebrata conseguenti alla realizzazione di tracciati stradali è sottovalutato (secondo uno studio condotto recentemente nelle Marche, ad esempio, è possibile stimare una mortalità media annuale, nei 15.000 km di strade statali e provinciali della regione, di 400.000-500.000 vertebrati), senza considerare il fatto che i rischi non sono solamente a carico degli animali, ma che possono interessare anche e soprattutto gli utenti della strada (incidentalità); i periodi dell'anno con più incidenti coincidono con la primavera (marzo-giugno) per gli Anfibi, luglio-novembre per i Mammiferi, giugno-settembre per i Rettili, primavera ed estate per gli Uccelli;
- disturbi indotti dal rumore da traffico sugli organismi animali;
- disturbi dell'orientamento dei migratori in transito causato da fenomeni di inquinamento luminoso (aspetto già trattato per la componente ambientale "Atmosfera").

Nel caso oggetto di studio, come peraltro già evidenziato per la fase di cantiere, gli impatti attesi per la fase di esercizio possono essere definiti non strategici per la forte antropizzazione del territorio. Occorre tuttavia evidenziare che il nuovo tratto stradale interrompe un accertato corridoio ecologico costituito da un filare di farnie, anche se rarefatto, in linea con un canale di scolo.

Si tratta sempre di un elemento di scarso rilievo, perché inserito in un ambiente di agricoltura intensiva. Resta tuttavia l'unico elemento presente al margine di campi coltivati e di differenti proprietà

## Tronco Stradale di collegamento tra la S.P. 588 "Dei Due Ponti" e la S.P. n. 94 "Busseto – Polesine"

che per la presenza di alberature ad alto fusto è attrattivo per alcuni tipi di fauna confidente come piccoli mammiferi, quali il riccio (*Erinaceus europaeus*), la talpa (*Talpa europaea*) e la lepre (*Lepus aeropaeus*).

L'impatto è certamente meno significativo per gli animali di taglia maggiore. Infatti, come specificato nel Quadro di Riferimento Ambientale, non è segnalata in zona una presenza significativa di ungulati (capriolo, cinghiale). Questo dato è confermato anche dalla pubblicazione della Provincia di Parma "Danni da fauna selvatica nella Provincia di Parma", secondo la quale i Comuni interessati dal tracciato di progetto presentano una percentuale di incidenti per  $\text{km}^2$  pari a zero (eventi denunciati riconducibili ad attraversamenti stradali da parte della fauna selvatica, prevalentemente per esemplari di grossa taglia, cfr. Figura 5.1).

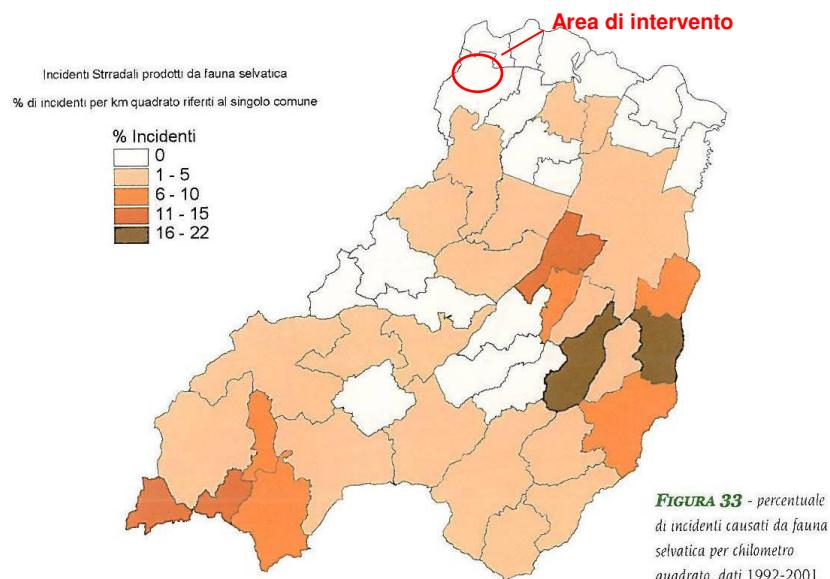


Figura 5.1 – Percentuale di incidenti stradali causati in Provincia di Parma da fauna selvatica per  $\text{km}^2$ .

In base alle considerazioni svolte l'impatto può essere classificato come segue:

- *negativo*: la realizzazione dell'intervento comporta l'introduzione di fattori di disturbo a carico della fauna selvatica;
- *certo*: la realizzazione dell'intervento comporta l'insorgenza di un effetto barriera diretto e indiretto, nonché disturbi indotti dal rumore da traffico;
- *a breve termine*: gli effetti generati dall'intervento sono riscontrabili immediatamente;
- *irreversibile*: l'opera è progettata per permanere nel tempo;
- *non strategico*: l'impatto è definito non strategico per la presenza di un ambiente molto antropizzato; occorre tuttavia prevedere un passaggio in corrispondenza del fosso di scolo con

### **6.2.3 Realizzazione di siepi e filari con funzioni paesaggistiche ed ambientali**

Il progetto di sistemazione finale prevede il potenziamento della vegetazione arbustiva nelle aree intercluse, derivanti dalla percellizzazione dei fondi agricoli.

In base alle considerazioni svolte l'impatto può essere classificato come segue:

- *positivo*: la messa a dimora delle formazioni citate consente di diversificare la vegetazione e di realizzare microhabitat di rifugio e alimentazione per le specie faunistiche che frequentano l'area, oltre a migliorare l'inserimento paesaggistico dell'area stessa;
- *certo*: la piantumazione di siepi comporta sicuramente l'insorgenza di effetti positivi sull'ecosistema locale;
- *a breve termine*: gli effetti positivi conseguenti agli interventi di piantumazione sono riscontrabili immediatamente;
- *irreversibile*: gli interventi di riqualificazione ambientale sono progettati per permanere nel tempo;
- *non strategico*: la messa a dimora di vegetazione arbustiva consentirà di potenziare a scala comunale il patrimonio boschivo, favorendo la connessione di corridoi ecologici attualmente frammentati; l'effetto non è strategico perché le superfici interessate sono limitate.

### **6.2.4 Diffusione di specie vegetali infestanti**

Il progetto della nuova arteria stradale prevede di destinare una parte delle aree intercluse, derivanti dalla percellizzazione dei fondi agricoli, ad un recupero di tipo naturalistico.

In caso di scelte progettuali sbagliate, impiego di semi o materiale vegetale di provenienza non certificata, utilizzo di suolo vegetale contenente semi di specie infestanti, mancata o errata esecuzione delle cure colturali nei primi anni dall'impianto, si potrebbe assistere ad una proliferazione indesiderata di specie esotiche infestanti (quali ad es. la Robinia e l'Indaco bastardo).

La Robinia (*Robinia pseudoacacia*) è stata introdotta nel nostro continente come pianta ornamentale, ma per le sue caratteristiche di riproduzione (ricca disseminazione spontanea dei semi e presenza di stoloni basali) è presto sfuggita al controllo dei coltivatori, naturalizzandosi dalla pianura fino a 1200 m di altitudine e diventando specie infestante. La Robinia è specie a rapido accrescimento, ha caratteristiche di rusticità e di resistenza alle pressioni antropiche, riesce quindi spesso a formare boscaglie dense in competizione con le specie arboree spontanee, su cui prende il sopravvento.

L'Indaco bastardo (*Amorpha fruticosa*) è un'altra specie rustica che vegeta in luoghi soleggiati e sopporta bene il freddo, possiede elevata attività pollonifera e spiccata competitività, per cui in certi ambienti tende a sostituirsi alle specie autoctone con possibili danni per l'ecosistema.

L'areale di studio è già caratterizzato dalla presenza di zone colonizzate da specie invasive, perciò occorre porre particolare attenzione in fase di esecuzione e manutenzione delle opere a verde previste dal progetto di sistemazione finale dell'area in esame.

L'impatto è classificabile come:

- *negativo*: la piantumazione di nuove fasce vegetazionali, se non adeguatamente controllata e gestita nei primi anni di sviluppo, può facilitare una proliferazione indesiderata di specie esotiche infestanti;
- *probabile*: l'eventuale diffusione di specie esotiche infestanti è una variabile che solo in parte può essere riconducibile a scelte progettuali sbagliate, in quanto queste specie sono già presenti nell'area di intervento;
- *a breve termine*: in assenza di cure colturali adeguate la colonizzazione degli ambienti rinaturati da parte di specie infestanti può avvenire anche in tempi molto rapidi;
- *irreversibile*: l'eradicazione delle specie infestanti, che spesso sono in grado di formare in breve tempo fitte boscaglie capaci di rigenerarsi molto facilmente, può essere un'operazione costosa e tecnicamente poco efficace;
- *non strategico*: nell'area in esame non sono presenti siti protetti che possono essere compromessi in relazione alla diffusione di specie vegetali infestanti.

## 7 IMPATTI PER IL PAESAGGIO ED IL PATRIMONIO STORICO-CULTURALE

### 7.1 FASE DI CANTIERE

#### 7.1.1 *Intrusione visuale*

Nella fase di cantiere gli impatti per la componente ambientale considerata sono sostanzialmente identificabili in termini di occupazione del territorio da parte del cantiere e delle opere ad esso funzionali (uffici, baracche, aree di deposito, ecc.), con conseguenti effetti sull'integrità fisica del paesaggio, (intrusione visuale a carico del territorio interessato). Per intrusione visuale si intende l'impatto generato dalla cantierizzazione dell'opera sulle valenze estetiche del paesaggio, ed è definibile principalmente in termini soggettivi.

La valutazione del livello di intrusione visuale deve comunque far riferimento ad una analisi paesaggistica del territorio che ne evidensi gli elementi di sensibilità in modo il più possibile oggettivo (emergenze storico-archeologiche, monumenti naturali, boschi, panorami caratterizzati da particolare amenità, ecc.), descrivendo i probabili effetti dovuti alla realizzazione dell'opera in progetto.

Secondo il PTCP l'area rientra nella Unità di Paesaggio di rango provinciale n. 3 denominata "Bassa Pianura dei Castelli". Come riportato nel Quadro di Riferimento Programmatico e nel Quadro di Riferimento Ambientale; il principale elemento di rilievo paesaggistico segnalato per l'area in esame è il Canale di Busseto. Il Canale di Busseto è classificato come "corso d'acqua meritevole di tutela"; a tale proposito si evidenzia che è necessaria la redazione della Relazione paesaggistica ai sensi dell'articolo 146, comma 4, del Decreto Legislativo 22 gennaio 2004, n. 42, e s.m.i.

## Tronco Stradale di collegamento tra la S.P. 588 "Dei Due Ponti" e la S.P. n. 94 "Busseto – Polesine"

La relazione paesaggistica, redatta in conformità alle indicazioni del D.Lgs. 22 gennaio 2004, n. 42 e del D.P.R. 12 dicembre 2005, è fornita in allegato alla documentazione di progetto. L'elaborato è redatto allo scopo di fornire una chiave di lettura approfondita ed unitaria degli effetti dell'opera sul paesaggio, allo scopo di consentire le procedure necessarie per il rilascio dell'Autorizzazione paesaggistica da parte dell'Autorità competente in materia.

Si evidenzia peraltro che la localizzazione delle aree di cantiere si limiterà sostanzialmente alle aree espropriate lungo il tracciato di progetto.

L'impatto può essere classificato come segue:

- *negativo*: la realizzazione delle infrastrutture di cantiere comporta un'alterazione dell'integrità fisica del paesaggio locale;
- *certo*: la cantierizzazione dell'opera comporta sicuramente l'inserimento nel paesaggio di elementi di disturbo;
- *a breve termine*: gli effetti negativi conseguenti alla cantierizzazione dell'opera sono riscontrabili immediatamente;
- *reversibile*: al termine della fase di cantiere le baracche, le aree di deposito e tutte le strutture funzionali alla realizzazione degli interventi di progetto saranno rimosse;
- *non strategico*: le aree di cantiere si limiteranno solamente alle aree espropriate lungo il tracciato di progetto; si evidenzia comunque che si rende necessaria la redazione della relazione paesaggistica ai sensi dell'articolo 146, comma 4, del Decreto Legislativo 42/2004 e s.m.i., in quanto il tracciato interessa un corso d'acqua sottoposto a tutela (Canale di Busseto); nella relazione paesaggistica dovrà essere effettuata una valutazione approfondita degli impatti paesaggistici e delle eventuali misure di mitigazione richieste.

### **7.1.2 Rischio di ritrovamenti di interesse storico o archeologico**

Un altro impatto che deve essere considerato in fase di cantiere è la possibile interazione delle varie fasi di realizzazione dell'opera con la presenza di ritrovamenti di interesse storico e/o archeologico.

A tale proposito si ricorda che il Progetto è corredata della Relazione archeologica (cfr. elaborato "Rischio archeologico. Ricerca bibliografica e d'archivio", redatto da ABACUS s.r.l.).

Secondo quanto riportato nella suddetta relazione, combinando i dati ottenuti dalla ricerca archivistica è possibile valutare il rischio archeologico considerando le quote alle quali si sono di volta in volta messi in luce elementi di interesse archeologico.

La porzione di territorio esaminata conserva, sebbene a tratti, tracce di appoderamento relative alla centuriazione di età romana, che costituiscono un fattore di rischio dal momento che la loro persistenza può sottendere la presenza di edifici rustici, nuclei demici o necropoli prediali contestuali all'organizzazione del territorio in questa fase storica.

Complessivamente è possibile affermare che lungo il tracciato stradale non sono presenti siti archeologici noti che interferiscono direttamente con il progetto, ma il rischio archeologico risulta da medio ad alto.

In base alle considerazioni svolte l'impatto può essere classificato come segue:

- *negativo*: la cantierizzazione dell'opera potrebbe interferire negativamente con elementi di interesse archeologico già noti o con eventuali ritrovamenti effettuati durante la realizzazione dei lavori;
- *possibile*: in questa fase preliminare non è possibile stabilire se la cantierizzazione dell'opera comporti il ritrovamento di reperti di interesse storico o archeologico;
- *a breve termine*: nel caso in cui si verificasse un'interferenza con elementi di interesse storico o archeologico gli effetti negativi conseguenti alla cantierizzazione dell'opera sarebbero riscontrabili immediatamente;
- *irreversibile*: l'eventuale interazione dell'opera con siti di interesse storico o archeologico potrebbe danneggiare o comunque alterare in modo permanente gli elementi interferiti;
- *strategico*: in base alle informazioni attualmente disponibili l'opera esprime un basso rischio archeologico; per effettuare valutazioni più precise è comunque consigliata l'esecuzione di ricognizioni di superficie lungo il tracciato in progetto.

## 7.2 FASE DI ESERCIZIO

### 7.2.1 **Ostruzione visuale**

Per quanto riguarda la fase di esercizio, per la determinazione dell'impatto causato dalla realizzazione dell'opera sulla componente paesaggio è necessario operare una distinzione tra due differenti tipologie di impatto visivo: *ostruzione visuale* e *intrusione visuale* (Zambrini, 1991).

Per *ostruzione visuale* s'intende una significativa occupazione del campo visivo da parte dell'infrastruttura considerata, che si evidenzia a carico dei ricettori presenti nell'area di intervento (abitazioni o gruppi di abitazioni).

Si tratta dunque di un parametro misurabile in termini ragionevolmente obiettivi. L'entità dell'impatto è definita in seguito ad un'analisi dettagliata condotta sull'entità dell'ostruzione visuale generata dall'infrastruttura stradale. Un metodo empirico per la determinazione della fascia entro la quale si verificano sensibili fenomeni di ostruzione visuale in relazione all'altezza del rilevato stradale è riportato in Tabella 7.1 (fonte: English Department of Transport, 1983).

Tabella 7.1 – Determinazione del livello di ostruzione visuale in relazione all'altezza del rilevato stradale (m) ed alla distanza dell'osservatore (m). Fonte: English Department of Transport.

Altezza del rilevato stradale (m)	Distanza dell'osservatore dalla base del rilevato (m)			
	Ostruzione elevata	Ostruzione media	Ostruzione ridotta	Ostruzione nulla
0	0-15	15-45	45-85	>85
1	0-20	20-60	60-110	>110
2	0-25	25-70	70-130	>130
3	0-25	25-80	80-160	>160
4	0-30	30-95	95-190	>190
5	0-35	35-110	110-220	>220
6	0-40	40-125	125-250	>250
7	0-45	45-140	140-280	>280
8	0-50	50-150	150-300	>300
9	0-55	55-160	160-320	>320
10	0-60	60-170	170-350	>350
11	0-65	65-180	180-380	>380

Applicando il modello di valutazione al caso in analisi sono stati individuati tutti i ricettori potenzialmente interessati dal fenomeno dell'ostruzione visuale. I ricettori esposti ai diversi livelli di ostruzione visuale sono riportati in Tabella 7.2 (la Tabella fa riferimento ai ricettori individuati cartograficamente nella Figura 2.2).

Tabella 7.2 – Calcolo del numero di ricettori abitati esposti a diversi livelli di ostruzione visuale nei vari tratti dell'infrastruttura viaria in progetto (ciascun ricettore è contato una volta sola nelle condizioni maggiormente critiche).

Ricettore	Toponimo	Distanza dal rilevato stradale (m)	Altezza del rilevato rispetto alla quota del terreno (m)	Livello di ostruzione visuale
R7	Via R. Martini	80		
R8	Via Europa	94		
R9	Via Europa	93		
R10	Strada Balesemano	151	0	nulla (nota: i ricettori si trovano in un tratto in cui il progetto si sovrappone ad una strada esistente, con differenze trascurabili tra quote terreno e quote di progetto)
R11	Ca' Balsemano	150	0,6	nulla
R12	Ca' Balsemano	94	0,3	nulla
R13	Borghetto	49	0,3	ridotta
R14	Borghetto	58	0,3	ridotta
R15	Borghetto	16	0,3	media
R16	Borghetto	34	0,3	media
R17	Borghetto	98	0,3	nulla
R18	Borghetto	166	0,3	nulla
R19	Via Pizzetti	63	0,5	ridotta
R20	Via Pizzetti	132	0,5	nulla
R21	Via Pizzetti	133	0,5	nulla
R22	Ca' Canale	55	0,5	ridotta
R23	Ca' Canale	90	0,5	nulla
R24	Ca' Canale	103	0,5	nulla

Ricettore	Toponimo	Distanza dal rilevato stradale (m)	Altezza del rilevato rispetto alla quota del terreno (m)	Livello di ostruzione visuale
R25	Ca' Brunetella	8	0	nulla (nota: i ricettori si trovano in un tratto in cui il progetto si sovrappone ad una strada esistente, con differenze trascurabili tra quote terreno e quote di progetto)
R26	Ca' Brunetella	40		

Le analisi condotte evidenziano che l'impatto complessivo dovuto ad ostruzione visuale è da ritenersi non strategico in quanto nell'insieme risulta essere poco significativo (2 ricettori esposti ad ostruzione visuale "media", 4 ricettori esposti ad ostruzione visuale "ridotta"). Ciò è dovuto prevalentemente al contesto territoriale in cui si sviluppa il tracciato di progetto, costituito da zone agricole con pochi insediamenti rurali sparsi, sufficientemente distanti dal rilevato stradale.

In base alle considerazioni svolte l'impatto può essere classificato come segue:

- *negativo*: la realizzazione dei rilevati comporta un'ostruzione visuale nei confronti dei ricettori abitati ubicati nei pressi dell'infrastruttura;
- *certo*: la realizzazione dell'opera comporta sicuramente la costruzione di rilevati con quote di progetto superiori alle quote di terreno attuali;
- *a breve termine*: gli effetti negativi conseguenti alla realizzazione dell'opera sono riscontrabili immediatamente;
- *irreversibile*: l'intervento è progettato per permanere nel tempo;
- *non strategico*: non sono individuati ricettori abitati esposti a livelli significativi di ostruzione visuale.

## 7.2.2      *Intrusione visuale*

Come già evidenziato precedentemente, l'*intrusione visuale* deve essere intesa in funzione dell'interazione dell'opera con gli elementi di pregio paesaggistico, architettonico e storico-culturale presenti nell'area.

Da un'analisi degli strumenti di pianificazione l'area rientra nella Unità di Paesaggio di rango provinciale n. 3 denominata "Bassa Pianura dei Castelli". Come riportato nel Quadro di Riferimento Programmatico e nel Quadro di Riferimento Ambientale. Il principale elemento di rilievo paesaggistico segnalato per l'area in esame è il Canale di Busseto che nel tratto interessato dalla tangenziale è completamnente intubato.

L'impatto può essere classificato come segue:

- *negativo*: l'esercizio dell'infrastruttura stradale comporta un'alterazione dell'integrità fisica del paesaggio locale;
- *certo*: l'esercizio dell'opera comporta sicuramente l'inserimento nel paesaggio di elementi di disturbo;

- *a breve termine*: gli effetti negativi conseguenti all'esercizio dell'opera sono riscontrabili immediatamente;
- *irreversibile*: l'opera è progettata secondo criteri di durata nel tempo;
- *non strategico*: le aree interessate dal tracciato non presentano particolari elementi di interesse paesaggistico; si evidenzia comunque che si rende necessaria la redazione della relazione paesaggistica ai sensi dell'articolo 146, comma 4, del Decreto Legislativo 42/2004 e s.m.i., in quanto il tracciato interessa le fasce di rispetto di 150 metri di un corso d'acqua sottoposto a tutela (Canale di Busseto); nella relazione paesaggistica dovrà essere effettuata una valutazione approfondita degli impatti paesaggistici tenendo presente che il Canale di Busseto nel tratto d'interesse è indubato e non sono previste interazioni dirette tra nuova strada e corso d'acqua.

## 8 IMPATTI PER IL BENESSERE DELL'UOMO E RISCHI D'INCIDENTE

Gli impatti per l'uomo attesi sia in fase di esercizio che in fase di cantiere sono in gran parte riconducibili ad aspetti che sono già stati trattati per le componenti ambientali "atmosfera e clima" (§ 2), "rumore e vibrazioni" (§ 3), "acque superficiali e sotterranee" (§ 4). Per ogni approfondimento al riguardo (inquinamento atmosferico, acustico, rischio di inquinamento delle acque superficiali o sotterranee) si rimanda dunque alla consultazione dei paragrafi summenzionati.

Ciò premesso, di seguito è sviluppata un'ulteriore analisi degli impatti riguardanti il benessere dell'uomo che non sono già stati affrontati precedentemente.

### 8.1 FASE DI CANTIERE

#### 8.1.1 *Ritrovamento ordigni bellici sepolti*

Un impatto che deve essere considerato riguarda la possibilità che durante le operazioni di realizzazione della strada siano reperiti ordigni bellici sepolti, con potenziale rischio per le maestranze e per i residenti nei pressi del tracciato. La strategicità dell'impatto è definita in funzione dell'entità del rischio connesso ad esplosioni impreviste ed incontrollate, nonché dalla necessità d'effettuare le opportune operazioni di bonifica. In base alle considerazioni svolte l'impatto può essere classificato come segue:

- *negativo*: il rischio di esplosione di ordigni bellici rappresenta un potenziale rischio per la salute dei lavoratori e dei residenti nei pressi del tracciato;
- *possibile*: ad oggi non è stata localizzata la presenza di ordigni in corrispondenza delle aree di progetto; l'evento deve quindi essere considerato puramente ipotetico;
- *a breve termine*: gli effetti conseguenti al verificarsi di un evento accidentale sono riscontrabili immediatamente;

- *reversibile*: il rischio legato al possibile ritrovamento di ordigni bellici sepolti cessa al termine delle attività di cantiere;
- *strategico*: è sempre necessario garantire la massima sicurezza del luogo di lavoro.

### **8.1.2      *Produzione di rifiuti***

La cantierizzazione dell'infrastruttura viaria comporta la produzione dei seguenti materiali:

- terre e rocce da scavo: materiali di risulta dallo scavo del cassonetto di fondazione della strada;
- rifiuti: materiali di risulta della scarifica del manto stradale esistente relativo alla S.P. 588 dei Due Ponti, alla S.P. 94 e alla S.C. Balsemano, nei tratti d'interconnessione con la tangenziale; altri materiali eterogenei non pericolosi cemento (17 01 01), mattoni (17 01 02), miscugli o scorie di cemento, mattoni, mattonelle e ceramiche diverse da quelle di cui alla voce 170106 (17 01 07)

In questa fase non è possibile valutare in modo attendibile la quantità e la tipologia di rifiuti e materiali prodotti nel cantiere; in via cautelativa l'impatto può essere ritenuto significativo. Si evidenzia inoltre che secondo quanto riportato nella Tavola C4 del PTCP, nell'area di progetto non sono segnalati siti da bonificare per inquinamento da attività produttive e da attività di discarica non controllata. In base alle considerazioni svolte l'impatto può essere classificato come segue:

- *negativo*: se non correttamente gestiti, i rifiuti prodotti in fase di cantiere possono comportare l'insorgenza di effetti negativi su diverse componenti ambientali (atmosfera, acque superficiali e sotterranee, suolo e sottosuolo) e di conseguenza sulla salute umana;
- *certo*: l'apertura del cantiere e la realizzazione dell'opera comporta la produzione di materiali di risulta classificabili o come rifiuti o come terre e rocce da scavo, anche se in questa fase non è possibile determinarne con certezza quantità e tipologia (l'impatto fornito precedentemente è del tutto indicativo);
- *a breve termine*: gli effetti conseguenti alla produzione di rifiuti durante la fase di cantierizzazione dell'opera sono riscontrabili immediatamente;
- *irreversibile*: se non adeguatamente smaltiti i rifiuti prodotti tendono a permanere nell'ambiente;
- *strategico*: l'impatto è considerato significativo in via cautelativa; si evidenzia comunque che nell'area di progetto non sono segnalati siti da bonificare.

### **8.1.3      *Rischio di incidenti per i lavoratori impiegati nel cantiere e per soggetti esterni***

I lavori in progetto riguardano prevalentemente attività di movimentazione terra e sistemazioni stradali. I rischi specifici sono collegati in particolar modo all'utilizzo di macchine operatrici di grande dimensioni in collaborazione con l'uomo. Altro elemento sul quale occorre particolare attenzione è la

predisposizione dell'area di cantiere in funzione del mantenimento della viabilità. Particolare attenzione dovrà inoltre essere posta durante la realizzazione delle opere d'arte.

I principali rischi generati dalle lavorazioni effettuate all'interno del cantiere sono dovuti a:

- movimento materiali;
- inquinamento acustico;
- scavi;
- rischi di incendio;
- sorvolo carichi sospesi su aree esterne al cantiere con conseguente caduta di materiali dall'alto;
- incidenti stradali a causa dell'uscita di automezzi dal cantiere sulla pubblica via;
- inquinamento atmosferico.

L'impatto considerato può essere classificato come segue:

- *negativo*: il rischio di incidenti è un elemento di impatto negativo;
- *possibile*: l'insorgenza dell'impatto è connesso al verificarsi di eventi accidentali;
- *a breve termine*: gli effetti conseguenti al verificarsi di un evento accidentale sono riscontrabili immediatamente;
- *reversibile*: il rischio di incidenti cessa al termine delle attività di cantiere;
- *strategico*: è sempre necessario garantire la massima sicurezza del luogo di lavoro.

## 8.2 FASE DI ESERCIZIO

### 8.2.1 *Rischio di incidenti sulla nuova viabilità*

In fase di esercizio un aspetto che deve essere preso in considerazione riguarda il rischio d'incidenti sul nuovo tracciato stradale. Per gli scopi del presente lavoro l'impatto può essere definito "non strategico" in relazione al fatto che il tracciato stradale prescelto non introduce elementi di rischio presso elementi sensibili (per es. attraversamento di centri abitati), in quanto si sviluppa in un contesto prevalentemente rurale. Le intersezioni sono risolte mediante la realizzazione di rotatorie. D'altra parte è evidente che il possibile incremento del rischio di incidenti sui tratti di nuova viabilità è parzialmente riconducibile ad aspetti che non sono controllabili o mitigabili, né in fase progettuale né in fase di studio di impatto (in primo luogo il rispetto delle norme del codice della strada da parte degli utenti).

Per quanto riguarda la verifica del tracciato (analisi di congruenza delle caratteristiche di composizione planimetrica e altimetrica dell'asse e dell'organizzazione delle sezioni trasversali tipo secondo la normativa di riferimento D.M. 11/05/2001 "Norme funzionali e geometriche per la

costruzione delle strade") si rimanda alla Relazione di progetto. In base alle considerazioni svolte l'impatto può essere classificato come segue:

- *negativo*: il richiamo di traffico sulla nuova viabilità può comportare un incremento del rischio di incidenti;
- *possibile*: il richiamo di traffico sulla nuova viabilità può essere la causa di eventi incidentali;
- *a breve termine*: gli effetti negativi conseguenti al rischio di incidenti sono riscontrabili immediatamente;
- *irreversibile*: l'intervento di progetto si pone obiettivi di massima durata nel tempo;
- *non strategico*: il tracciato stradale prescelto non introduce elementi di rischio presso elementi sensibili (ovvero non comporta l'attraversamento di centri abitati); le livellette ed i raccordi altimetrici adottati per la strada in progetto sono in accordo con la normativa vigente.

### **8.2.2 Diminuzione del rischio di incidenti sulla viabilità esistente**

Nel capoluogo di Busseto a seguito del completamento del sistema di tangenziali si prevede la diminuzione del traffico attualmente transitante per le vie cittadine.

La diminuzione del traffico comporta conseguentemente una diminuzione del rischio d'incidenti. In base alle considerazioni svolte l'impatto può essere classificato come segue:

- *positivo*: la diminuzione del traffico nel capoluogo comunale può comportare una diminuzione del rischio di incidenti;
- *possibile*: la diminuzione di traffico sulla nuova viabilità può essere correlata ad una minore incidentalità;
- *a breve termine*: gli effetti positivi conseguenti alla diminuzione del rischio sono riscontrabili immediatamente;
- *irreversibile*: l'intervento di progetto si pone obiettivi di massima durata nel tempo;
- *non strategico*: la diminuzione del rischio è valutabile in termini probabilistici ma non assoluti, perché subentrano in gioco molteplici altri parametri difficilmente quantificabili.

### **8.2.3 Rischio sismico**

In fase di esercizio è necessario considerare il rischio sismico a cui sono esposte le edificazioni in progetto. L'impatto può essere classificato come segue:

- *negativo*: in caso di evento sismico esiste un rischio per l'incolumità delle persone e per il danneggiamento delle infrastrutture edificate;
- *possibile*: il verificarsi dell'impatto è connesso al manifestarsi di eventi sismici di una certa entità;

Tronco Stradale di collegamento tra la S.P. 588 "Dei Due Ponti" e la S.P. n. 94 "Busseto – Polesine"

- *a lungo termine*: il potenziale rischio non si evidenzia immediatamente con la realizzazione dei manufatti, ma può concretizzarsi solo in presenza di un evento sismico;
- *irreversibile*: l'opera in progetto si pone obiettivi di massima durata e funzionalità del tempo;
- *strategico*: la funzione dell'arteria è quella di essere operativa anche in caso di shock sismico; non sono tuttavia presenti opere d'arte (ponti, viadotti, ecc.), ma il rischio sismico è concreto in relazione a fenomeni di densificazione o liquefazione del terreno di fondazione;

## 9 IMPATTI PER IL SISTEMA INSEDIATIVO, LE CONDIZIONI SOCIO-ECONOMICHE ED I BENI MATERIALI

### 9.1 FASE DI CANTIERE

#### 9.1.1 *Indotti occupazionali del cantiere*

L'attivazione del cantiere genera un impatto positivo sul sistema socio-economico esprimibile in termini di indotti occupazionali (necessità di impiegare forza lavoro per la realizzazione delle opere), anche se in via preliminare non è possibile quantificare con maggiore dettaglio l'entità di questo effetto.

L'impatto considerato può essere classificato come segue:

- *positivo*: gli indotti occupazionali generati dalla cantierizzazione delle opere possono incidere positivamente sulle condizioni socio-economiche locali;
- *certo*: la necessità di impiegare forza lavoro per la realizzazione delle opere comporterà sicuramente l'insorgenza di effetti positivi sul mercato occupazionale;
- *a breve termine*: le ricadute attese sul sistema occupazionale saranno riscontrabili immediatamente;
- *reversibile*: gli effetti del cantiere sul sistema occupazionale sono limitati nel tempo;
- *non strategico*: in relazioni alle caratteristiche dell'intervento non è plausibile ipotizzare effetti significativi e prolungati a scala provinciale o regionale.

#### 9.1.2 *Occupazione fisica delle aree interessate dalla realizzazione dell'opera*

In fase di cantiere l'occupazione fisica delle aree interessate dalla realizzazione della viabilità di progetto (aree occupate dalla sede stradale, dai rilevati, dalle rotatorie) genera un impatto diretto sull'alterazione del valore economico di infrastrutture, manufatti, beni ed attività economiche.

L'impatto considerato può essere classificato come:

- *negativo*: l'occupazione fisica delle aree, comporta un perdita di superficie fondiaria utilizzabile per scopi diversi;
- *certo*: la realizzazione dell'opera comporta l'occupazione fisica delle aree necessarie per accogliere l'infrastruttura;
- *a breve termine*: la realizzazione dell'opera comporta certamente l'occupazione di terreni;
- *irreversibile*: le aree sono occupate in via definitiva;
- *non strategico*: la superficie complessiva delle aree è relativamente limitata.

### **9.1.3      *Frammentazione dei mappali interessati del tracciato di progetto***

Un impatto indiretto sull'alterazione del valore economico d'infrastrutture, manufatti, beni e attività economiche consiste nella frammentazione dei mappali interessati dal tracciato di progetto. I residuati e/o le aree intercluse, per quanto non direttamente occupate dalla sede stradale, sono zone difficilmente utilizzabili per scopi agricoli o insediativi; molto spesso queste aree sono abbandonate, restando incolte ed improduttive e divenendo esse stesse fonte di degrado ambientale.

L'impatto considerato può essere classificato come:

- *negativo*: la frammentazione dei mappali interessati dal tracciato di progetto genera la formazione di residuati e/o di aree intercluse che, per quanto non direttamente occupate dalla sede stradale, sono difficilmente utilizzabili per scopi agricoli o insediativi;
- *certo*: la realizzazione dell'opera comporta la necessità di espropriare i terreni con la formazione, in alcuni casi, di aree residuali e zone intercluse;
- *a breve termine*: la formazione di mappali residuati o di aree intercluse si riscontra immediatamente;
- *irreversibile*: la frammentazione dei mappali introdotta dalla realizzazione della strada è permanente;
- *non strategico*: in relazione alla limitata superficie complessiva delle aree residuali generate; si rende comunque necessario tener conto di questi aspetti, inserendo nel piano particolare di esproprio anche i residuati.

### **9.1.4      *Impatti attesi a carico della rete tecnologica***

Un altro impatto atteso in fase di cantiere a carico del sistema infrastrutturale riguarda la presenza di interferenze tra l'opera in progetto e la rete tecnologica esistente (presenza di linee elettriche aeree a media e bassa tensione, rete telefonica e metanodotto). L'impatto considerato è classificabile come segue:

- *negativo*: l'interferenza tra il tracciato stradale e la rete infrastrutturale può generare problemi durante la cantierizzazione delle opere e durante le operazioni di manutenzione ordinaria e/o di riparazione in caso di guasto delle infrastrutture interferite;
- *certo*: la realizzazione dell'opera renderà inevitabile l'interferenza con alcuni degli elementi della rete infrastrutturale individuati in cartografia (in particolare per gli elementi interrati);
- *a breve termine*: l'interferenza tra la viabilità di progetto e la viabilità ordinaria è riscontrata immediatamente;
- *reversibile*: l'interferenza è limitata alla fase di cantiere;

- *strategico*: durante la cantierizzazione dell'opera (e anche nella successiva fase di esercizio) è necessario garantire la funzionalità del sistema infrastrutturale (risoluzione ottimale delle interferenze riscontrate in situ).

#### **9.1.5 Impatti attesi a carico della mobilità**

L'impatto riguarda le interferenze generate dalla cantierizzazione dell'opera a carico della mobilità esistente sulla S.C. Balsemano, sulla S.P. 588 dei Due Ponti e sulla S.P. 94 Busseto – Polesine.

Se non adeguatamente risolte, queste interferenze potrebbero causare disagi sia per il traffico locale (accesso ad alcune abitazioni rurali) che per il traffico di attraversamento in transito sulla viabilità. L'impatto considerato è classificabile come segue:

- *negativo*: l'interferenza tra il tracciato stradale ed alcuni elementi del sistema viario esistente può causare disagi per il traffico locale e per il traffico di attraversamento;
- *certo*: la realizzazione dell'opera genera alcune interferenze a carico della viabilità esistente;
- *a breve termine*: l'interferenza tra la viabilità di progetto e la viabilità esistente è riscontrabile immediatamente;
- *reversibile*: l'interferenza è limitata alla fase di cantiere e risolvibile mediante la deviazione del traffico sui tratti di rotatoria in costruzione;
- *strategico*: durante la cantierizzazione è necessario pianificare gli interventi che interessano la viabilità principale in modo da garantire la continuità dei collegamenti.

#### **9.1.6 Impatti dovuti al transito dei mezzi pesanti nel tragitto cava - cantiere**

Un'altra tipologia di impatto che non deve essere trascurata in fase di cantiere, riguarda gli effetti dovuti al transito di mezzi pesanti lungo il tragitto cava-cantiere (conferimento in cantiere dei materiali inerti necessari alla realizzazione dell'opera). In questi termini gli impatti sul sistema infrastrutturale devono essere intesi sia come rischio di congestionsamento della viabilità esistente, sia come effetti negativi sul sistema insediativo conseguenti al transito dei camion, quali produzione di polveri e rumori; è opportuno sottolineare che questi aspetti possono interessare anche elementi di viabilità non direttamente coinvolti dal tracciato di progetto. Per identificare gli effetti di questo impatto è necessario localizzare i siti di approvvigionamento in grado di fornire le materie prime necessarie alla realizzazione dell'opera ed identificare i percorsi che potranno essere utilizzati per coprire la distanza cava-cantiere.

I siti di approvvigionamento compatibili in termini di materiali da costruzione e distanza dall'area di progetto sono:

- Polo S1: Zibello- Roccabianca per la fornitura di Sabbie;
- Polo S2: Polesine Parmense per la fornitura di Sabbie;

## Tronco Stradale di collegamento tra la S.P. 588 "Dei Due Ponti" e la S.P. n. 94 "Busseto – Polesine"

- AC56: Ghiaie di Mezzo in Comune di Noceto per la fornitura di Ghiaie;
- AC57: Marchetta in Comune di Noceto per la fornitura di Ghiaie;
- AC58: La Bettola in Comune di Noceto per la fornitura di Ghiaie.

L'impatto causato dai mezzi pesanti in transito dalla cava al cantiere non può essere trascurato, a maggior ragione per un'opera pubblica quale quella oggetto del presente studio; per questo motivo, in fase di progettazione esecutiva dovrebbero per quanto possibile essere predilette, quali fonti di approvvigionamento di materiali inerti, le cave che risulteranno meno impattanti sul sistema infrastrutturale e insediativo (cave con disponibilità di materiali, relativamente vicine all'area di cantiere e servite da viabilità idonee).

Occorre peraltro evidenziare che in fase di esecuzione dell'opera i quantitativi oggi indicati potrebbero non essere più disponibili, oltre al fatto che la Ditta che realizzerà l'intervento potrebbe comunque reperire i materiali inerti necessari alla realizzazione dell'opera anche presso altri siti non menzionati (ad es. per ragioni di opportunità economica, di qualità dei materiali, per la disponibilità di cave in proprietà, ecc.).

L'impatto considerato è classificabile come segue:

- *negativo*: il transito dei messi pesanti lungo il tragitto cava – cantiere può causare il congestionamento della viabilità esistente, ed avere effetti negativi sul sistema insediativo, quali produzione di polveri e rumori;
- *certo*: la realizzazione dell'opera renderà inevitabile la necessità di trasportare i materiali inerti nelle aree di cantiere;
- *a breve termine*: il transito dei mezzi pesanti può essere riscontrato immediatamente;
- *reversibile*: il transito dei mezzi pesanti per il trasporto dei materiali è limitato alla fase di cantiere;
- *strategico*: occorrerà gestire correttamente le modalità di approvvigionamento dei materiali inerti necessari per la realizzazione dell'opera; occorre sottolineare che nell'analisi preliminare effettuata sono stati individuati alcuni poli ed ambiti estrattivi dotati di una buona disponibilità di materiali inerti, sufficientemente vicini all'area di cantiere.

## 9.2 FASE DI ESERCIZIO

### 9.2.1 *Impatti per il sistema della viabilità*

In fase di esercizio gli impatti attesi riguardano innanzitutto il riassetto e la razionalizzazione del sistema della mobilità. L'impatto considerato può essere classificato come segue:

- *positivo*: la realizzazione dell'opera permetterà di riorganizzare la mobilità a scala comunale, scaricando parte del traffico attualmente insistente sul capoluogo comunale sul nuovo tratto viario;
- *certo*: la realizzazione dell'opera consentirà di drenare parte del traffico veicolare che attualmente interessa il capoluogo comunale;
- *a breve termine*: gli effetti dovuti allo spostamento del traffico saranno riscontrabili immediatamente;
- *irreversibile*: l'intervento di progetto si pone obiettivi di massima durata e funzionalità nel tempo;
- *strategico*: in funzione del ruolo assunto dall'opera nel sistema della mobilità comunale e anche perè rappresenta il completamento del sistema di tangenziale di Busseto.

### 9.2.2 *Alterazione del valore economico di infrastrutture, manufatti, beni ed attività economiche*

In fase di esercizio gli impatti attesi possono essere espressi in funzione della possibile diminuzione del valore di mercato delle abitazioni interessate dal tracciato dell'opera.

La valutazione della strategicità dell'impatto è stata effettuata in funzione degli elementi che possono causare la diminuzione del valore di mercato delle abitazioni. Nel caso di un'infrastruttura stradale, gli elementi da prendere in considerazione per una valutazione oggettiva della potenziale svalutazione degli immobili sono sostanzialmente tre:

- 1) inquinamento atmosferico prodotto dalla strada in fase di esercizio;
- 2) inquinamento acustico prodotto dalla strada in fase di esercizio;
- 3) alterazione paesaggistica prodotta dal rilevato stradale e da altre opere accessorie

Tutti i parametri elencati sono stati analizzati in dettaglio in alcuni capitoli precedenti (capitolo 2 per la componente ambientale "Atmosfera e clima", capitolo 3 per la componente ambientale "Rumore e vibrazioni", capitolo 7 per la componente ambientale "Paesaggio e patrimonio storico-culturale");

L'impatto considerato è classificabile come segue:

- *negativo*: l'infrastruttura stradale può generare una svalutazione economica degli immobili posti nelle vicinanze del tracciato;
- *possibile*: le fluttuazioni dei prezzi di mercato delle abitazioni sono spesso collegate a diversi fattori causali, non necessariamente connessi alla realizzazione della strada;

Tronco Stradale di collegamento tra la S.P. 588 "Dei Due Ponti" e la S.P. n. 94 "Busseto – Polesine"

- *a breve termine*: gli effetti sulla svalutazione economica degli immobili dovuta alla realizzazione dell'opera saranno riscontrabili immediatamente;
- *irreversibile*: l'intervento di progetto si pone obiettivi di massima durata e funzionalità, ed è quindi logico ipotizzare che la svalutazione economica degli immobili sia un fenomeno destinato a permanere nel tempo;
- *non strategico*: l'intervento di progetto interessa aree rurali poco abitate; i pochi ricettori interessati sono sufficientemente distanti dal tracciato stradale in previsione.

## 10 SINERGIE DI IMPATTO AMBIENTALE

Le sinergie di impatto ambientale sono gli elementi o le condizioni particolari dell'ambiente suscettibili di esaltare o abbattere le perturbazioni sull'ambiente indotte dalle interferenze iniziali dell'opera. Nel caso considerato, sono di seguito riportate le sinergie tra l'opera di progetto e le caratteristiche ambientali e territoriali dell'area di intervento.

### 10.1 HAZARD DI ORIGINE FISICA

#### 10.1.1 *Condizioni meteo-climatiche particolari: persistenza di condizioni di inversione termica*

Come evidenziato nel Quadro di Riferimento Ambientale il bacino padano, essendo un sistema relativamente chiuso circondato dalle catene montuose delle Alpi e degli Appennini, risente in modo particolare dell'inquinamento indotto dall'attività antropica.

Nella pianura padana la diffusione delle polveri e dei gas si concentra infatti nei primi 600 metri dell'atmosfera, in quanto i frequenti fenomeni di inversione termica in quota limitano il movimento verticale dell'aria e le catene montuose ne ostacolano quello orizzontale.

Di conseguenza le masse d'aria inquinata normalmente ristagnano prima di spostarsi con lentezza in altri luoghi, generando l'insorgenza di fenomeni di inquinamento critici, soprattutto nei grandi centri abitati. Nella stagione invernale si hanno le condizioni di maggiore emergenza, in quanto la frequente presenza di formazioni nebbiose e di calme anemologiche determina un rallentamento ulteriore del ricambio delle masse d'aria e l'elevato grado di umidità facilita la ricaduta al suolo delle sostanze trasportate.

La persistenza di condizioni di inversione termica costituisce un fattore di sinergia negativa (ovvero un fattore di amplificazione del rischio) per tutte le tipologie di impatto che prendono in considerazione gli effetti dovuti all'emissione (certa o possibile) di sostanze inquinanti in atmosfera, ovvero:

- Produzione e diffusione di polveri (§ 2.1.1);
- Emissioni gassose inquinanti prodotte dai mezzi d'opera e da altre attività di cantiere (2.1.2);
- Emissioni gassose inquinanti da traffico veicolare richiamato dall'infrastruttura (§ 2.2.1).

### 10.2 HAZARD DI ORIGINE ANTROPICA

#### 10.2.1 *Errori del personale impiegato nel cantiere*

Gli errori del personale impiegato nel cantiere possono consistere nell'adozione di comportamenti inadeguati durante la realizzazione dei manufatti e delle opere d'arte o durante le operazioni di smaltimento dei reflui e dei rifiuti prodotti o nell'inosservanza delle normali misure di sicurezza sul luogo di lavoro (inosservanza norme antinfortunistiche, esecuzione di manovre pericolose, ecc.).

**Tronco Stradale di collegamento tra la S.P. 588 “Dei Due Ponti” e la S.P. n. 94 “Busseto – Polesine”**

Gli eventuali errori compiuti dal personale impiegato nel cantiere costituiscono un fattore di sinergia negativa per le seguenti tipologie di impatto:

- Sversamenti accidentali in acque superficiali e sotterranee (§ 4.1.1, § 4.1.2);
- Scarichi idrici del cantiere (§ 4.1.3);
- Rischio di ritrovamenti di interesse storico o archeologico (§ 7.1.2);
- Ritrovamento ordigni bellici sepolti (§ 8.1.1)
- Produzione di rifiuti (§ 8.1.2);
- Rischio di incidenti per i lavoratori impiegati nel cantiere (§ 8.1.3).

## 11 DETERMINAZIONE DEI PUNTEGGI E DEI GIUDIZI DI IMPATTO

### 11.1 FASE DI CANTIERE

La Tabella 11.1 riporta i punteggi di impatto attesi in fase di cantiere a carico delle componenti ambientali indagate; i punteggi sono calcolati utilizzando i metodi descritti nei precedenti capitoli.

Il giudizio di impatto permette di definire in modo oggettivo le tipologie di impatto per le quali si ritiene necessario prevedere l'adozione di specifiche misure di mitigazione, che saranno descritte in dettaglio nel Capitolo 12.

Tabella 11.1 – “Punteggi di impatto” e “Giudizi di impatto” suddivisi per componenti ambientali bersaglio (Fase di cantiere).

1. FASE DI CANTIERE																
Componente ambientale bersaglio	Tipologia di impatto (fattori primari e/o secondari di interferenza sull'ambiente)	Tipizzazione dell'impatto												Sinergie di impatto ambientale SP=sinergie positive; SN=sinergie negative	Punteggio di impatto	Giudizio di impatto
		P (+)	N (-)	PS (0,5)	C (1)	BT (0,5)	LT (1)	R (0,5)	I (1)	NS (0,5)	S (1)	SP (+0,5)	SN (-0,5)			
Atmosfera e clima (§ 2)	Produzione e diffusione di polveri (§ 2.1.1)		-		-1	-0,5		-0,5			-1		-0,5	-3,5	Impatto negativo "alto"; misure di mitigazione necessarie	
	Emissione gassose inquinanti prodotte dai mezzi d'opera e da altre attività di cantiere (§ 2.1.2)		-		-1	-0,5		-0,5			-1		-0,5	-3,5	Impatto negativo "alto"; misure di mitigazione necessarie	
	Inquinamento luminoso prodotto dai sistemi di illuminazione (§ 2.1.3)		-	-0,5		-0,5		-0,5		-0,5				-2	Impatto negativo "basso"; misure di mitigazione non necessarie	
Rumore e vibrazioni (§ 3)	Propagazione di emissioni acustiche all'interno dell'area di cantiere (§ 3.1.1)		-		-1	-0,5		-0,5			-1			-3	Impatto negativo "medio"; misure di mitigazione necessarie	
	Propagazione di emissioni acustiche all'esterno dell'area di cantiere (§ 3.1.2)		-		-1	-0,5		-0,5			-1			-3	Impatto negativo "medio"; misure di mitigazione necessarie	

## Tronco Stradale di collegamento tra la S.P. 588 "Dei Due Ponti" e la S.P. n. 94 "Busseto – Polesine"

	Propagazione di vibrazioni all'interno dell'area di cantiere (§ 3.1.3)	-	-1	-1	-0,5	-1	-3,5	Impatto negativo "alto"; misure di mitigazione necessarie
	Propagazione di vibrazioni all'esterno dell'area di cantiere (§ 3.1.4)	-	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-2	Impatto negativo "basso"; misure di mitigazione non necessarie
Acque superficiali e sotterranee (§ 4)	Sversamenti accidentali in acque superficiali (§ 4.1.1)	-	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	Impatto negativo "basso"; misure di mitigazione non necessarie
	Sversamenti accidentali in acque sotterranee (§ 4.1.2)	-	-0,5	-1	-0,5	-0,5	-0,5	Impatto negativo "medio"; misure di mitigazione necessarie
	Scarichi idrici del cantiere (§ 4.1.3)	-	-1	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	Impatto negativo "medio"; misure di mitigazione necessarie
	Interferenze a carico del reticolo idrografico superficiale (§ 4.1.4)	-	-1	-0,5	-1	-1	-3,5	Impatto negativo "alto"; misure di mitigazione necessarie
Suolo e sottosuolo (§ 5)	Impermeabilizzazione di suolo (§ 5.1.1)	-	-1	-0,5	-1	-0,5	-3	Impatto negativo "medio"; misure di mitigazione necessarie
	Asportazione e stoccaggio del terreno vegetale (§ 5.1.2)	-	-1	-0,5	-0,5	-0,5	-2,5	Impatto negativo "basso"; misure di mitigazione comunque necessarie
	Consumo di risorse non rinnovabili (§ 5.1.3)	-	-1	-0,5	-1	-1	-3,5	Impatto negativo "alto"; misure di mitigazione necessarie
	Occupazione temporanea delle superfici destinate all'allestimento del cantiere (§ 5.1.4)	-	-1	-0,5	-0,5	-0,5	-2,5	Impatto negativo "basso"; misure di mitigazione non necessarie
Flora, vegetazione, fauna ed ecosistemi (§ 6)	Distruzione di elementi vegetazionali preesistenti (§ 6.1.1)	-	-1	-0,5	-1	-0,5	-3	Impatto negativo "medio"; misure di mitigazione necessarie

## Tronco Stradale di collegamento tra la S.P. 588 "Dei Due Ponti" e la S.P. n. 94 "Busseto – Polesine"

	Elementi di disturbo per la fauna (§ 6.1.2)	-		-1	-0,5		-0,5		-0,5				<b>-2,5</b>	Impatto negativo "basso"; misure di mitigazione non necessarie
Paesaggio e patrimonio storico-culturale (§ 7)	Intrusione visuale (§ 7.1.1)	-		-1	-0,5		-0,5		-0,5				<b>-2,5</b>	Impatto negativo "basso"; misure di mitigazione non necessarie
	Rischio di ritrovamenti di interesse storico o archeologico (§ 7.1.2)	-	-0,5		-0,5			-1		-1		-0,5	<b>-3,5</b>	Impatto negativo "alto"; misure di mitigazione necessarie
Benessere dell'uomo e rischi di incidente (§ 8)	Ritrovamento di ordigni bellici sepolti (§ 8.1.1)	-	-0,5		-0,5		-0,5		-1		-0,5	<b>-3</b>	Impatto negativo "medio"; misure di mitigazione necessarie	
	Produzione di rifiuti (§ 8.1.2)	-		-1	-0,5		-0,5		-1		-0,5	<b>-3,5</b>	Impatto negativo "alto"; misure di mitigazione necessarie	
	Rischio di incidenti per i lavoratori impiegati nel cantiere (§ 8.1.3)	-	-0,5		-0,5		-0,5		-1		-0,5	<b>-3</b>	Impatto negativo "medio"; misure di mitigazione necessarie	
Sistema insediativo, condizioni socio-economiche e beni materiali (§ 9)	Indotti occupazionali del cantiere (§ 9.1.1)	+		1	0,5		0,5		0,5				<b>2,5</b>	Impatto positivo
	Occupazione fisica delle aree interessate dall'opera (§ 9.1.2)	-		-1	-0,5			-1	-0,5				<b>-3</b>	Impatto negativo "medio"; misure di mitigazione necessarie
	Frammentazione dei mappali interessati dal tracciato di progetto (§ 9.1.3)	-		-1	-0,5			-1	-0,5				<b>-3</b>	Impatto negativo "basso"; misure di mitigazione comunque necessarie
	Impatto atteso a carico della rete infrastrutturale (§ 9.1.4)	-		-1	-0,5		-0,5		-1				<b>-3</b>	Impatto negativo "medio"; misure di mitigazione necessarie
	Impatto atteso a carico della mobilità (§ 9.1.5)	-		-1	-0,5		-0,5		-1				<b>-3</b>	Impatto negativo "medio"; misure di mitigazione necessarie
	Transito dei mezzi pesanti nel tragitto cava – cantiere sulla viabilità ordinaria. (9.1.6)	-		-1	-0,5		-0,5		-1				<b>-3</b>	Impatto negativo "medio"; misure di mitigazione necessarie

## 11.2 FASE DI ESERCIZIO

La Tabella 11.2 riporta i punteggi d'impatto attesi in fase di esercizio a carico delle componenti ambientali indagate; i punteggi sono calcolati utilizzando i metodi descritti nel capitolo 2. Il giudizio di impatto permette di definire in modo oggettivo le tipologie di impatto per le quali si ritiene necessario prevedere l'adozione di specifiche misure di mitigazione, che saranno descritte in dettaglio nel capitolo 12.

Tabella 11.2 – “Punteggi di impatto” e “Giudizi di impatto” suddivisi per componenti ambientali bersaglio (Fase di esercizio).

2-FASE DI ESERCIZIO														
Componente ambientale bersaglio	Tipologia di impatto (fattori primari e/o secondari di interferenza sull'ambiente)	Tipizzazione dell'impatto										Sinergie di impatto ambientale SP=sinergie positive; SN=sinergie negative	Punteggio di impatti	Giudizio di impatto
		P (+)	N (-)	PS (0,5)	C 1	BT (0,5)	LT 1	R (0,5)	I 1	NS (0,5)	S 1			
Atmosfera e clima (\\$ 2)	Emissioni gassose inquinanti da traffico richiamato dalla nuova viabilità (\\$ 2.2.1)	-	-0,5		-0,5			-1	-0,5			-0,5	-3	Impatto negativo "medio"; misure di mitigazione non necessarie
	Diminuzione delle emissioni gassose sulla viabilità esistente (\\$ 2.2.2)	+		0,5		0,5		1	0,5				2,5	Impatto positivo
	Produzione e diffusione di polveri in fase di manutenzione (\\$ 2.2.3)	-		-1	-0,5		-0,5		-0,5				-2,5	Impatto negativo "basso"; misure di mitigazione non necessarie
	Inquinamento luminoso (\\$ 2.2.4)	-		-1	-0,5			-1	-0,5				-3	Impatto negativo "medio"; misure di mitigazione comunque necessarie
Rumore e vibrazioni (\\$ 3)	Emissioni acustiche generate dal richiamo di traffico veicolare (\\$ 3.2.1)	-		-1	-0,5			-1	-0,5				-3	Impatto negativo "medio"; misure di mitigazione non necessarie
	Diminuzione delle emissioni acustiche sulla viabilità esistente (\\$ 3.2.2)	+		1	0,5			1	0,5				3	Impatto positivo

## Tronco Stradale di collegamento tra la S.P. 588 "Dei Due Ponti" e la S.P. n. 94 "Busseto – Polesine"

	Vibrazioni generate dal transito dei mezzi sulla nuova viabilità (§ 3.2.3)	-	-0,5		-0,5			-1	-0,5				-2,5	Impatto negativo "basso"; misure di mitigazione non necessarie
Acque superficiali e sotterranee (§ 4)	Inquinamento delle acque superficiali causato dal dilavamento della sede stradale (§ 4.2.1)	-		-1	-0,5			-1	-0,5				-3	Impatto negativo "medio"; misure di mitigazione non necessarie
	Inquinamento delle acque sotterranee causato dal dilavamento della sede stradale (§ 4.2.2)	-		-1		-1	-0,5		-0,5				-3	Impatto negativo "medio"; misure di mitigazione non necessarie
	Sversamenti accidentali in acque superficiali (§ 4.2.3)	-	-0,5		-0,5		-0,5		-0,5				-2	Impatto negativo "basso"; misure di mitigazione non necessarie
	Sversamenti accidentali in acque sotterranee (§ 4.4)	-	-0,5			-1	-0,5		-0,5				-2,5	Impatto negativo "medio"; misure di mitigazione non necessarie
	Difficoltà di smaltimento delle acque di dilavamento della sede stradale (§ 4.5)	-		-1	-0,5			-1		-1			-3,5	Impatto negativo "alto"; misure di mitigazione necessarie
	Rischio idraulico (§ 4.2.6)	-	-0,5		-0,5			-1		-1			-3	Impatto negativo "medio"; misure di mitigazione comunque necessarie
Suolo e sottosuolo (§ 5)	Alterazione dell'assetto fisico del territorio (§ 5.2.1)	-		-1	-0,5			-1	-0,5				-3	Impatto negativo "medio"; misure di mitigazione non necessarie
Flora, vegetazione, fauna ed ecosistemi (§ 6)	6.2.1 Introduzione di elementi di disturbo a carico degli ecosistemi e degli agroecosistemi esistenti (§ 6.2.1)	-		-1	-0,5			-1	-0,5				-3	Impatto negativo "medio"; misure di mitigazione non necessarie
	6.2.2 Effetto-barriera ed altri elementi di disturbo per la fauna (§ 6.2.2)	-		-1	-0,5			-1	-0,5				-3	Impatto negativo "basso"; misure di mitigazione comunque necessarie
	6.2.3 Realizzazione di siepi e filari con funzioni paesaggistiche ed ambientali (§ 6.2.3)	+		1	0.5			1	0.5				3	Impatto positivo

## Tronco Stradale di collegamento tra la S.P. 588 "Dei Due Ponti" e la S.P. n. 94 "Busseto – Polesine"

	6.2.4 Diffusione di specie vegetali infestanti (§ 6.2.4)		-	-0.5		-0,5			-1	-0,5				-2,5	Impatto negativo "basso"; misure di mitigazione non necessarie
Paesaggio e patrimonio storico-culturale (§ 7)	Ostruzione visuale (§ 7.2.1)		-		-1	-0,5			-1	-0,5				-3	Impatto negativo "medio"; misure di mitigazione non necessarie
	Intrusione visuale (§ 7.2.2)		-		-1	-0,5			-1	-0,5				-3	Impatto negativo "medio"; misure di mitigazione non necessarie
Benessere dell'uomo e rischi di incidente (§ 8)	Rischio di incidenti sulla nuova viabilità (§ 8.2.1)		-	-0,5		-0,5			-1	-0,5				-2,5	Impatto negativo "medio"; misure di mitigazione non necessarie
	Diminuzione del rischio di incidenti sulla viabilità esistente (§ 8.2.2)	+		0,5		0,5			1	0,5				2,5	Impatto positivo
	Rischio sismico (§ 8.2.3)		-	-0,5			-1		-1		-1			-3,5	Impatto negativo "alto"; misure di mitigazione necessarie
Sistema insediativo, condizioni socio-economiche e beni materiali (§ 9)	Impatti sul sistema della viabilità (§ 9.2.1)	+			1	0,5			1		1			3,5	Impatto positivo
	Alterazione del valore economico di infrastrutture, manufatti beni e attività economiche (§ 9.2.2)		-	-0,5		-0,5			-1	-0,5				-2,5	Impatto negativo "medio"; misure di mitigazione non necessarie

## 12 MISURE DI MITIGAZIONE

### 12.1 FASE DI CANTIERE

#### 12.1.1 *Misure di mitigazione per la produzione e diffusione di polveri*

##### 12.1.1.1 *Tutela della salute dei lavoratori operanti in cantiere*

A tutela della salute dei lavoratori operanti nel cantiere devono essere osservate le seguenti indicazioni:

- le principali attività lavorative devono essere condotte all'interno dei mezzi d'opera;
- i mezzi d'opera devono essere opportunamente cabinati e climatizzati;
- gli sportelli dei mezzi d'opera devono rimanere chiusi;
- obbligo d'utilizzo dei Dispositivi di Protezione Individuale (DPI) per i lavoratori impiegati nelle mansioni che comportano la produzione di polveri (maschere con filtri antipolvere di classe FFP2);
- gli addetti ai lavori devono essere sottoposti a controlli medici semestrali, finalizzati a valutare il rischio di contrazione della silicosi a causa dell'esposizione alla polvere di silice;
- per i lavoratori è obbligatoria l'assicurazione per la silicosi, regolata da norme speciali dalla Legge 455/43, DPR 648/56, DPR 1124/65, Legge 780/75, che comportano la necessità di accertamenti tecnico-igienistici, validi anche in sede di contenzioso giudiziario ed extra-giudiziario.

##### 12.1.1.2 *Trattamento e movimentazione del materiale*

Per il trattamento e movimentazione del materiale devono essere osservate le seguenti indicazioni:

- agglomerazione della polvere mediante umidificazione del materiale attraverso l'irrorazione controllata;
- adottare processi di movimentazione dei materiali con scarse altezze di getto, basse velocità di uscita e contenitori di raccolta chiusi;
- ridurre al minimo i lavori di raduno, ossia la riunione di materiale sciolto nei luoghi di trasbordo; in ogni caso proteggere i punti di raduno dal vento;
- nei tratti prospicienti a ricettori abitati prevedere la sospensione dei lavori durante le giornate ventose (con velocità del vento > 6 m/s); i lavori sono interrotti e ripresi solamente con il successivo miglioramento delle condizioni meteo-climatiche; per controllare i giorni ventosi in cantiere dovrà essere posizionato un anemometro.

##### 12.1.1.3 *Depositi dei materiali*

Per i depositi dei materiali devono essere osservate le seguenti indicazioni:

- evitare il deposito anche temporaneo, se non strettamente necessario, dei materiali di cantiere;
- occorre organizzare il lavoro in modo tale che i materiali di risulta dagli scavi e dalle scarificazioni siano immediatamente caricati sui mezzi di trasporto;
- anche i materiali da costruzione devono essere immediatamente impiegati appena arrivano in cantiere cercando di evitare accumuli temporanei, se non strettamente necessari;
- osservare le disposizioni riferite alla sospensione dei lavori durante le giornate ventose descritte precedentemente.

#### **12.1.1.4      *Arene di circolazione nei cantieri***

Per le aree di circolazione nei cantieri devono essere osservate le seguenti indicazioni:

- periodica pulizia, irrorazione e umidificazione delle piste di cantiere e delle eventuali superfici già asfaltate;
- limitazione della velocità dei mezzi d'opera su tutte le aree di cantiere (v max. 30 km/h);
- nelle operazioni di conferimento in cantieri di materiali inerti (sabbie, ghiaie) garantire l'utilizzo di mezzi pesanti con cassoni telonati per limitare ulteriormente il sollevamento e la dispersione verso le aree limitrofe di polveri e frazioni fini.

Tra i vari aspetti elencati precedentemente, la periodica irrorazione ed umidificazione delle piste e delle aree di cantiere è una pratica fondamentale per garantire un significativo abbattimento delle polveri emesse durante la fase di realizzazione dell'opera (PM tot. e PM<sub>10</sub>). Dai dati disponibili in bibliografia emerge infatti che la bagnatura delle piste e dei piazzali può comportare una riduzione dell'emissione di polveri totali di oltre il 97% ed una riduzione delle PM<sub>10</sub> di oltre il 95% (rif. "Compilation of air pollutant emission factors" - EPA -, Volume I Stationary Point and Area Sources (Fifth Edition)".

#### **12.1.2      *Misure di mitigazione per le emissioni gassose inquinanti prodotte dai mezzi d'opera e da altre attività di cantiere***

##### **12.1.2.1      *Requisiti di macchine e apparecchi impiegabili in cantiere***

Per quanto riguarda i mezzi d'opera utilizzati in cantiere dovranno essere rispettate le seguenti indicazioni:

- equipaggiamento e periodica manutenzione di macchine e apparecchi con motore a combustione secondo le indicazioni del fabbricante;
- per macchine e apparecchi con motori a combustione < 18 kW la periodica manutenzione deve essere documentata (es. con adesivo di manutenzione);
- tutte le macchine e tutti gli apparecchi con motori a combustione ≥ 18 kW devono:

- a) essere identificabili;
  - b) essere controllati periodicamente (controllo delle emissioni dei motori, controllo dei filtri per particolato, ecc.) ed essere muniti di un corrispondente documento di manutenzione del sistema antinquinamento;
  - c) essere muniti di un adeguato contrassegno dei gas di scarico;
- in caso di impiego di motori diesel, utilizzare ove tecnicamente ed economicamente possibile macchine e apparecchi muniti di sistemi di filtri per particolato.

#### **6.1.2.2 Processi di lavoro termici**

Per quanto riguarda i processi di lavoro termici effettuati in cantiere (es. opere di pavimentazione stradale) dovranno essere rispettate le seguenti indicazioni:

- privilegiare impiego di bitumi con basso tasso di emissione d'inquinanti atmosferici (tendenza all'esalazione di fumo);
- privilegiare l'impiego di emulsioni bituminose anziché di soluzioni di bitume (opere di pavimentazione stradale);
- riduzione della temperatura di lavorazione mediante la scelta di leganti adatti;
- impiego di mastice d'asfalto e bitume a caldo con bassa tendenza di esalazione di fumo; le temperature di lavorazione non devono superare i seguenti valori
  - a) mastice d'asfalto, posa a macchina: 220 °C;
  - b) mastice d'asfalto, posa a mano: 240 °C;
  - c) bitume a caldo: 190 °C;
- impiego di caldaie chiuse con regolatori della temperatura.

#### **12.1.3 Misure di mitigazione per la propagazione di emissioni acustiche all'interno dell'area di cantiere**

Ai sensi del titolo VIII del D.Lgs. 81/2008, art. 190, il Datore di lavoro dovrà effettuare una Valutazione del Rischio derivante dall'esposizione degli operatori al rumore in ambiente di lavoro. La Valutazione dovrà essere effettuata con cadenza almeno quadriennale da parte di personale qualificato, anche considerando la presenza di eventuali interazioni ed effetti sinergici che possono incrementare il rischio, quali ad es. l'esposizione a vibrazioni, la presenza nel cantiere di rumori impulsivi, l'effetto e la percezione dei segnali acustici di sicurezza installati sulle macchine operatrici, l'eventuale esposizione a sostanze ototossiche.

Per quanto riguarda quest'ultimo aspetto, si ricorda a titolo indicativo che tra le sostanze ototossiche sono incluse diverse tipologie di diluenti, le miscele di solventi, i combustibili e l'acquaragia, ecc., il cui

## Tronco Stradale di collegamento tra la S.P. 588 "Dei Due Ponti" e la S.P. n. 94 "Busseto – Polesine"

eventuale utilizzo in cantiere dovrà essere valutato da parte del Datore di lavoro (rif. bibliografici: Morata, T.C., Chemical exposure as a risk factor for hearing loss. JOEM 2003; 45 (7): 676-682; Gobba, F., Occupational exposure to chemicals and sensory organs: a neglected research field. Neurotoxicology 2003; 24: 675-691; sito WEB [www.cdc.gov/niosh](http://www.cdc.gov/niosh)).

La Valutazione del Rischio e l'adozione di tutte le misure tecniche e gestionali finalizzate alla riduzione al minimo del rischio stesso dovranno essere effettuate in ogni caso, anche qualora i parametri siano inferiori al valore di azione stabilito dalla normativa vigente. A tale proposito si ricorda che i parametri acustici di riferimento da prendere in considerazione nella Valutazione del Rischio sono il Livello di esposizione giornaliera ( $L_{EX,8h}$ , dBA), definito come il livello equivalente di pressione sonora a cui è esposto il lavoratore riferito ad un'esposizione normalizzata di 8 ore, ed il Livello di picco ( $L_{peak}$ , dBC), che fornisce un'indicazione dell'esposizione del lavoratore a singoli eventi acustici particolarmente intensi, potenzialmente dannosi per l'udito.

In caso di superamento del valore inferiore di azione stabilito dalla normativa ( $L_{EX,8h} > 80$  dBA e/o  $L_{peak} > 135$  dBC) sarà obbligatoria la misurazione dei parametri acustici con metodi e apparecchiature adeguate, l'informazione e la formazione dei lavoratori sui temi inerenti, i controlli sanitari (da effettuarsi solo su esplicita richiesta del lavoratore e/o del medico competente), la fornitura dei Dispositivi di Protezione Individuale uditivi (DPI-u).

In caso di superamento del valore superiore di azione ( $L_{EX,8h} > 85$  dBA e/o  $L_{peak} > 137$  dBC) sarà necessaria la misurazione, l'informazione e la formazione dei lavoratori sui temi inerenti, i controlli sanitari obbligatori, l'utilizzo dei Dispositivi di Protezione Individuale uditivi (DPI-u), la segnalazione, la perimetrazione e la limitazione all'accesso delle aree in cui il valore limite viene superato, nonché l'adozione di uno specifico programma di bonifica finalizzato a contenere il rischio derivante dall'esposizione al rumore. In caso di superamento del valore limite di esposizione ( $L_{EX,8h} > 87$  dBA e/o  $L_{peak} > 140$  dBC, tenuto conto dell'effetto dei DPI-u), vi sarà l'obbligo di adottare misure immediate per riportare l'esposizione al di sotto del limite ed evitare che il superamento si ripeta.

Nel caso in cui gli esiti della Valutazione del rischio lo richiedano, gli addetti ai lavori impiegati nel cantiere dovranno essere tutelati con l'adozione di Dispositivi di Protezione Individuale uditivi (DPI-u) adeguati. I criteri di scelta dei DPI-u possono essere diversi:

- metodo OBM, per il quale è necessario conoscere il livello equivalente di pressione acustica del rumore per banda d'ottava,  $L_{oct,eq}$ ;
- metodo HML, per il quale è necessario conoscere il  $L_{Aeq}$  ed il  $L_{Ceq}$  o, in alternativa, non pesato ( $L_{Lin, eq}$ );
- metodo SNR, per il quale è necessario conoscere il  $L_{Ceq}$  o, in alternativa, non pesato ( $L_{Lin, eq}$ );

Questi metodi consentono di effettuare una valutazione di efficienza dei DPI-u, ovvero una valutazione di quanto (a livello teorico) i DPI-u possono proteggere il lavoratore.

In termini operativi si ritiene che la valutazione di efficienza dei DPI-u, da attuarsi già nel momento in cui sia riscontrato il superamento dei valori inferiori d'azione ed il conseguente obbligo di mettere a disposizione i DPI-u, possa essere effettuata con queste attenzioni:

- 1) utilizzare il metodo SNR ( $L_{Ceq}$  – SNR), fissando il valore massimo di  $L'_{Aeq}$  (livello sonoro attenuato dall'impiego dei DPI-u) in 80 dBA e il valore minimo in 65 dBA; il range ottimale è compreso tra 70 e 75 dBA (vedi tabella 12.1);
- 2) se il livello attenuato è oltre gli 80 o sotto i 65 dBA gli otoprotettori vanno sostituiti con altri più adeguati.

Tabella 12.1 – DPI uditivi. La protezione corretta (EN 458/93).

<b>Livello attenuato all'orecchio <math>L'_{Aeq}</math> (dBA)</b>	<b>Stima della protezione</b>
$L'_{Aeq} > 80$	Insufficiente
$75 < L'_{Aeq} \leq 80$	Accettabile
$70 < L'_{Aeq} \leq 75$	Buona
$65 < L'_{Aeq} \leq 70$	Accettabile
$L'_{Aeq} \leq 65$	Troppo alta (iperprotezione)

Si ritiene inoltre necessario che sia effettuata una valutazione di efficacia (ovvero della reale capacità di protezione dei DPI-u), verificando sulla relazione sanitaria che non si siano determinati peggioramenti nel tempo della funzionalità uditiva dei lavoratori e, nel caso, affrontando il problema con il medico competente verificando che esista un sistema di informazione e controllo sul corretto uso e manutenzione dei DPI-u.

In relazione alla modalità di redazione della Valutazione del Rischio, per una corretta individuazione delle misure tecniche e gestionali più appropriate finalizzate a minimizzare l'esposizione al rumore e all'individuazione dei DPI-u adeguati dovrà essere consultato il Manuale di buona pratica "Metodologie e interventi tecnici per la riduzione del rumore negli ambienti di lavoro", redatto a cura dell'Istituto Superiore per la Prevenzione e la Sicurezza del Lavoro (ISPESL), dell'Agenzia Europea per la Sicurezza e la Salute sul Lavoro e della Conferenza dei Presidenti delle Regioni e delle Province autonome. Rimandando alla Valutazione del Rischio le analisi e le considerazioni richieste dalla normativa, in questa sede è sufficiente indicare in via preliminare alcuni principi (alcuni dei quali sono esplicitamente richiamati nella normativa vigente) ed accorgimenti tecnico/gestionali che possono essere efficaci per limitare gli effetti dell'esposizione dei lavoratori al rumore in ambiente di lavoro:

- il Datore di lavoro deve scegliere, al momento dell'acquisto, l'attrezzatura che nelle normali condizioni di funzionamento produce il più basso livello di rumore, considerando che la scelta è agevolata dalla consultazione di apposite targhette ("label acustiche"); a tale proposito si ricorda che fino a tutto il 2002 le macchine di movimento terra potevano essere dotate di targhette

## Tronco Stradale di collegamento tra la S.P. 588 "Dei Due Ponti" e la S.P. n. 94 "Busseto – Polesine"

indicanti il  $L_{pA}$  (esposizione dell'utilizzatore della macchina o del conduttore del mezzo espressa in termini di  $L_{Aeq}$ ) o il  $L_{WA}$  (livello di potenza sonora emesso dalla macchina); attualmente questa situazione è stata superata, in quanto ne mezzi nuovi la label acustica deve indicare il solo livello di potenza sonora prodotto dalla macchina impiegata in cantiere; ciò premesso si sottolinea che la scelta della macchina meno rumorosa va effettuata per confronto, nelle stesse condizioni operative, in primo luogo sulla base del  $L_{WA}$ ; se questo non è indicato, la valutazione sarà fatta sull' $L_{pA}$ ; è comunque sempre importante confrontare gli  $L_{pA}$  in posizione operatore, in quanto si può verificare che macchine a maggior potenza acustica adottino soluzioni migliori a tutela del posto di lavoro che vanno premiate;

- obbligo di verificare per ogni attrezzatura la marcatura CE e la dichiarazione di conformità che l'accompagna;
- per le macchine operatrici, prevedere l'impiego di mezzi d'opera cabinati e climatizzati e tenere chiusi gli sportelli;
- verificare periodicamente l'adeguato fissaggio di elementi di carrozzeria, carter, ecc., in modo che non emettano vibrazioni;
- evitare i rumori inutili che possono aggiungersi a quelli dell'attrezzo di lavoro che non sono di fatto riducibili;
- vietare la sosta di operai non addetti a lavorazioni rumorose nelle zone interessate dal rumore;
- segnalare a chi di dovere l'eventuale diminuzione dell'efficacia dei dispositivi silenziatori.

Per quanto riguarda i DPI-u, compatibilmente con il livello di approfondimento proprio di uno Studio di screening, si ritiene che i sistemi utilizzabili nel cantiere debbano essere poco ingombranti, pratici, non debbano costituire ostacolo di sorta al normale espletamento delle mansioni lavorative ed abbiano un assorbimento selettivo (i migliori sono quelli che proteggono l'orecchio dalle alte frequenze, lasciando inalterate quelle del parlato). Nel caso specifico, ferma restando la necessità di effettuare una valutazione di efficienza e di efficacia dei DPI-u nell'ambito della Valutazione del Rischio, da attuarsi secondo le indicazioni fornite precedentemente, è consigliabile l'uso delle seguenti categorie di dispositivi di protezione individuale:

- gli inserti: protettori acustici che sono introdotti nel meato acustico esterno, in modo da interrompere le onde sonore a livello della membrana timpanica; possono essere costituiti di gomma, di lana di vetro, di cotone misto a cera; sono in grado di ridurre il livello sonoro di 10 - 30 dB;
- le cuffie: sono costituite da due orecchianti rigidi di plastica che si adattano ai padiglioni auricolari, collegati da un archetto elastico e rivestiti di poliuretano espanso; sono degli ottimi protettori acustici ed attenuano il rumore da 25 a 40 dB, per cui trovano impiego in tutti gli ambienti particolarmente rumorosi.

#### **12.1.4 Misure di mitigazione per la propagazione di emissioni acustiche all'esterno dell'area di cantiere**

Prima dell'inizio dei lavori dovrà essere effettuata apposita richiesta autorizzazione in deroga per attività rumorose temporanee, ai sensi della D.G. della Regione Emilia Romagna 2002/45 del 21/1/2002 "Criteri per il rilascio delle autorizzazioni per particolari attività ai sensi dell'art. 11, comma 1, della L.R. del 09/05/2001, n. 15, recante disposizioni in materia d'inquinamento acustico".

Per una descrizione dettagliata delle misure di mitigazione acustica in fase di cantiere si rimanda alla consultazione dell'Allegato 1 (Documento Previsionale di Impatto Acustico e da Vibrazioni). In questa sede è sufficiente ribadire le principali prescrizioni contenute in tale elaborato, sviluppate in accordo con le indicazioni della D.G.R. 45/2002:

- all'interno del cantiere dovranno essere utilizzati tutti gli accorgimenti tecnici e gestionali al fine di minimizzare l'impatto acustico verso l'esterno;
- le attività del cantiere devono essere eseguite nei giorni feriali dalle ore 7.00 alle ore 20.00; le lavorazioni particolarmente disturbanti (ad es. escavazioni e demolizioni, ecc.) e l'impiego di macchinari rumorosi (ad es. martelli demolitori, flessibili, betoniere, seghe circolari, gru, ecc.) deve essere svolto nei giorni feriali dalle ore 8.00 alle ore 13.00 e dalle ore 15.00 alle ore 19.00;
- le attività del cantiere stradale, se avvengono nei limiti di orario e di rumore di cui sopra devono essere oggetto di preventiva comunicazione da rendersi contestualmente alla comunicazione d'inizio lavori; in tale comunicazione deve essere specificato: "*L'attivazione di macchine rumorose e l'esecuzione di lavori rumorosi saranno effettuate nel rispetto dei limiti di orario, giorni feriali dalle ore 8.00 alle ore 13.00 e dalle ore 15.00 alle ore 19.00, e nel rispetto dei limiti di emissione sonora di  $L_{Aeq} = 70 \text{ dBA}$ , rilevato in facciata ad edifici con ambienti abitativi.*"
- nelle situazioni di elevato impatto acustico, oltre i limiti previsti dalla legislazione vigente, la ditta appaltatrice dei lavori si deve impegnare a comunicare preventivamente ai residenti, le fasce orarie e i periodi nei quali si eseguiranno attività molto rumorose;
- la comunicazione deve essere inviata con congruo anticipo e deve essere contestualizzata con l'andamento reale delle lavorazioni;
- nelle situazioni di elevato impatto acustico si dovranno posizionare barriere antirumore mobili.

#### **12.1.5 Misure di mitigazione per la propagazione di vibrazioni all'interno dell'area di cantiere**

Il D.Lgs. 187 del 19 agosto 2005 prescrive le misure per la tutela della salute e della sicurezza dei lavoratori che sono esposti o possono essere esposti a rischi derivanti da vibrazioni meccaniche, partendo dalla definizione di valori limite di esposizione e valori di azione (Tabella 12.2).

Tabella 12.2 – Valori limite giornalieri di esposizione e valori d'azione (D.Lgs. 187/2005).

<b>Vibrazioni trasmesse al sistema mano-braccio</b>	
Livello d'azione giornaliero di esposizione A(8) = 2,5 m/s <sup>2</sup>	Valore limite giornaliero di esposizione A(8) = 5 m/s <sup>2</sup>
<b>Vibrazioni trasmesse al corpo intero (condizioni più facilmente riscontrabile in un cantiere di cava)</b>	
Livello d'azione giornaliero di esposizione A(8) = 0,5 m/s <sup>2</sup>	Valore limite giornaliero di esposizione A(8) = 1,15 m/s <sup>2</sup>

Ai sensi dell'art. 4 del Decreto summenzionato il datore di lavoro valuta e, nel caso non siano disponibili informazioni relative ai livelli di vibrazione presso banche dati dell'ISPESL, delle regioni o del CNR o direttamente presso i produttori o fornitori, misura i livelli di vibrazioni meccaniche a cui i lavoratori sono esposti.

In osservanza alle disposizioni di legge il datore di lavoro deve eliminare i rischi alla fonte o ridurli al minimo e, in ogni caso, a livelli non superiori ai valori limite di esposizione.

Il datore di lavoro aggiorna la valutazione dei rischi periodicamente e in ogni caso senza ritardo se vi sono stati significativi mutamenti ai fini della sicurezza e salute dei lavoratori che potrebbero averla resa superata, oppure quando i risultati della sorveglianza sanitaria ne richiedano la necessità.

La valutazione dell'esposizione dei lavoratori alle vibrazioni trasmesse al sistema mano-braccio e al corpo intero è valutata o misurata in base alle disposizioni di cui all'allegato I, parte A e parte B del summenzionato Decreto.

Nella valutazione si dovrà tener conto in particolare dei seguenti elementi:

- a) il livello, il tipo e la durata dell'esposizione, ivi inclusa ogni esposizione a vibrazioni intermittenti o a urti ripetuti;
- b) dei valori limite di esposizione e i valori d'azione specificati nella precedente tabella;
- c) degli eventuali effetti sulla salute e sulla sicurezza dei lavoratori particolarmente sensibili al rischio;
- d) degli eventuali effetti indiretti sulla sicurezza dei lavoratori risultanti da interazioni tra le vibrazioni meccaniche e l'ambiente di lavoro o altre attrezzature;
- e) delle informazioni fornite dal costruttore dell'attrezzatura di lavoro;
- f) dell'esistenza di attrezzature alternative progettate per ridurre i livelli di esposizione alle vibrazioni meccaniche;
- g) del prolungamento del periodo di esposizione a vibrazioni trasmesse al corpo intero al di là delle ore lavorative, in locali di cui è responsabile;

- h) delle condizioni di lavoro particolari, come le basse temperature;
- i) delle informazioni raccolte dalla sorveglianza sanitaria, comprese, per quanto possibile, quelle reperibili nella letteratura scientifica.

La valutazione del livello di esposizione alle vibrazioni trasmesse al sistema corpo intero (quello maggiormente impattato se si considera tipologia di lavorazioni previste in un cantiere di cava) si basa principalmente sulla determinazione del valore di esposizione giornaliera, normalizzato ad 8 ore di lavoro A(8) ( $\text{m/s}^2$ ), calcolato sulla base del maggiore dei valori numerici dei valori quadratici medi delle accelerazioni ponderate in frequenza, determinati sui tre assi ortogonali ( $1.4 \times a_{wx}$ ;  $1.4 \times a_{wy}$ ;  $a_{wz}$ ), in accordo con quanto prescritto dallo standard ISO 5349-1:2001. In base alle risultanze delle valutazioni svolte è possibile individuare 3 casi distinti, che richiedono l'adozione di adeguate misure di limitazione del rischio.

#### Caso 1 – Livello di esposizione alle vibrazioni meccaniche inferiore ai valori di azione

Il datore di lavoro garantisce che i lavoratori esposti a rischi derivanti da vibrazioni meccaniche sul luogo di lavoro ricevano informazioni ed una formazione adeguata. L'informazione dei lavoratori deve riguardare:

- a) le misure adottate volte a eliminare o a ridurre al minimo i rischi derivanti dalle vibrazioni meccaniche;
- b) la comunicazione dei valori limite e valori d'azione;
- c) i risultati delle valutazioni e misurazioni delle vibrazioni meccaniche effettuate in applicazione dell'art. 4 del D.Lgs. 187/2005 e sulle potenziali lesioni derivanti dalle attrezzature di lavoro utilizzate.

La formazione dei lavoratori deve riguardare le corrette procedure di lavoro per la prevenzione del rischio ed in particolare:

- a) corrette modalità di prensione e di impugnatura degli utensili o metodi corretti di guida (postura, regolazione del sedile, ecc.);
- b) impiego di guanti durante le operazioni che espongono a vibrazioni;
- c) adozione di procedure di lavoro idonee al riscaldamento delle mani prima e durante i turni di lavoro e nelle pause;
- d) come prevenire il mal di schiena (es. stretching);
- e) ulteriori fattori di rischio per disturbi a carico della colonna vertebrale (es. movimentazione manuale di carichi pesanti, movimenti ripetitivi degli arti superiori);
- f) sull'utilità e sul modo di individuare e di segnalare sintomi di lesioni;
- g) sulle circostanze nelle quali i lavoratori hanno diritto a una sorveglianza sanitaria;
- h) sulle procedure di lavoro sicure per ridurre al minimo l'esposizione a vibrazioni meccaniche.

Caso 2 – Livello di esposizione alle vibrazioni meccaniche superiore ai valori di azione ma inferiore al valore limite

Nel caso in cui siano superati i valori d'azione il datore di lavoro elabora e applica un programma di misure tecniche o organizzative, volte a ridurre al minimo l'esposizione e i rischi che ne conseguono. I contenuti del programma sono riassumibili come segue:

- a) adozione di altri metodi di lavoro che richiedono una minore esposizione a vibrazioni meccaniche;
- b) la scelta di attrezzature di lavoro adeguate concepite nel rispetto dei principi ergonomici e che producono, tenuto conto del lavoro da svolgere, il minor livello possibile di vibrazioni;
- c) la fornitura di attrezzature accessorie per ridurre i rischi di lesioni provocate dalle vibrazioni, quali sedili che attenuano efficacemente le vibrazioni trasmesse al corpo intero e maniglie o guanti che attenuano la vibrazione trasmessa al sistema mano-braccio;
- d) adeguati programmi di manutenzione delle attrezzature di lavoro, del luogo di lavoro e dei sistemi impiegati sul luogo di lavoro;
- e) adeguata informazione e formazione dei lavoratori sull'uso corretto e sicuro delle attrezzature di lavoro, in modo da ridurre al minimo la loro esposizione a vibrazioni meccaniche;
- f) la limitazione della durata e dell'intensità dell'esposizione;
- g) l'organizzazione di orari di lavoro appropriati, con adeguati periodi di risposo;
- h) la fornitura, ai lavoratori esposti, di indumenti per la protezione dal freddo e dall'umidità.

Tra le misure pratiche per la tutela e riduzione del rischio, ed in particolar modo per le vibrazioni trasmesse al corpo intero (tipologia di impatto riconducibile alle condizioni di lavoro riscontrabili nel cantiere di cava) è possibile prevedere:

- 1) scelta di attrezza ergonomici (confronto con Banche Dati ISPSEL e/o valori dati dai costruttori);
- 2) utilizzo di macchine che consentono un basso livello di esposizione alle vibrazioni (es. impiego di supporti antivibranti, aggiunta o sostituzione degli ammortizzatori);
- 3) uso di sedili antivibranti (ad elevata attenuazione) passivi (meccanici, idraulici, pneumatici) o attivi (AVC);
- 4) sostituzione dei sedili rigidi con sedili ammortizzati idonei (a tale proposito occorre sottolineare che i sedili possono anche non essere adeguati allo scopo di ridurre le vibrazioni trasmesse al conducente, in quanto nell'intervallo 1-20 Hz possono, per effetto di risonanze, amplificare le vibrazioni anche di un fattore 2-3; si ricordi che nella regione 2 Hz – 4 Hz il corpo umano è molto sensibile agli effetti negativi delle vibrazioni);

- 5) organizzazione del lavoro con limitazione del tempo di esposizione e introduzione di pause di riposo "attivo" (stretching);
- 6) organizzazione del lavoro evitando di associare alla guida di mezzi vibranti la movimentazione di carichi manuali o quantomeno riducendo i carichi al massimo e/o fornendo ausiliatori meccanici;
- 7) organizzazione del lavoro garantendo un microclima e una vestizione idonea per evitare stress termici;
- 8) manutenzione regolare e periodica dei veicoli (sospensioni, sedili, cabina di guida);
- 9) idoneo livellamento dei percorsi di transito e di lavoro nel cantiere;
- 10) adozione di cicli di lavoro che consentano di alternare periodi di esposizione a periodi di riposo;
- 11) adozione di procedure per la limitazione dei tempi di esposizione soprattutto nei climi freddi.

E' inoltre prevista la sorveglianza sanitaria nei lavoratori esposti, con:

- a) informazione e formazione dei lavoratori sui potenziali rischi derivati dalle vibrazioni meccaniche;
- b) valutazione dello stato di salute generale dei lavoratori;
- c) individuazione precoce dei sintomi e dei segni clinici correlati all'esposizione a vibrazioni meccaniche.

#### Caso 3 – Livello di esposizione alle vibrazioni meccaniche superiore al valore limite

Se nonostante l'adozione delle misure indicate precedentemente il valore limite di esposizione è superato, il datore di lavoro:

- a) prende misure immediate per riportare l'esposizione al di sotto di tale valore;
- b) individua le cause del superamento e adotta di conseguenza le misure di protezione e prevenzione per evitare un nuovo superamento.

#### **12.1.6 Misure di mitigazione per gli sversamenti accidentali in acque superficiali**

Per mitigare gli effetti negativi conseguenti al potenziale sversamento in acque superficiali di liquidi inquinanti (carburanti, lubrificanti, ecc.) devono essere rispettate le seguenti indicazioni:

- le eventuali operazioni di manutenzione dei mezzi impiegati in cantiere dovranno essere effettuate in aree idonee esterne all'area di progetto (officine autorizzate), al fine di evitare lo sversamento accidentale sul suolo e nelle acque superficiali di carburanti e oli minerali;

- i rifornimenti dei mezzi d'opera presenti in cantiere dovranno essere effettuati mediante l'impiego di sistemi dotati di erogatore di carburante a tenuta, oppure in aree idonee esterne all'area di progetto.

#### **12.1.7     *Misure di mitigazione per gli sversamenti accidentali in acque sotterranee***

Vedi indicazioni riportate nel paragrafo precedente.

#### **12.1.8     *Misure di mitigazione per gli scarichi idrici del cantiere***

Per evitare scarichi di inquinanti microbiologici nelle acque superficiali, le aree di cantiere dovranno essere dotate di servizi igienici di tipo chimico, in numero di 1 ogni 10 persone operanti nel cantiere medesimo.

Le acque reflue provenienti dai servizi igienici saranno convogliate in vasca a tenuta; la vasca dovrà essere periodicamente svuotata e i reflui raccolti saranno portati a depurazione da ditte autorizzate.

#### **12.1.9     *Misure di mitigazione per le interferenze a carico del reticolo idrografico superficiale***

Per la completa realizzazione dell'infrastruttura sono previste opere minori quali tombini di attraversamento stradali, tubi di collegamento dei fossi di guardia di progetto, cunette alla francese e fossi di guardia per i nuovi assi viari.

Per quanto riguarda i fossi di scolo sarà garantita la continuità idrica preesistente.

#### **12.1.10    *Misure di mitigazione per l'impermeabilizzazione del suolo***

Per attenuare gli effetti negativi conseguenti all'impermeabilizzazione del fondo stradale è previsto l'inerbimento di tutti i rilevati.

#### **12.1.11    *Misure di mitigazione per l'asportazione e stoccaggio del terreno vegetale***

La realizzazione della strada comporta la rimozione, per tutte le superfici direttamente interessate dal tracciato, dello strato di suolo esistente.

Il suolo asportato dovrà essere temporaneamente stoccati e poi reimpiegato per la realizzazione delle opere a verde e per la copertura dei rilevati. Per garantire la corretta gestione del suolo stoccati dovranno essere osservate le seguenti prescrizioni, finalizzate alla sua conservazione qualitativa e tessiturale:

- 1) stoccaggio del suolo sopra superfici pulite, lontano dagli altri materiali utilizzati nelle lavorazioni di cantiere;
- 2) evitare di mescolare lo strato di suolo superficiale (30-40 cm), ricco in sostanza organica e attività biologica, con gli strati sottostanti
- 3) lo stoccaggio deve essere eseguito per cumuli di modeste dimensioni (altezza max. 3 metri), che devono essere periodicamente movimentati per garantire il giusto grado di ossigenazione ed evitarne così l'impoverimento;
- 4) recupero della tessitura del suolo mediante fasi preparatorie di ripristino della fertilità ed interventi di semina di colture prative; devono essere impiegate specie autoctone in miscuglio (prevolentemente leguminose), esenti da problemi di natura fitopatologica e con buone caratteristiche di tolleranza agli stress di tipo abiotico; per prevenire l'esplosione di infestanti non gradite, potrà essere previsto l'utilizzo di pacciamature;
- 5) dopo la ricollocazione del suolo al termine dei movimenti terra, per un efficace recupero del terreno nelle opere a verde dovranno essere effettuate tutte le lavorazioni superficiali atte a recuperare le caratteristiche fisico-chimiche, idrologiche e organiche del terreno precedentemente stoccati;
- 5) evitare la costipazione profonda del suolo cercando di concentrare il transito dei mezzi d'opera in aree limitate;
- 6) il terreno agricolo in eccedenza dovrà comunque essere utilizzato per ripristini ambientali.

#### **12.1.12 *Misure di mitigazione per la distruzione di elementi vegetazionali preesistenti***

Come specificato nel capitolo 6 gli interventi progettuali non comporteranno impatti significativi sugli elementi vegetazionali che caratterizzano l'intorno del tracciato stradale in esame (non sono stati rilevati elementi vegetazionali di pregio direttamente interferiti dall'opera). Il tratto più critico dal punto di vista vegetazionale è individuato nella parte di tracciato che interseca un filare di farnie e affianca una siepe di confine di un'abitazione privata.

La gestione della fase realizzativa dell'infrastruttura dovrà garantire per quanto possibile la tutela degli esemplari arborei, singoli o in gruppi, che si trovano nelle immediate adiacenze del tracciato. In Figura 12.1 sono schematizzati i comportamenti e le strategie da adottare in cantiere per minimizzare i rischi di danneggiamento della vegetazione di maggior valore naturalistico e ambientale, di seguito elencati:

- a) protezione del suolo, tronco e chioma: gli alberi nel cantiere sono da proteggere con materiali idonei, il più in alto possibile per escludere ferite al tronco; in caso di necessità è anche da proteggere la chioma dell'albero;
- b) depositi: nella zona delle radici (= zona chioma) non deve essere depositato in nessun caso materiale da costruzione, carburante, macchine da cantiere;

- c) depositi di humus/modifiche del terreno: nella zona della chioma non debbono essere depositati materiali terrosi;
- d) livellamenti: gli eventuali lavori di livellamento del terreno nella zona della chioma sono da eseguire a mano;
- e) impiego di macchinari: nella zona della chioma deve essere limitato il lavoro con macchine; gli accessi di cantiere sono da coprire con piastre di acciaio o con uno strato di calcestruzzo magro posato sopra un foglio di plastica con uno spessore minimo di 20 cm;
- f) costipamento: il costipamento, come la vibratura, non è permesso nella zona delle radici;
- g) lavori di scavo: la posa di eventuali tubazioni è da eseguire fuori dalla chioma dell'albero; i lavori di scavo nella zona delle radici (zona della chioma) sono da eseguire a mano; le radici fino a 3 cm di diametro sono da tagliare in modo netto e medicare a regola d'arte (lavoro eseguibile solo da specialisti); le radici più grosse sono da sottopassare con tubazioni senza ferite, e vanno protette contro il disseccamento;
- h) ferimento di alberi: in caso di ferite alle radici, ai rami o al tronco avvisare l'Ufficio ambiente del Comune, che potrà dare disposizioni per effettuare le cure necessarie a regola d'arte.

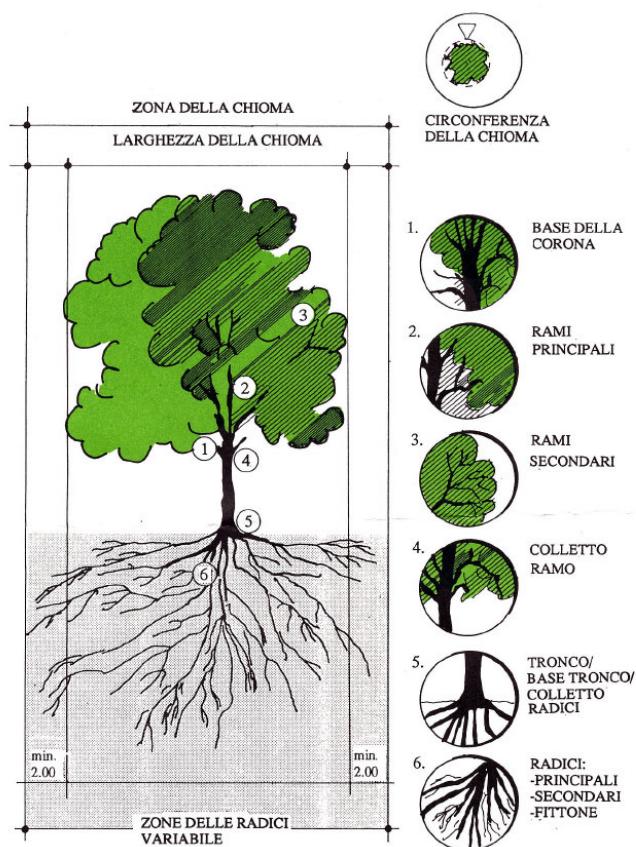


Fig. 1 L'albero e le sue parti

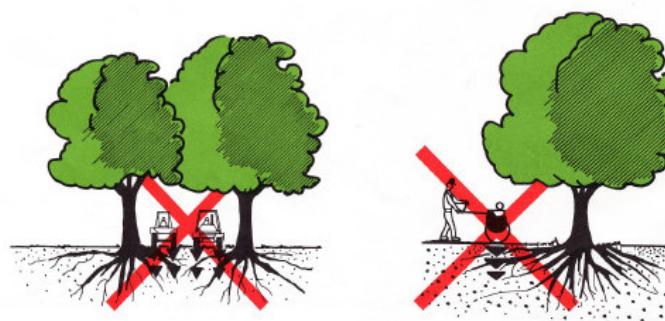


Fig. 2 Divieto di transito con mezzi pesanti all'interno delle aree di pertinenza delle alberature. Il costipamento del terreno porta alla morte dell'albero

(segue)

Nelle vicinanze di alberi il transito veicolare deve essere minimo  
e di breve durata

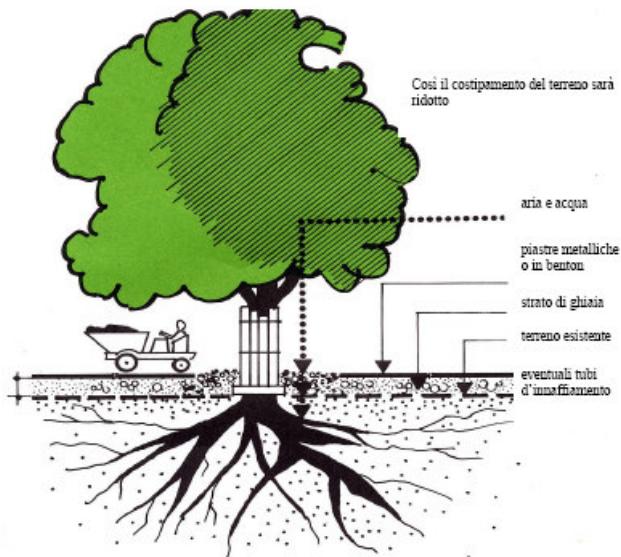


Fig. 3 Precauzioni da prendere in caso, per carenza di spazio, sia inevitabile transitare con automezzi nelle aree di pertinenza degli alberi.



Fig 6 Divieto di occupazione del terreno in prossimità dell'albero

**(segue)**

ABBASSAMENTO DEL TERRENO  
Astenersi nella zona delle radici e della chioma

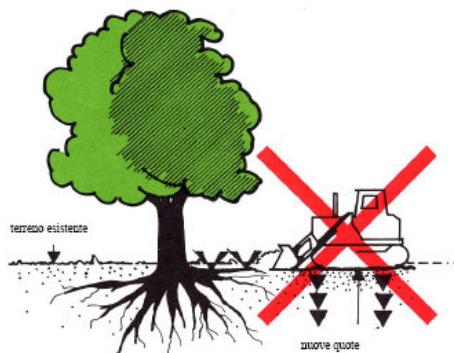


Fig. 5 Abbassamento della quota di quota del terreno nel rispetto delle radici

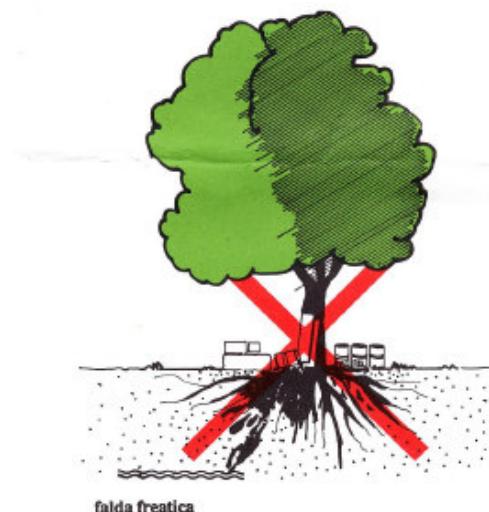


Fig. 8 Divieto di scarico sostanze tossiche

Figura 12.1 – Poster con la descrizione delle azioni richieste per minimizzare i rischi di danneggiamento della vegetazione di maggiore pregio naturalistico ed ambientale presente nelle zone limitrofe al cantiere.

#### **12.1.13 Misure di mitigazione degli elementi di disturbo per la fauna**

Le misure di tutela degli elementi vegetazionali esistenti, descritte nel paragrafo precedente, limiteranno anche gli impatti indotti dalla cantierizzazione dell'opera a carico della componente faunistica.

Per quanto riguarda la mitigazione dell'effetto barriera indotto dalla presenza del tracciato si rimanda alle misure di mitigazione specificate per la fase di esercizio.

### **12.1.14 Misure di mitigazione per il rischio di ritrovamenti di interesse storico o archeologico**

La Soprintendenza per i Beni Archeologici e le Attività Culturali, esaminata la relazione archeologica redatta da ABACUS s.r.l., ha disposto l'esecuzione di indagini preliminari da eseguirsi mediante trincee. A seguito dei risultati delle trincee esplorative, la Soprintendenza per i Beni Archeologici e le Attività Culturali rilascerà il parere di nulla osta alla realizzazione del progetto, fermo restando le disposizioni previste dall'art. 90 del D.L.vo. 42/2004. Nel caso di ritrovamenti fortuiti i lavori dovranno comunque essere sospesi e dovrà essere fatta denuncia, entro le ventiquattrre ore, al soprintendente, o al sindaco ovvero all'autorità di pubblica sicurezza e provvedere alla conservazione temporanea degli oggetti ritrovati, lasciandoli nelle condizioni e nel luogo di ritrovamento. Ove gli oggetti scoperti siano mobili lo scopritore ha facoltà di rimozione e custodia dei beni ritrovati sino alla visita dell'autorità competente.

### **12.1.15 Misure di mitigazione per il ritrovamento di ordigni bellici sepolti**

Onde garantire le misure di sicurezza dovrà essere posta particolare attenzione al rischio di ritrovamento di ordigni bellici. L'Autorità Militare competente per il territorio, in veste di organo specificatamente preposto alla conduzione e sorveglianza tecnica dei lavori di bonifica bellica, dovrà concedere il prescritto nulla osta ai lavori, dettando le precise norme tecniche secondo le quali dovranno essere eseguite le bonifiche preventive ai lavori principali.

Indicativamente le eventuali operazioni di bonifica potranno essere così articolate:

- mobilizzo e smobilizzo cantiere. operatori rastrellatori e personale operaio specializzato muniti di brevetto B.C.M., apparati di rilevamento elettronici, mezzi di trasporto e attrezzature speciali di trivellazione e scavo;
- eventuale taglio di vegetazione di tipo erbaceo ove intralciasse l'uso corretto del metal detector eseguito da operatori qualificati B.C.M. sotto la supervisione tecnica di un rastrellatore B.C.M. o superiore,
- eventuale bonifica superficiale mediante ricerca e localizzazione di ordigni esplosivi residuati bellici da eseguirsi su tutte le aree interessate dai lavori di costruzione della strada;
- eventuale bonifica in profondità mediante ricerca e localizzazione di ordigni esplosivi residuati bellici eseguita a mezzo di trivellazioni verticali spinte fino alla quota indicata dall'Amministrazione Militare ( -3/-5m dal P.C.) e garanzia di agibilità di un ulteriore metro dal fondo della trivellazione ed impiego graduale del metal-detector da introdurre nei fori stessi;
- eventuale scavo di verifica puntuale con mezzo meccanico ed a mano, per la ricerca, individuazione e scoprimento degli ordigni esplosivi residuati bellici e/o masse ferrose rilevate con le operazioni precedenti, condotto da operatore specializzato.

### **12.1.16 Misure di mitigazione per la produzione di rifiuti**

Tutti i rifiuti solidi prodotti in fase realizzativa saranno immediatamente caricati sui mezzi di trasporto e smaltiti presso i centri di raccolta autorizzati.

Si deve evitare lo stoccaggio temporaneo dei rifiuti, se non strettamente necessario, nell'area di cantiere.

Il deposito temporaneo di rifiuti presso il cantiere (inteso come raggruppamento dei rifiuti effettuato, prima della raccolta, nel luogo in cui gli stessi sono prodotti) dovrà essere gestito in osservanza dell'art. 183, lettera m) del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i., nel rispetto delle seguenti condizioni stabilite dalla normativa:

- 1) *i rifiuti depositati non devono contenere policlorodibenzodiossine, policlorodibenzofurani, policlorodibenzofenoli in quantità superiore a 2,5 parti per milione (ppm), né policlorobifenile e policlorotifenili in quantità superiore a 25 parti per milione (ppm);*
- 2) *i rifiuti devono essere raccolti ed avviati alle operazioni di recupero o di smaltimento secondo una delle seguenti modalità alternative, a scelta del produttore: con cadenza almeno trimestrale, indipendentemente dalle quantità in deposito; quando il quantitativo di rifiuti in deposito raggiunga complessivamente i 10 metri cubi nel caso di rifiuti pericolosi o i 20 metri cubi nel caso di rifiuti non pericolosi. In ogni caso, allorché il quantitativo di rifiuti pericolosi non superi i 10 metri cubi l'anno e il quantitativo di rifiuti non pericolosi non superi i 20 metri cubi l'anno, il deposito temporaneo non può avere durata superiore ad un anno [...].*

Il produttore dei rifiuti potrà quindi scegliere se adottare il criterio temporale (conservare i rifiuti per 3 mesi in qualsiasi quantità) o quello quantitativo (conservare i rifiuti anche per 1 anno, ma in tal caso senza che la quantità superi i 10 m<sup>3</sup> in caso di rifiuti pericolosi o i 20 m<sup>3</sup> in caso di rifiuti non pericolosi).

Successivamente i rifiuti saranno raccolti e smaltiti da Ditte autorizzate. A tale proposito occorre evidenziare che tra gli obiettivi prioritari della normativa vigente in materia di rifiuti vi è l'incentivazione al recupero degli stessi, inteso come:

- riutilizzo (ovvero ritorno del materiale nel ciclo produttivo della stessa azienda produttrice o di aziende che operano nello stesso settore);
- riciclaggio (ovvero avvio in un ciclo produttivo diverso ed esterno all'azienda produttrice);
- altre forme di recupero (per ottenere materia prima);
- recupero energetico (ovvero utilizzo come combustibile per produrre energia).

Nel rispetto della normativa vigente i rifiuti non pericolosi prodotti nel cantiere dovranno quindi essere prioritariamente avviati a recupero.

Per quanto riguarda le terre derivate dalle attività di scotico e dalla realizzazione delle fondazioni stradali, come già evidenziato precedentemente queste saranno reimpiegate in loco per la copertura

dei rilevati e per la realizzazione delle opere a verde, nel rispetto delle indicazioni contenute nell'art. 186 del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.

#### **12.1.17 *Misure di mitigazione per il rischio di incidenti per i lavoratori impiegati nel cantiere***

In osservanza delle norme vigenti le attività di cantiere dovranno essere gestite e svolte nel pieno rispetto delle prescrizioni contenute nel D.Lgs. 81/2008, Testo Unico sulla Salute e Sicurezza sul Lavoro.

In modo particolare prima dell'inizio dei lavori il coordinatore della sicurezza in fase di progetto dovrà predisporre un apposito "Piano di Sicurezza e Coordinamento", che permetterà di individuare i rischi per la salute dei lavoratori negli ambienti di lavoro e le adeguate misure preventive e mitigative ritenute necessarie.

Il "Piano di sicurezza e Coordinamento" è il documento di riferimento per la prevenzione degli infortuni e per l'igiene sul lavoro relativamente al cantiere in oggetto, costituente altresì parte integrante del contratto d'appalto per l'esecuzione dell'intervento. Il Piano è messo a disposizione delle autorità competenti preposte alle verifiche ispettive di controllo dei cantieri. In fase preliminare non è ancora possibile definire in modo chiaro e completo l'attività che verrà ad essere svolta durante le fasi del cantiere, il Piano di sicurezza dovrà quindi essere predisposto nel corso della progettazione definitiva/esecutiva.

Il Progetto preliminare è comunque già corredata da un elaborato denominato "Prime indicazioni e disposizioni per la stesura del Piano di sicurezza", di cui si riporta di seguito una sintetica descrizione.

#### **12.1.18 *Misure di mitigazione per l'occupazione fisica delle aree interessate dall'opera e la frammentazione dei mappali interessati dal tracciato di progetto***

Per la tipologia di impatto considerata non è possibile individuare misure di mitigazione dirette, in quanto la realizzazione della strada in un contesto rurale comporta inevitabilmente l'occupazione di suolo agricolo e la parziale frammentazione dei fondi esistenti.

Nel Piano particolare d'esproprio le superfici interessate direttamente dall'infrastruttura in progetto, congruenti con l'ingombro complessivo delle opere, sono suddivise tra quelle relative alla sola occupazione temporanea (aree di cantiere, viabilità provvisoria) e quelle da espropriare. Le indennità calcolate di conseguenza tengono conto delle prescrizioni di legge vigenti.

Occorre inoltre sottolineare che il Piano particolare di esproprio dovrà considerare anche le aree residuali e le principali aree intercluse generate dalla realizzazione dell'opera.

### **6.1.20 Misure di mitigazione per gli impatti attesi a carico della rete tecnologica**

Il progetto della strada interferisce, lungo il suo sviluppo, con diversi elementi della rete tecnologica (linee elettriche aeree, linee telefoniche e condutture del metano).

La ricerca ed il censimento puntuale dei vari sottoservizi interrati ed aerei dovrà avvenire mediante sopralluoghi con le Ditte gestrici, in fase di redazione del progetto esecutivo. Saranno richieste, formalmente, le informazioni circa le interferenze di pertinenza, nonché l'indicazione di tempi, modalità ed ammontare degli oneri da sostenere per avviare una procedura di trasformazione/spostamento delle stesse.

Per quanto riguarda i sottoservizi, in alcuni casi potrà rendersi necessario lo spostamento degli stessi, oppure, in caso di attraversamenti, occorrerà prevedere una soletta di protezione in grado di ripartire uniformemente il carico del terreno del rilevato stradale, in accordo con l'Ente gestore.

Per quanto riguarda i cavi elettrici e telefonici dovrà essere verificato il rispetto dei limiti di altezza dei cavi al di sopra della viabilità stradale; in caso di mancato rispetto si dovrà prevedere all'innalzamento dei cavi. In alcuni casi occorrerà verificare la necessità di spostare pali o tralicci esistenti.

### **6.1.21 Misure di mitigazione per gli impatti attesi a carico della mobilità**

Durante la cantierizzazione delle rotatorie, i lavori potranno essere realizzati per fasi successive, per consentire la percorribilità delle strade esistenti, evitando l'interruzione del traffico e garantendo la continuità dei collegamenti.

### **12.1.19 Misure di mitigazione per gli impatti dovuti al transito dei mezzi pesanti nel tragitto cava - cantiere**

Per limitare gli impatti sul sistema infrastrutturale ed insediativo occorrerebbe prediligere, nell'approvvigionamento dei materiali necessari per la realizzazione dell'opera, i siti che risultano essere più idonei (cave con disponibilità di materiali, relativamente vicine all'area di cantiere e servite da viabilità adeguate). Da una prima valutazione preliminare, alcuni dei siti potenzialmente idonei per l'approvvigionamento degli inerti sono:

- Polo S1: Zibello- Roccabianca per la fornitura di Sabbie;
- Polo S2: Polesine Parmense per la fornitura di Sabbie;
- AC56: Ghiaie di Mezzo in Comune di Noceto per la fornitura di Ghiaie;
- AC57: Marchetta in Comune di Noceto per la fornitura di Ghiaie;
- AC58: La Bettola in Comune di Noceto per la fornitura di Ghiaie.

A tale proposito occorre peraltro evidenziare che in fase di esecuzione dell'opera i quantitativi oggi indicati dalla pianificazione potrebbero non essere più disponibili, oltre al fatto che la Ditta che realizzerà l'intervento potrebbe comunque reperire i materiali inerti necessari alla realizzazione dell'opera anche presso altri siti (ad es. per ragioni di opportunità economica, di qualità dei materiali, per la disponibilità di cave in proprietà, ecc.).

Si evidenzia inoltre che la scelta progettuale di realizzare la fondazione stradale mediante l'impiego di terreno presente in sito stabilizzato a calce limiterà la necessità di approvvigionamento di materiali inerti provenienti da cave esterne.

## 12.2 FASE DI ESERCIZIO

Nei paragrafi successivi è fornita una descrizione di massima delle misure di mitigazione adottabili per limitare gli impatti attesi in fase di esercizio.

### 12.2.1 *Misure di mitigazione per l'inquinamento luminoso*

Le illuminazioni notturne saranno realizzate verosimilmente attraverso l'impiego di torri faro o lampioni stradali.

Tali illuminazioni potrebbero costituire un elemento di disturbo per i residenti delle zone limitrofe, per il paesaggio e per la fauna selvatica, oltre che una voce di spreco energetico (qualora non siano progettate correttamente). In fase di progetto esecutivo dovranno essere correttamente adottati i principi di illuminotecnica al fine di:

- ottimizzare le interdistanze degli apparecchi di illuminazione;
- minimizzare le potenze installate per km di strada;
- minimizzare (compatibilmente con le normative tecniche e/o di sicurezza) la luminanza media mantenuta;
- sfruttare al meglio e scegliere le migliori ottiche stradali;
- abbattere il flusso luminoso inviato direttamente verso il cielo nel rispetto delle più recenti normative nazionali in ambito di abbattimento dell'inquinamento luminoso.

Tutti i nuovi elementi dell'impianto di illuminazione dovranno essere realizzati a norma della Legge regionale 19/2003. Nei paragrafi successivi sono meglio specificate le misure di mitigazione ritenute necessarie per mitigare gli impatti causati dall'inquinamento luminoso<sup>7</sup>.

---

<sup>7</sup> Le misure di mitigazione proposte sono tratte dalla pubblicazione "inquinamento luminoso e risparmio energetico", AA.VV. (di Sora, Bonata, Duches, Scardia) – Ass. Cielo Buio.

### 12.2.1.1 Scelta delle lampade

Nei sistemi di illuminazione stradale possono essere impiegati diversi tipi di lampade:

- ad incandescenza;
- ai vapori di mercurio ad alta pressione;
- a fluorescenza;
- alogene;
- agli alogenuri metallici;
- ai vapori di sodio ad alta e bassa pressione.

Secondo quanto riportato dalla L.R. 19 del 29/09/2003 *"l'illuminazione di autostrade, tangenziali, circonvallazioni, ecc. deve essere garantita con l'impiego, preferibilmente, di lampade al sodio a bassa pressione; e ove necessario, analoghe lampade ad alta pressione".*

### 6.2.2.2 Definizione dei corpi illuminanti per l'illuminazione stradale (lampioni e torri-faro)

Nel settore dell'illuminazione stradale è possibile effettuare scelte progettuali molto efficaci per la limitazione dell'inquinamento luminoso. Il concetto è quello della lampada incassata, abbinata al montaggio orizzontale dell'armatura ("full-cut off"); in Figura 6.2.1 si vede un classico lampiono stradale, con vetro prismatico di protezione, piuttosto inquinante (in alcuni casi si disperde oltre il 30% della luce prodotta) a confronto con un lampiono di moderna concezione.

Si sottolinea che con dei buoni apparecchi *full cut-off*, anche a vetro piano, non sia più necessario diminuire, rispetto ai lampioni a vetro prismatico, l'interdistanza tra palo e palo per mantenere l'uniformità di illuminazione richiesta dalle norme di sicurezza. La diminuzione del fattore d'abbagliamento rende anzi più confortevole la visione.

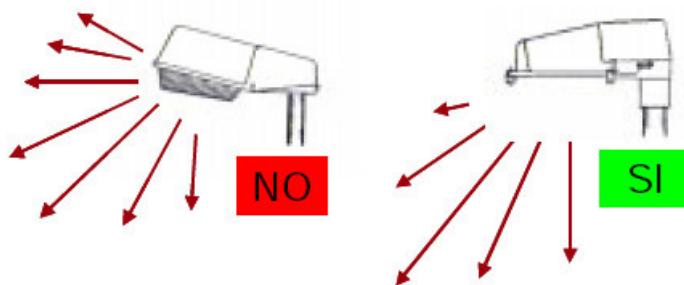


Figura 12.1 – A sinistra lampiono inquinante, a destra un più moderno full cut-off.

Anche la scelta dei fari e delle torri faro è importante per via dell'altissima quantità di luce prodotta. Esistono due tipi di faro: simmetrico ed asimmetrico; il primo produce un fascio di luce simmetrico e per coprire l'area da illuminare viene montato inclinato (si veda la Figura 12.2), spesso verticalmente o

quasi, con rilevanti dispersioni a bassi angoli sopra l'orizzonte (emissioni più nocive) e al di fuori delle aree da illuminare.

Per tale motivo fari simmetrici andrebbero invece sostituiti con proiettori asimmetrici montati orizzontalmente; si noti dalla figura come i proiettori asimmetrici presentino un massimo dell'intensità luminosa che va a cadere molto distante dall'apparecchio con grandi vantaggi sia per l'uniformità dell'illuminazione sia per la vasta area illuminata.

Il massimo dell'intensità luminosa esce infatti dal proiettore con un angolo anche maggiore di 60° rispetto alla perpendicolare tracciata dal vetro. In pratica sarebbe circa come montare un apparecchio simmetrico inclinato di 60°, senza produrre però inquinamento luminoso.

L'impiego dei proiettori asimmetrici è in grado di sostituire i proiettori simmetrici nella quasi totalità dei casi; spesso però i proiettori asimmetrici non sono molto conosciuti e quando utilizzati vengono spesso montati inclinati come fossero semplici proiettori simmetrici. In questo caso si vanificano le migliori caratteristiche di questo tipo di prodotto e, paradossalmente, si illumina di più il cielo che non la superficie che si deve illuminare.

Occorre sottolineare che secondo la già citata L.R. 19/2003, le torri faro devono essere impiegate "solo se la potenza installata risulti inferiore al corrispondente (quanto a luminanza sulla sede stradale) impianto con apparecchi tradizionali o se il fattore di utilizzazione supera il valore di 0,5 (considerare nel calcolo del fattore di utilizzazione solo la superficie stradale).

In Figura 12.3 sono riportati alcuni esempi di torri faro conformi alla normativa.

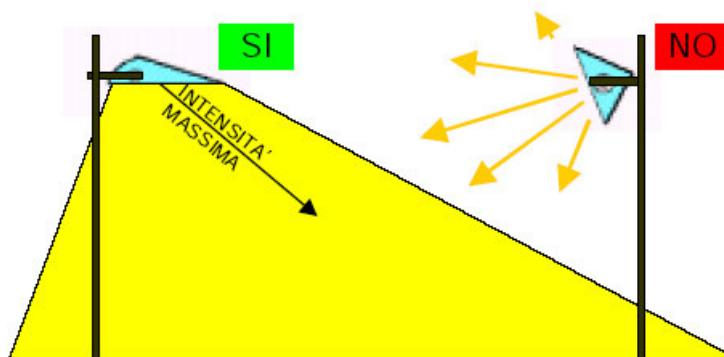


Figura 12.2 – A sinistra un proiettore asimmetrico illumina una vasta area senza alcuna dispersione luminosa. Il classico proiettore simmetrico, a destra, oltre alla notevole luce dispersa produce pericolosi abbagliamenti.

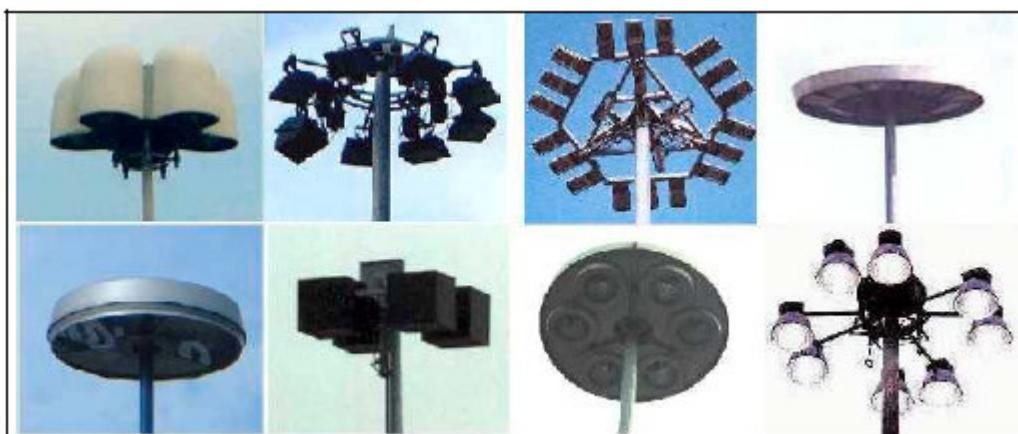


Figura 12.3 – Esempi di torri faro conformi alla L.R. 19/03.

#### 12.2.1.2 Definizione del numero di punti luce

Una critica spesso mossa ai corpi illuminanti *full cut-off* è quella di produrre un cono di luce più stretto, costringendo il progettista ad aumentare il numero dei pali rispetto a quello necessario con altri tipi di apparecchi. Questo può essere vero se si confrontano apparecchi classificati secondo la CIE (*Commission Internationale de l'Eclairage*) come *cut-off* e *semi cut-off*, ma non nel caso dei *full cut-off* come vengono intesi in Europa, cioè con nessuna limitazione all'intensità luminosa ammessa al di sotto della linea dell'orizzonte e nessuna dispersione al di sopra di essa. Se non ci sono limitazioni alle intensità ammesse verso il basso, ad angoli prossimi all'orizzonte (ma non troppo, per evitare di abbagliare), è possibile produrre, grazie ad appropriate forme del riflettore interno, apparecchi *full cut-off* che permettano interdistanze tra palo e palo anche superiori a quelle possibili con i *semi cut-off*. Le obiezioni tipiche ai *full cut-off*, compresi quelli a vetro piano con i quali sono ormai possibili interassi anche di quattro volte l'altezza del palo, sono perciò superate purché si presti attenzione alla scelta dei corpi illuminanti; in effetti le differenze tra un pessimo ed un buon *full cut-off* sono notevoli. Tra l'altro la diminuzione dell'abbagliamento permessa dai *full cut-off* fa diventare meno importanti, per una visione ottimale, i requisiti di uniformità della luminanza (ossia del parametro cui è legata la sensazione di illuminamento) del manto stradale.

Rimandando al progetto il calcolo dei punti-luce, in questa sede è quindi sufficiente sottolineare che l'utilizzo di apparecchi totalmente schermati (*full cut-off*) non comporta necessariamente un eccessivo incremento del numero di pali d'illuminazione. Ciò premesso, occorre sottolineare che per valutare la validità di un corpo illuminante e definire in modo corretto il numero di punti luce, non solo dal punto di vista dell'inquinamento luminoso, bisogna valutare le cosiddette "curve fotometriche", ossia la rappresentazione grafica di come la luce viene distribuita attorno l'apparecchio stesso; tali curve sono riportate in tutti i cataloghi dei sistemi di illuminazione.

In particolare sono interessanti le curve ottenute sezionando con un piano parallelo all'asse stradale (il cosiddetto piano  $C=0^\circ-C=180^\circ$ ) per valutare l'interesse tra i punti luce, oltre a quelle ottenute con un piano ortogonale all'asse stradale (piano  $C=90^\circ-C=270^\circ$ ) per verificare se l'illuminazione è in grado di coprire tutta la larghezza della strada. Nell'esempio di Figura 12.4 si osserva la situazione sul piano

parallelo all'asse stradale; in questo caso sono utilizzati apparecchi *full cut-off* la cui intensità massima corrisponde ad un angolo  $\gamma$  (angolo tra la verticale e la direzione considerata) molto elevato. La soluzione è molto vantaggiosa: infatti sotto il palo arriva meno luce che si distribuisce però su un'area più piccola mentre lontano dal palo arriva una quantità maggiore di luce che si distribuisce su un'area più grande; le due cose si compensano dando luogo quindi ad un'illuminazione più uniforme.

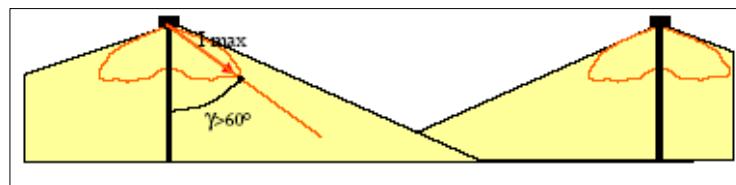


Figura 12.4 – Osservando le curve fotometriche lungo un piano parallelo all'asse stradale si ricava l'interasse tra i pali. Per intensità massima con angoli  $\gamma$  elevati si ottengono interassi ottimali anche con apparecchi full cut-off.

### **12.2.2 Misure di mitigazione per il rischio idraulico**

La nuova infrastruttura viaria sarà realizzata a quote leggermente sopraelevate rispetto al piano campagna attuale e corredata da canalizzazioni superficiali perimetrali opportunamente dimensionate per gli afflussi meteorici eccezionali.

In corrispondenza di tutti i fossi e canali secondari intercettati dall'opera di progetto dovranno essere realizzati idonei tombini.

### **12.2.3 Misure di mitigazione per l'introduzione di elementi di disturbo a carico degli ecosistemi e gli agroecosistemi esistenti**

Le alterazioni introdotte dall'opera in progetto a carico dell'assetto morfologico dell'area di intervento e degli agroecosistemi esistenti devono essere mitigati mediante la corretta progettazione delle opere a verde di inserimento del tracciato stradale.

#### **12.2.3.1 Criteri generali per la definizione degli interventi di inserimento ambientale e paesaggistico**

La scelta degli interventi a verde è stata fatta prendendo come riferimento progettuale le *Linee Guida per la progettazione integrata delle strade*<sup>8</sup>, cercando di integrare le esigenze tecniche del progetto con la possibilità di valorizzazione del paesaggio.

Vista l'omogeneità del territorio attraversato dal tratto in progetto, la scelta dei tipologici per gli interventi a verde ha tenuto conto essenzialmente degli impatti sulla vegetazione esistente, della forma del rilevato e degli spazi utilizzabili per l'impianto delle essenze vegetali.

---

<sup>8</sup> Regione Emilia Romagna Assessorato mobilità e trasporti – servizio infrastrutture viarie e intermodalità

Ciò ha portato ad una diversificazione, tipologica e funzionale, dei nuclei di vegetazione di neoformazione, possibilmente integrati agli elementi della struttura paesistica esistente, quando esistenti (es. fossi, siepi di campo, ecc), e aventi anche un compito, non secondario, di mitigazione visiva della nuova infrastruttura.

Per la definizione dei tipi di intervento dovranno essere adottati alcuni criteri generali:

- scelta delle specie in sintonia con i caratteri ecologici;
- scelta delle specie predisposte alla funzione richiesta;
- scelta delle specie con valenza anche estetica;
- stratificazione verticale;
- diversità floristica;
- diversità di fenologia;
- bassa manutenzione.

Poiché le finalità dell'intervento sono di tipo prettamente naturalistico-paesaggistico, la scelta delle specie dovrà essere effettuata sulla base della conoscenza della vegetazione reale e potenziale dell'area e il materiale vegetale da utilizzare ha riguardato le specie autoctone, meglio se di provenienza locale (condizione molto più restrittiva per una buona riuscita dell'intervento) che, per capacità di sviluppo, garantiscono livelli elevati di attecchimento e rapidità di crescita, oltre ad essere facilmente reperibili sul mercato vivaistico del posto. Inoltre la scelta delle essenze da impiegare dovrà essere rivolta alle specie caratterizzate da ridotta richiesta di manutenzione nel corso degli anni, in tal senso l'utilizzo di piante autoctone garantisce un elevato grado di rusticità.

Si sottolinea che dovranno essere privilegiate consociazioni plurispecifiche che consentano di ottenere una strutturazione di maggiore complessità ecologica e che, nel contempo, comportino anche minori rischi di fallanze, con la presenza di specie erbacee, arbustive ed arboree di diversa altezza opportunamente organizzate e a fenologia diversificata, in modo da garantire tempi e ritmi di fioritura scalari nel tempo.

#### **12.2.3.2      Descrizione degli interventi previsti**

Gli interventi di inserimento ambientale e paesaggistico sono:

- inerbimento tecnico del rilevato stradale;
- arredo a verde delle rotatorie;

#### **INERBIMENTI**

L'inerbimento delle scarpate del rilevato stradale e delle fasce di rispetto imposte dal Codice della Strada è finalizzato alla costituzione di aree a prato per la copertura di fasce di sezione limitate.

Per la realizzazione di tale intervento si dovrà procedere alle attività preparatorie delle singole aree (pulitura delle aree, riporto di terreno vegetale, lavorazioni agronomiche) ed alla successiva semina del miscuglio con diverse modalità: a spaglio per le aree pianeggianti, mediante idrosemina per le aree più acclivi.

Tabella 6.2.1 – Inerbimenti.

MISCUGLIO PRATO POLIFITA - Elenco specie	n° semi (%)
<i>Festuca rubra</i>	25
<i>Festuca arundinacea</i>	20
<i>Festuca ovina</i>	10
<i>Lolium perenne</i>	15
<i>Poa pratense</i>	15
<i>Trifolium pratense</i>	15

### ARREDO A VERDE DELLA ROTATORIA

Per quanto riguarda la progettazione dell'arredo a vedere della rotatoria presso la S.C del Balsemano e la S.P: Busseto - Polesine sono state riprese le indicazioni dalle Linee Guida per la progettazione integrata delle strade, dove, per le rotatorie di grandi dimensioni di accesso a zone caratterizzate da insediamenti misti di tipo agricolo e produttivo, si suggerisce la realizzazione di un *arredo ad impianto agricolo*.

Nella Figura 12.5 si riporta una simulazione fotografica esemplificativa, tratta dalle linee guida regionali.



Figura 12.7 – Simulazione di una rotatoria con arredo verde ad impianto agricolo.

#### 12.2.4 Misure di mitigazione degli elementi di disturbo per la fauna

Le misure di mitigazione per la tipologia di impatto considerata sono finalizzate a rendere l'infrastruttura stradale meno impattante e più permeabile al passaggio della fauna selvatica.

L'adozione delle misure di mitigazione ha inoltre la funzione di garantire una maggiore sicurezza del traffico veicolare.

Come target faunistici preferenziali sono stati individuati anfibi, uccelli e piccoli mammiferi, dato che il Piano Faunistico Venatorio provinciale non segnala, per il territorio oggetto di intervento, la presenza significativa di ungulati (capriolo e cinghiale).

Nell'area in esame la strategia di mitigazione adottata è la realizzazione di un passaggio per la fauna (mitigazioni attiva).

Si tratta di manufatti artificiali di varia natura, trasversali alla sezione stradale, che consentono l'attraversamento dell'infrastruttura da parte delle specie animali.

Dall'analisi dell'uso del suolo si evince che il territorio attraversato dall'infrastruttura di progetto è prettamente agricolo, nonostante il tracciato interferisca con alcuni elementi della rete idrografica superficiale. Si sottolinea come gli elementi della rete idrografica minore siano particolarmente idonei all'ubicazione di passaggi fauna quando sono bordati da siepi, filari, fasce di vegetazione elofita ed igrofila, rappresentando quindi un percorso preferenziale per la fauna.

Per tale motivo, in relazione alla distribuzione della copertura vegetale è stato previsto in corrispondenza dell'interferenza del filare di farnie parallelo alla S.C. del Balsemano un tombito di dimensioni maggiorate adeguato al passaggio della fauna selvatica.

Occorre sottolineare che i tombini predisposti per assicurare la continuità idraulica di fossi e canali possono svolgere anche la funzione di sottopassi faunistici solo se adeguatamente progettati.

I tombini sono strutture circolari che hanno la funzione di drenaggio delle acque di ruscellamento. Le misure di adeguamento consistono nel rimuovere ogni substrato metallico dalla superficie di calpestio, nell'ampliare al massimo la base del tombino, nonché nel conservare frange laterali che si mantengano asciutte durante la maggior parte del tempo. Il passaggio della fauna può essere favorito incrementando le dimensioni della struttura. Non è raccomandabile adattare a fini faunistici strutture dove non si veda con chiarezza l'ingresso opposto, come nel caso dei tombini di diametro minore di 60-70 cm.

Nell'area in esame siccome la circolazione d'acqua non è permanente e poco frequente è stato previsto un tombino con diametro di 800 mm.

### **12.2.5 Misure di mitigazione per il rischio sismico**

L'area di intervento è classificata in zona sismica 3 in base ai criteri dell'allegato 1 all'Ordinanza n. 3274/03 e degli *"Indirizzi per gli studi di micro zonazione sismica in Emilia-Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica"* (Del.A.L. 112/2007). Il progetto esecutivo dovrà quindi contenere una Relazione sismica che valuti il rispetto delle indicazioni contenute nella normativa tecnica vigente in materia, ed in particolare nel D.M. del 14/01/2008 "Norme tecniche per le costruzioni".