



AUTOSTRADA REGIONALE CISPADANA DAL CASELLO DI REGGIOLO-ROLO SULLA A22 AL CASELLO DI FERRARA SUD SULLA A13

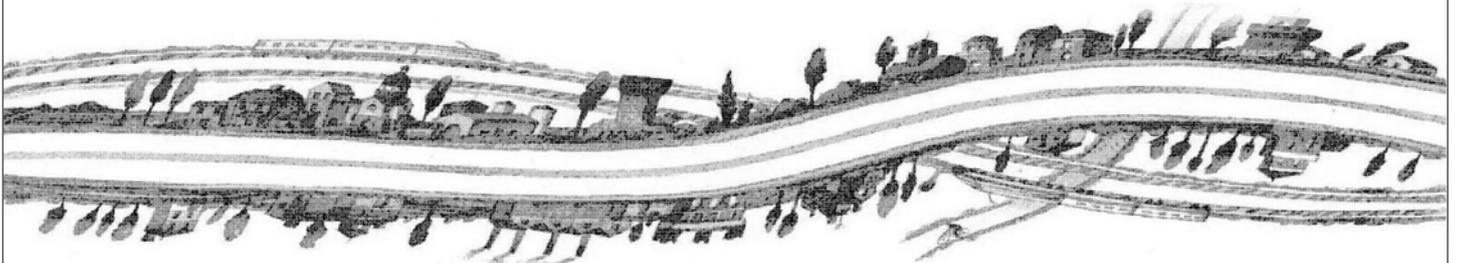
CODICE C.U.P. E81B08000060009

PROGETTO DEFINITIVO

VIABILITA' DI ADDUZIONE AL SISTEMA AUTOSTRADALE
D01 (ex 1PR) Riqualificazione della SP n° 72 "Parma - Mezzani"
CANTIERIZZAZIONE - DEFINIZIONE DELLA CANTIERIZZAZIONE DELL'OPERA

LOCALIZZAZIONE CANTIERI

RELAZIONE



IL PROGETTISTA

Arch. Sergio Beccarelli
Ord. Arch. Prov. PR n° 377



RESPONSABILE INTEGRAZIONE
PRESTAZIONI SPECIALISTICHE

Ing. Emilio Salsi
Albo Ing. Reggio Emilia n° 945



IL CONCESSIONARIO

Autostrada Regionale
Cispadana S.p.A.
IL PRESIDENTE
Graziano Pattuzzi

Graziano Pattuzzi

TECNICO COMPETENTE IN ACOUSTICA

Ing. Angelo Farina
Tecnico Competente in Acustica Ambientale
DD Regione Emilia Romagna
n. 1394 del 9/11/1998



G										
F										
E										
D										
C										
B										
A	17.04.2012	EMISSIONE		CATTANI	BECCARELLI SALSÌ					
REV.	DATA	DESCRIZIONE		REDAZIONE	CONTROLLO APPROVAZIONE					
IDENTIFICAZIONE ELABORATO					DATA: MAGGIO 2012					
NUM. Progr.	FASE	LOTTO	GRUPPO	CODICE OPERA WBS	TRATTO OPERA	AMBITO	TIPO ELABORATO	PROGRESSIVO	REV.	SCALA:
4801	PD	1	D01	DKK00	0	KK	RT	01	A	-

INDICE

1. DESCRIZIONE GENERALE DEL PROCESSO DI CANTIERIZZAZIONE.....	4
1.1. PIANIFICAZIONE GENERALE DEL PROCESSO DI CANTIERIZZAZIONE	4
1.2. DESCRIZIONE DELLE STRUTTURE ED AZIONI DI CANTIERE.....	5
1.2.1. Descrizione dei criteri adottati per il dimensionamento dei cantieri	5
1.2.2. Programmazione delle tempistiche realizzative.....	8
1.2.3. Piano dei trasporti e descrizione delle viabilità di cantiere.....	9
1.2.3.1 <i>Frequenze dei mezzi operativi nelle fasi realizzative</i>	13
1.2.4. Descrizione degli edifici e degli impianti a servizio dei cantieri.....	16
1.2.4.1 <i>Reti tecnologiche a servizio delle aree di cantiere</i>	19
1.2.4.2 <i>Descrizione delle singole attività presenti in cantiere</i>	20
1.2.4.3 <i>Modalità di pulizia degli ambienti</i>	20
1.2.5. Descrizione dei tipi di mezzi o veicoli utilizzati per l'esecuzione delle opere	20
2. MATRICE SUOLO E SOTTOSUOLO	22
2.1. DESCRIZIONE DEI VOLUMI E DELLE TIPOLOGIE DEGLI INERTI DI CAVA.....	22
2.1.1. Tipologie di inerti	22
2.1.1.1 <i>Materiali da rilevato</i>	22
2.1.1.2 <i>Inerti per calcestruzzi e conglomerati bituminosi</i>	23
2.1.1.3 <i>Terreno vegetale</i>	23
2.1.2. Fabbisogni.....	24
2.2. LOCALIZZAZIONE E DESCRIZIONE DELLE TIPOLOGIE DI CAVA	24
2.2.1. Indicazioni in merito al piano di gestione dei materiali.....	25
3. MATRICE ACQUE SUPERFICIALI E SOTTERANEE	28
3.1. ACQUE SUPERFICIALI	28
3.1.1. Descrizione delle quantità, delle tipologie e delle modalità di approvvigionamento della risorsa idrica.....	28
3.1.1.1 <i>Tipologia e caratteristiche delle acque utilizzate nei cantieri</i>	28
3.1.1.2 <i>Sistemi di approvvigionamento e distribuzione nei cantieri</i>	29
3.1.1.3 <i>Approvvigionamento acque non potabili</i>	29
3.1.1.4 <i>Distribuzione acque</i>	30
3.1.1.5 <i> Volumi e portate richieste</i>	30
3.1.2. Descrizione delle modalità di smaltimento di reflui ed acque di scorrimento dei cantieri.....	31
3.1.2.1 <i>Attività e lavorazioni previste nei cantieri</i>	31
3.1.2.2 <i>Caratterizzazione delle acque reflue e di scorrimento</i>	32
3.1.2.3 <i>Sistema di raccolta e trasporto dei reflui in fase di esecuzione delle opere d'arte</i>	33
3.1.2.4 <i>Sistemi di depurazione dei reflui civili ed industriali</i>	33
3.1.2.5 <i>Laminazione delle acque di cantiere scaricate</i>	33
3.1.3. Potenziali impatti in fase di cantiere	34
3.2. ACQUE SOTTERANEE.....	35
3.2.1. Potenziali impatti in fase di cantiere	35

4. MATRICE ATMOSFERA.....	40
4.1. METODOLOGIA	40
4.2. EMISSIONI	41
4.3. CONCENTRAZIONI	41
5. MATRICE RUMORE E VIBRAZIONI	44
5.1. IMPOSTAZIONE E METODOLOGIA DI ANALISI DEL RUMORE	44
5.2. PRODUZIONE DI RUMORE IN FASE DI CANTIERE	49
5.2.1. Traffico veicolare di cantiere.....	49
5.2.2. Valutazione dei livelli sonori in fase di cantiere – calcolo “per punti”	50
5.2.3. Valutazione dei livelli sonori in fase di cantiere – Mappatura isolivello sonoro	52
5.3. IMPOSTAZIONE E METODOLOGIA DI ANALISI DELLE VIBRAZIONI.....	53
5.3.1. Premessa	53
5.3.2. Normativa sulle Vibrazioni	54
5.3.3. Misura delle vibrazioni: descrittori fisici.....	56
5.3.4. Analisi tecnica dei limiti di accettabilità delle vibrazioni sulla base delle norme UNI vigenti	57
5.4. VALUTAZIONE DELL IMPATTO VIBRAZIONALE DEI CANTIERI	63
5.4.1. Generazione delle vibrazioni	64
5.4.2. Propagazione delle vibrazioni.....	69
5.4.3. Attenuazioni ed amplificazioni nella struttura degli edifici.....	75
5.4.4. Valutazione della propagazione delle vibrazioni nel terreno.....	79
6. MATRICE ECOLOGICA.....	85
6.1. DESCRIZIONE DEI POTENZIALI IMPATTI DERIVANTI DALLE AZIONI DI CANTIERE SULLA VEGETAZIONE, LA FLORA, LA FAUNA E GLI ECOSISTEMI	85
6.2. DESCRIZIONE DEI POTENZIALI IMPATTI DERIVANTI DALLE AZIONI DI CANTIERE SUL SISTEMA AGROALIMENTARE	89
7. MATRICE PAESAGGIO E PATRIMONIO STORICO CULTURALE	92
7.1. VALUTAZIONE DEI POTENZIALI IMPATTI IN FASE DI CANTIERE PER IL PATRIMONIO STORICO CULTURALE	92
7.2. VALUTAZIONE DEI POTENZIALI IMPATTI IN FASE DI CANTIERE PER IL PAESAGGIO	93
8. PRODUZIONE DI RIFIUTI IN FASE DI CANTIERE.....	95
8.1. DESCRIZIONE DELLE QUANTITÀ E DEL TIPO DI MATERIALI DI RISULTA DEI CANTIERI.....	95
8.1.1. Reflui.....	95
8.1.2. Materiali di scavo.....	95
8.1.3. Materiali derivanti dalla dismissione delle aree di cantiere	96
8.1.4. Materiali derivanti dalle demolizioni.....	97
8.1.5. Rifiuti urbani (RU).....	97

8.2. DESCRIZIONE DEI SITI DI CONFERIMENTO	102
9. PRINCIPALI INTERVENTI DI MITIGAZIONE ADOTTATI IN FASE DI CANTIERE	103
9.1. MATRICE SUOLO E SOTTOSUOLO	103
9.2. MATRICE ACQUE SUPERFICIALI E SOTTERANEE	104
9.2.1. Acque superficiali	104
9.2.2. Acque sotterranee	104
9.3. MATRICE ATMOSFERA	105
9.3.1. Scelte localizzative	105
9.3.2. Scelte operative.....	105
9.3.3. Trattamento e movimentazione del materiale.....	106
9.3.4. Depositi di materiale	107
9.3.5. Viabilità di cantiere	107
9.3.6. Macchine ed apparecchi.....	108
9.4. MATRICE RUMORE E VIBRAZIONI.....	108
9.4.1. Rumore.....	108
9.4.1.1 <i>Scelta delle macchine, delle attrezzature e miglioramento prestazioni</i>	110
9.4.1.2 <i>Manutenzione dei mezzi e delle attrezzature</i>	111
9.4.1.3 <i>Modalità operative e predisposizione del cantiere</i>	111
9.4.1.4 <i>Schermature ed altre opere di difesa passiva</i>	111
9.4.2. Vibrazioni.....	112
9.4.2.1 <i>Sistemi antivibranti a massa flottante</i>	113
9.4.2.2 <i>Trincee antivibrazione</i>	116
9.4.2.3 <i>Interventi di consolidamento al ricettore</i>	117
9.5. MATRICE ECOLOGICA	117
9.5.1. Interventi per il recupero agronomico dei terreni	118
9.6. MATRICE PAESAGGIO E PATRIMONIO STORICO CULTURALE.....	118
9.6.1. Valutazione dell’inserimento paesaggistico dell’area operativa rispetto al sistema dei vincoli dei corsi d’acqua	119
ALLEGATO 1 – MAPPATURE DELLE ISOFONICHE.....	120

1. DESCRIZIONE GENERALE DEL PROCESSO DI CANTIERIZZAZIONE

Il documento descrive il processo di cantierizzazione della viabilità di adduzione al sistema autostradale “Cispadana”, identificata dalla sigla “D01 (ex 1PR)”, *Riqualificazione della S.P. n° 72 “Parma-Mezzani”*, in provincia di Parma, definita nel seguito per brevità 1PR.

1.1. PIANIFICAZIONE GENERALE DEL PROCESSO DI CANTIERIZZAZIONE

In relazione all’analisi condotta ed alla configurazione dell’opera sul territorio è stato necessario programmare il processo di cantierizzazione in modo tale da ottimizzare le percorrenze dei mezzi operativi, da e per le aree di conferimento dei materiali. Tale aspetto, da ritenersi prioritario anche in relazione alla sensibilità ambientale del territorio interessato dal progetto, ha determinato l’opportunità di valutare la cantierizzazione specificatamente per il nuovo tracciato stradale, pur ricomprendendo il relativo processo realizzativo all’interno dell’Ambito Operativo n°1 del progetto dell’Autostrada Regionale Cispadana (vedasi anche l’elaborato PD_0_000_0KK00_0_KK_RT_01 “*Cantierizzazione - Definizione della cantierizzazione dell’opera - Localizzazione cantieri. Relazione*”) e schematizzato graficamente nella successiva Figura 1-1.

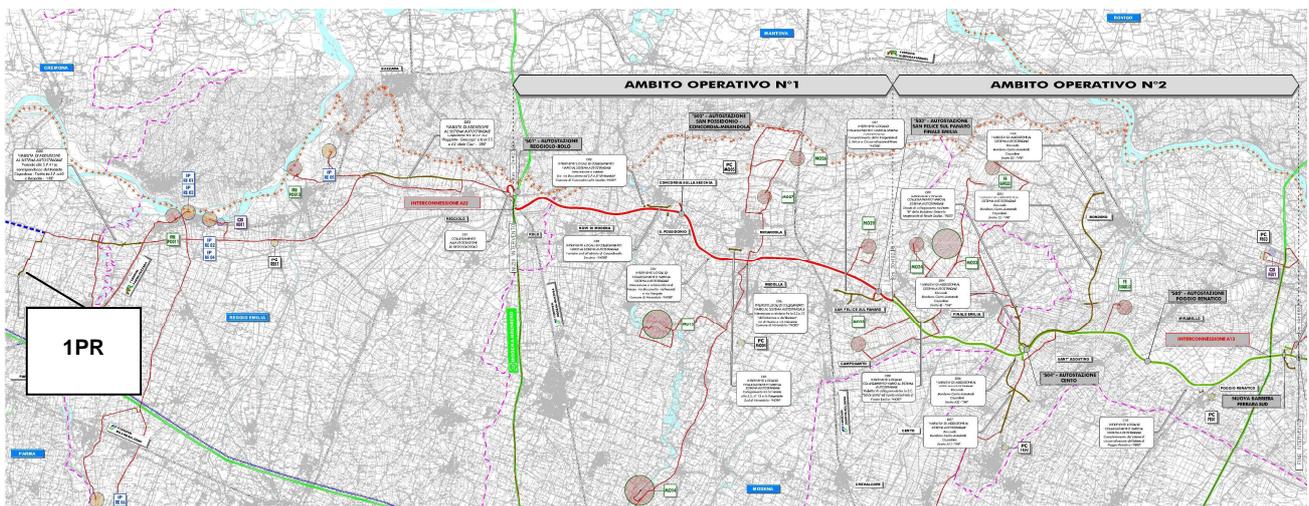


FIGURA 1-1 – SUDDIVISIONE DEL TRACCIATO AUTOSTRADALE IN AMBITI OPERATIVI (ESTRATTO DALL’ELAB. PD_0_000_0KK00_0_KK_IT_01)

La figura schematizza il tracciato della presente viabilità di adduzione rispetto al sistema autostradale “Cispadana” in progetto, evidenziandone la relativa collocazione territoriale all’interno dell’Ambito Operativo n°1.

Il principale criterio che ha consentito di definire una tale configurazione può essere sinteticamente riassunto nel fatto che non sussistono particolari ostacoli alla realizzazione dell’opera attraverso l’utilizzo della viabilità esistente. Così la definizione dell’ambito operativo, è stata condizionata in primo luogo dalla necessità di ottenere la migliore ottimizzazione del processo di cantierizzazione.

Con questa configurazione, inoltre, si è cercato di esaurire tutte le funzioni (fondamentalmente logistiche, operative e di deposito) all’interno dell’ambito operativo stesso, al fine di evitare di “esternalizzare” ulteriori effetti agli ambiti contigui, questo in relazione anche alla relativa vicinanza delle opere autostradali da realizzare nell’ambito dell’Autostrada Regionale Cispadana. L’ottimizzazione, inoltre, è stata valutata anche in relazione ai poli estrattivi di approvvigionamento, ai percorsi per raggiungerli ed alle tempistiche realizzative. Si è cercato, per quanto possibile, di individuare delle aree estrattive specifiche, affinché le stesse potessero garantire solo i fabbisogni generati dalla viabilità in progetto. Inoltre sono stati attentamente valutati i percorsi stradali da utilizzare, al fine di ridurre il più possibile le interferenze con la viabilità ordinaria.

Per una visione dettagliata dei percorsi dai poli estrattivi di approvvigionamento inerti agli ambiti operativi si rimanda all’elaborato di riferimento PD_1_D01_DKK00_0_KK_PP_01÷02 “*Planimetria generale con indicazione degli ambiti operativi, delle aree e delle piste di cantiere e dei percorsi dei mezzi operativi coincidenti con le viabilità maggiori e minori esistenti (tavv 1/2 e 2/2)*”.

Le scelte operate in questa sede, in termini di pianificazione e logistica della fase di cantiere sono mirate, quindi, a verificare la sostenibilità ambientale del processo costruttivo dell’opera nel caso più critico. Si evidenzia, infatti, che una corretta pianificazione del processo di cantierizzazione che governa la fase realizzativa dell’opera, è da ritenersi prioritaria anche in termini ambientali, al fine di ridurre i potenziali effetti legati alla fase costruttiva dell’opera.

1.2. DESCRIZIONE DELLE STRUTTURE ED AZIONI DI CANTIERE

Nella presente sezione sono descritti tutti gli elementi legati alla fase di costruzione dell’infrastruttura di progetto.

1.2.1. Descrizione dei criteri adottati per il dimensionamento dei cantieri

L’aspetto principale che caratterizza il presente processo di cantierizzazione è relativo alla scelta operata di includere nell’Ambito Operativo n°1 dell’Autostrada Cispadana anche la fase realizzativa della viabilità di adduzione in oggetto. Ciò premesso, considerata l’entità dell’intervento in oggetto, sono giustificati anche i criteri adottati per il dimensionamento dei cantieri che, oltre a specifiche esigenze operative e di salvaguardia ambientale, rispondono alla necessità di:

- garantire una capacità produttività giornaliera definita in base alla programmazione dei lavori; in tal modo è individuato il numero di addetti e la consistenza delle attrezzature da impiegare;
- i parametri dimensionali maggiormente significativi risultano essere il numero di addetti e la capacità di impiego di calcestruzzi e bitumi (espressa in m³/giorno);
- valutare il fabbisogno di superficie necessaria ad ospitare in modo funzionale le attrezzature e le maestranze sopra definite e i materiali inerti ed edili in stoccaggio;
- individuare zone idonee ad ospitare i cantieri, con caratteristiche morfologiche pianeggianti e di adeguata estensione, nonché opportunamente distanti da ambiti insediativi, emergenze storico-testimoniali e naturalistiche di pregio. In particolare nelle aree comprese in zone sottoposte a tutela non saranno realizzate strutture di cantiere fisse. L’obiettivo è limitare le operazioni di sbancamento e di bonifica, facilitando al contempo la naturale mitigazione percettiva nei confronti del paesaggio;
- ubicare le aree di cantiere in posizione baricentrica rispetto agli interventi, ottimizzando gli spostamenti delle maestranze e delle materie prime durante le fasi operative;
- consentire una facile accessibilità rispetto alla viabilità esistente;
- limitare al minimo gli effetti indotti alle realtà insediative, evitando di localizzare il cantiere in prossimità di ricettori sensibili.

Al fine di ottimizzare la risoluzione delle specifiche problematiche produttive connesse alla fase esecutiva delle opere elencate in precedenza, si prevede di utilizzare il campo base “1-B.1” studiato nell’ambito del processo di cantierizzazione autostradale (si veda al proposito anche la sezione, afferente al tracciato autostradale, “*Cantierizzazione-Definizione della cantierizzazione dell’opera - Localizzazione cantieri*” del Progetto Definitivo). Nell’ambito del presente processo realizzativo, inoltre, è stata definita la realizzazione di una sola tipologia di area di cantierizzazione:

- operativa. Si tratta di una tipologia di area di servizio funzionale alla realizzazione delle diverse opere d’arte previste nel progetto. Non si configura come area di cantiere dotata di strutture ed impianti fissi, ma avrà funzione di deposito materiali e mezzi operativi impiegati lungo il tracciato.

I cantieri afferenti alla presente opera, quindi, sono stati identificati con un codice formato da una stringa alfanumerica: la prima parte individua la tipologia del cantiere (AO=area operativa), la seconda parte indica la sigla dell’opera d’adduzione e, infine, è riportata la numerazione progressiva del cantiere procedendo da inizio a fine intervento. In questo caso particolare, si è optato per utilizzare una sola area tecnica, posizionata in prossimità della rotonda ubicata in zona centrale rispetto allo sviluppo con cui si configura l’intero intervento di progetto. Tale area è facilmente raggiungibile dalla viabilità locale esistente e collocata in un’area agricola.

Nella tabella sottostante si riporta una breve descrizione della localizzazione dell’ubicazione e delle caratteristiche funzionali delle relative aree di cantierizzazione.

AMBITO OPERATIVO	TIPOLOGIA CANTIERE	CODICE	LOCALIZZAZIONE
AO1 autostradale	operativa	AO-PR1	Intersezione Strada Malcantone Comune di Torrile (PR)

TABELLA 1.2-1 – AMBITI OPERATIVI E RELATIVE AREE DI CANTIERE

La valutazione sull’ubicazione territoriale dell’area operativa, inoltre, è stata completata da un’attenta analisi sulla presenza di eventuali vincoli ambientali. A tal proposito si rimanda all’elaborato PD_1_D01_DKK00_0_KK_FS_01 “*Pianificazione temporale dei lavori, localizzazione, dimensionamento e layout funzionale delle aree di cantierizzazione – TAV. 06*”, di cui si riporta uno stralcio nella successiva Figura 1.2-1.

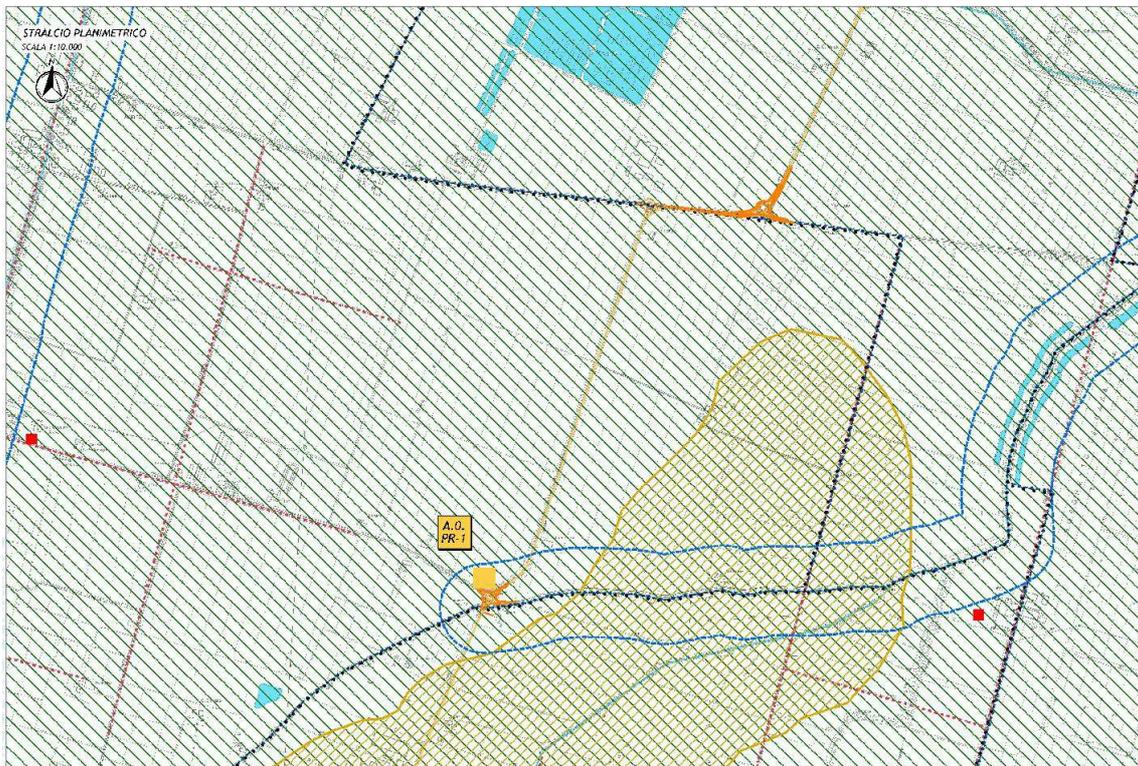


FIGURA 1.2-1 – SOVRAPPONIMENTO DELLE AREE DI CANTIERE CON LE PREVISIONI DELLE TUTELE E DEI VINCOLI SOVRAORDINATI

Dall’analisi dei documenti si evidenzia come la posizione dell’area di cantiere non interferisca con vincoli di carattere ambientale ovvero emergenze storico-testimoniali e paesaggistiche.

- si prevede di completare la realizzazione delle aree di cantierizzazione (campo base 1-B.1) nei primi sei mesi e mezzo, confermando la pianificazione del piano complessivo dei trasporti previsto per il processo realizzativo dell’opera (autostrada e viabilità di adduzione);
- la durata complessiva dei lavori per la viabilità oggetto del presente studio è stimata in 7 mesi (210 giorni).

In particolare si ritiene che sia prioritario realizzare le seguenti opere:

- risoluzione delle principali interferenze della viabilità di progetto con le opere idrauliche (es. tombini) che consentano di dare la maggiore continuità possibile alle viabilità utilizzate in fase di cantiere.

1.2.3. Piano dei trasporti e descrizione delle viabilità di cantiere

Come descritto in precedenza, nella fase di pianificazione del processo di cantierizzazione dell’opera lo studio dei tragitti dei veicoli per il carico e lo scarico merci e la movimentazione delle materie, nonché la definizione delle modalità temporali di spostamento e la relativa frequenza dei mezzi operativi, hanno assunto un’importanza rilevante che, se non opportunamente valutata, avrebbe potuto generare problemi sia in merito all’organizzazione logistica dei lavori che di ordine ambientale.

La pianificazione del piano dei trasporti, pertanto, è stata elaborata sulla base di un’attenta valutazione dei fabbisogni di materie generati dall’opera, dalle caratteristiche della viabilità locale, dalla localizzazione dei poli estrattivi rispetto alla collocazione territoriale dell’opera in oggetto.

L’insieme di questi fattori ha determinato la necessità di programmare l’avanzamento cronologico delle fasi costruttive dell’intera opera in un unico periodo temporale con due fronti di avanzamento, vedasi anche elaborato PD_1_D01_DKK00_0_KK_P5_01 “*Planimetria di dettaglio delle piste di cantiere e dei percorsi dei mezzi operativi, con indicazione delle opere propedeutiche alla realizzazione*” di cui si riporta uno stralcio nella successiva Figura 1.2-3.

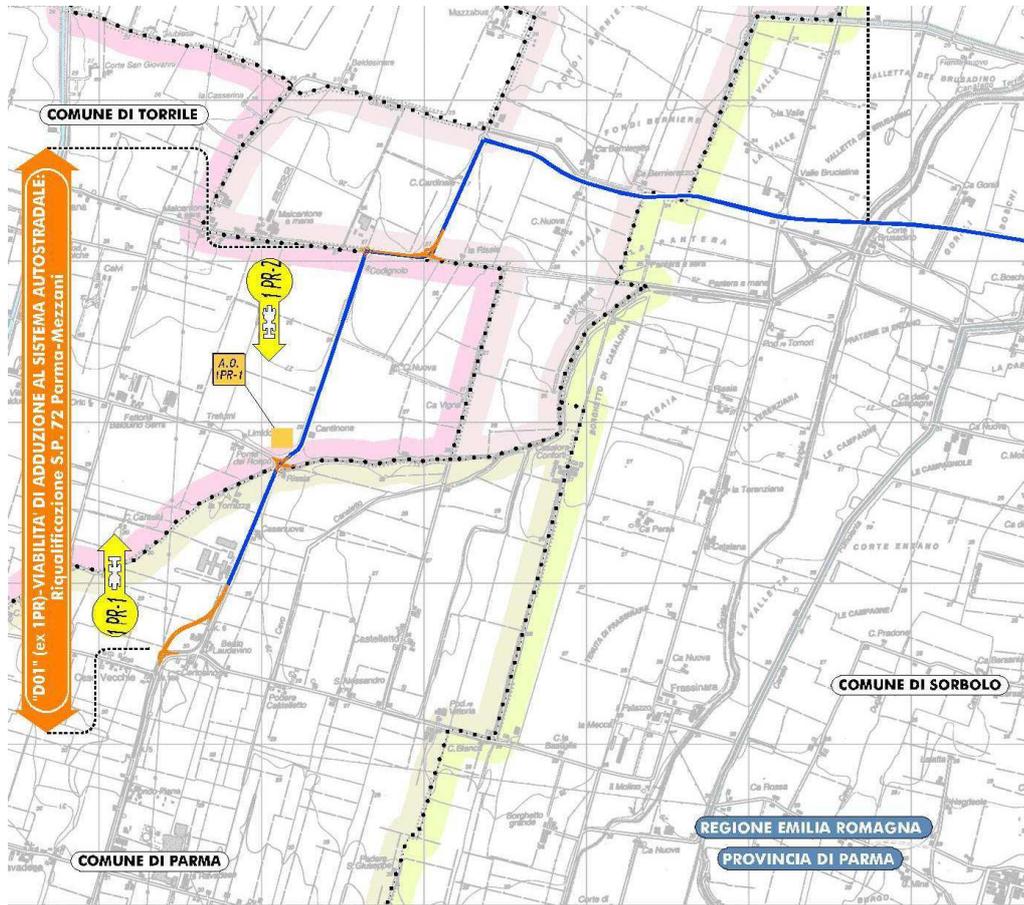


FIGURA 1.2-3 – UBICAZIONI DELL’AREA OPERATIVA E DEI FRONTI DI AVANZAMENTO PER LA REALIZZAZIONE DELLA 1PR

Si evidenzia, quindi, come sia previsto un primo fronte d’avanzamento che, da inizio intervento, si muova in direzione nord e, contestualmente, un secondo fronte che da fine intervento prosegua in direzione sud, con l’area operativa posta in posizione baricentrica rispetto all’estesa di progetto.

Questa organizzazione è stata studiata al fine di minimizzare le interferenze tra il cantiere con la viabilità esistente e perseguire un criterio oggettivo di economicità e di salvaguardia ambientale.

L’intervento, configurandosi di limitata estensione e, soprattutto, non interessando centri abitati, è caratterizzato da percorsi di cantiere di collegamento, coincidenti con la viabilità maggiore e minore esistente (SP). Gli elaborati PD_1_D01_DKK00_0_KK_PP_01÷02 “*Planimetria generale con indicazione degli ambiti operativi, delle aree e delle piste di cantiere e dei percorsi dei mezzi operativi coincidenti con le viabilità maggiori e minori esistenti (tavv 1/2 e 2/2)*” forniscono l’indicazione del sistema di viabilità utilizzate per gli approvvigionamenti dei materiali necessari alla realizzazione delle opere in progetto (vedasi successiva Figura 1.2-4).

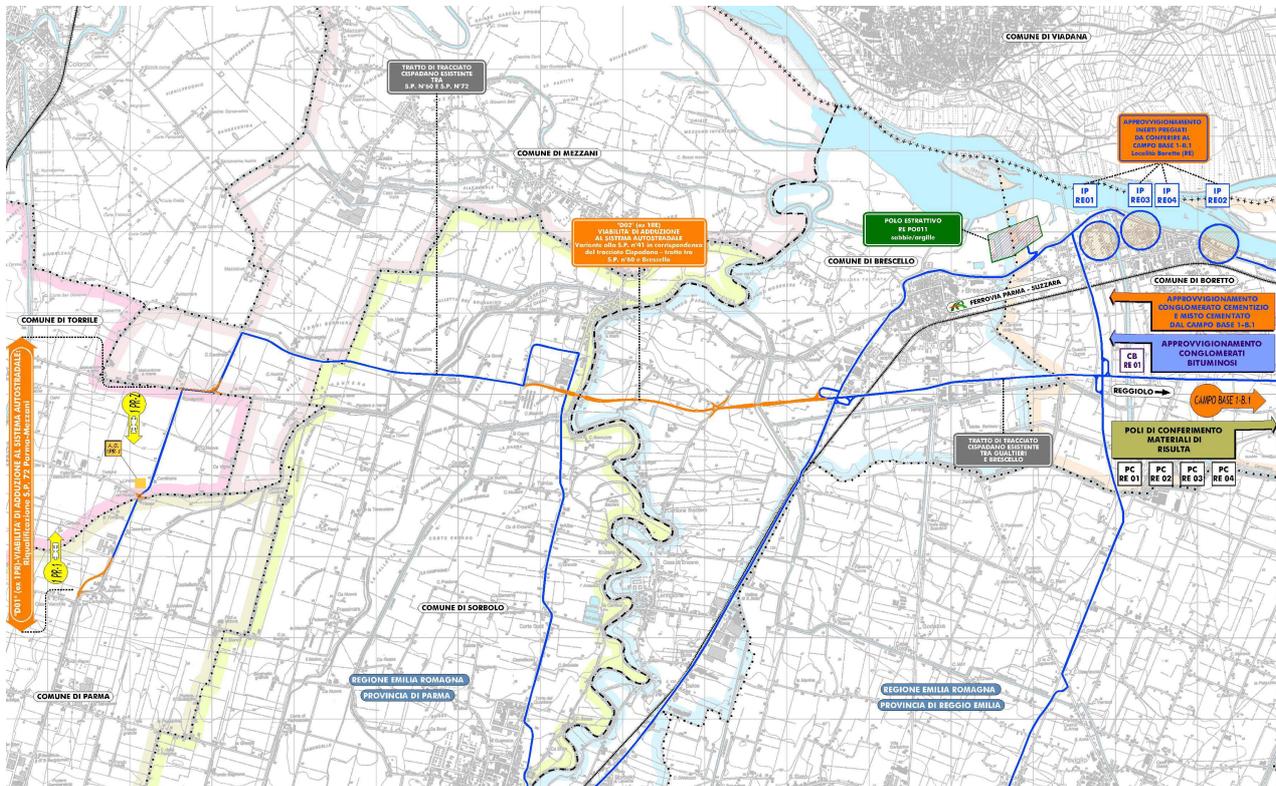


FIGURA 1.2-4 – PERCORSI INDIVIDUATI PER L’APPROVVIGIONAMENTO DEI FABBISOGNI (STRALCIO DELL’ELABORATO PD_1_D01_DKK00_0_KK_PP_01)

Le viabilità in oggetto devono garantire l’approvvigionamento di:

- materiali inerti per la realizzazione dei rilevati di progetto (polo di fornitura coincidente con la cava REPO11 a Brescello);
- conglomerati cementizi (polo di fornitura coincidente con l’impianto ubicato presso il campo base 1-B.1);
- conglomerati bituminosi (poli di fornitura coincidenti con gli impianti CB-RE01 e CB-RE02).

Al fine di individuare le viabilità più idonee per l’utilizzo in fase di cantiere, si sono eseguiti specifici sopralluoghi che hanno consentito di sviluppare schede di censimento delle viabilità stesse (vedasi l’elaborato PD_1_D01_DKK00_0_KK_FS_01 “Pianificazione temporale dei lavori, localizzazione, dimensionamento e layout funzionale delle aree di cantierizzazione” TAVV. 9.1÷9.6) di cui si riporta un esempio nella successiva Figura 1.2-5.

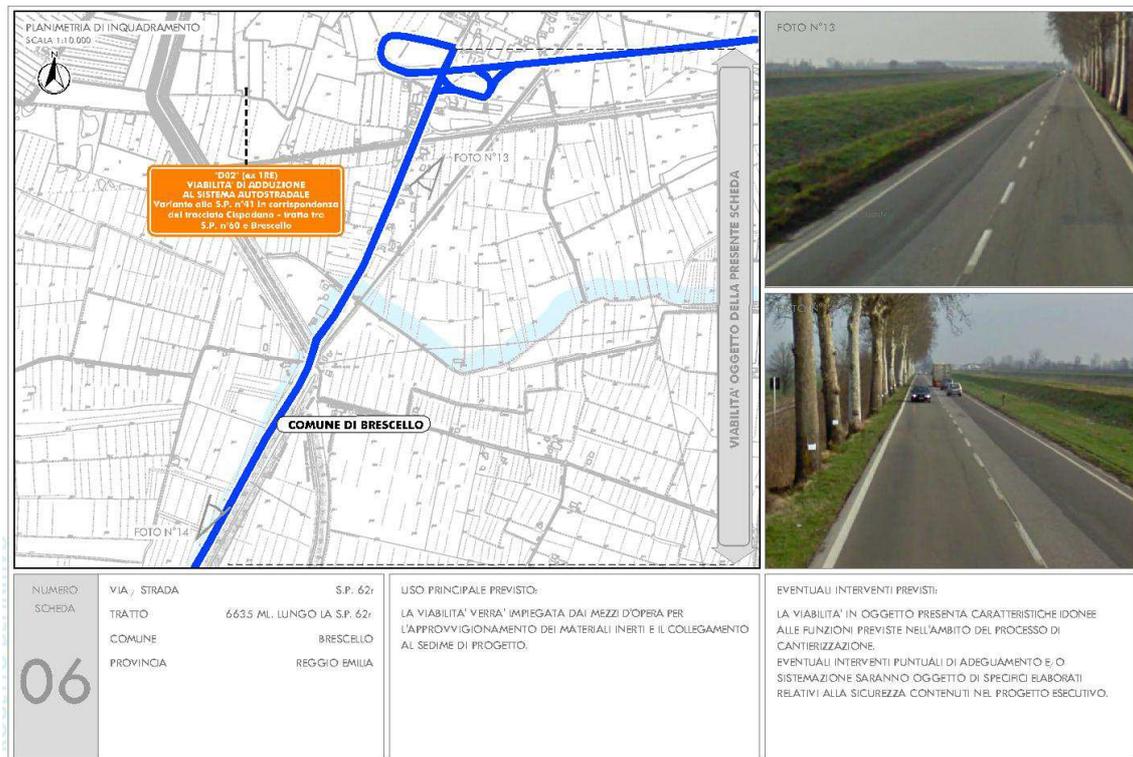


FIGURA 1.2-5 – ESEMPIO DI SCHEDA DI CENSIMENTO DELLA VIABILITÀ UTILIZZATA IN FASE DI CANTIERE

La scheda, oltre a riportare uno stralcio planimetrico che inquadra la viabilità censita, riporta una documentazione fotografica che ne attesta lo stato attuale. La scheda, infine, è completata da una parte descrittiva che contiene:

- denominazione, indicazioni territoriali;
- utilizzo principale della viabilità in fase di cantiere;
- descrizione di eventuali interventi di adeguamento necessari per l'utilizzo previsto, in funzione delle condizioni attuali.

A tal proposito si specifica, già in questa fase progettuale, che la mobilità di cantiere è soggetta alla messa in opera preventiva di un'adeguata segnaletica, regolamentata dal Codice della Strada e s.m. e i. ed eventuali interventi puntuali di adeguamento e/o sistemazione saranno oggetto di specifici elaborati relativi alla sicurezza contenuti nel progetto esecutivo. Di seguito si riporta, nella Tabella 1.2-2, l'elenco delle viabilità interessate dalla movimentazione dei mezzi durante la realizzazione della nuova viabilità d'adduzione 1PR ed il relativo utilizzo previsto in fase di cantiere.

Nome viabilità	Principale utilizzo previsto in fase di cantiere
S.P.72	La viabilità sarà impiegata dai mezzi d'opera per l'approvvigionamento dei materiali inerti e il collegamento al sedime di progetto.
Poderale	Accesso all'area operativa 1PR-1.
Viabilità Cispadana esistente	La viabilità sarà impiegata dai mezzi d'opera per l'approvvigionamento dei materiali inerti e il collegamento al sedime di progetto.
Strada di Chiozzola	La viabilità sarà impiegata dai mezzi d'opera per l'approvvigionamento dei materiali inerti e il collegamento al sedime di progetto.
SP60	La viabilità sarà impiegata dai mezzi d'opera per l'approvvigionamento dei materiali inerti e il collegamento al sedime di progetto.
SP62R	La viabilità sarà impiegata dai mezzi d'opera per l'approvvigionamento dei materiali inerti e il collegamento al sedime di progetto.

TABELLA 1.2-2 – CENSIMENTO DELLE VIABILITÀ ESISTENTI UTILIZZATI IN FASE DI CANTIERE

1.2.3.1 *Frequenze dei mezzi operativi nelle fasi realizzative*

In ragione di quanto sopra esposto è stato pertanto possibile sviluppare un piano di viabilità dei mezzi di cantiere che ha consentito di ridurre significativamente l'interferenza dei mezzi operativi sia nei confronti delle viabilità ordinarie locali che dei centri abitati presenti sul territorio. A tal proposito si è ritenuto necessario valutare analiticamente l'incidenza del flusso dei mezzi d'opera in funzione delle differenti tipologie di materie (vedasi anche successivo paragrafo 2.1.2) durante la fase esecutiva.

Negli elaborati allegati alla documentazione in esame (elab. PD_1_D01_DKK00_0_KK_FS_01 “Pianificazione temporale dei lavori, localizzazione, dimensionamento e layout funzionale delle aree di cantierizzazione” - TAV. 2) si riportano i calcoli analitici dei volumi di traffico, da cui è possibile evincere le incidenze giornaliere ed orarie dei tragitti generati da ogni tipologia di materiale trasportato. I volumi di traffico, definiti e distinti in base alle differenti fasi esecutive, sono stati quantificati sulla base della stima dei fabbisogni di materiali necessari per la realizzazione degli interventi previsti in progetto. In merito ai volumi di traffico si sottolinea quanto segue:

- il totale dei viaggi stimati è riferito al caso più cautelativo, ovvero quello corrispondente ad una sezione temporale legata alla contemporaneità delle diverse azioni di cantiere caratterizzate da movimenti di mezzi esogeni alle aree operative. Come si evince dal cronoprogramma definito, tale situazione si verifica per un intervallo temporale ridotto rispetto alla durata complessiva delle lavorazioni necessarie per la realizzazione dell'intervento di progetto;
- il valore della frequenza dei viaggi dei mezzi operativi è stato determinato attraverso il valore medio dei transiti, suddividendo ogni fase lavorativa per la tempistica realizzativa. Da tale valore sono stati valutati, infine, i transiti medi giornalieri ed orari (considerando un turno lavorativo di 8 ore);

- il calcolo dei mezzi è stato valutato anche in relazione alla tipologia di materiale coinvolto nel trasporto stesso. In particolare i fabbisogni relativi ai materiali provenienti da scavi in “banco” (quindi essenzialmente inerti pregiati) sono stati amplificati di un coefficiente di sicurezza (pari ad 1.2) che tenga conto dell’aumento di volume che il materiale stesso subisce dopo l’operazione di scavo e le successive operazioni di messa in opera. Tale valutazione è stata effettuata al fine di determinare l’effettivo movimento dei mezzi di cantiere per il calcolo dei fattori emissivi, durante il processo di realizzazione delle opere.

Da una semplice classificazione dei mezzi operativi (si veda anche successivo paragrafo 1.2.5), s’intuisce immediatamente come i mezzi che maggiormente gravano sulla rete stradale e, quindi, sull’ambiente esterno alle aree di lavoro, sono quelli che rientrano nella categoria relativa ai veicoli o mezzi d’opera per i movimenti di materia, in quanto destinati al trasporto, anche su medie distanze, dei materiali funzionali alla realizzazione dell’intervento di progetto.

I veicoli pesanti principalmente considerati sono stati schematizzati in:

- autobetoniere con capacità max. di 10 m³ di calcestruzzo;
- autocarri o mezzi d’opera con capacità max. di 20 m³ di inerti.

In base a queste considerazioni si è analizzato il flusso delle varie tipologie di materie durante la fase di costruzione, con particolare attenzione alla movimentazione esterna alla zona di intervento, da e per gli stabilimenti di produzione dei conglomerati ed i depositi degli inerti, oppure verso le aree di smaltimento. Nella successiva Tabella 1.2-3 sono riportati i calcoli analitici dei flussi veicolari relativi ai mezzi di cantiere.

Durata Complessiva	210 giorni naturali e consecutivi	Fattore aumento volume	Totale materiale m³	Capacità trasporto m³	Numero transiti giornalieri N	
Bilancio movimentazione inerti da rilevato						
27515 m ³		1,2	33018	20	28	Da cave al sedime stradale
Durata fase 120 gg						
Bilancio scotico (tarreno vegetale da riutilizzare)						
1998 m ³		1,2	2397,6	20	2	Da aree di scotico al sedime stradale
Durata fase 120 gg						
Bilancio materiale stabilizzato a calce						
43497 m ³		1	43497	20	36	Movimentato nell'ambito del sedime stradale
Durata fase 120 gg						
Bilancio movimentazione stabilizzato						
252 m ³		1,2	302,4	20	1	Da impianti a campo base e poi al sedime stradale
Durata fase 60 gg						
Bilancio movimentazione conglomerati bituminosi						
3350 m ³		1	3350	20	6	Da impianti al sedime stradale
Durata fase 60 gg						
Bilancio movimentazione calcestruzzi						
671 m ³		1	671	10	4	Da campo base al sedime stradale
Durata fase 35 gg						
Totale transiti giornalieri					76	**
Traffico orario medio					10	

* I transiti sono comprensivi dei viaggi di andata e ritorno

** Valore totale dei transiti nel caso di tutte le lavorazioni contemporanee (scenario più cautelativo)

TABELLA 1.2-3 – VALUTAZIONE DEI TRANSITI COMPLESSIVI DEI VEICOLI PESANTI.

L’analisi di dettaglio del cronoprogramma, poi, ha permesso di individuare quale sezione temporale più critica quella corrispondente alla sovrapposizione di:

- movimenti terra (movimentazione inerti da rilevato, scotico stabilizzazione a calce del nuovo rilevato) corrispondenti alle prime quattro voci della tabella precedente;
- esecuzione di opere idrauliche minori (con relativa movimentazione di calcestruzzi), corrispondente all’ultima voce della tabella precedente.

La sovrapposizione di tali attività consente di evidenziare che il flusso di traffico conseguente alle attività di cantiere si traduce in un valore di circa 9 veic/h (somma dei viaggi in andata e ritorno). Come premesso il totale dei viaggi stimati è riferito al caso più cautelativo, ovvero quello che prevede la contemporanea realizzazione di scavi, rilevati ed opere d’arte.

Tale situazione si verifica per un intervallo temporale ridotto (circa 2 mesi) rispetto ai tempi previsti complessivamente per la realizzazione dell’intervento di progetto (7 mesi) e, soprattutto, con un’incidenza del tutto trascurabile sugli attuali flussi di traffico transitanti sulle viabilità interessate dalle attività di cantiere.

1.2.4. Descrizione degli edifici e degli impianti a servizio dei cantieri

Come precedentemente detto, al fine di ottimizzare la risoluzione delle specifiche problematiche produttive connesse alla fase esecutiva delle opere, si prevede la realizzazione di una singola tipologia di area di cantierizzazione.

È prevista un’area operativa, lungo il sedime di progetto, dove si articolano le attività più specificatamente funzionali alla fase costruttiva dell’opera. Considerata l’entità dell’intervento, non è prevista l’installazione di impianti fissi, né strutture con funzione di ristoro e ricovero maestranze, tali funzioni potranno essere assolte con l’utilizzo del campo base 1-B.1 predisposto per le attività di realizzazione dell’autostrada Cispadana.

L’area operativa sarà posizionata in un ambito sub-pianeggiante, immediatamente ad Ovest della nuova rotonda di progetto in località Malcantone (vedasi successiva Figura 1.2-6).

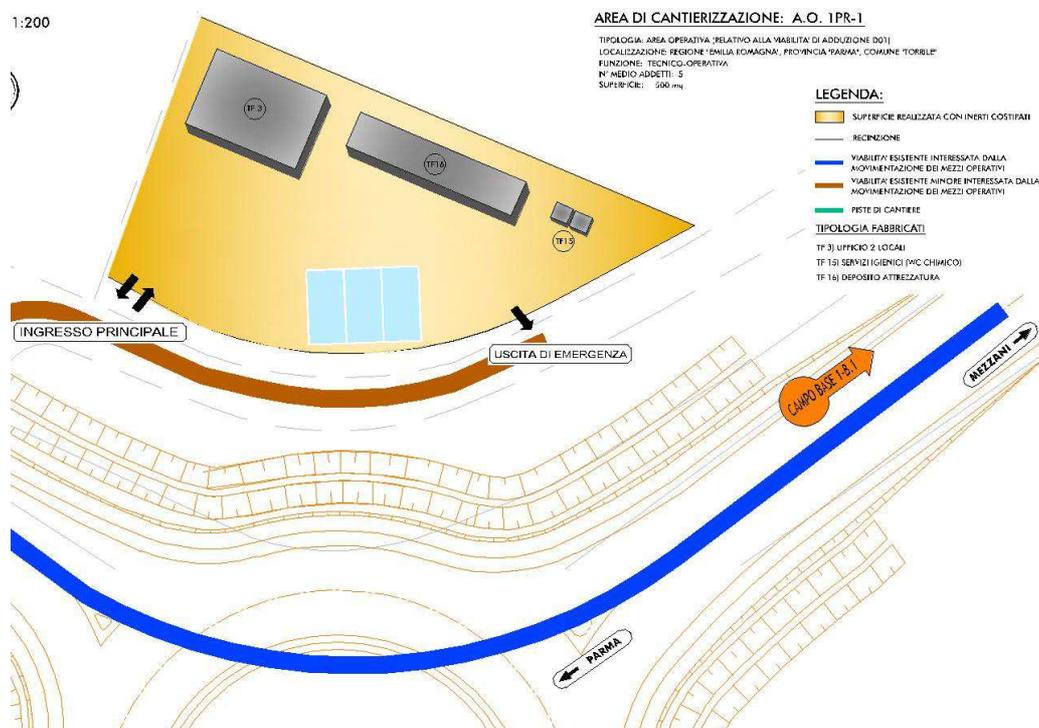


FIGURA 1.2-6 – LAYOUT AREA DI CANTIERE OPERATIVA

All'interno della suddetta area, così come strutturata, si svolgeranno principalmente attività di deposito attrezzature e ricovero dei mezzi d'opera al termine dei lavori e saranno all'uopo allestite aree per il parcheggio e il ricovero dei mezzi di cantiere.

La superficie dell'area è di circa = 500 m² e sarà dotata di recinzioni che proseguiranno anche al di fuori del piazzale fino a dove sono previste lavorazioni.

In particolare il cantiere sarà attrezzato con:

- una struttura prefabbricata ad uso ufficio per tecnici del cantiere;
- 2 moduli prefabbricati per i W.C. di tipo chimico;
- un container da destinarsi a deposito attrezzatura;
- un parcheggio per i mezzi impiegati nei lavori (3 stalli).

Il piano viabile del piazzale interno all'area di cantierizzazione sarà realizzato principalmente con inerti di varie pezzature, miscelati secondo un'opportuna curva granulometrica ed adeguatamente costipati (vedasi successiva Figura 1.2-7).

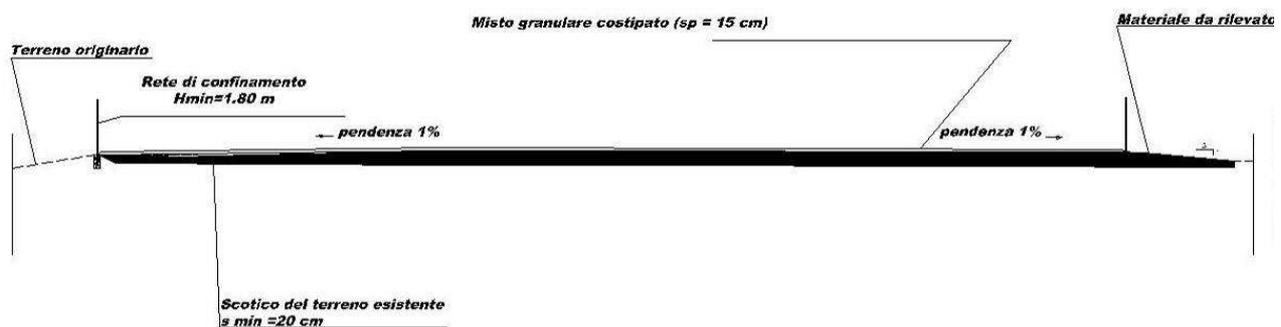


FIGURA 1.2-7 – SEZIONE TIPO DEL PIAZZALE DELL'AREA OPERATIVA

In particolare il sedime del cantiere sarà oggetto di uno scotico minimo di 20 cm e successivo riempimento con materiale da rilevato. Il piano viabile, infine, sarà completato da uno strato di misto granulare costipato, dello spessore di 15 cm.

Il posizionamento dei vari fabbricati all'interno dell'area di cantierizzazione è stato progettato in modo tale da ottenere un disegno distributivo ordinato e per quanto possibile compatto; tutti i servizi sono accessibili mediante un'adeguata viabilità ed il numero dei parcheggi è stato calcolato in relazione alla domanda generata dal numero presunto di addetti.

Nell’elaborato PD_1_D01_DKK00_0_KK_FS_01 “Pianificazione temporale dei lavori, localizzazione, dimensionamento e layout funzionale delle aree di cantierizzazione” - TAV. 8, si riportano le schede relative alla tipologia e destinazione d’uso dei fabbricati che si prevede di installare nell’area operativa 1-PR (vedasi anche successiva Figura 1.2-8).

TIPOLOGIE FABBRICATI (TF)										
DESTINAZIONE D'USO	QUANTITA'									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>10
TF 1) GUARDIOLA										
TF 2) UFFICIO 10 LOCALI										
TF 3) UFFICIO 2 LOCALI										
TF 4) UFFICIO 5 LOCALI										
TF 5) INFERMERIA										
TF 6) LABORATORIO										
TF 7) OFFICINA										
TF 8) MAGAZZINO										
TF 9) SPOGLIATOIO (12 UNITA')										
TF 10) TETTOIA										
TF 11) MENSA (200 UNITA')										
TF 12) DORMITORI BIPIANO (24 UNITA')										
TF 13) ARCHIVIO										
TF 14) CLUB										
TF 15) SERVIZI IGIENICI (W.C. CHIMICO)										
TF 16) DEPOSITO ATTREZZATURA										
DEPOSITI E STOCCAGGI										
DESCRIZIONE	QUANTITA'									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
CASSERI										
ARMATURE										
INERTI										

FIGURA 1.2-8 – INDICAZIONE DELLE STRUTTURE DI CANTIERE PREVISTE NELL’AREA OPERATIVA

Al fine di garantire una capacità produttiva giornaliera coerente alla programmazione dei lavori, è stato individuato, inoltre, il numero medio di addetti che si prevede agiranno nell’ambito dell’area di cantiere e la consistenza delle attrezzature da impiegare. Tra i parametri dimensionali del processo di cantierizzazione maggiormente significativi, infatti, risulta esserci proprio il numero di addetti, per il quale, in questo caso, si prevede un valore medio di circa 5 persone.

La strutturazione ed il dimensionamento dei locali interni ai cantieri è stata effettuata in ottemperanza alle norme contenute nel protocollo (prot. n° 27965/PRC) firmato dalle Regioni Emilia-Romagna e Toscana, riguardo ai “Principali requisiti igienico-sanitari e di sicurezza da adottare nella realizzazione dei campi base per la costruzione di grandi opere pubbliche quali la linea ferroviaria ad Alta velocità e la Variante Autostradale di Valico”.

Gli edifici a servizio dei cantieri, le cui principali tipologie sono riportate graficamente nell’elaborato PD_1_D01_DKK00_0_KK_AB_01 “*Abaco delle principali tipologie dei fabbricati provvisori di cantiere*”, sono strutture rialzate rispetto al suolo di circa 0.30 m, realizzate con l’impiego di elementi modulari a pannelli metallici coibentati. In tal senso si distinguono le seguenti tipologie di prefabbricati:

- monoblocchi prefabbricati di piccole dimensioni. Rientrano in questa categoria le strutture di cantiere adibite a servizi igienici, aventi una larghezza massima pari a 1.20 m, o gli uffici, di larghezza pari a 5.40 m. Questi manufatti risultano facilmente trasportabili e non necessitano di particolari strutture di appoggio a terra; una volta poste in opera occorre unicamente eseguire gli eventuali allacci alle reti impiantistiche.

Nella presente tipologia di area di cantiere operativo, inoltre, sarà privilegiato l’allaccio alla linea elettrica esistente.

L’area, quindi, sarà dotata di un’idonea recinzione invalicabile, di altezza pari ad almeno m 1.80, per tutta la durata dei lavori e lungo tutto il perimetro dell’area di cantiere. Gli accessi saranno dotati di cancelli mobili con chiusura a lucchetto. Detti cancelli saranno tenuti aperti durante le ore diurne negli orari di lavoro e chiusi durante le ore notturne o nei giorni non lavorativi; negli orari di apertura saranno sorvegliati da un addetto preposto al controllo dell’accesso dei mezzi: l’accesso sarà, infatti, consentito ai soli addetti ai lavori ed al personale autorizzato. Durante le ore notturne, i giorni festivi o di sospensione, l’impresa appaltatrice delle opere sarà tenuta al servizio di vigilanza delle aree.

Ai fini della sicurezza nel cantiere, infine, sarà realizzata l’illuminazione artificiale del perimetro esterno (delimitazione globale del cantiere) e delle aree interne; sarà inoltre prevista l’illuminazione di sicurezza nelle zone delle vie di esodo e dei locali nevralgici dell’impianto (ad esempio zone interne degli edifici, locale dove si trova il quadro elettrico di distribuzione principale) per indicare le uscite di sicurezza in caso di mancanza dell’illuminazione principale.

1.2.4.1 Reti tecnologiche a servizio delle aree di cantiere

Il cantiere sarà dotato delle reti di distribuzione interna qui sotto elencate:

- rete di alimentazione e distribuzione elettrica;
- impianto d’illuminazione esterna (anche ai fini di sicurezza);
- rete telefonica in allaccio a quella esistente.

1.2.4.2 Descrizione delle singole attività presenti in cantiere

Il cantiere è ubicato in un’area morfologicamente pianeggiante, priva di vincoli urbanistici o paesaggistici con destinazione a carattere agricolo. Le principali attività che si svolgeranno all’interno dei vari cantieri saranno le seguenti:

- magazzino generale;
- servizi.

Nel prosieguo della relazione vengono descritte in maniera puntuale le singole attività sopraelencate.

Magazzino generale. Il magazzino è realizzato mediante un prefabbricato metallico delle dimensioni esterne 12.00 x 2.50 m.

All’interno del magazzino non sono previste macchine particolari ed il materiale depositato all’ingresso viene trasportato da idonei mezzi di trasporto e sollevamento ed è sistemato a mano sugli eventuali scaffali trattandosi di prodotti correnti per la manutenzione e riparazione dei mezzi meccanici presenti in cantiere (guarnizioni, camere d’aria, pneumatici, cinghioi per automezzi, giunti water-stop, ricambi in neoprene, etc..).

Per garantire una migliore conservazione dei materiali sulle pareti del prefabbricato sono previste piccole finestre per mantenere l’ambiente con scarsa illuminazione diretta. In tale deposito non è prevista la permanenza continuativa di persone.

Il personale staziona prevalentemente nell’ufficio, in cui è previsto idoneo riscaldamento con termoconvettore elettrico; la presenza del personale nel magazzino è saltuaria e limitata allo scarico e carico del materiale.

Servizi igienici chimici. I servizi sono costituiti da un monoblocco delle dimensioni 1.20 x 1.20 x 2,70 m circa; la struttura è del tipo plastico. Il monoblocco servizi è attrezzato con n. 1 WC alla turca e da sistema sanitario di smaltimento di tipo chimico nel rispetto delle norme vigenti.

1.2.4.3 Modalità di pulizia degli ambienti

- Il servizio di pulizia è previsto che venga effettuato da una Società esterna con la quale verrà stipulato apposito contratto.

1.2.5. Descrizione dei tipi di mezzi o veicoli utilizzati per l’esecuzione delle opere

I mezzi impiegati nelle aree di cantiere possono essere sinteticamente classificati in 4 tipologie:

- macchine per lo scavo. In questa categoria rientrano gli escavatori, gli apripista e gli altri mezzi impiegati per lo scavo e la sistemazione dei terreni (comprese le attrezzature per la stabilizzazione a

calce dei rilevati quale il pulvimixer). La trazione di questi mezzi risulta prevalentemente su carro con cingoli e quindi la loro movimentazione all'esterno delle aree di cantiere avviene su autocarri con pianali opportunamente predisposti;

- veicoli o mezzi d'opera per i movimenti di materia. Si tratta in genere di veicoli pesanti a cassone ribaltabile e a più assi motrici impiegabili sia per i trasporti all'interno delle aree di cantiere che lungo la normale rete stradale; in questa categoria rientrano le autobetoniere per il trasporto del calcestruzzo fluido;
- veicoli per il trasporto delle persone, quali autovetture e pulmini adibiti al trasporto del personale di cantiere;
- mezzi speciali per la realizzazione di opere d'arte (autobetoniere e pompe per il getto di calcestruzzo), o per il sollevamento dei materiali (autogru).

Da una semplice analisi di questa breve classificazione, si intuisce immediatamente come i mezzi che maggiormente graviteranno sulla rete stradale e quindi sull'ambiente esterno alle aree operative, sono quelli che rientrano nella seconda categoria (veicoli o mezzi d'opera per i movimenti di materia), in quanto destinati al trasporto, anche su medie distanze, degli inerti funzionali alla realizzazione del rilevato autostradale. In particolare, in funzione delle differenti tipologie di opere che si prevede di realizzare, è stato individuato il seguente parco mezzi da impiegarsi in cantiere per ogni fronte di avanzamento lavori:

- apripista;
- escavatore cingolato;
- autocarro;
- pala gommata;
- rullo compressore;
- autobetoniera;
- finitrice.

A tale elenco, infine, occorre prevedere l'aggiunta di uno spandicalce per la realizzazione della stabilizzazione a calce dei rilevati stradali di progetto.

Tutti i mezzi d'opera utilizzati saranno omologati secondo le normative più recenti e saranno accompagnati dai relativi certificati di conformità, integrati da una verifica della corretta funzionalità degli stessi dopo l'inizio dei lavori. Per il trasporto di materiale sfuso sono stati individuati mezzi di trasporto di grande capacità quali bilici e/o autotreni con portata max. di 26 tonnellate. L'utilizzo di tali mezzi in luogo di autocarri tradizionali consentirà di ridurre il numero di transiti durante la fase di costruzione dell'opera.

2. MATRICE SUOLO E SOTTOSUOLO

2.1. DESCRIZIONE DEI VOLUMI E DELLE TIPOLOGIE DEGLI INERTI DI CAVA

Nel presente capitolo sono descritti i fabbisogni di inerti, sia sotto il profilo qualitativo che quantitativo, necessari per la realizzazione dell’opera in oggetto.

2.1.1. Tipologie di inerti

L’insieme degli inerti da costruzione stradale può essere, in prima approssimazione, suddiviso nelle due seguenti classi:

- *inerti non pregiati*: costituiti da sabbie e/o da ghiaie, destinati alla realizzazione dei rilevati, o in alternativa argille e limi, da stabilizzare a calce e/o cemento per i rilevati, o inerti da demolizione;
- *inerti pregiati*: costituiti da ghiaie di buona qualità, destinati alla produzione di calcestruzzi, conglomerati bituminosi, stabilizzati e misto cementato, previa frantumazione.

Una classificazione più dettagliata, di seguito riportata, suddivide tali materiali nelle seguenti categorie funzionali:

- materiali da rilevato;
- inerti per calcestruzzi e bitumi;
- terreno vegetale.

Segue una breve descrizione delle classi sopra descritte.

2.1.1.1 Materiali da rilevato

L’intero corpo stradale sarà realizzato mediante materiali non pregiati, argillosi e limosi, appartenenti alle classi A4, A5, A6 e A7 in riferimento alla classificazione CNR-UNI 10006. Considerate le scadenti caratteristiche geotecniche di tali materiali il loro utilizzo è consentito esclusivamente previa stabilizzazione.

Nel computo dei fabbisogni di materiali da cava rispetto al volume dei rilevati si è mantenuto un rapporto di volume 1:1 poiché il confronto è stato effettuato con il materiale in banco (un m³ di volume in banco = 1 m³ di volume posato sul rilevato). Tale fabbisogno è stato calcolato in 27.515 m³.

2.1.1.1.1 Stabilizzazione a calce e/o cemento

La tecnologia della stabilizzazione, laddove vi sia disponibilità di rilevanti quantità di materiale fine, risulta essere una valida alternativa al consumo di materiali pregiati.

L'applicazione della stabilizzazione a calce e/o cemento, oltre che nella formazione dei rilevati, è utilizzabile anche nelle operazioni di bonifica – intervento volto al miglioramento del materiale presente in sito – come alternativa alla mera sostituzione dello stesso.

Mediante la miscelazione del terreno con calce si ottiene una combinazione di elementi che reagiscono all'acqua presente nel materiale di base, il materiale così ottenuto modifica le proprie caratteristiche chimico-fisiche e si trasforma in un composto stabile con elevate caratteristiche meccaniche.

Secondo le norme vigenti si possono stabilizzare a calce i terreni argillosi e limosi che abbiano un indice di plasticità superiore al 10% (A6 e A7 secondo la CNR-UNI 10006). Nei terreni prevalentemente limoso-argillosi l'azione stabilizzante è tanto più sensibile tanto più elevato è l'indice di plasticità.

Il trattamento a calce produce come effetto immediato una fortissima riduzione dell'umidità, dell'affinità all'acqua e modifica la struttura dell'argilla. In particolare si ottiene un abbattimento dell'indice di plasticità e di rigonfiamento/contrazione.

Nel lungo periodo, il procedere della reazione chimica ha come effetto il miglioramento delle caratteristiche meccaniche con aumento della capacità portante e della resistenza all'azione dell'umidità e del gelo.

Le azioni svolte dalla calce sui materiali limosi e argillosi si possono ottenere anche con la stabilizzazione a cemento. Con la miscela a cemento si ottiene un risultato migliore perché si verifica un vero e proprio fenomeno di presa parziale che produce resistenze meccaniche notevoli. Questa metodologia è adatta per misti granulari con forte plasticità ($IP=10\%÷15\%$), per sabbie fini limose o argillose (con equivalente in sabbia tra $10\%÷25\%$) e per sabbie monogranulari pulite (equivalente in sabbia superiore a 70%).

2.1.1.2 Inerti per calcestruzzi e conglomerati bituminosi

Gli inerti per il confezionamento, dei calcestruzzi e dei conglomerati bituminosi, costituiti essenzialmente da ghiaie di buona qualità, devono presentare elevate caratteristiche di resistenza meccanica e resistenza all'usura, oltre ad adeguati fusi granulometrici.

Il fabbisogno complessivo di calcestruzzi e conglomerati bituminosi assomma a 4.021 m^3 .

2.1.1.3 Terreno vegetale

Il terreno vegetale è impiegato per la ricopertura e l'inerbimento delle scarpate; questo proverrà in gran parte direttamente dallo scotico del terreno di imposta del rilevato. Rimane tuttavia la necessità di fornitura esterna di 1.998 m^3 .

2.1.2. Fabbisogni

Nella tabella seguente vengono riportati i fabbisogni di materia prima suddivisi sia per tipologie, così come definite nel paragrafo precedente.

	Inerti da rilevato	Calcestruzzi e conglomerati bituminosi	Terreno vegetale
Opera	m ³	m ³	m ³
D01 (ex 1PR)	27.515	4.021	1.998

TABELLA 2.1-1 – FABBISOGNI DI MATERIALI SUDDIVISI PER TIPOLOGIA

2.2. LOCALIZZAZIONE E DESCRIZIONE DELLE TIPOLOGIE DI CAVA

L’infrastruttura in progetto è ubicata per tutto il suo sviluppo all’interno di terreni pianeggianti. Tale fatto, osservato altresì che per evidenti ragioni progettuali il piano stradale si trova generalmente ad una quota maggiore rispetto al piano campagna, determina l’impossibilità di poter compensare le quantità di materiali inerti da costruzione necessari con i volumi derivanti dallo scavo di tratti eventuali “in trincea”.

Tutto ciò induce ad osservare come il fabbisogno di inerti necessari per la realizzazione dell’opera non possa che essere soddisfatto dallo sfruttamento di cave di prestito.

Per l’analisi di dettaglio della normativa regionale nel campo delle attività estrattive, dello stato di fatto della pianificazione relativo alle Province interessate dall’opera in progetto e la correlazione fra la disponibilità di inerti, suddivisi per caratteristiche merceologiche (materiali fini, sabbie e ghiaie) e la distanza dei poli estrattivi e/o di lavorazione dal succitato asse viario, si rimanda allo specifico elaborato PD_0_000_0KK00_0_CD_RT_01 “*Approvvigionamento materiali - Poli estrattivi e centri di produzione - Relazione illustrativa*” ed alle relative tavole descrittive.

Inerti non pregiati

Per quanto riguarda la fornitura dei materiali da rilevato si è scelto di alimentare l’opera con le cave presenti nel polo estrattivo denominato REPO011, ubicato nei comuni di Boretto e Brescello (RE).

Si tratta di cave di sabbie e argilla, ubicate nell’area golenale del Po che prevedono l’escavazione sotto falda e recupero naturalistico/ricreativo, con creazione di tipici ambienti perfluviali.

Inerti pregiati

I calcestruzzi verranno prodotti di norma presso il cantiere 1-B.1. Gli inerti pregiati per queste produzioni verranno acquistati sul mercato, presso vari impianti di frantumazione presenti nel reggiano. Nel documento PD_0_000_0KK00_0_CD_RT_01 sono stati individuati sette impianti che potrebbero fornire il materiale necessario. L’elenco di tali impianti è riportato in Tabella 2.2-1.

CODICE	DENOMINAZIONE IMPIANTO	COMUNE	ESERCENTE
IP RE01	FLU.MAR	Boretto	FLU.MAR S.r.l.
IP RE02	FLU.MAR	Boretto	FLU.MAR S.r.l.
IP RE03	Bacchi	Boretto	Bacchi S.p.a.
IP RE04	Bacchi	Boretto	Bacchi S.p.a.
IP RE05	Ateco C.C.P.L.	Luzzara	C.C.P.L. Inerti S.p.a.
IP RE06	C.M.R. Montecchio	Montecchio Emilia	C.M.R. Industriale S.p.a
IP RE07	C.C.P.L. Barcaccia	San Polo d’Enza	C.C.P.L. Inerti S.p.a.

TABELLA 2.2-1 – IMPIANTI DI FRANTUMAZIONE PER MATERIALI PREGIATI PER CONGLOMERATI CEMENTIZI DA CONFERIRE AL CAMPO BASE 1-B.1.

I conglomerati bituminosi invece verranno forniti direttamente dagli impianti esistenti in zona.

2.2.1. Indicazioni in merito al piano di gestione dei materiali

Come specificato nelle premesse del presente documento l’opera di adduzione D01 (ex 1PR) rientra nel Ambito Operativo n°1 del processo realizzativo della Autostrada Cispadana. In ragione di ciò le considerazioni inerenti la gestione dei materiali provenienti da scavi, sono riportate complessivamente nel documento PD_0_000_0KK00_0_CD_RT_02 “Piano di Gestione Operativo delle Terre e Rocce da Scavo”. La relazione si prefigge di individuare nel dettaglio le modalità di produzione, caratterizzazione, gestione, ecc. delle terre e rocce da scavo, prodotte nell’ambito della costruzione delle opere in oggetto, in modo che siano conformi alla vigente normativa di settore (D.Lgs. 152/06 e s.m.i.).

La gestione delle terre e rocce da scavo è disciplinata dal D.Lgs. 152/06 e, in particolare, dagli articoli 185 e 186. Dalla lettura del combinato disposto dei due articoli emerge che le terre e rocce da scavo possono essere considerate:

- escluse dal campo di applicazione della Parte Quarta del decreto in parola (Art. 185, Comma 1, lettera c);
- sottoprodotti (Art. 185, Comma 4 e Art. 186);
- rifiuti (Art. 186, Comma 5).

In particolare, l’Articolo 185, Comma 1 disciplina il riutilizzo del terreno scavato all’interno del sito di produzione (“nello stesso sito in cui è stato escavato”), mentre l’Art. 186 disciplina il riutilizzo del terreno scavato in siti diversi da quello di produzione e, in caso non siano rispettati i criteri enunciati nell’Art. 186 stesso, anche la sua alienazione come rifiuto.

Affinché le terre e rocce da scavo possano essere escluse dal campo di applicazione della Parte Quarta del D.Lgs. 152/06 (e non essere considerate, quindi, né rifiuto, né sottoprodotto), esse devono rispettare le condizioni dell’Art. 185:

- devono essere non contaminate e allo stato naturale;
- devono essere scavate e riutilizzate durante attività di costruzione;
- devono essere riutilizzate allo stato naturale e nello stesso sito in cui sono state scavate.

Nel caso le terre e rocce non soddisfino una delle precedenti condizioni, esse potranno essere valutate come sottoprodotti; a tal fine dovranno essere rispettati i criteri e le condizioni riportate nell’Art. 184-bis, Comma 1 e nell’Art. 186. Le aliquote di materiale che non soddisfano alle predette condizioni dovranno essere trattate come rifiuto ed essere gestite secondo quanto prescritto dalla vigente normativa sui rifiuti. Alla luce delle distinzioni tra i diversi tipi di materiale che verrà scavato nell’opera il Piano di gestione prevede la classificazione riportata in Tabella 2.2-2.

TIPOLOGIA	ORIGINE	GRUPPO	RIUTILIZZO PREVISTO
Terreno Vegetale/Scotico	Materiale di sbancamento superficiale.	A	<i>Suolo allo stato naturale che, previo deposito temporaneo, è riutilizzato nell'ambito del medesimo sito di scavo per rivestimento scarpate, dune, rimodellazioni</i>
		B	<i>Terre da scavo che, previo deposito temporaneo, sono riutilizzate nell'ambito del cantiere ma in siti differenti da quello di scavo, per rivestimento scarpate, dune, rimodellazioni (*)</i>
Terreno da scavo	Materiale naturale ottenuto da scavi, inclusi materiali da scavo di fondazioni indirette e sottofondazioni, escluso terreno vegetale/scotico, compresa la "Bonifica geotecnica"	C	<i>Terre da scavo che, previo deposito temporaneo, sono riutilizzate nell'ambito del medesimo sito di scavo per bonifica del piano dei posa dei rilevati stradali, realizzazione corpo rilevati stradali, dune, rinterri, riempimenti, rimodellazioni.</i>
		D	<i>Terre da scavo che, previo deposito temporaneo, sono riutilizzate nell'ambito del cantiere ma in siti differenti da quello di scavo, per rilevati stradali, dune, rinterri, riempimenti, rimodellazioni. (*)</i>

TABELLA 2.2-2 – TIPOLOGIE DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO



Le terre delle classi A e C rientreranno tra i materiali esclusi dal campo di applicazione della Parte Quarta del D.Lgs. 152/06 (e non essere considerate, quindi, né rifiuto, né sottoprodotto). Le terre delle classi B e D verranno invece trattate come sottoprodotti, destinati alla realizzazione di rilevati, riempimenti / rinterri, o in sostituzione dei materiali di cava.

Al fine di verificarne la riutilizzabilità per gli scopi previsti le terre da scavo verranno sottoposte ad adeguati controlli ed analisi. Le indagini previste in corso d’Opera riguardano il monitoraggio dei cumuli di terreno in deposito temporaneo all’interno delle aree di cantiere e presso i siti di scavo.

In base a quanto illustrato, la gestione delle terre e rocce da scavo che verranno riutilizzate direttamente per la costruzione dell’Opera, richiede lo stoccaggio temporaneo delle medesime in apposite aree, identificate nell’ambito del progetto di cantierizzazione come “aree di accumulo provvisorio”; distinguendo le tipologie di materiali illustrati in Tabella 2.2-2.

Durante tutte le attività di costruzione verrà applicata una procedura per garantire la tracciabilità dei materiali di scavo: tale procedura determinerà, tramite identificazione di ciascun volume di terre, le fasi di produzione, trasporto, accumulo provvisorio e riutilizzo.

3. MATRICE ACQUE SUPERFICIALI E SOTTERANEE

La presente sezione del documento di cantierizzazione è orientata a valutare le potenziali interferenze che le attività di cantiere producono in relazione alla componente ambientale delle acque, siano esse superficiali che sotterranee.

3.1. ACQUE SUPERFICIALI

3.1.1. Descrizione delle quantità, delle tipologie e delle modalità di approvvigionamento della risorsa idrica

3.1.1.1 Tipologia e caratteristiche delle acque utilizzate nei cantieri

La risorsa idrica richiesta per la costruzione dell’opera autostradale è esaminata analizzando, in funzione della tipologia di acqua, la domanda di volumi e portate, le modalità di approvvigionamento, le modalità di distribuzione nonché la sostenibilità ambientale dei prelievi previsti.

La Riqualficazione della S.P. n°72 “Parma-Mezzani” prevede l’attivazione di tre ambiti idroesigenti:

- fronte cantiere, per la costruzione del rilevato e dei manufatti lungo il quale è necessario il rifornimento idrico;
- area operativa lungo il sedime di progetto, dove si articolano le attività più specificatamente funzionali alla fase costruttiva dell’opera e, all’interno della quale, potrà essere recuperata la risorsa idrica necessaria alle lavorazioni che non richiedono impianti specifici, quali la costruzione del rilevato lungo il fronte cantiere. Considerata l’entità dell’intervento, all’interno di tale area operativa non è prevista l’installazione di impianti fissi, né strutture con funzione di ristoro e ricovero maestranze e le installazioni sono limitate ad una struttura ad uso ufficio, un container per deposito attrezzature e due bagni chimici;
- campo base 1-B.1, dove verranno eseguite le ulteriori attività idroesigenti per le lavorazioni lungo l’opera in esame, quali il confezionamento del calcestruzzo. Per la descrizione delle modalità di approvvigionamento, utilizzo e smaltimento della risorsa idrica all’interno del citato campo base, all’interno del quale si svolgono le principali funzioni logistiche e di confezionamento materiali che richiedono costante e continuato rifornimento idrico, si rimanda alla relazione di cantierizzazione (elab. PD_0_000_0KK00_0_KK_RT01) relativa al tracciato autostradale.

La valutazione della fornitura di acque potabili e non potabili è stata sviluppata con riferimento specifico ed approfondito al territorio attraversato, alle tipologie di opere da costruire, al programma lavori, ai volumi di materiali da rifornire e da confezionare, alle tipologie e produttività degli impianti previsti, alla presenza di personale sul fronte e nelle aree di cantiere, alle funzioni previste nei campi base; facendo riferimento per i dati indiretti a valutazioni parametriche riferite ai cantieri di grandi infrastrutture stradali e codificati nelle principali azioni idroesigenti.

Sono state sviluppate le stime della domanda idrica ed i processi di gestione della risorsa idrica al fine di determinarne un uso sostenibile e compatibile con le disponibilità locali nonché con gli impatti che tale domanda genera sull’ambiente circostante.

La domanda idrica igienico-sanitaria non è in questo caso presente sul fronte cantiere e nell’area operativa; la domanda idrica industriale, limitata come detto alle lavorazioni che non necessitano di impianti fissi, quindi prevalentemente relativa alla realizzazione del rilevato stradale, verrà sostenuta con prelievo da falde superficiali per tutte le attività delle aree e fronte cantiere.

L’eventuale emungimento da falda attraverso i pozzi superficiali per acque non potabili dovrà garantire la sostenibilità delle portate prelevate senza arrecare danni o limitazioni ai pozzi esistenti, come illustrato nel successivo paragrafo 9.2.1. È prevista la compensazione dei prelievi di punta mediante stoccaggio in serbatoi nelle aree di cantiere se necessario.

3.1.1.2 Sistemi di approvvigionamento e distribuzione nei cantieri

Fronte cantiere e Area operativa. Non si prevede l’uso di acque potabili, l’unica necessità è quella di acque per il consumo umano, per le quali si provvederà con forniture in bottiglia. I servizi igienici nell’area operativa e sul fronte di cantiere saranno di tipo chimico.

3.1.1.3 Approvvigionamento acque non potabili

Fronte cantiere. Il fronte di cantiere sarà sostenuto nella domanda idrica non potabile mediante rifornimento mobile con autobotti che preleveranno acqua nell’area operativa e, in caso di indisponibilità o insufficienza, nell’area di cantiere (campo base 1-B.1).

I mezzi destinati alla bagnatura delle piste durante la stagione secca potranno prelevare dal cantiere o da corsi d’acqua di scolo e bonifica previa concessione da parte dei Consorzi competenti.

Area operativa. La domanda idrica industriale dell’area operativa sarà sostenuta con prelievo da falde superficiali per tutte le attività delle aree e a servizio del fronte cantiere. In caso di insufficienza qualitativa o quantitativa della risorsa idrica prelevabile dalle falde superficiali potranno essere installati serbatoi di stoccaggio.

3.1.1.4 Distribuzione acque

Non sono previsti impianti di distribuzione idrica all’interno dell’area operativa o sul fronte cantiere, dato che le acque prelevate dalle falde superficiali ad uso industriale saranno stoccate in appositi serbatoi di compensazione dei prelievi di punta posti all’interno dell’area operativa o, in caso di rifornimento, mediante autobotte da appositi serbatoi di stoccaggio. L’area sarà recintata ed accessibile dal responsabile incaricato e dalle eventuali autobotti per il rifornimento.

3.1.1.5 Volumi e portate richieste

Il calcolo dei volumi idrici richiesti è stato condotto in modo specifico per l’opera di adduzione in esame considerando la domanda idrica proveniente dal fronte cantiere e dall’area operativa, limitata alle lavorazioni idroesigenti eseguite in loco senza ricorso agli impianti produttivi ubicati nel campo base 1-B.1.

Per la determinazione della domanda idrica del campo base di riferimento si rimanda, invece, alla descrizione puntuale effettuata nell’elaborato PD_0_000_0KK00_0_KK_RT01 del tracciato autostradale.

La domanda idrica complessiva è costruita sulla base delle singole attività idroesigenti per le quali si sono determinate le domande specifiche in relazione ad usi e tipologie di impianti previsti. Nella valutazione si è anche fatto riferimento agli indici caratteristici proposti da diversi autori. Il volume e la portata sono stati determinati con riferimento alla domanda idrica media giornaliera e con riferimento alla portata di punta.

Acqua potabile - La quantità di acqua potabile, ad eccezione delle forniture di acqua minerale in bottiglia, risulta in questo caso nulla data la presenza di servizi igienici di tipo chimico e l’assenza di docce, servizio mensa e ristorazione, servizio alloggio, fornitura di acqua calda.

Acqua non potabile - La quantità di acqua non potabile per usi industriali è stata determinata con riferimento alle lavorazioni idroesigenti da realizzarsi in loco senza ricorso, quindi, agli impianti presenti nel campo base di riferimento, oltre che alle bagnature ed alle attività di manutenzione; all’area operativa si sono, quindi, associate le attività costruttive del fronte che da esso dipendono. La domanda si basa sui seguenti quantitativi:

- trattamento materiale da rilevato: è valutata in un consumo medio di 15 l/m^3 necessario per la umidificazione del materiale da rilevato durante la posa e lavorazione;
- bagnatura piazzali e strade: è valutato un consumo di $2 \text{ l/m}^2 \cdot \text{gg}$ avviene con autobotti che in continuo percorrono le piste di servizio ed i piazzali dell’area di cantiere considerando almeno 2 bagnature giornaliere, durante la stagione estiva, per ogni passaggio si utilizza 1 l/m^2 ;
- pulizia locali tecnologici: è valutato in $0.2 \text{ l/m}^2 \cdot \text{gg}$ relativo alla pulizia di officina e magazzino considerando 1 lavaggio settimanale per il quale si utilizzano 1 l/m^2 .

AREA DI CANTIERIZZAZIONE	A.O. 1PR-1					
TIPOLOGIA	AREA OPERATIVA RELATIVA ALL’OPERA DI ADDUZIONE D01					
FUNZIONE	OPERATIVA					
N. ADDETTI MEDI	5					
SUPERFICIE AREA LOGISTICA (m ²)	0					
SUPERFICIE AREA OPERATIVA (m ²)	500					
USI E ATTIVITA'	RIFERIMENTO		CONSUMI SPECIFICI		CONSUMO TOTALE	
	Quantità	UM	Quantità	UM	POTABILE l/gg	NON POT. (l/gg)
Trattamento materiale da rilevati (umidificazione)	600	m ³ /gg	15	l/m ³	-	9000
Bagnatura piazzali e strade (2 lavaggi al giorno in estate)	500	m ²	2	l/m ² gg	-	1000
TOTALI					0	10000

TABELLA 3.1-1 – FABBISOGNO IDRICO AREA OPERATIVA A.O. 1PR-1

3.1.2. Descrizione delle modalità di smaltimento di reflui ed acque di scorrimento dei cantieri

3.1.2.1 Attività e lavorazioni previste nei cantieri

La costruzione dell’opera di adduzione si sviluppa in:

- fronte cantiere ed area operativa per la costruzione del rilevato stradale, dei manufatti di superamento delle interferenze, per la costruzione di tombini, opere di sicurezza ed opere di mitigazione ambientale;
- aree di cantiere (area operativa), che comprende gli ambiti perimetrati entro cui si sviluppano le attività operative propedeutiche al fronte di cantiere.

Lo svolgimento delle attività costruttive impiega personale, mezzi ed impianti con produzione di reflui, domestici ed industriali, ed acque di dilavamento che dovranno essere drenati, sottoposti a depurazione e scaricati nella pubblica fognatura o, in alternativa, nella rete idrica superficiale nel rispetto dei limiti di legge.

Lo smaltimento delle acque e la depurazione dei reflui viene suddiviso per tipologia:

- acque reflue domestiche;
- acque reflue industriali;
- acque meteoriche di dilavamento.

Le misure adottate per la gestione e smaltimento dei reflui prodotti nell’area di cantiere di riferimento (campo base 1-B.1) sono descritte nell’elaborato PD_0_000_0KK00_0_KK_RT01 del tracciato autostradale.

Per quanto riguarda l’area operativa e il fronte cantiere, non sono previste acque reflue domestiche, data l’assenza di installazioni igieniche, ad eccezione dei servizi igienici di tipo chimico. Non si prevede, quindi, la

realizzazione di una rete fognaria all’interno dell’area operativa. Sia il fronte cantiere che l’area operativa saranno, invece, attrezzati con vasche temporanee di raccolta reflui di lavorazione e successivamente trasferiti nell’area di cantiere per la depurazione, come descritto nella citata relazione del tracciato autostradale.

Data l’assenza di superfici pavimentate all’interno dell’area operativa non si prevede la raccolta e trattamento delle acque meteoriche di dilavamento.

Si individuano nel seguito le tipologie di lavorazioni realizzate sul fronte e nell’area operativa in relazione all’impatto che le stesse, potenzialmente, generano sui sistemi idrici e pertanto con specifica attenzione ai reflui prodotti.

Fronte di cantiere. Movimentazione del terreno e di inerti per formazione rilevati; stabilizzazione a calce dei pavimentati inerti con bagnatura delle superfici; costruzione di tombini prefabbricati ed in opera per attraversamenti idraulici, passaggi per la fauna e sottopassi stradali; opere di difesa idraulica, riprofilatura sponde canali, deviazioni con ritombamenti e nuovi inalveamenti, costruzioni di difese spondali in massi ed in calcestruzzo; costruzione di ponti, cavalcavia e viadotti con realizzazione di fondazioni su pali, costruzione di pile, posa di travi, impermeabilizzazioni, aggettamenti; realizzazione di pavimentazione in conglomerato bituminoso; posa di strutture di sicurezza; opere di drenaggio delle acque di piattaforma, arginello bituminoso, caditoie, embrici, fossi di guardia; opere di inserimento ambientale. Le operazioni di costruzione prevedono la movimentazione di materiale e l’azione di escavatori, pale, rulli, motorgrader, bulldozer ed il transito di autocarri, autobetoniere ed autobotti che non generano rilascio diretto di reflui se non per la frazione delle acque utilizzate per le bagnature dei rilevati o dei calcestruzzi. Le acque in esubero dei getti saranno raccolte in vasche a tenuta e riportate ai cantieri per la depurazione. La realizzazione di opere in alveo e spondali avverrà con delimitazione delle aree di intervento senza creare promiscuità tra le operazioni costruttive e le acque di deflusso.

Aree operativa. Controllo e sorveglianza tecnica; movimentazione e deposito di inerti, carpenterie, ferri per armatura, malte, cementi e additivi; emungimento acque non potabili da pozzi superficiali, stoccaggio acque, caricamento autobotti; ricovero del personale operativo, servizi. Il lavaggio degli automezzi e mezzi d’opera potrà essere svolto solo nelle apposite aree all’interno del campo base di riferimento e non sul fronte cantiere.

3.1.2.2 Caratterizzazione delle acque reflue e di scorrimento

Acque reflue domestiche. Acque provenienti da insediamenti residenziali e dal metabolismo umano, quali servizi igienici, lavabi, docce, mensa ecc., presentano carichi inquinanti con frazione importante di solidi e

liquidi organici per i quali è previsto un trattamento completo ad ossidazione totale e disinfezione. In questo caso la produzione di reflui domestici è limitata ai due bagni chimici presenti nell’area operativa, e lo smaltimento avverrà per raccolta ed allontanamento presso appositi siti di conferimento.

Acque reflue industriali. Provengono dalle aree di lavorazione e trasportano particelle grossolane e polverulente in sospensione con oli ed idrocarburi. Rientrano in questa categoria anche le acque impiegate durante le fasi costruttive delle opere d’arte lungo i tratti operativi principalmente nell’esecuzione e bagnatura dei getti di calcestruzzo. La raccolta sarà fatta tramite vasche temporanee di raccolta reflui industriali successivamente trasferiti nell’area di cantiere per la depurazione, come descritto nella citata relazione del tracciato autostradale.

Acque meteoriche di dilavamento. Sono le acque di precipitazione e sono soggette a dilavamento delle superfici dei piazzali e delle coperture; la rimozione degli inquinanti depositati in tempo secco dalle prime piogge trasferisce il carico inquinante rendendo necessaria una depurazione chimico-fisica. Data l’assenza di superfici pavimentate all’interno dell’area operativa non si rende necessaria la raccolta e trattamento delle acque meteoriche.

3.1.2.3 Sistema di raccolta e trasporto dei reflui in fase di esecuzione delle opere d’arte

Durante la costruzione dei manufatti potrà aversi, sul fronte cantiere e nelle aree tecniche, il rilascio di acque di lavorazione che, potenzialmente, possono entrare in contatto con additivi ed inquinanti. Tali acque saranno raccolte e poi trattate in cantiere. I reflui prodotti verranno stoccati provvisoriamente in bacini naturali od artificiali a tenuta idraulica, saranno poi prelevate da autobotti e portate in cantiere (campo base 1-B.1) per essere depurate negli impianti per reflui industriali.

3.1.2.4 Sistemi di depurazione dei reflui civili ed industriali

Data l’assenza sul fronte cantiere e nell’area operativa di reflui industriali, oltre a quelli prodotti in fase esecutiva descritti al punto precedente e di reflui civili, non si rende necessario prevedere i rispettivi impianti di trattamento.

Per quanto riguarda la depurazione dei reflui prodotti all’interno del campo base di riferimento, si rimanda all’elaborato PD_0_000_0KK00_0_KK_RT01 del tracciato autostradale.

3.1.2.5 Laminazione delle acque di cantiere scaricate

L’assenza di superfici pavimentate all’interno dell’area operativa e, conseguentemente, della rete di raccolta delle acque meteoriche comporta l’annullamento di eventuali volumi di invaso da prevedere e, quindi, non si rende necessario prevedere opere di laminazione dei deflussi meteorici.

Per quanto riguarda la laminazione dei deflussi all’interno del campo base di riferimento, si rimanda all’elaborato PD_0_000_0KK00_0_KK_RT01 del tracciato autostradale.

3.1.3. Potenziali impatti in fase di cantiere

Le modeste dimensioni dell’opera da realizzare, unitamente all’assenza di aree di cantiere in corrispondenza della stessa, fatta eccezione una sola area operativa di dimensioni contenute e priva di impianti, sono tali da rendere poco apprezzabili i potenziali impatti in fase di cantiere sulla componente acque superficiali. Nell’analisi condotta, tuttavia, i potenziali impatti possono essere suddivisi per ambiti come indicato di seguito:

1. “fronte cantiere” sul quale si sviluppano tutte le attività di lavorazione per la costruzione dell’opera e che prevalentemente sono riconducibili alla realizzazione dei rilevati stradali, dei manufatti necessari per la risoluzione delle interferenze con i corsi d’acqua (tombini), delle opere di mitigazione ambientale, delle pavimentazioni, del sistema di evacuazione delle acque di piattaforma;
2. “area operativa”, dove si svolgono le attività di movimentazione e deposito di materiali quali: carpenterie, ferri per armatura, malte, cementi ed additivi, eventuale emungimento di acque non potabili da pozzi superficiali, stoccaggio acque e caricamento autobotti;
3. “area di cantiere” di riferimento, in questo caso rappresentata dal campo base 1-B.1, dove si sviluppano le attività di confezionamento dei calcestruzzi, confezionamento conglomerati bituminosi, ristoro del personale, lavaggio mezzi, rifornimento e riparazione mezzi operativi ed autovetture. Per questo ambito si rimanda alla descrizione effettuata all’interno della rispettiva relazione di cantierizzazione del tracciato autostradale.

In ragione di quanto sopra, relativamente alla componente delle acque superficiali, i potenziali impatti sul fronte cantiere sono schematizzabili in:

- deviazione temporanea di corsi d’acqua con potenziale perdita di funzionalità idraulica di scolo e irrigazione durante la fase costruttiva dei manufatti di risoluzione delle interferenze idrauliche;
- potenziale inquinamento di acque superficiali a seguito di sversamenti accidentali durante le lavorazioni su sponda od in alveo od in prossimità di corsi d’acqua;
- prelievo di acque ad uso di cantiere da corsi d’acqua superficiali con interferenza sul regime irriguo;
- interferenze con il sistema irriguo durante la realizzazione dei fossi di guardia del rilevato stradale.
- potenziale inquinamento di acque superficiali a seguito di sversamenti accidentali durante le lavorazioni di cantiere, non trattenuti dalle vasche di accumulo per anomalie di funzionamento.

I relativi accorgimenti e mitigazioni al fine di evitare i potenziali impatti di cui al punto precedente sono

descritti nel successivo paragrafo 9.2.1.

3.2. ACQUE SOTTERANEE

Gli interventi in progetto prevedono, per la viabilità in oggetto, la riqualificazione della S.P. 72 “Parma-Mezzani” mediante alcune rettifiche del tracciato stradale e il miglioramento di alcune intersezioni stradali attraverso la realizzazione di rotoie. Saranno inoltre realizzate alcune opere accessorie, come ad esempio la realizzazione di scatolari, per il superamento di interferenze di carattere idraulico.

Il profilo stratigrafico lungo la viabilità in progetto è costituito da un orizzonte superficiale di spessore pari a circa 15 metri di terreni argilloso-limosi, cui seguono depositi di natura limoso-sabbiosa fino a circa 20 metri di profondità. Oltre i 20 metri sono presenti alternanze di depositi di natura argilloso-limosa e sabbie limose.

In funzione dell’assetto litostratigrafico descritto, le opere in progetto interferiscono essenzialmente con la falda freatica che ha sede nei terreni più superficiali. Tale falda ha una soggiacenza alquanto variabile, anche se generalmente entro i primi metri dal piano di campagna, con escursioni stagionali del livello idrico che possono essere molto ampie: in particolare, durante le stagioni caratterizzate da intensi fenomeni piovosi la quota della falda può salire, in brevissimo tempo, fino a sfiorare il piano campagna.

3.2.1. Potenziali impatti in fase di cantiere

In relazione agli interventi previsti, i potenziali impatti sulla falda freatica sono essenzialmente connessi agli scavi per la realizzazione degli scatolari, per i quali potrà essere necessario abbattere temporaneamente il livello freatico. Trattandosi di terreni a bassa permeabilità non sarà necessario in genere adottare sistemi di abbassamento della falda quali well point, in quanto le portate di filtrazione a fondo scavo saranno comunque di entità limitata, tale da rendere sufficiente il normale aggotamento mediante pompe. Non saranno inoltre necessari tamponi impermeabili di fondo (ad esempio in jet-grouting), per la stabilizzazione del fondo scavo e la riduzione del rischio di galleggiamento. La bassa permeabilità dei depositi inoltre farà sì che l’abbassamento della falda si farà risentire per pochi metri a lato degli scavi. Solo a tergo di alcune tipologie di opere provvisorie sono presenti interventi come well-point atti ad abbassare il livello di falda al fine di ridurre le azioni sull’opera stessa.

In generale rispetto agli acquiferi esistenti è possibile valutare i seguenti effetti:

- sul complesso acquifero A0, peraltro non significativo per l’uso idropotabile, saranno nel complesso modesti e, per lo più, limitati alla fase di cantierizzazione, quando verrà effettuato lo scotico del primo orizzonte vegetale e quindi ridotto il grado di protezione degli acquiferi sottostanti;

- sul complesso acquifero A1, più sfruttato per uso idropotabile, risultano pressoché nulli, sia in relazione all’elevato spessore della copertura argillosa che dell’assenza di opere che possano interferire con tale acquifero.

Un’ulteriore valutazione condotta per quanto riguarda la componente delle acque sotterranee è quella relativa alla potenziale interferenza derivante dal prelievo di acque di falda ad usi produttivi tramite pozzi superficiali all’interno dell’area operativa “1.PR-1” con il regime dei pozzi esistenti e tuttora attivi in prossimità delle aree di cantiere. A tal proposito si è condotta un’apposita analisi di filtrazione.

Nel caso in esame, l’unico pozzo censito in prossimità dell’area operativa, codificato come 1PRP001, si trova ad una distanza di circa 1200 m dal cantiere, come illustrato nella seguente Figura 3.2-1. Tale distanza, tuttavia, risulta ampiamente superiore al raggio di influenza atteso per un pozzo superficiale come quello previsto per l’emungimento di acque ad uso produttivo.

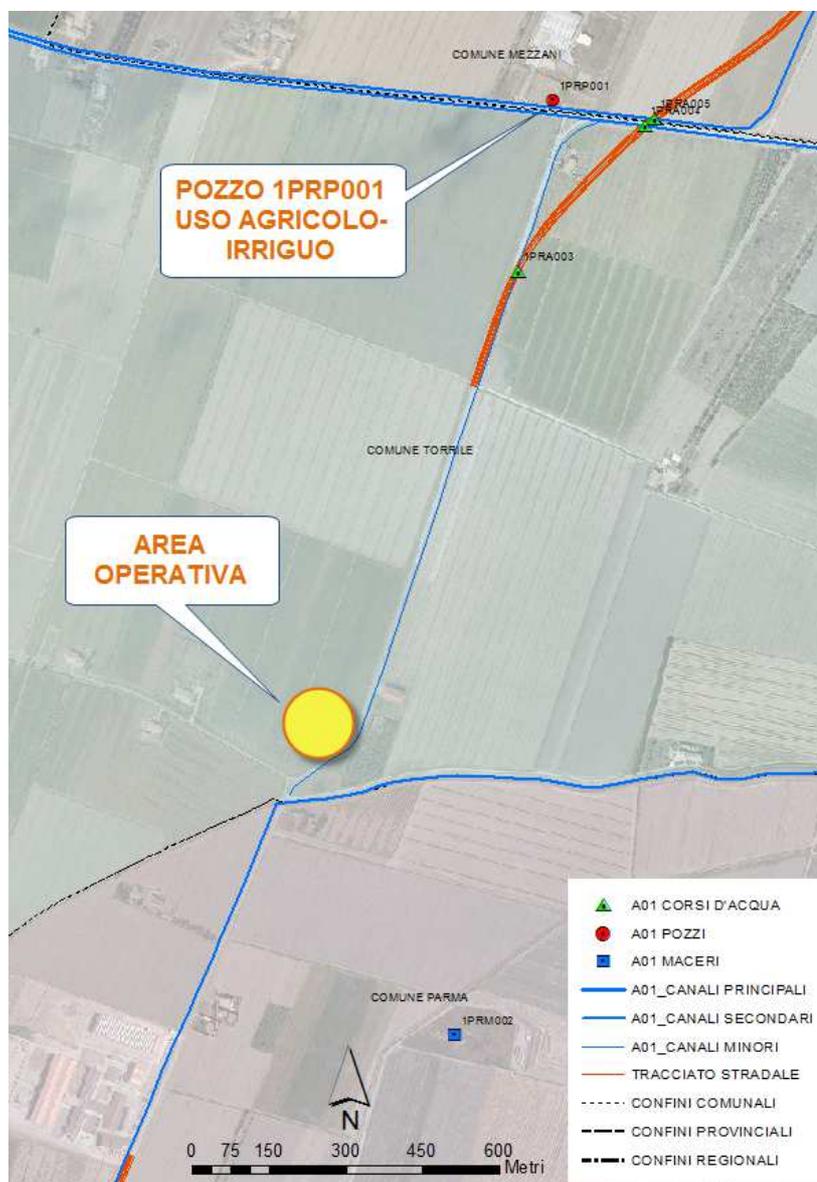


FIGURA 3.2-1 – POSIZIONAMENTO DEL POZZO PIÙ PROSSIMO ALL’AREA OPERATIVA “1.PR-1”

Tale distanza risulta ampiamente superiore al normale raggio di influenza di pozzi analoghi a quello in esame. Al fine di motivare analiticamente tale considerazione, si è proceduto a stimare la zona di richiamo del pozzo esistente assumendo, per l'utilizzo irriguo, un periodo stagionale di funzionamento pari a 180 giorni consecutivi.

Le caratteristiche del pozzo censito vengono riportate nella tabella seguente.

CODICE	LOCAL.	COMUNE	PROV.	GB_X	GB_Y	STATO	DIAM. (cm)	PROF. (m)	SOLL.	USI	PERIODO	Q_MAX (l/s)
1PRP001	Casale	Mezzani	PR	1610568	4971912	Attivo	18	30	Esistente - pompa fissa - dati non noti	Agricolo- irriguo	Stagionale	15

TABELLA 3.2-1 – CARATTERISTICHE DEL POZZO CENSITO LUNGO L’OPERA DI ADDUZIONE IN ESAME

In mancanza di prove sperimentali per la determinazione delle condizioni al contorno e per le proprietà idrodinamiche dell’acquifero, la stima del raggio d’influenza dei pozzi esistenti può essere valutata, con sufficiente approssimazione, mediante l’esplicazione della relazione di Bear (1979).

Il raggio d’influenza di un singolo pozzo, nella zona a valle nel senso direzionale del flusso idrico sotterraneo, e il fronte di richiamo risultano, quindi, pari a

$$R = Q / (2\pi \times K \times b \times i)$$

$$F = Q / (2 \times K \times b \times i)$$

dove:

R = raggio d’influenza del pozzo;

F = fronte di richiamo del pozzo;

Q = portata di captazione;

K = coefficiente di permeabilità dell’acquifero, posto cautelativamente pari a 10^{-5} m/s sulla base delle indicazioni litologiche desunte dalle prove in sito effettuate;

b = spessore dell’acquifero, per l’area in esame pari a 50 m;

i = gradiente idraulico, dalle indagini idrogeologiche preliminari individuato nell’ordine dello 0.1% con direzione ovest-sudovest/est-nordest

Il fronte di separazione tra il cono di depressione indotto dal pozzo e la superficie piezometrica della falda idrica è stato determinato implementando la seguente espressione:

$$\tau = \xi + \ln (\text{sen } \theta / \text{sen } (\theta + \eta))$$

dove:

$$\theta = \tan^{-1} (y/x)$$

$$\xi = (2\pi \times b \times v \times x) / Q$$

$$\eta = (2\pi \times b \times v \times y) / Q$$

$$\tau = (2\pi \times b \times v^2 \times t) / (n \times Q)$$

v = velocità della falda;

n = porosità efficace, posto pari a 0.2;

x = distanza longitudinale al pozzo nel senso direzionale del flusso idrico sotterraneo;

y = distanza trasversale al pozzo nel senso direzionale del flusso idrico sotterraneo;

Per tener conto delle incertezze legate alla definizione dei parametri dell’acquifero non determinati mediante prove dirette, alle dimensioni dell’area di influenza è stato applicato un coefficiente di sicurezza pari a 2 direttamente sul parametro τ .

Applicando la procedura di calcolo sopra illustrata, per il pozzo in esame gli inviluppi delle isocrone di riferimento si trovano ad una distanza massima dal pozzo stesso di circa 100 metri. La distanza tra il pozzo esistente e l’area operativa 1PR-1 risulta di oltre un ordine di grandezza superiore e, quindi, tale da garantire l’assenza di impatti sul pozzo esistente da parte di emungimenti dalla falda superficiale all’interno dell’area operativa stessa per fini produttivi.

4. MATRICE ATMOSFERA

Nella presente sezione è descritta la valutazione dell’impatto delle attività di realizzazione dell’opera (cantieri): tale valutazione consiste nella stima delle emissioni di ossidi di azoto (NO_x) e polveri fini (PM10) causate dal cantiere di costruzione dell’opera stradale, e nella relativa simulazione di dispersione e deposizione degli inquinanti. La necessità di una stima dell’impatto del cantiere sull’inquinamento atmosferico deriva dall’importanza dell’opera in progetto, che ha un’estensione rilevante in senso spaziale (circa 2 chilometri nei soli tracciati di nuova realizzazione) e la cui costruzione durerà 7 mesi.

4.1. METODOLOGIA

La metodologia di stima delle emissioni da opere stradali in fase di cantiere è ripresa dal *Road Construction Emission Model*, sviluppato dal Sacramento Metropolitan Air Quality Management District e aggiornato al novembre 2008 (versione 6.3.1 - <http://airquality.org/>). Questo modello prevede la stima di due tipi di emissione:

- esauste, prodotte dalla combustione nei veicoli a motore circolanti nell’area (camion di movimentazione terra alimentati a gasolio e macchine da cantiere) e dall’accesso all’area dei mezzi privati del personale impiegato nei cantieri;
- per il PM10 ed il PM2.5, risollevarimento di polveri generate dai lavori e depositate sulla superficie di cantiere.

La valutazione delle **emissioni esauste dell’attività di movimentazione materiali** viene effettuata sulla base del numero e della lunghezza dei viaggi dei mezzi di trasporto materiali; questi ultimi sono intesi come materiali da costruzione in ingresso nel cantiere e materiali scavati in uscita dal cantiere per essere smaltiti.

Le emissioni delle **macchine da cantiere** dipendono invece dal tipo e dalla durata dell’attività, oltre che dall’estensione del cantiere.

Il contributo emissivo dei **veicoli privati in accesso al cantiere**, di minore entità rispetto agli altri, è stimato in base al numero di persone impiegate nel cantiere e alla lunghezza media del tragitto casa-lavoro del personale.

La stima delle emissioni da **risollevarimento** utilizza il dato di superficie massima coinvolta giornalmente dalle attività di cantiere.

Le emissioni vengono valutate per diverse fasi dell’attività di cantiere:

- scorticamento e dissodamento
- scavo
- drenaggio e opere accessorie
- pavimentazione

Il calcolo può essere effettuato a due livelli di dettaglio: il primo livello, che è quello qui utilizzato, richiede un limitato numero di dati in ingresso, di tipo aggregato:

- lunghezza e area complessiva del cantiere
- superficie massima giornaliera di cantiere
- anno di inizio lavori e durata
- numero e lunghezza dei viaggi giornalieri di movimentazione materiali
- database di fattori di emissione da utilizzare

4.2. EMISSIONI

La tabella seguente presenta i risultati delle emissioni di NOX, PM10, PM2.5, composti organici reattivi (ROG) e CO, su base giornaliera e annuale.

Emission Estimates for ->	CisPadana_1PR			Total	Exhaust	Fugitive Dust	Total	Exhaust	Fugitive Dust	CO2 (kgs/day)
	ROG (kgs/day)	CO (kgs/day)	NOx (kgs/day)							
Project Phases (Metric Units)										
Grubbing/Land Clearing	18.8	64.1	137.4	86.2	5.1	81.1	21.5	4.7	16.9	24,888.1
Grading/Excavation	24.4	105.4	172.4	87.7	6.6	81.1	22.8	6.0	16.9	33,307.8
Drainage/Utilities/Sub-Grade	7.8	29.2	53.6	83.3	2.3	81.1	18.9	2.0	16.9	10,119.0
Paving	3.4	16.9	20.7	1.4	1.4	-	1.3	1.3	-	3,020.2
Maximum (kilograms/day)	24.4	105.4	172.4	87.7	6.6	81.1	22.8	6.0	16.9	33,307.8
Total (megagrams/construction project)	2.5	10.6	17.9	11.3	0.7	10.6	2.8	0.6	2.2	3,399.6

TABELLA 4.2-1 – EMISSIONI DEL CANTIERE, IN KG/GIORNO E T COMPLESSIVE DELL’INTERO PERIODO.

4.3. CONCENTRAZIONI

In base alle emissioni ed alla meteorologia discusse, sono state eseguite le simulazioni per la fase di cantiere, i cui risultati sono riportati in Figura 4.3-1 e Figura 4.3-2. Essendo la durata del cantiere inferiore all’anno e non essendo possibile stabilire con precisione durante quali mesi si svolgeranno i lavori, la prassi vuole che vengano presentati, a titolo cautelativo, i massimi orari o giornalieri in luogo delle medie.

Questo permette di valutare le possibili ricadute in tutte le condizioni meteo possibili nell’arco dell’anno, anche le più sfavorevoli alla dispersione. I livelli di concentrazione ottenuti sono, come prevedibile, significativi ma non allarmanti. Per quanto concerne gli ossidi azoto si deve tener conto del fatto che i limiti di legge si riferiscono al solo inquinante NO₂ e non all’intera miscela NO_x e vicino alla sorgente inquinante una stima cautelativa della frazione di NO₂ in NO_x non supera il 50%. Pur considerando le condizioni fortemente cautelative della simulazione si ottengono valori sempre al di sotto dei limiti di legge. Le ricadute maggiori si verificano nelle strette vicinanze del cantiere con valori intorno ai 50 µg/m³ per l’NO_x e prossimi ai 10 µg/m³ per il PM10.

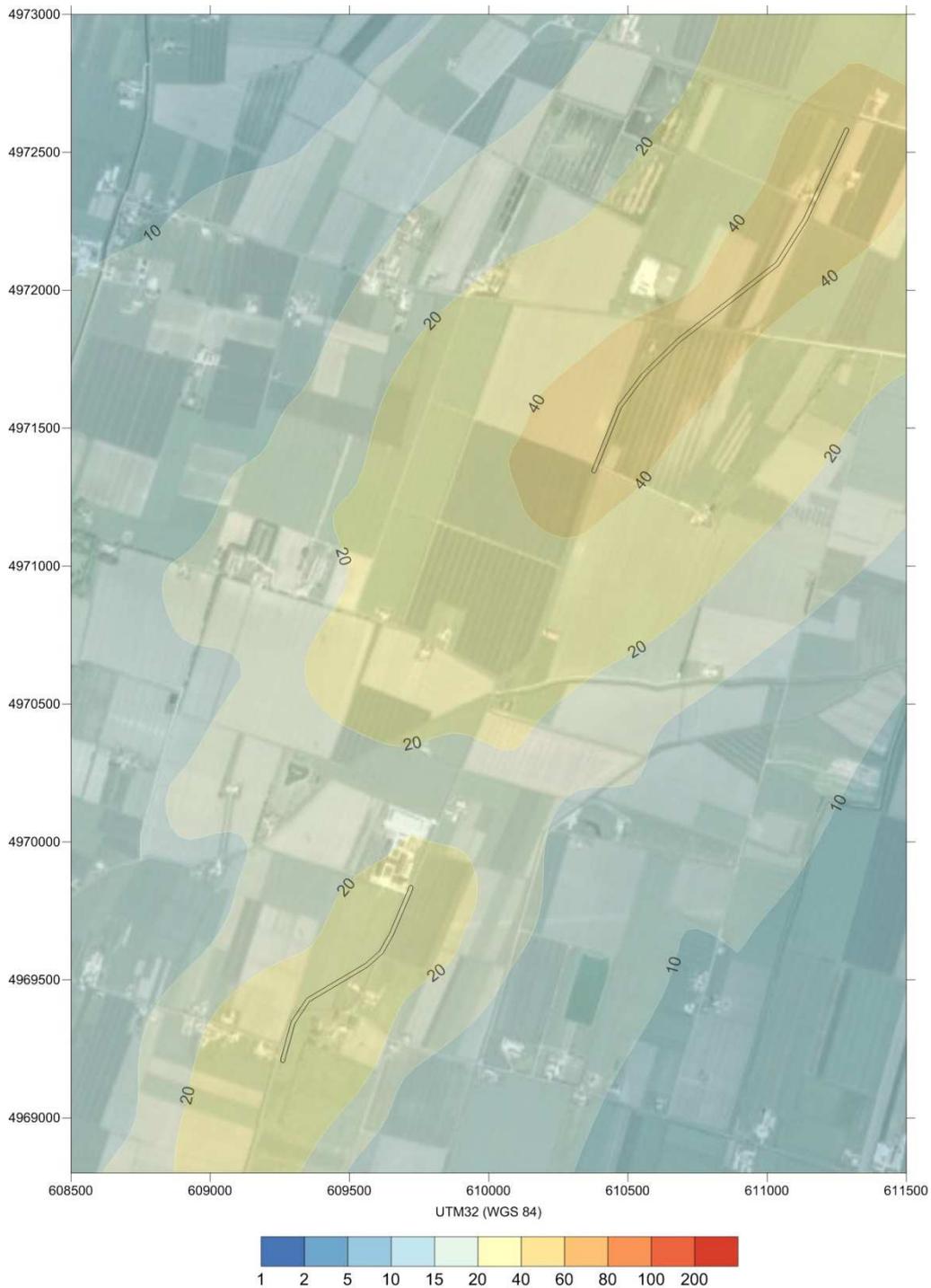


FIGURA 4.3-1 – FASE DI CANTIERE – MASSIMO DELLE CONCENTRAZIONI MEDIE ORARIE DI NO_x (MG/M³) EMESSO DALL’INSIEME DELLE SORGENTI CONSIDERATE

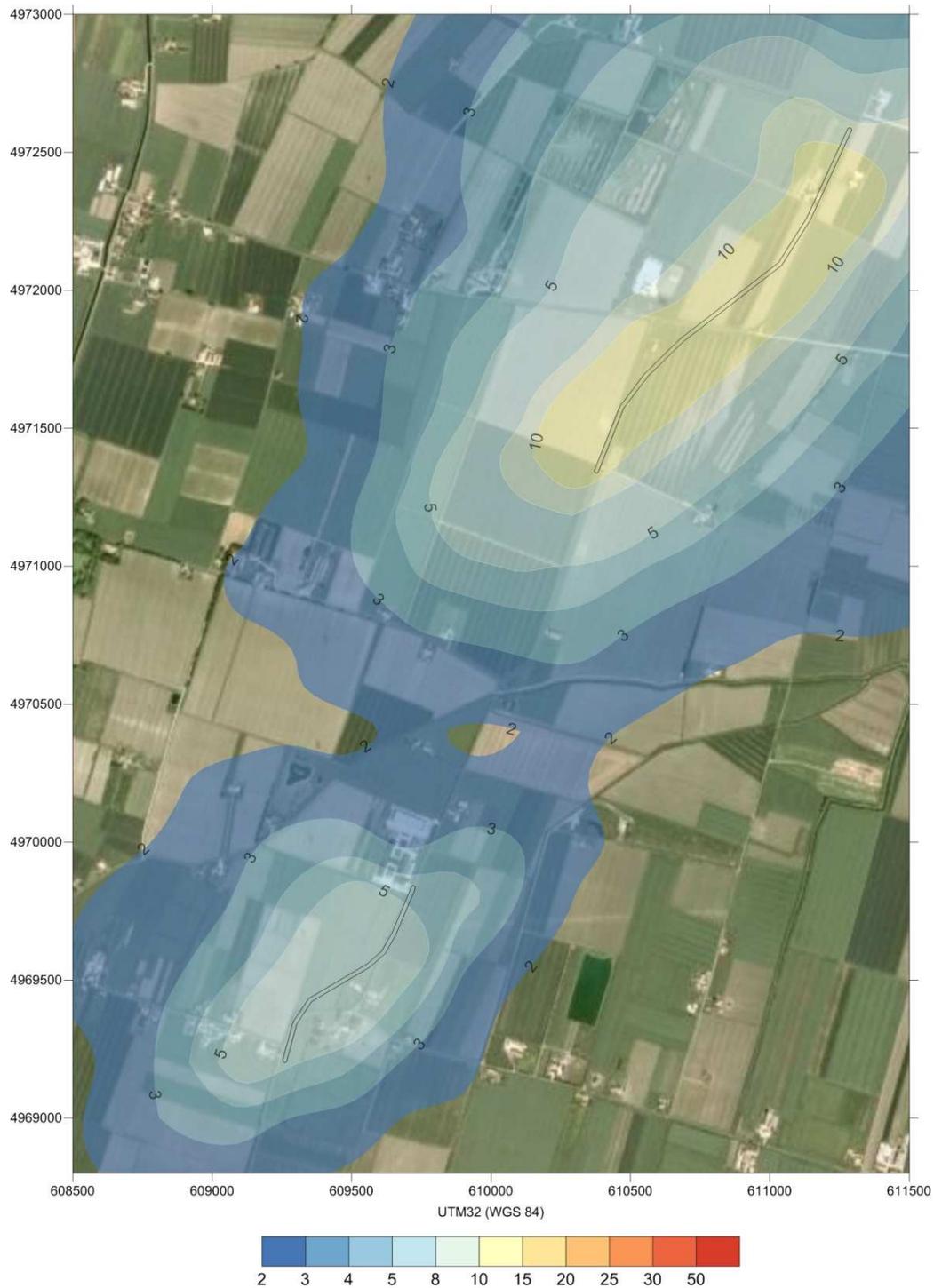


FIGURA 4.3-2 – FASE DI CANTIERE – MASSIMO DELLE CONCENTRAZIONI MEDIE GIORNALIERE DI PM10 (MG/M3) EMESSO DALL’INSIEME DELLE SORGENTI CONSIDERATE

5. MATRICE RUMORE E VIBRAZIONI

Nella presente sezione si analizzano i potenziali impatti in fase di cantiere relativamente alle componenti ambientali acustiche e vibrazionali.

5.1. IMPOSTAZIONE E METODOLOGIA DI ANALISI DEL RUMORE

La valutazione previsionale dell’impatto acustico in fase di cantiere è sviluppata in aderenza al quadro normativo vigente che prevede due ulteriori livelli di affinamento delle analisi:

- autorizzazione all’apertura dei cantieri, con relativo studio di impatto acustico;
- concessione di deroghe temporanee ai limiti di rumore per le attività più rumorose.

Pertanto in tali sede si provvederà a sviluppare lo studio acustico afferente alla fase di cantiere dell’opera e a definire gli eventuali interventi di mitigazione.

Si precisa, già in questa parte introduttiva, che per le attività di cantiere è in generale previsto un meccanismo di deroga rispetto ai limiti di rumorosità ambientale vigenti sul territorio, sulla base di opportuni regolamenti comunali, redatti in conformità alla normativa regionale in materia.

Questo significa che nella successiva fase di progettazione esecutiva, sarà prodotto un ulteriore affinamento attraverso studi acustici di dettaglio a livello del singolo comune.

L’analisi condotta sulla presenta opera infrastrutturale si basa sullo stesso approccio modellistico già introdotto con riguardo alla simulazione acustica del progetto autostradale e delle viabilità di adduzione, in particolare è stato impiegato il programma Citymap nella versione 3.1, che consente anche una facile gestione delle “sorgenti concentrate”, quali sono schematizzate, appunto, le sorgenti fisse che rappresentano le emissioni sonore delle macchine da cantiere stazionanti permanentemente nelle aree di lavorazione.

Si rimanda alle pubblicazioni esistenti e disponibili anche su internet per maggiori dettagli sul programma Citymap e il suo algoritmo di funzionamento ^{(1), (2)}.

¹ A. Farina, G. Brero, G. Pollone - “Modello numerico basato su rilievi sperimentali per la mappatura acustica delle aree urbane” - Atti del Convegno NOISE & PLANNING '96 - Pisa, 29-31 maggio 1996.

² A. Farina - “Modelli numerici per il rumore da traffico stradale e ferroviario in aree urbane” - Atti del Convegno “Rumore? Ci stiamo muovendo - Secondo seminario sull’Inquinamento Acustico” - Roma, 26-27 ottobre 1998.

Una dettagliata descrizione del programma Citymap e del suo algoritmo interno è anche stata prodotta nell’ambito della relazione di Studio Acustico allegata al progetto dell’opera qui esaminata, e per la precisione nel capitolo 3 del documento avente la seguente codifica: PD_0_D01_DMA00_0_AC_RG_01.

Si rammenta che il programma Citymap può essere scaricato dal sito web del prof. Angelo Farina, ed utilizzato gratuitamente da parte delle Pubbliche Amministrazioni per i propri fini istituzionali.

La simulazione del rumore in fase di cantiere viene poi valutata in due modi:

- per confronto con la rumorosità ante-operam, già valutata nello studio acustico
- per confronto con i vigenti “limiti di zona” definiti sulla base della classificazione acustica del territorio comunale, ove adottata, oppure sulla base dei limiti “di default” previsti dal DPCM 1 marzo 1991, per i comuni tuttora sprovvisti di Piano di Classificazione Acustica.

Per valutare il rumore prodotto dai cantieri è fondamentale individuare le tipologie di macchinari impiegati, le loro modalità di utilizzo e l’entità dei livelli sonori da essi prodotti. Per ciò che riguarda i livelli di potenza sonora (Lw) è possibile avere utili indicazioni attraverso un’attenta analisi dei dati bibliografici disponibili e dei risultati di alcune indagini fonometriche specifiche effettuate in ambiti di cantiere. In particolare i dati impiegati in questo studio fanno riferimento ai seguenti dati bibliografici:

- “Conoscere per prevenire – La valutazione dell’inquinamento acustico prodotto dai cantieri edili” – Comitato Paritetico Territoriale per la prevenzione infortuni, l’igiene e l’ambiente di lavoro di Torino e Provincia;
- Risultati di un’indagine fonometrica specifica effettuata su alcuni cantieri di infrastrutture stradali similari eseguiti nel periodo 2003-2004.

Nella tabella seguente sono riportate le emissioni sonore, in frequenza, associate alle sorgenti, desunte dall’analisi delle suddette fonti.

	FONTE	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	Lw(dB)	Lw(dBA)
Pala meccanica	CPP	119,3	108,8	104,4	101,8	103,0	99,3	95,0	92,9	120,6	107,1
Autocarro	CPP	99,8	93,7	91,0	97,0	99,3	97,7	95,0	91,7	107,3	103,9
Grader	CPP	118,0	110,8	113,4	110,7	108,2	104,5	99,6	94,1	120,9	113,2
Officina	RS	94,5	85,1	76,7	82,7	79,6	81,2	78,6	66,3	95,6	86,7
Gruppo Elettrogeno	CPP	105,7	101,1	102,7	95,2	90,0	90,1	84,4	86,2	111,4	98,8
Compressore	CPP	109,3	100,6	95,9	95,2	91,7	94,2	91,1	86,2	113,5	99,8

TABELLA 5.1-1 – EMISSIONI SONORE IN FREQUENZA DELLE SORGENTI PRINCIPALI



Note:

CPP = *Conoscere per prevenire n° 11 – La valutazione e dell’inquinamento acustico dei cantieri edili – Comitato paritetico territoriale per la prevenzione infortuni, l’igiene e l’ambiente di lavoro di Torino e Provincia*
RS = *Rilievi sperimentali*

La tabella suddetta è abbastanza ridotta, in quanto non sono state prese in esame le emissioni sonori di sorgenti “minori”.

Dal punto di vista operativo, infatti, si prendono in esame solo le sorgenti acusticamente rilevanti: considerando che un normale autocarro o trattore agricolo ha un livello di potenza di circa 100 dB(A), risultano sostanzialmente irrilevanti le sorgenti sonore aventi valori di Lw inferiori di almeno 10 dB(A) a tale sorgente di riferimento, pertanto tutte le sorgenti sonore aventi valori di Lw inferiori ai 90 dB(A) non sono state prese in esame nella simulazione numerica della rumorosità di cantiere, in quanto danno luogo a livelli sonori che si perdono nel fondo naturale della campagna.

Per quanto riguarda il “Fronte Avanzamento Lavori”, al sua emissione sonora non è in realtà in una posizione fissa, ma si sposta via via che le lavorazioni procedono. Tuttavia, al fine della valutazione di impatto acustico ciascun F.A.L. è stato ipotizzato nella posizione di massimo impatto prevedibile, ovvero nella posizione più prossima ai recettori residenziali. La potenza sonora complessiva emessa da ciascun F.A.L., pari a 118.7 dB(A), è stata ipotizzata sulla base della scheda lavorazione n. 38 “Movimentazione terra per rilevato” contenuta nel citato documento “Conoscere per prevenire – La valutazione dell’inquinamento acustico prodotto dai cantieri edili”, che viene qui riportata per esteso.

NATURA OPERA:	COSTRUZIONI STRADALI IN GENERE			N.
TIPOLOGIA:	NUOVE COSTRUZIONI			38
Lavorazione	Attività (Fase Lavorativa)	Macchine	% di impiego	% di Attività Effettiva
MOVIMENTAZIONE TERRA PER RILEVATO 30%	MOVIMENTAZIONE MATERIALE, SPIANAMENTI E COMPATTAMENTI 100%	- APRIPISTA	50	85
		- ESCAVATORE CINGOLATO	50	85
		- PALA MECCANICA CINGOLATA	30	85
		- AUTOCARRO		
		DUMPER	100	85
		- RULLO		
		COMPRESSORE	70	85
Macchine Utilizzabili		Riferimento macchine mediate	Lw [dB(A)]	
APRIPISTA		1 - 2 - 3	116,8	
ESCAVATORE CINGOLATO		94 - 95 - 96 - 97 - 98	109,7	
ESCAVATORE GOMMATO		114 - 115 - 116	107,5	
PALA MECCANICA CINGOLATA		230 - 231 - 232 - 233 - 234	113,9	
PALA MECCANICA GOMMATA		227 - 228 - 229	107,4	
AUTOCARRO (regime medio)		10 - 11 - 13 - 15 - 17	106,1	
AUTOCARRO DUMPER		21 - 22 - 23	115,9	
RULLO COMPRESSORE		276 - 278 - 279 - 282	112,8	
Note				
Sono state ipotizzate le macchine cingolate e l'autocarro dumper per la maggiore rumorosità prodotta e quindi come condizione più sfavorevole.				
Valore Medio attività				Lw [dB(A)]
MOVIMENTAZIONE MATERIALE, SPIANAMENTI E COMPATTAMENTI 100%				118,7
Valore Medio Lavorazione				118,7

FIGURA 5.1-1 – FAL SCHEDA N. 38 “MOVIMENTAZIONE TERRA PER RILEVATO”

La presenza di Aree Operative per lo stoccaggio temporaneo degli inerti è stata invece valutata ipotizzando che al centro di ciascuna di queste aree sia in funzione una pala caricatrice gommata, con livello di potenza Lw pari a 107.4 dB(A), come risulta dalla tabella suindicata.

Il movimento dei camion adibiti al trasporto degli inerti lungo la rete di collegamento di cantiere è stato quantificato sulla base dei fabbisogni di materiale prevedibili per la fase I, come dalla seguente tabella:

Durata Complessiva	210 giorni naturali e consecutivi	Fattore aumento volume	Totale materiale m ³	Capacità trasporto m ³	Numero transiti giornalieri N		
Bilancio movimentazione inerti da rilevato							
27515 m ³		1,2	33018	20	28	Da cave al sedime stradale	
Durata fase							
120 gg							
Bilancio scotico (tarreno vegetale da riutilizzare)							
1998 m ³		1,2	2397,6	20	2	Da aree di scotico al sedime stradale	
Durata fase							
120 gg							
Bilancio materiale stabilizzato a calce							
43497 m ³		1	43497	20	36	Movimentato nell'ambito del sedime stradale	
Durata fase							
120 gg							
Bilancio movimentazione stabilizzato							
252 m ³		1,2	302,4	20	1	Da impianti a campo base e poi al sedime stradale	
Durata fase							
60 gg							
Bilancio movimentazione conglomerati bituminosi							
3350 m ³		1	3350	20	6	Da impianti al sedime stradale	
Durata fase							
60 gg							
Bilancio movimentazione calcestruzzi							
671 m ³		1	671	10	4	Da campo base al sedime stradale	
Durata fase							
35 gg							
					Totale transiti giornalieri	76	*/**
					Traffico orario medio	10	

* I transiti sono comprensivi dei viaggi di andata e ritorno

** Valore totale dei transiti nel caso di tutte le lavorazioni contemporanee (scenario più cautelativo)

TABELLA 5.1-2 – FREQUENZA MEZZI OPERATIVI

5.2. PRODUZIONE DI RUMORE IN FASE DI CANTIERE

5.2.1. Traffico veicolare di cantiere

La stima dei flussi dei veicoli leggeri e pesanti “di cantiere” è stata fatta sulla base dei dati di movimento terra descritti in Tabella 5.1-2.

Sulla base dei dati suddetti, si è provveduto a stimare un flusso giornaliero medio su ciascun arco della intera rete di trasporto dei mezzi e materiali di cantiere.

Ai fini della simulazione acustica, la rete trasportistica è stata comunque semplificata, in modo da ridurre il più possibile il numero di archi, accorpendo fra loro tutti quelli che sono connessi ed hanno lo stesso traffico.

In particolare, la seguente figura mostra il grafo delle reti stradali utilizzati per la simulazione del rumore di cantiere.



FIGURA 5.2-1 – GRAFO DELLA VIABILITÀ DI CANTIERE – D01 (EX 1PR)

Si noti che nella figura sovrastante a lato di ciascun arco stradale è riportato il numero di transiti di mezzi pesanti di cantiere previsto nel periodo diurno (valore sommato di entrambe le direzioni di marcia).

Viene inoltre indicato con un cerchio arancione la posizione delle Aree Operative, e con un cerchio azzurro la posizione dei Fronti Avanzamento Lavori, collocati nella posizione più critica dal punto di vista dell’impatto sui ricettori residenziali.

5.2.2. Valutazione dei livelli sonori in fase di cantiere – calcolo “per punti”

In questo sottocapitolo vengono presentati i risultati del calcolo “per punti”, effettuato sulla base dei dati di emissioni presentati nei precedenti sottocapitoli.

Sono stati utilizzati gli stessi punti di calcolo già impiegati per l’analisi della rumorosità ante-operam e di progetto, riportate nella relazione di Studio Acustico allegata al progetto definitivo.

Si è mantenuta la stessa numerazione dei ricettori impiegata nello Studio Acustico, onde rendere più agevole il confronto fra i livelli sonori in fase di cantiere ed i livelli sonori ante-operam.

La seguente tabella riporta quindi il confronto fra livelli sonori ante-operam e livelli sonori in fase di cantiere, nel periodo DIURNO, con riferimento ai limiti di rumorosità vigenti sulla base della classificazione acustica del territorio.

Cod-classe	N.	Ricettore	Limiti di Zona	Livelli Calcolati Ante Operam	Livelli Calcolati Cantiere mitigato
			Leq,day (dBA)	Leq,day (dBA)	F.I Leq,day (dBA)
6	1	PR001	60	50,0	56,2
6	2	PR002	60	50,3	56,6
6	3	PR003	60	51,1	57,4
6	4	PR004	60	52,0	58,3
6	5	PR005	60	50,0	57,4
6	6	PR006	60	50,6	57,9
5	7	PR007	60	51,3	58,7
6	8	PR008	60	52,6	58,9
6	9	PR009	60	52,6	58,3
6	10	PR010	60	53,5	59,8
6	11	PR011	65	60,3	62,8
3	12	PR012	65	62,5	65,4
1	13	PR013	65	64,4	65,9
1	14	PR014	65	64,6	66,8
5	15	PR015	60	59,6	65,6
3	16	PR016	65	64,2	68,2
6	17	PR017	60	58,0	63,7
6	18	PR018	60	60,4	63,9
5	19	PR019	60	59,3	64,1
6	20	PR020	60	61,9	64,6
6	21	PR021	60	58,8	61,5
3	22	PR022	65	60,4	62,1

Cod- classe	N.	Ricettore	Limiti di Zona	Livelli Calcolati Ante Operam	Livelli Calcolati Cantiere mitigato
			Leq,day (dBA)	Leq,day (dBA)	F.I Leq,day (dBA)
1	23	PR023	65	62,3	63,3
3	24	PR024	65	64,4	64,9
6	25	PR025	65	66,2	66,5
3	26	PR026	65	68,9	69,1
1	27	PR027	65	64,7	65,1
6	28	PR028	65	61,5	62,2
6	29	PR029	65	61,7	62,3
4	30	PR030	65	61,6	61,8
3	31	PR031	65	64,5	64,6
1	32	PR032	65	64,6	64,7
6	33	PR033	65	62,5	62,6
6	34	PR034	65	62,2	62,3
6	35	PR035	65	62,7	62,8
	36	PR036	60		63,1
4	37	TR001	60	62,3	62,8
3	38	TR002	70	60,5	61,2
3	39	TR003	70	62,1	63,7
	40	TR004	60		65,7
3	41	MZ001	70	53,7	55,5
1	42	MZ002	70	64,8	65,1
1	43	MZ003	70	61,0	61,3
3	44	MZ004	70	60,9	61,2
1	45	MZ005	70	63,4	63,5
3	46	MZ006	70	61,9	62,0

TABELLA 5.2-1 – LIVELLI SONORI DIURNI ANTE-OPERAM E DI CANTIERE

Nella precedente tabella, in corrispondenza dei ricettori in cui rumorosità diurna in fase di cantiere è risultata eccedere i limiti di zona, si è messa una indicazione di una azione genericamente indicata come “Mitigazione di Cantiere”. I corrispondenti livelli sonori sono evidenziati in rosso. Tali azioni verranno descritte nel successivo cap. **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** L’esatta localizzazione, la documentazione fotografica ed una serie di rilevanti indicazioni tecniche riguardanti ciascuno dei ricettori individuati durante il censimento è consultabile nei documenti di progetto elencati in Tabella 5.2-2.

CODICE RICETTORE	TITOLO RICETTORE
PD_0_D01_DMA00_0_AC_CC_01_A	CARTA CON LOCALIZZAZIONE DEI RICETTORI
PD_0_D01_DMA00_0_AC_SH_01_A	CENSIMENTO DEI RICETTORI - SCHEDE

TABELLA 5.2-2 – ELENCO DEGLI ELABORATI RELATIVI AL CENSIMENTO RICETTORI

In Tabella 5.2-3 è definita la corrispondenza tra il colore di sfondo della cella del codice ricettore e la classificazione dello stesso, ovvero la destinazione d’uso riferita in particolare alla scelta dei limiti di legge da applicare.

Codice	Colore	Classificazione
1	Bianco	Ricettore residenziale normale
2	Verde	Ricettore sensibile (scuola, asilo, ospedale, casa di riposo, etc.)
3	Azzurro	Attività produttiva o commerciale, utilizzo solo diurno
4	Arancione	Edifici residenziali disabitati, in cattive condizioni, ma teorici abitabili
5	Rosso	Ruederi, edifici non utilizzati e non abitabili
6	Viola	Edifici fuori dal corridoio di analisi e dalle fasce di pertinenza.

TABELLA 5.2-3 – CLASSIFICAZIONE DEI RICETTORI

5.2.3. Valutazione dei livelli sonori in fase di cantiere – Mappatura isolivello sonoro

Onde rendere più agevole la valutazione di impatto acustico delle attività di cantiere nell’intorno della viabilità di adduzione qui valutata, si è operato il tracciamento delle curve isolivello sonoro in una porzione di territorio, la cui estensione è indicata nella figura seguente.

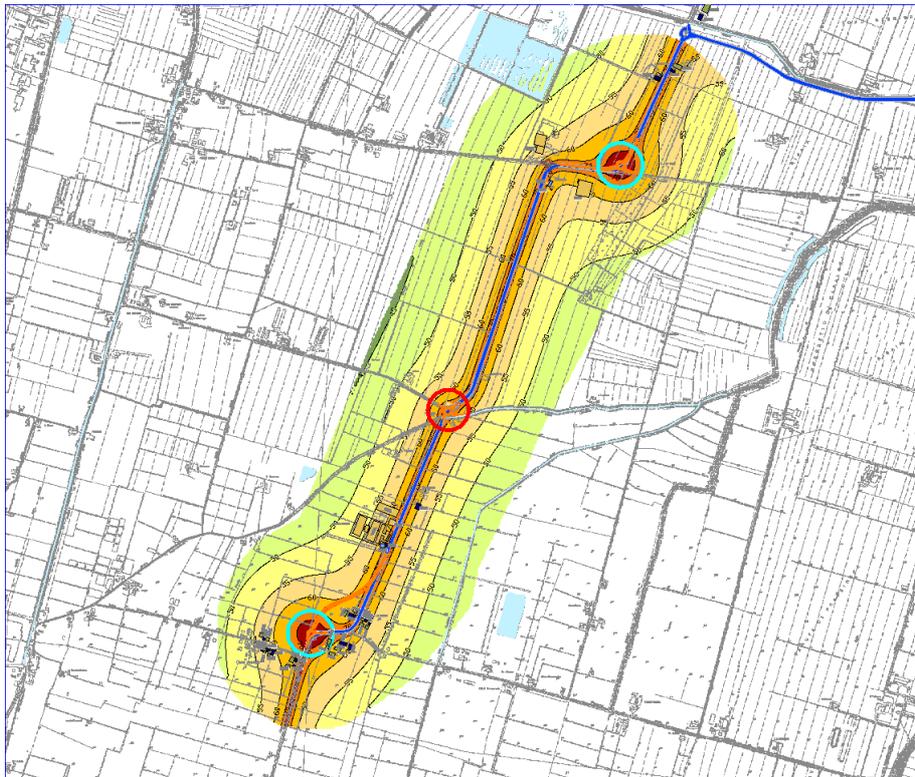


FIGURA 5.2-2 – AREA DI MAPPATURA ISOLIVELLO SONORO DI CANTIERE

All’interno di tale area, grazie al programma di calcolo Citymap è stata effettuata la costruzione della mappatura isolivello sonoro diurno in fase di cantiere, come mostrato qui sopra.

Ai fini della valutazione di impatto acustico del rumore in fase di cantiere, è opportuno operare il confronto fra due condizioni:

- rumorosità Ante-Operam;
- rumorosità di Cantiere.

La seconda ovviamente ricomprende la prima, nel senso che la rumorosità dei mezzi di cantiere e delle sorgenti fisse e semifisse è stata sommata energeticamente alla rumorosità ante-operam, poiché si ipotizza che i flussi di mezzi di cantiere siano addizionali rispetto ai normali flussi veicolari già esistenti.

I risultati della mappatura isilivello ante-operam sono visibili nella tavola avente le seguenti codifiche:

CODICE ELABORATO	TITOLO ELABORATO
PD_0_D01_DMA00_0_AC_MA_01_A	FASE ANTE-OPERAM - MAPPATURA DELLE ISOFONICHE NEL PERIODO DIURNO

TABELLA 5.2-4 – ELENCO DEGLI ELABORATI CONTENENTI LE MAPPATURE ANTE-OPERAM

Mentre la mappatura isolivello di cantiere è riportata nell'allegato 2 al presente documento.

5.3. IMPOSTAZIONE E METODOLOGIA DI ANALISI DELLE VIBRAZIONI

5.3.1. Premessa

Le variabili che possono influenzare l'analisi dei fenomeni vibrazionali indotto da attività di cantiere nel territorio circostante risultano essere numerose e abbastanza complesse, in particolare:

- le vibrazioni si propagano lungo i tre assi cartesiani;
- le misure variano molto a seconda dei punti in cui vengono rilevate;
- le modalità di trasmissione delle vibrazioni dipendono da diversi fattori quali la morfologia del terreno, le caratteristiche architettoniche e strutturali degli edifici, la presenza di strutture sotterranee (rete fognaria, condotte sotterranee ecc.) e l'interazione fra tutti questi fattori;
- mancanza di un quadro legislativo che fissi i limiti ammissibili delle vibrazioni sulle strutture edilizie e sull'uomo in ambito residenziale.

Inoltre, al contrario di quanto avviene negli studi di impatto acustico, non esistono modelli previsionali né metodologie consolidate di progettazione delle opere di mitigazione delle vibrazioni.

Le vibrazioni possono essere misurate in termini di spostamento, velocità o accelerazione: lo spostamento coincide con l'ampiezza dell'evento vibratorio, la velocità con il rapporto fra lo spostamento e il tempo in cui esso si compie e l'accelerazione con il rapporto fra la variazione di velocità e il tempo in cui si svolge tale variazione.

Solitamente per la valutazione quantitativa del disturbo arrecato dalle vibrazioni si utilizza l’accelerazione efficace a : essa rappresenta il valore quadratico medio (RMS) dei valori assunti dall’accelerazione durante il tempo di una oscillazione e si ottiene numericamente dividendo l’ampiezza dell’accelerazione per la radice quadrata di due. L’adozione di questa grandezza è giustificata da due principali motivazioni: è direttamente misurabile con un accelerometro e la sensibilità dell’organismo umano è correlata alle accelerazioni.

Le grandezze di base che caratterizzano le vibrazioni che si propagano attraverso un mezzo elastico possono essere caratterizzate attraverso tre grandezze di base:

- il vettore spostamento, $\mathbf{s} = (s_x \ s_y \ s_z)$, misurato in m,
- il vettore velocità, $\mathbf{v} = (v_x \ v_y \ v_z)$, misurato in m/s,
- il vettore accelerazione, $\mathbf{a} = (a_x \ a_y \ a_z)$, misurato in m/s^2 .

Per poter risalire all’effetto delle vibrazioni sull’ambiente circostante occorre sapere come le vibrazioni si attenuano nel terreno all’aumentare della distanza dalla sorgente.

La composizione e la morfologia del terreno giocano un ruolo molto importante in questo senso; infatti, dal momento che esso è un mezzo non omogeneo in cui si propagano le onde elastiche, le costanti elastiche varieranno e determineranno fenomeni diversi quali riflessione, rifrazione e attenuazione dell’onda elastica.

Nei successivi sottocapitoli vengono anzitutto presentate le normative tecniche applicabili, indi si analizzano la emissione di vibrazioni da parte delle macchine da cantiere, la propagazione delle vibrazioni nel terreno, e gli effetti di interazione con le strutture edilizie.

Viene infine presentata una analisi volta a quantificare le distanze a cui le singole macchine da cantiere possono causare impatti vibrazionali, e le metodiche utilizzabili per attenuare l’impatto vibrazionale che possono essere impiegate nel caso il monitoraggio in fase di cantiere dovesse rivelare problemi.

5.3.2. Normativa sulle Vibrazioni

Allo stato attuale in Italia le uniche disposizioni di legge vigenti nel settore delle vibrazioni sono quelle che disciplinano l’esposizione professionale dei lavoratori alle vibrazioni “corpo intero” o “mano-braccio”, che sono normate dal DECRETO LEGISLATIVO 19 agosto 2005, n.187.

Esso tuttavia non ha alcuna attinenza con il caso qui in esame, ove siamo in presenza di fenomeni vibratorii che si propagano nel terreno e che possono indurre, da un lato, disturbo alle persone residenti in edifici posti a breve distanza dalla infrastruttura in via di costruzione o dai cantieri, e dall’altro potrebbero potenzialmente far insorgere danni strutturali in strutture edilizie “delicate” o in cattivo stato di conservazione.

Tali problematiche non sono al momento normate per legge in Italia, il cui quadro legislativo fornisce, a generica tutela del proprietario di un fondo, unicamente l’art 844 del Codice Civile, che qui si riporta integralmente:

“Art. 844 Immissioni

Il proprietario di un fondo non può impedire le immissioni di fumo o di calore, le esalazioni, i rumori, gli scuotimenti e simili propagazioni derivanti dal fondo del vicino, se non superano la normale tollerabilità, avuto anche riguardo alla condizione dei luoghi.

Nell’applicare questa norma l’autorità giudiziaria deve contemperare le esigenze della produzione con le ragioni della proprietà. Può tener conto della priorità di un determinato uso.”

A livello giurisprudenziale, si è affermata la prassi di valutare la “normale tollerabilità” dei fenomeni vibratorii facendo ricorso alle raccomandazioni contenute in alcune norme tecniche, in particolare alle tre seguenti norme UNI:

- Norma UNI 9916 “Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici”, Novembre 1991;
- Norma UNI 9614 “Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo”, Marzo 1990;
- Norma UNI 11048 “Metodo di misura delle vibrazioni negli edifici al fine della valutazione del disturbo”, Marzo 2003.

La prima norma definisce i possibili modi di misurare e valutare le vibrazioni al fine della valutazione del rischio di danni strutturali: si tratta di fenomeni vibratorii molto intensi, che possono instaurarsi solo a seguito dell’azione di speciali macchine da cantiere progettate in modo da far vibrare volutamente i manufatti: fra esse assumono particolare rilevanza i rulli compattatori vibranti, le macchine per la infissione di pali di fondazione mediante battitura, ed i sistemi di infissione delle palancole mediante vibratore idraulico. I livelli di vibrazioni a cui, secondo la norma UNI 9916, comincia a verificarsi un minimo rischio di piccole lesioni (cavillature di intonaci, etc.) sono indicati, per edifici particolarmente delicati, al di sopra dei 2-5 mm/s di velocità di vibrazioni. Tali livelli non sono raggiungibili ne’ dal normale traffico veicolare su una infrastruttura di trasporto, ne’ dalle attività di cantierizzazione “normali”, e restano possibili solo quando entrano in azione le macchine dotate di vibratorii sopra esemplificate, o quando si fa uso di esplosivi. Tutte cose che non sono previste nell’ambito della cantierizzazione qui analizzata.

La seconda e la terza norma (UNI 9614 e 11048), che allo stato attuale costituiscono nei fatti un unico dispositivo normativo integrato, valutano invece la percezione umana del fenomeno vibratorio e la “soglia di disturbo” in ambiente residenziale, e risultano pertanto particolarmente pertinenti al caso qui studiato, per cui vengono nel seguito più ampiamente descritte.

Va qui comunque subito messo in evidenza come i valori di soglia previsti da tali normative siano ordini di grandezza inferiori alla soglia di danno strutturale, e siano potenzialmente raggiungibili anche dal normale traffico veicolare o dalle normali attività di cantiere, per cui è necessario operare adeguate verifiche strumentali e previsionali, onde garantire che tali limiti di soglia non vengano superati.

5.3.3. Misura delle vibrazioni: descrittori fisici

Prima di presentare i valori limite suggeriti dalle diverse normative, è necessario introdurre le grandezze fisiche usate al fine di quantificare gli effetti vibratorii sull'uomo e sulle strutture edili.

Per fenomeni vibratorii si intendono i moti delle strutture (in questo caso edili) a frequenze comprese fra 1 e 80 Hz. Normalmente la caratterizzazione viene effettuata in termini di valore medio efficace (RMS) della velocità (in mm/s) oppure della accelerazione (in mm/s²): si usa solitamente la velocità per valutare gli effetti delle vibrazioni sugli edifici, e l'accelerazione (ponderata) per valutare la percezione umana.

Per la misurazione, si utilizzano normalmente accelerometri, che ovviamente forniscono il livello di accelerazione, o “geofoni”, che forniscono un segnale proporzionale alla velocità.

È tuttavia agevole convertire i valori di accelerazione a nei corrispondenti valori di velocità v , nota la frequenza f , tramite la relazione:

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

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

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

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

Va osservato che un determinato evento vibratorio dà luogo, in generale, a valori in dB di accelerazione e velocità del tutto diversi, dipendentemente dalle frequenze interessate.

Onde familiarizzare il lettore con le scale in dB dei livelli di vibrazione, si può osservare che normalmente un calibratore per accelerometri fornisce un valore di accelerazione RMS pari a 10 m/s^2 , ad una frequenza di 159.15 Hz (cosicché $2 \cdot \pi \cdot f$ risulta pari a 1000 rad/s).

Tale segnale di calibrazione corrisponde dunque ad una velocità di vibrazione di 10 mm/s . Il livello di accelerazione L_{acc} risulta pari a 140 dB , ed il livello di velocità risulta pari anch'esso a 140 dB .

Si deve osservare però che la corrispondenza dei due livelli si verifica solo a questa particolare frequenza (che difatti viene usata dal calibratore proprio a tale scopo), mentre in generale, a frequenze più basse, il livello di velocità è più elevato del livello di accelerazione, visto che la frequenza si trova al denominatore nella formula di conversione: a 40 Hz, ad esempio, ad un livello di accelerazione di 100 dB corrisponde un livello di velocità di 112 dB.

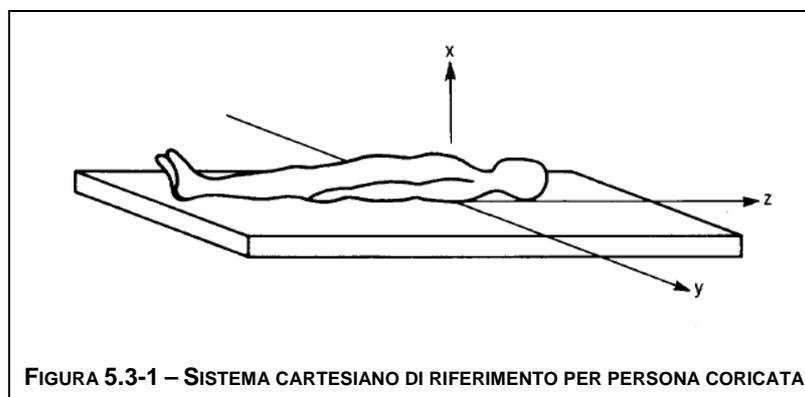
Nel seguito verrà anche mostrato come l’uso del filtro di ponderazione impiegato per valutare gli effetti sull’uomo dei fenomeni vibratorii porti a valori in dB di accelerazione ponderata ancora diversi dai “semplici” livelli di accelerazione e di velocità, sebbene sia possibile passare dall’uno all’altro con semplici operazioni matematiche. Proseguendo nell’esempio suddetto (livello di accelerazione di 100 dB a 40 Hz), si scopre che il livello di accelerazione ponderata è significativamente inferiore, risulta infatti pari a 83 dB....

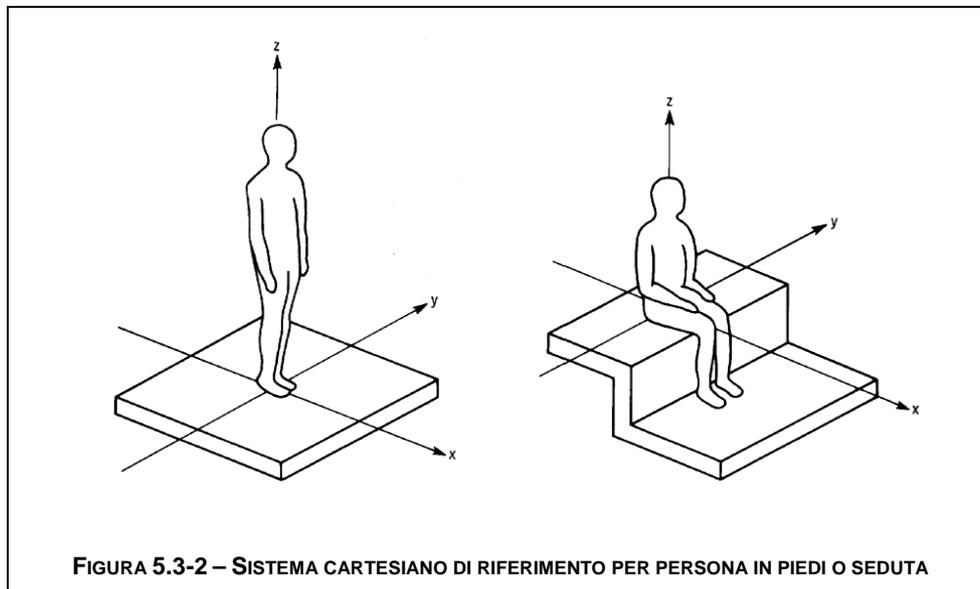
Occorre dunque prestare molta attenzione all’occhio si esprime l’entità’ di un fenomeno vibratorio nella scala dei dB, occorre sempre esplicitare se si tratta di un valore in dB di velocità, di accelerazione, oppure di accelerazione ponderata.

5.3.4. Analisi tecnica dei limiti di accettabilità delle vibrazioni sulla base delle norme UNI vigenti

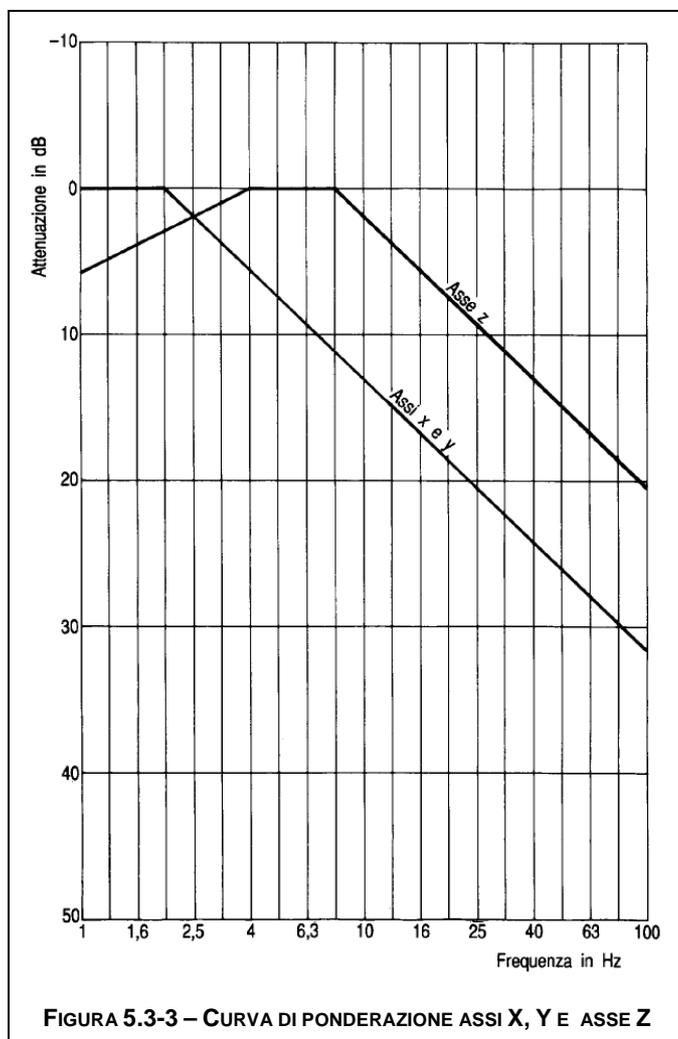
Si prende qui primariamente in esame il problema della percezione umana delle vibrazioni. Infatti, i limiti di danno strutturale lieve sono indicati negli allegati della norma UNI 9916, e risultano più elevati di circa 20 dB dei limiti di percezione individuati dalla norma UNI 9614. A questo proposito, la sensibilità umana è variabile con la frequenza, e dipende dall’asse cartesiano considerato rispetto al riferimento relativo al corpo umano.

Le curve di sensibilità umana sono codificate dalla norma tecnica UNI 9614, rispetto ai sistemi di riferimento per persone sdraiate, sedute o in piedi, riportato nelle seguenti figure.

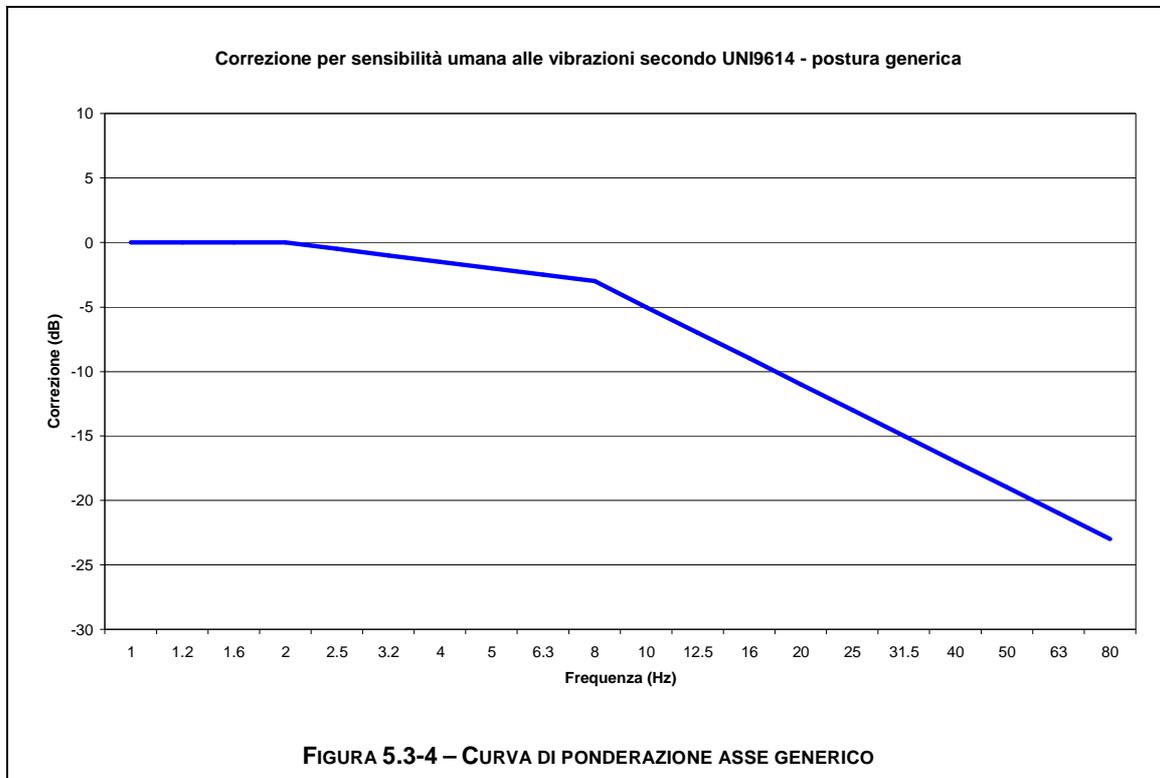




La successiva figura mostra l'andamento spettrale delle curve di ponderazione da applicare al segnale di accelerazione rilevato, onde rendere equivalente la percezione umana alle varie frequenze.



Nel caso considerato, tuttavia, la popolazione si troverà esposta indifferentemente su uno dei tre assi, a seconda della giacitura dei soggetti, che è ovviamente non predeterminale e variabile nel corso delle 24 ore. In tali casi, la norma UNI 9614 prevede l'impiego di una curva di ponderazione per asse generico (o meglio, per asse non definibile), che viene riportata nella seguente figura.



Si può notare come questa curva non introduca alcuna variazione ai livelli di accelerazione misurati da 1 a 2 Hz, per poi ridurre progressivamente i valori al crescere della frequenza. A partire dagli 8 Hz, la curva ha una pendenza di 6dB/ottava, e corrisponde dunque alla conversione fra accelerazione e velocità. Poiché lo spettro tipico di emissione di vibrazioni causate dal traffico stradale a velocità autostradali non contiene energia significativa al di sotto degli 8 Hz, si conclude che la sensibilità umana alle vibrazioni è direttamente proporzionale alla velocità di vibrazione, e non all'accelerazione.

La norma UNI9614 prevede di valutare il livello complessivo di accelerazione ponderata nell'intervallo da 1 ad 80 Hz: se il segnale disturbante è caratterizzato da una emissione concentrata entro una singola banda di 1/3 di ottava, è sufficiente correggere il valore misurato applicando la correzione riportata in **FIGURA 5.3-4** (ad esempio essa vale -17 dB a 40 Hz). Se viceversa lo spettro è continuo ed esteso a più bande, occorre anzitutto calcolare il livello di accelerazione corretto a ciascuna frequenza, indi sommare energeticamente i livelli di accelerazione alle varie frequenze onde ricavare il valore complessivo:

$$L_{acc,w,tot} = 10 \cdot \lg \left[\sum_i 10^{(L_{acc,i} + C_i)/10} \right]$$

Questa metodica rende tuttavia le cose più complicate in presenza di fenomeni di propagazione che, come abbiamo visto, producono una attenuazione con la distanza che dipende fortemente dalla frequenza.

La norma UNI9614 definisce infine il valore numerico del limite di accettabilità per edifici residenziali, corrispondente ad un valore del livello di accelerazione complessiva, ponderata secondo asse generico, pari a 74 dB per il periodo notturno e a 77 dB per il periodo diurno. Si è pertanto adottato come limite di accettabilità il valore diurno di 77 dB, ad eccezione degli edifici “particolarmente sensibili” per i quali si adotta come limite (sia diurno che notturno) il valore stesso della soglia di percezione, che è pari a 71 dB.

Tale limite è da intendersi riferito al livello di accelerazione (ponderata per asse generico) rilevata sul pavimento degli edifici, quindi in presenza dei fenomeni di attenuazione/amplificazione propri dell’edificio stesso, i livelli di accelerazione al suolo tali da non indurre il superamento del valore limite all’interno degli edifici dovranno essere più bassi di alcuni dB (tipicamente almeno 10 o 12).

La valutazione del disturbo sulle persone è anche oggetto di una nuova norma UNI, la 11048 del marzo 2003. In base a tale norma, per valutare l’impatto vibrazionale di una infrastruttura come quella qui analizzata, occorre impiegare sempre la curva di ponderazione per asse generico. La nuova norma specifica in maggior dettaglio le caratteristiche del filtro di ponderazione, fornendo i valori nominali e le tolleranze ammesse per lo stesso anche al di fuori dell’intervallo di frequenza “standard” da 1 ad 80 Hz.

La UNI 11048 precisa poi che, se si effettuano rilievi lungo tre assi, anziché lungo il solo asse Z (come è più usuale), occorre prendere in esame i valori rilevati lungo l’asse che dà luogo a livelli di accelerazione ponderata più alti, senza combinare fra loro i valori misurati lungo i tre assi.

Infine, nel caso di fenomeni che danno luogo ad una significativa variazione nel tempo del livello di vibrazioni, il parametro da impiegarsi per valutare il disturbo alle persone è il valore massimo misurato con costante di tempo Slow (cioè mediato con un integratore esponenziale dotato di costante di tempo pari ad 1s).

Può comunque essere utile richiamare qui anche il contenuto della norma UNI 9916, che si occupa invece di valutare gli effetti delle vibrazioni sugli edifici, al fine di prevenirne il degrado o, in casi estremi, il crollo.

Secondo la UNI 9916, la grandezza fisica che meglio rappresenta il potenziale lesivo del fenomeno vibratorio non è l’accelerazione, ma la velocità di vibrazione. È già stato osservato però che l’applicazione al segnale di un accelerometro di un filtro di ponderazione per asse generico, come previsto dalle norme UNI 9614 e 11048, trasforma in pratica il segnale stesso in un segnale di velocità, perlomeno a frequenze maggiori o uguali di 8 Hz. Infatti, al di sopra di tale frequenza, il filtro ha una pendenza di 6 dB/ottava, che corrisponde dunque ad un integratore del primo ordine. Siccome lo spettro tipico di emissione di vibrazione dei veicoli stradali è caratterizzato da una forte emissione di energia solo a frequenze superiori ai 10 Hz, si può ritenere con ottima approssimazione che un rilievo effettuato in accordo alle citate norme UNI per la valutazione del disturbo sulle persone possa venire utilizzato, senza errori apprezzabili, anche per la valutazione dell’impatto sugli edifici.

Sia i livelli di accelerazione, sia quelli di velocità, possono essere espressi in dB, facendo riferimento ad opportuni valori di riferimento a_0 e v_0 , che sono pari rispettivamente a :

$$a_0 = 0.001 \text{ mm/s}^2 \quad \text{e} \quad v_0 = 1 \cdot 10^{-6} \text{ mm/s}$$

Definiti i valori di riferimento, i livelli in dB sono definiti come:

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

Tenuto conto della differenza fra i valori di riferimento, e della curva di ponderazione “per asse generico” della accelerazione, si verifica che il livello di velocità può essere ottenuto dal livello di accelerazione ponderata aggiungendovi un termine costante (a qualsiasi frequenza maggiore o uguale di 8 Hz) e pari a +29 dB.

La norma UNI 9916 (appendice B) indica come valori di velocità minimi per produrre danni strutturali minori (fessurazioni di intonaci, cavillature) in edifici particolarmente sensibili, il valore di velocità di vibrazione di 3 mm/s; si ottiene dunque:

$$L_{a,w,lim} = L_{v,lim} - 29 = 20 \cdot \lg \left[\frac{3}{1 \cdot 10^{-6}} \right] - 29 \cong 129 - 29 = 100 \text{ dB}$$

Tale valore è decisamente più elevato dei livelli di accelerazione ponderata che è usuale riscontrare a seguito del traffico stradale, che può in alcuni casi arrivare o superare di qualche dB i limiti di disturbo (77 dB nel periodo diurno per edifici residenziali), ma rimane sempre perlomeno 20 dB inferiore rispetto al suddetto limite di danno strutturale.

Qualche problema di rispetto del limite suddetto (100 dB) può aversi unicamente durante specifiche attività di cantiere, peraltro di breve durata, quali ad esempio l’infissione mediante vibratore idraulico di palancole in acciaio, oppure la vibroinfissione della camicia dei pali di fondazione, oppure ancora l’impiego in strade urbane strette di grossi rulli compattatori vibranti di tipo “autostradale”. Adottando tecniche alternative alle suddette (ad esempio, trivellazione di micropali al posto dell’infissione di palancole, utilizzo di pali di fondazione tipo “Trelicon” anziché pali con camicia metallica, utilizzo di rulli compattatori non vibranti) anche le attività di cantiere rimangono comunque al di sotto dei limiti di danno strutturale, pur superando i limiti di disturbo alle persone, allorché si fa impiego di macchine movimento terra o similari.

Si riporta qui integralmente la tabella finale dell’allegato B della norma UNI 9916.

Prospetto IV — Velocità ammissibili

Categoria	Tipi di strutture	Velocità di vibrazione in mm/s*			
		Misura alla fondazione			Misura al pavimento dell'ultimo piano
		Campi di frequenza (Hz)			Frequenze diverse
< 10	10-50	50-100**			
1	Edifici utilizzati per scopi commerciali, edifici industriali e simili	20	20-40	40-50	40
2	Edifici residenziali e simili	5	5-15	15-20	15
3	Strutture particolarmente sensibili alle vibrazioni, non rientranti nelle categorie precedenti e di grande valore intrinseco	3	3- 8	8-10	8

* Si intende la massima delle tre componenti della velocità nel punto di misura.
** Per frequenze maggiori di 100 Hz possono applicarsi i valori riportati in questa colonna.

In essa il valore limite di velocità, per edifici sensibili e di grande valore intrinseco, viene fatto crescere progressivamente con la frequenza, partendo da 3 mm/s sino a 10Hz, per poi arrivare progressivamente a 10 mm/s a 100 Hz.

Ai fini pratici, comunque, i livelli di velocità di vibrazione ammissibili restano sostanzialmente quelli sopra valutati, e si verifica a tutte le frequenze che il limite di disturbo per le persone e' sistematicamente parecchio più restrittivo del limite di danno strutturale.

5.4. VALUTAZIONE DELL IMPATTO VIBRAZIONALE DEI CANTIERI

Questo capitolo si propone di valutare gli effetti sull'ambiente circostante delle vibrazioni emesse dai macchinari impiegati per la realizzazione dell'opera in oggetto. Trascurando la successiva fase di pavimentazione, il cui impatto vibrazionale è sicuramente inferiore rispetto alla fase di costruzione dell'infrastruttura, si considera che le sorgenti sono sostanzialmente raggruppabili in macchine operatrici ed in mezzi adibiti al trasporto. Le prime hanno una distribuzione spaziale abbastanza prevedibile e delimitata, mentre i secondi si distribuiscono lungo l'intero percorso che collega il tracciato dell'opera ai luoghi di approvvigionamento o di scarica. In sostanza le vibrazioni emesse dai mezzi di trasporto durante il tragitto (non durante le operazioni di cantiere, quali lo scarico o il ribaltamento del cassone) sono le stesse emesse dai normali veicoli stradali, e pertanto non meritano particolari attenzioni, in quanto il loro impatto è analogo a quello prodotto dal traffico già esistente sulla rete viaria adiacente, che è già stato rilevato sperimentalmente nella valutazione ante-operam, e che non risulta dare problemi di alcun tipo.

A questo si deve osservare che, mentre per il rumore è determinante il numero di transiti diurni di mezzi pesanti, dal punto di vista vibrazionale il numero di transiti è irrilevante, in quanto il parametro da prendere in esame non è un livello equivalente, ma un livello massimo con costante di tempo slow, e pertanto risulta rilevante il solo transito del mezzo “più pesante” dell’intera giornata. L’incremento del numero di transiti di mezzi pesanti su viabilità che già ne veicolava alcuni risulta pertanto irrilevante al fine della valutazione di impatto vibrazionale.

Nei sottoparagrafi seguenti vengono descritte le metodiche di valutazione della propagazione delle vibrazioni nel terreno e negli edifici, che sono state utilizzate per addivenire ad una stima numerica dell’estensione del territorio potenzialmente impattato dai livelli vibrazionali generati durante le attività di cantiere.

5.4.1. Generazione delle vibrazioni

Al fine di quantificare le emissioni di vibrazioni delle macchine impiegate nel cantiere si fa qui riferimento a dati disponibili in bibliografia. Infatti i dati di effettiva emissione saranno disponibili solo allorché l’impresa di costruzioni andrà a scegliere le macchine effettivamente utilizzate. Tali dati sono stati reperiti mediante ricerca bibliografica, in particolare è stato utilizzato il volume L.H. Watkins - "Environmental impact of roads and traffic" - Appl. Science Publ., che alle pagine 231-241 riporta una serie di dati sperimentali sull’emissione di vibrazioni da parte di svariati tipi di macchine da cantiere, utilizzate nelle costruzioni stradali e ferroviarie. Da tale raccolta di dati sono stati estratti gli spettri di emissione delle macchine riportate nella seguente tabella.

TIPO MACCHINA	SIGLA
Camion Ribaltabile	RIB
Camion da Cantiere (Dumper)	DUM
Compattatore a rullo non vibrante	NVIB
Compattatore a Rullo Vibrante	VIB
Pala Gommata Carica	PGC
Pala Gommata Scarica	PGS
Ruspa Cingolata Grande	RCG
Ruspa Cingolata Piccola	RCP

TABELLA 5.4-1 – MACCHINARI DI CUI SONO STATI ESTRATTI GLI SPETTRI DI EMISSIONE

Chiaramente nel caso in esame verranno impiegati macchinari non esattamente corrispondenti a quelli oggetto dei rilievi sperimentali di cui sopra. Si è dunque assunto, ad esempio, che l’emissione di vibrazioni da parte di uno scavatore cingolato oppure di una trivella sia uguale a quella di una ruspa cingolata piccola, e che le lavorazioni che erano in atto al momento del rilievo sperimentale fossero sufficientemente simili a quelle che verranno realizzate nel corso della presente opera. Le seguenti figure riportano gli spettri di

emissione delle sorgenti di cui sopra (misurati a 10 o 20 m dalla sorgente, come indicato), con sovrapposta la curva limite di percezione secondo UNI 9614.

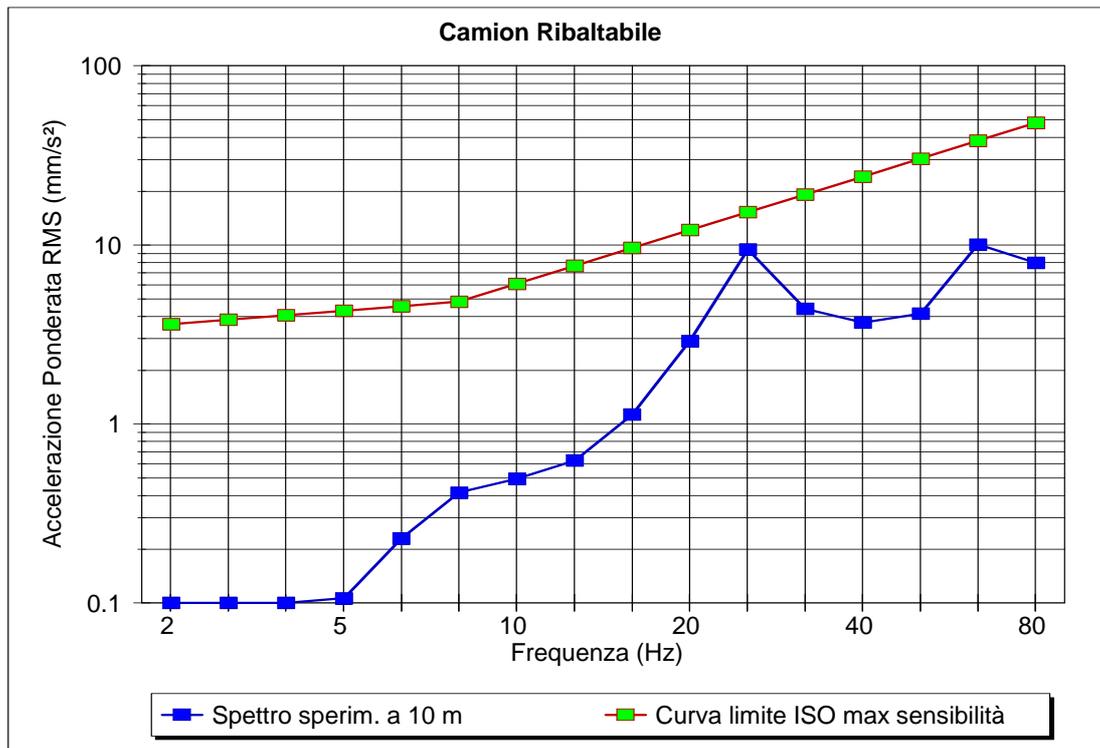


FIGURA 5.4-1 – SPETTRO EMISSIONE VIBRAZIONI – CAMION RIBALTABILE

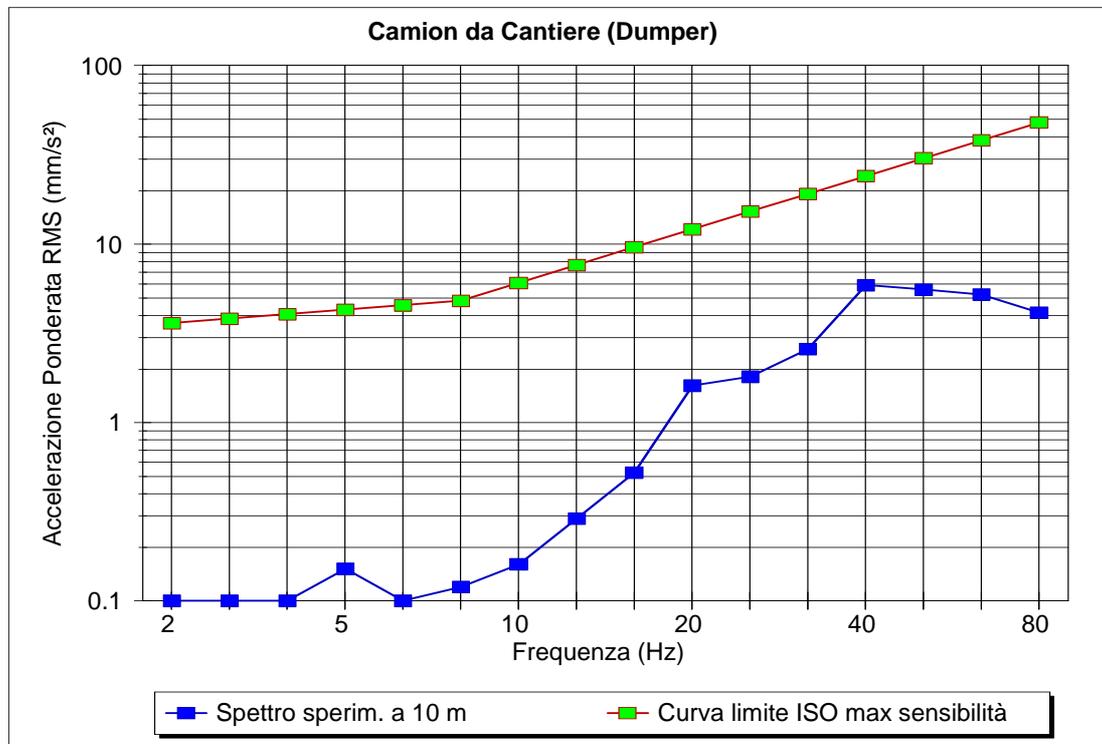


FIGURA 5.4-2 – SPETTRO EMISSIONE VIBRAZIONI – CAMION DA CANTIERE

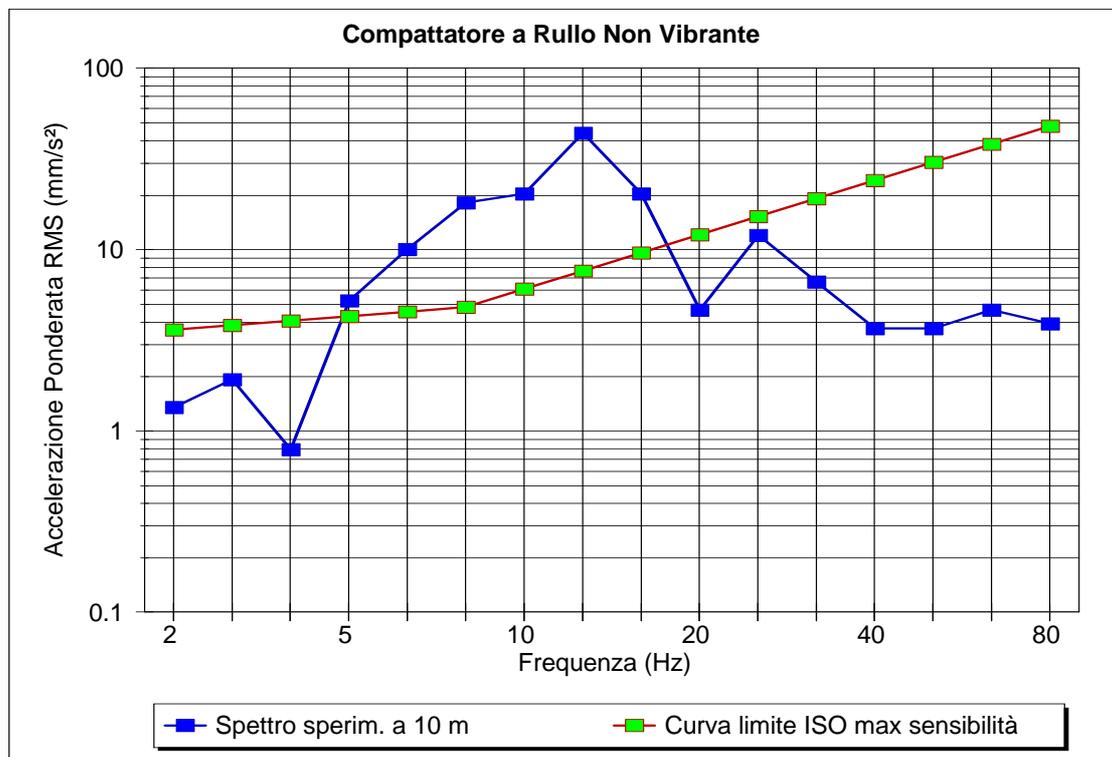


FIGURA 5.4-3 – SPETTRO EMISSIONE VIBRAZIONI – COMPATTATORE A RULLO NON VIBRANTE

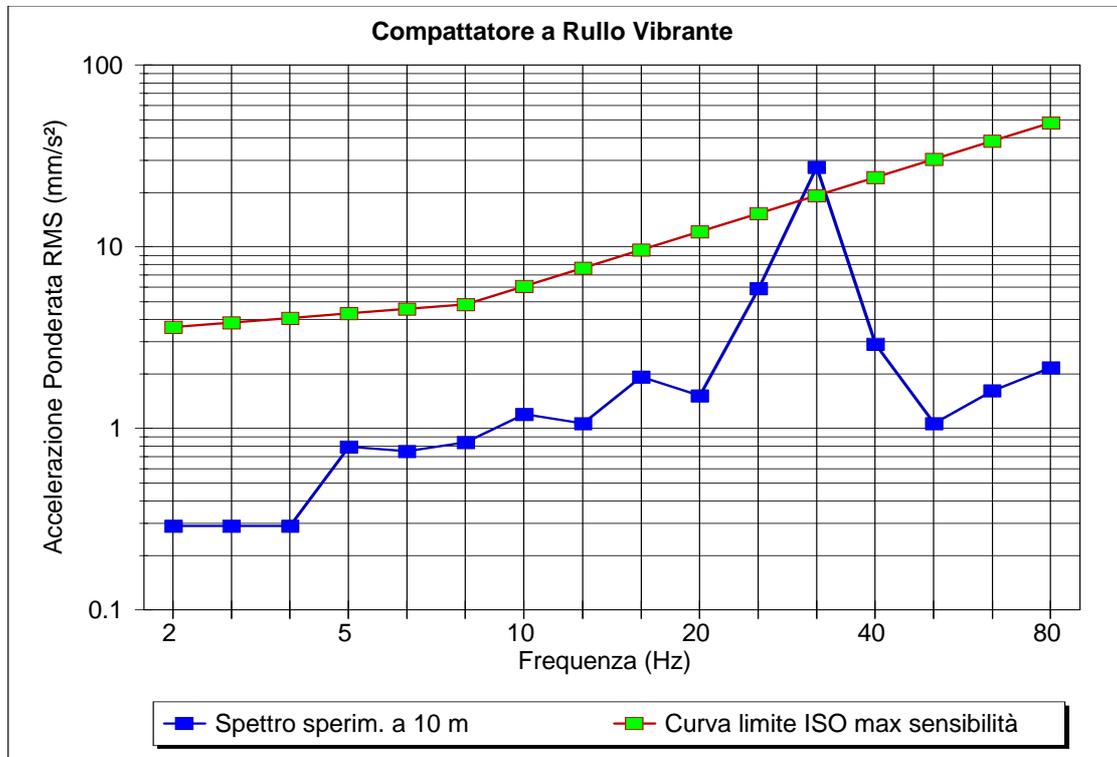


FIGURA 5.4-4 – SPETTRO EMISSIONE VIBRAZIONI – COMPATTATORE A RULLO VIBRANTE

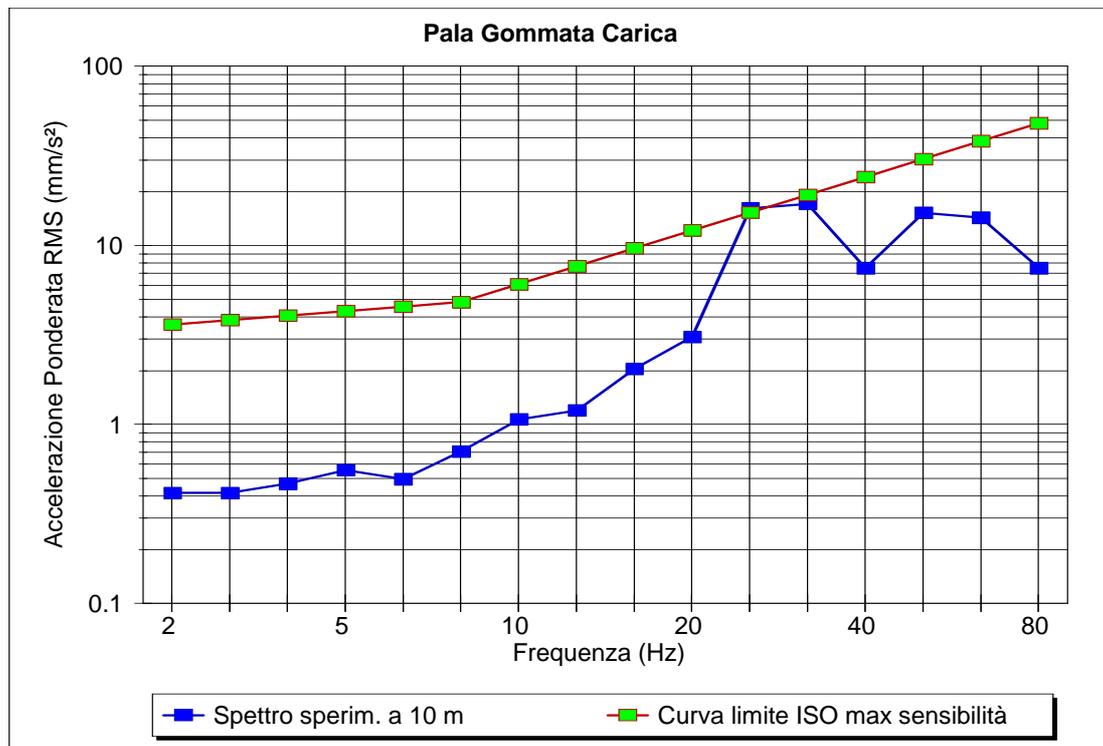


FIGURA 5.4-5 – SPETTRO EMISSIONE VIBRAZIONI – PALA GOMMATA CARICA

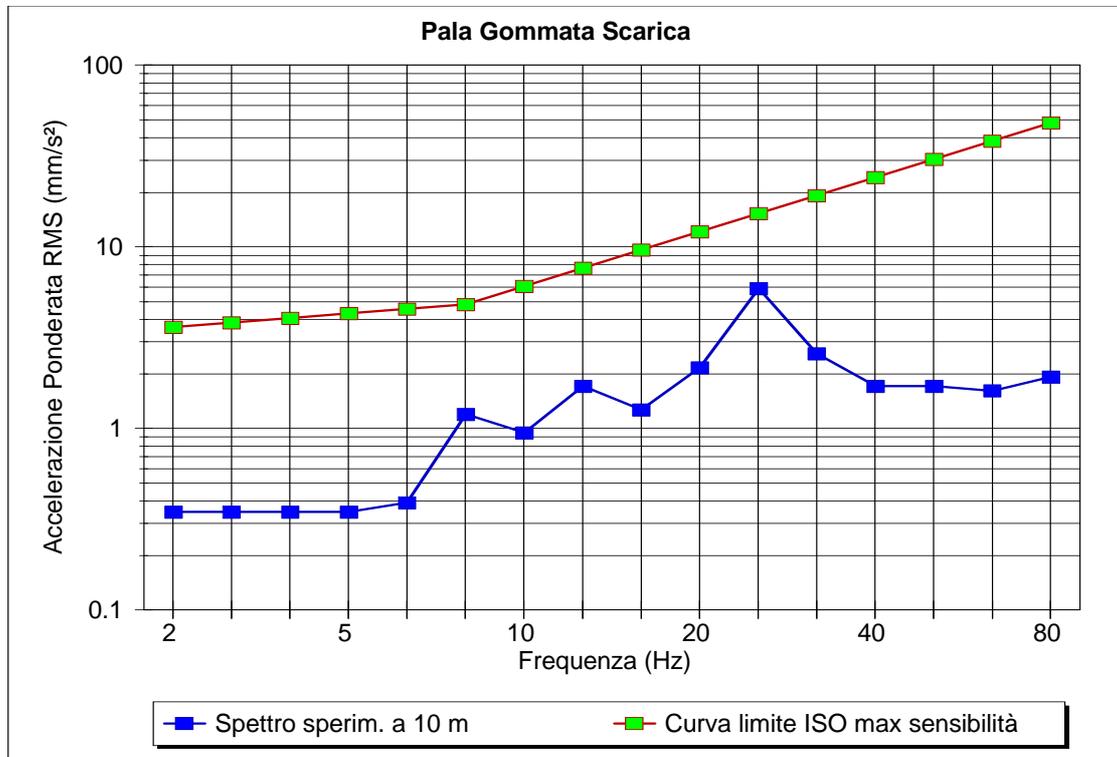


FIGURA 5.4-6 – SPETTRO EMISSIONE VIBRAZIONI – PALA GOMMATA SCARICA

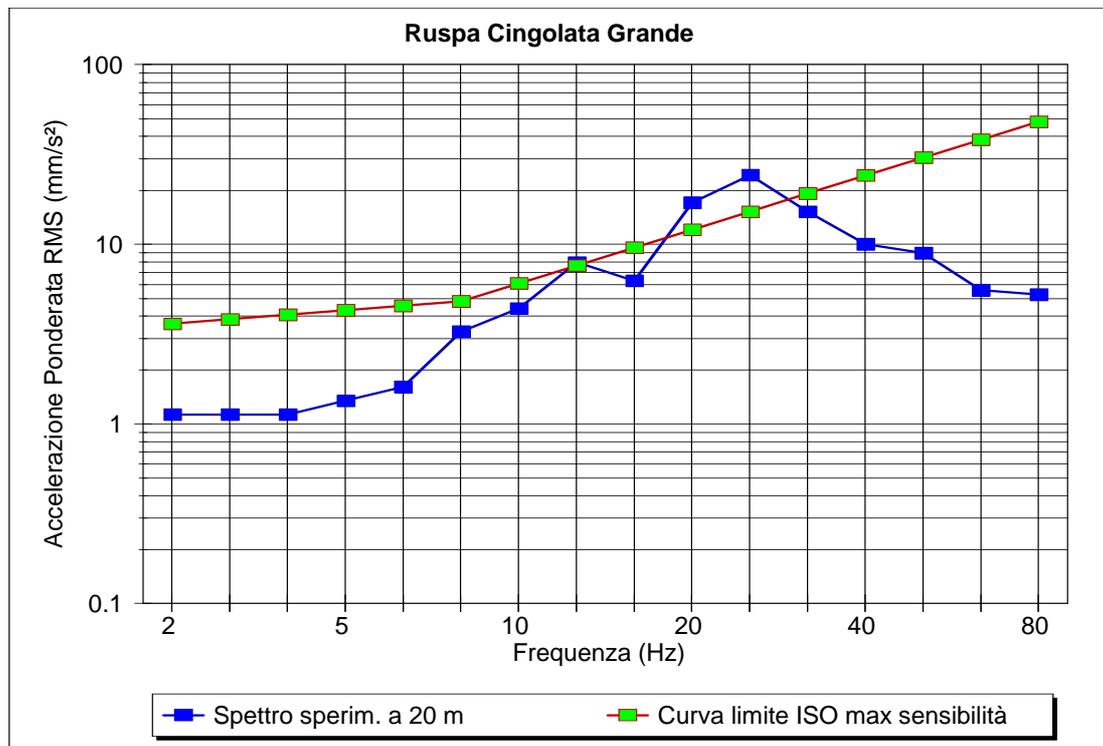


FIGURA 5.4-7 – SPETTRO EMISSIONE VIBRAZIONI – RUSPA CINGOLATA GRANDE

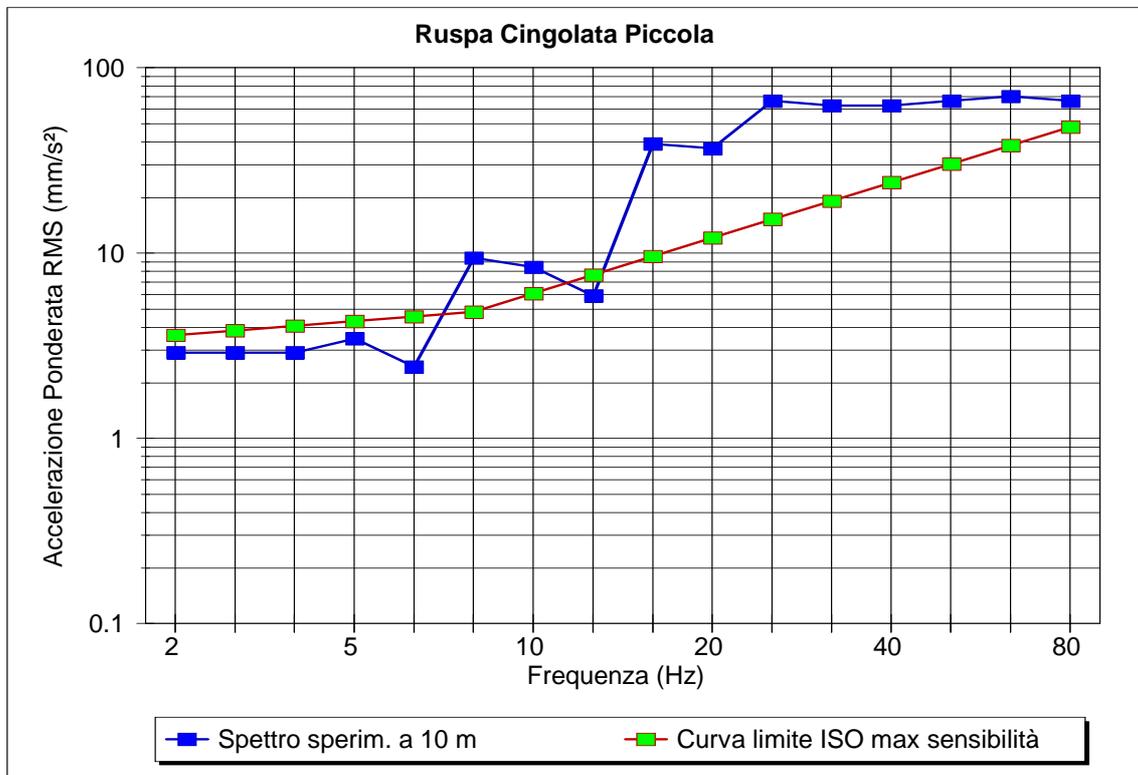


FIGURA 5.4-8 – SPETTRO EMISSIONE VIBRAZIONI – RUSPA CINGOLATA PICCOLA

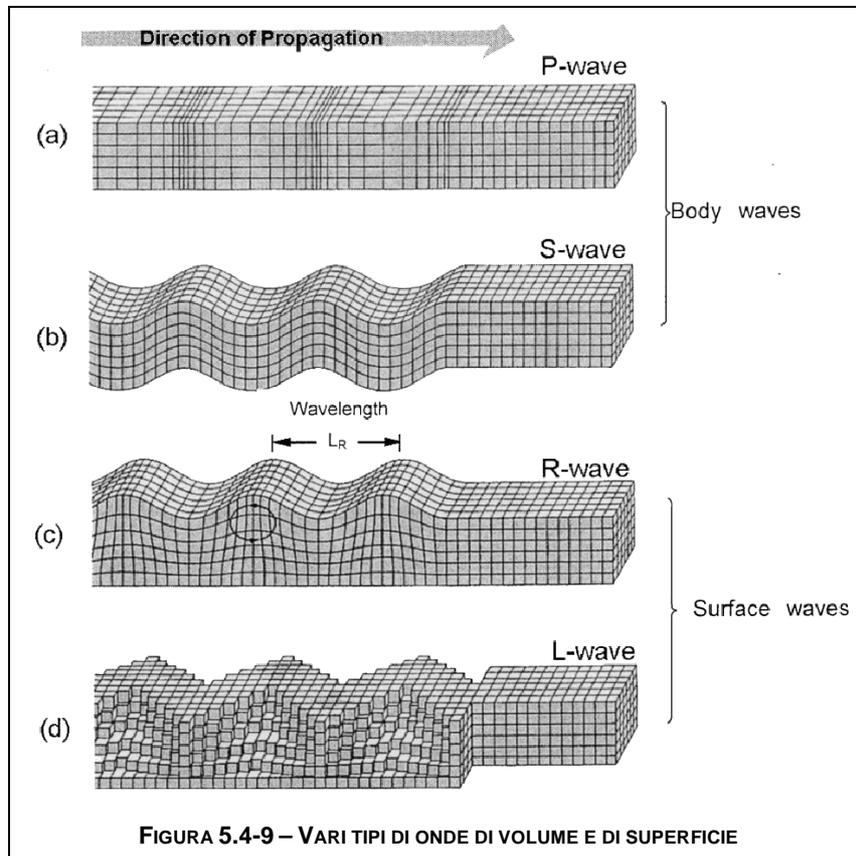
5.4.2. Propagazione delle vibrazioni

Allorché viene imposto sul terreno un prefissato livello di vibrazioni, lo stesso si propaga nel terreno circostante, subendo tuttavia una attenuazione dipendente dalla natura del terreno, dalla frequenza del segnale, e dalla distanza fra il punto di eccitazione e quello di valutazione dell'effetto. Si deve distinguere tra tre tipi principali di onde che trasportano energia vibrazionale³:

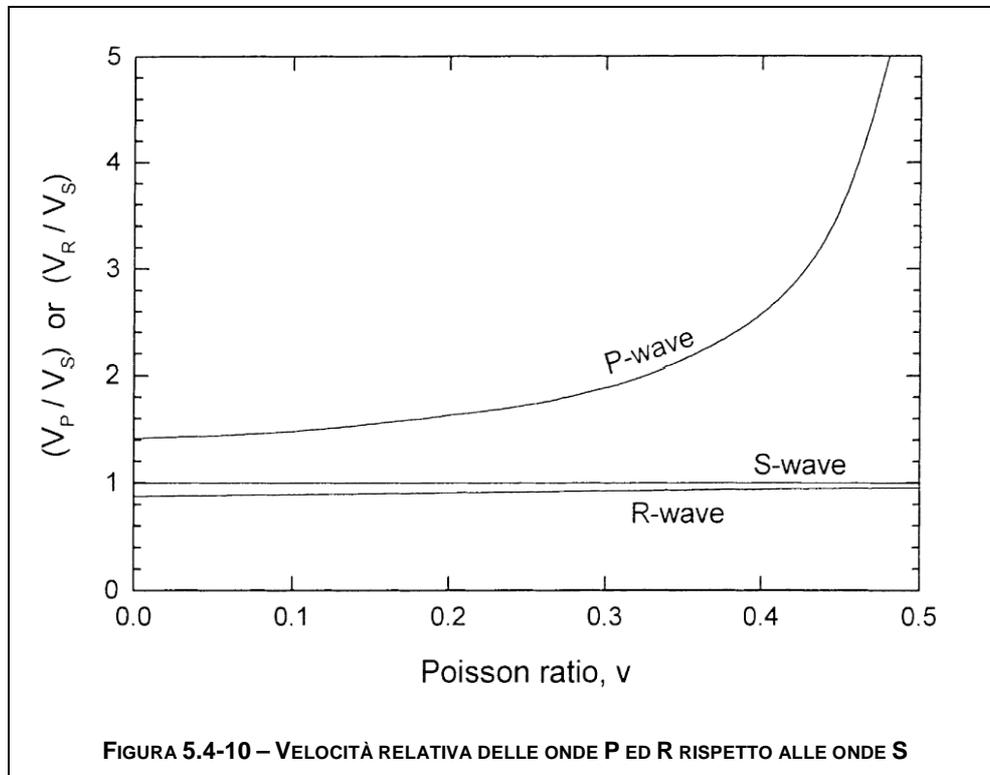
- Onde di compressione (onda P);
- Onde di taglio (onda S);
- Onde di superficie (orizzontali, onde R, e verticali, onde L).

I primi due tipi sono onde di volume (“body-waves”), mentre le onde di superficie, come dice il nome, si propagano sull'interfaccia fra due strati con diverse proprietà meccaniche, principalmente quindi sulla superficie di separazione fra terreno ed aria. La seguente figura mostra schematicamente i diversi tipi di onde.

³ G.A. Athanasopoulos, P.C. Pelekis, G.A. Anagnostopoulos – “Effect of soil stiffness in the attenuation of Rayleigh-wave motions from field measurements” - Soil Dynamics and Earthquake Engineering 19 (2000) 277–288



Va inoltre osservato che la velocità di propagazione dei diversi tipi di onde non è la stessa: le onde di compressione (onde P) sono le più veloci, mentre le onde di taglio e di superficie viaggiano con velocità più basse, in dipendenza del valore del modulo di Poisson del terreno. La seguente figura mostra il rapporto fra velocità di propagazione delle onde P ed R riferito alla velocità di propagazione delle onde di superficie S.



Il modello di propagazione qui impiegato, valido per tutti tre i tipi di onde considerati (P, S, R) è basato sulla seguente formulazione⁴:

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

In cui η è il fattore di perdita del terreno, c la velocità di propagazione in m/s, f la frequenza in Hz, d la distanza in m, e d_0 la distanza di riferimento a cui è noto lo spettro di emissione.

L'esponente n varia a seconda del tipo di onda e di sorgente di vibrazioni. In particolare, la seguente tabella mostra i valori di n .

⁴ Dong-Soo Kim, Jin-Sun Lee – “Propagation and attenuation characteristics of various ground vibrations” - Soil Dynamics and Earthquake Engineering 19 (2000) 115–126

Values of attenuation coefficient due to radiation damping for various combinations of source location and type (from Ref. [9])

Source location	Source type	Induced wave	<i>n</i>
Surface	Point	Body wave	2.0
		Surface wave	0.5
	Infinite line	Body wave	1
		Surface wave	0
In-depth	Point	Body wave	1.0
	Infinite line		0.5

TABELLA 5.4-2 – ESPONENTE N PER VARI TIPI DI ONDE VIBRAZIONALI

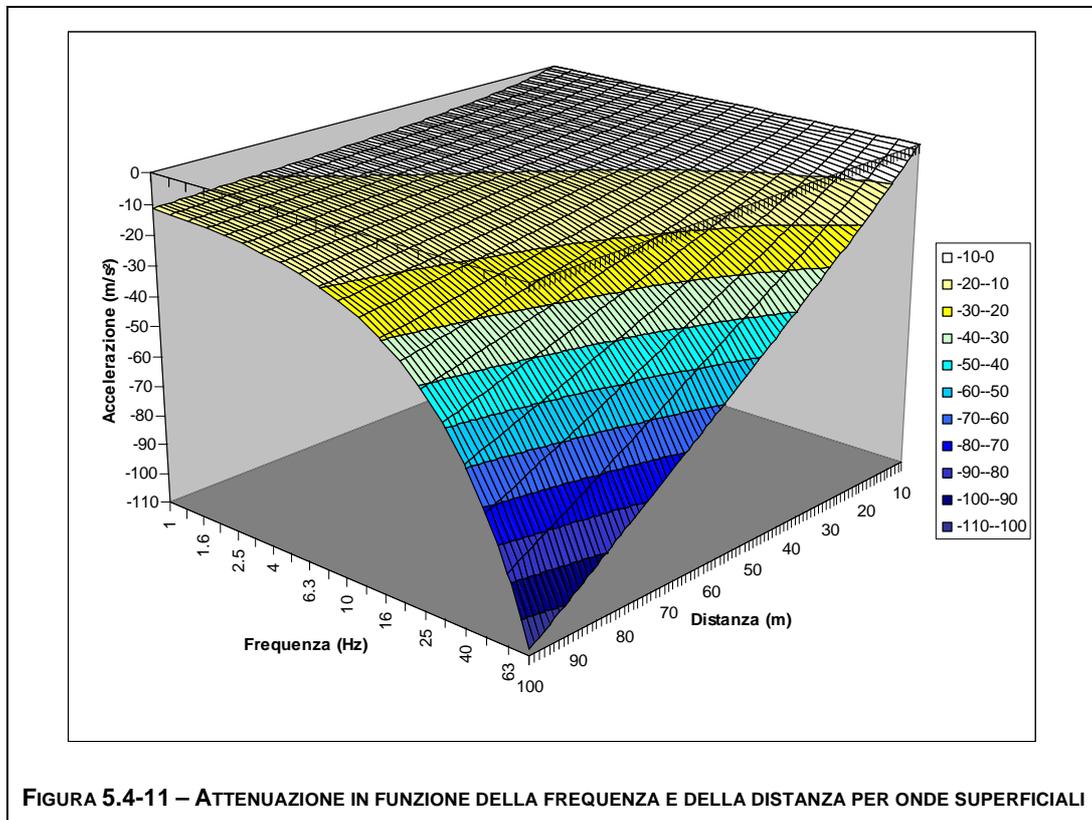
Considerando che, con riferimento all’ottenimento dei livelli massimi, si deve sempre prendere in considerazione una sorgente concentrata, si ha che l’esponente *n* vale 0.5 per le onde di superficie (predominanti in caso di sorgente posta in superficie), e 1 per le onde di volume (predominanti in caso di sorgente profonda, come nel caso di gallerie).

Il termine esponenziale rappresenta invece i fenomeni di dissipazione di energia meccanica in calore, che come si vede va crescendo proporzionalmente alla frequenza. Ciò fa sì che le alte frequenze si estinguano dopo un breve percorso, mentre le frequenze più basse si propagano a distanze maggiori. Il rapporto α/c dipende dal particolare tipo di terreno considerato, ed assume valori elevati nel caso di terreno coltivato soffice, mentre assume valori molto modesti nel caso di pavimentazioni rigide in CLS.

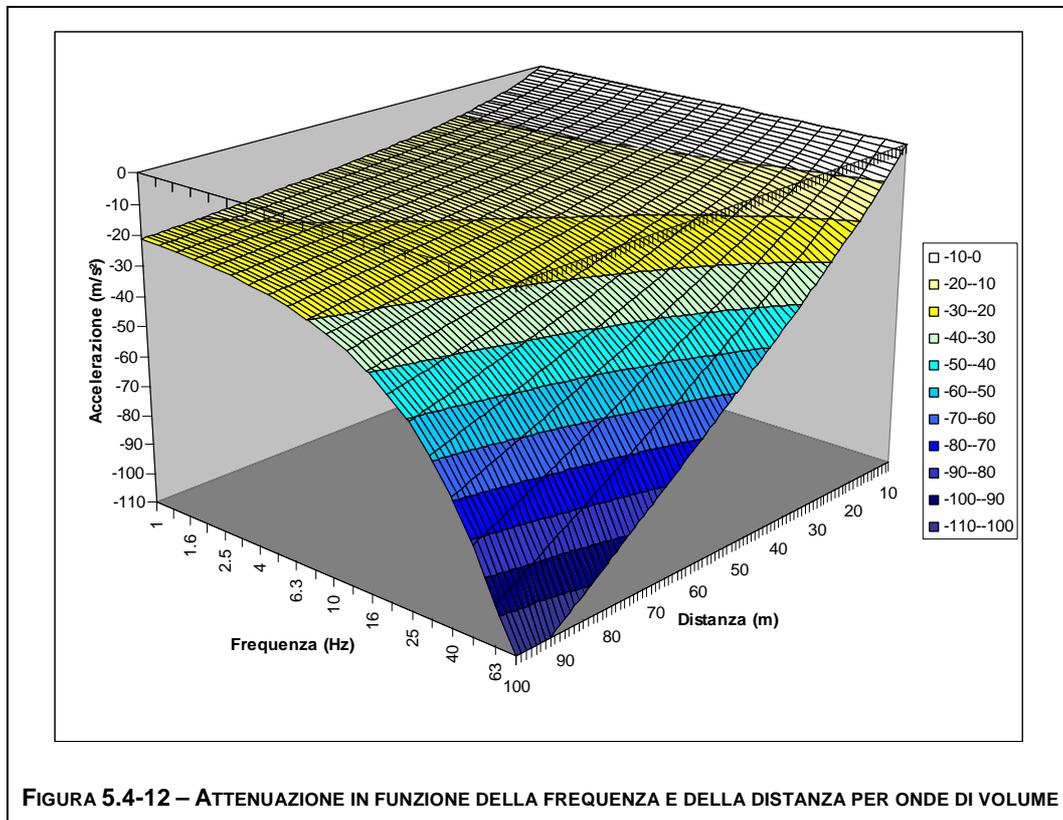
Con riferimento alla propagazione di onde superficiali non si considera usualmente il caso di terreni stratificati, o della presenza di disomogeneità di vario genere che possono ostacolare o favorire la propagazione delle vibrazioni.

A titolo illustrativo, la seguente figura mostra l’attenuazione del livello di accelerazione in funzione della distanza dalla sorgente e della frequenza, avendo ipotizzato un valore di velocità di propagazione *c* pari a 400 m/s ed un fattore di smorzamento pari a 0.1. Tali valori sono abbastanza tipici della pianura padana, in zone extraurbane coltivate, per propagazione superficiale.

Dalla figura si può osservare come a bassa frequenza l’attenuazione sia modesta anche a distanze notevoli, mentre a frequenze più elevate a qualche decina di metri di distanza dalla sorgente le attenuazioni sono molto grandi.



Nel caso invece di propagazione a partire da sorgente profonda, ipotizzando un terreno ancora omogeneo e con le stesse caratteristiche meccaniche su descritte, si ha una legge di propagazione che mostra una più rapida attenuazione con la distanza, come mostrato dalla seguente figura.



Si deve anche tenere conto che, se nel terreno si hanno superfici di separazione fra strati con diversa impedenza meccanica, una quota di energia viene riflessa da tali superfici di discontinuità e non viene quindi percepita al di là di esse. In particolare, se l'eccitazione avviene al di sotto dello strato superficiale sovraconsolidato, l'interfaccia fra esso ed il terreno incoerente sottostante riduce l'ampiezza delle vibrazioni che riescono ad attraversare tale interfaccia. Il fattore che esprime tale attenuazione, sempre minore di 1, è legato al rapporto fra le impedenze dei due strati (si rammenta che l'impedenza è data dal prodotto fra la velocità di propagazione delle onde di taglio e la densità del materiale). Esso è espresso dalla seguente relazione:

$$F_r = \frac{1 + \frac{\rho_2 \cdot c_2}{\rho_1 \cdot c_1}}{2}$$

In cui il pedice 1 si riferisce al materiale con impedenza più bassa dei due. Se ad esempio consideriamo l'interfaccia fra uno strato profondo soffice ed incoerente, con densità ρ_1 pari a 1850 kg/m^3 ed una velocità di propagazione delle onde di taglio pari a 150 m/s , ed uno strato superficiale sovraconsolidato, con densità ρ_2 pari a 1900 kg/m^3 e velocità di propagazione pari a 400 m/s , si ha un fattore di attenuazione per riflessione F_r pari a 0.68, cioè pari a -3.3 dB .

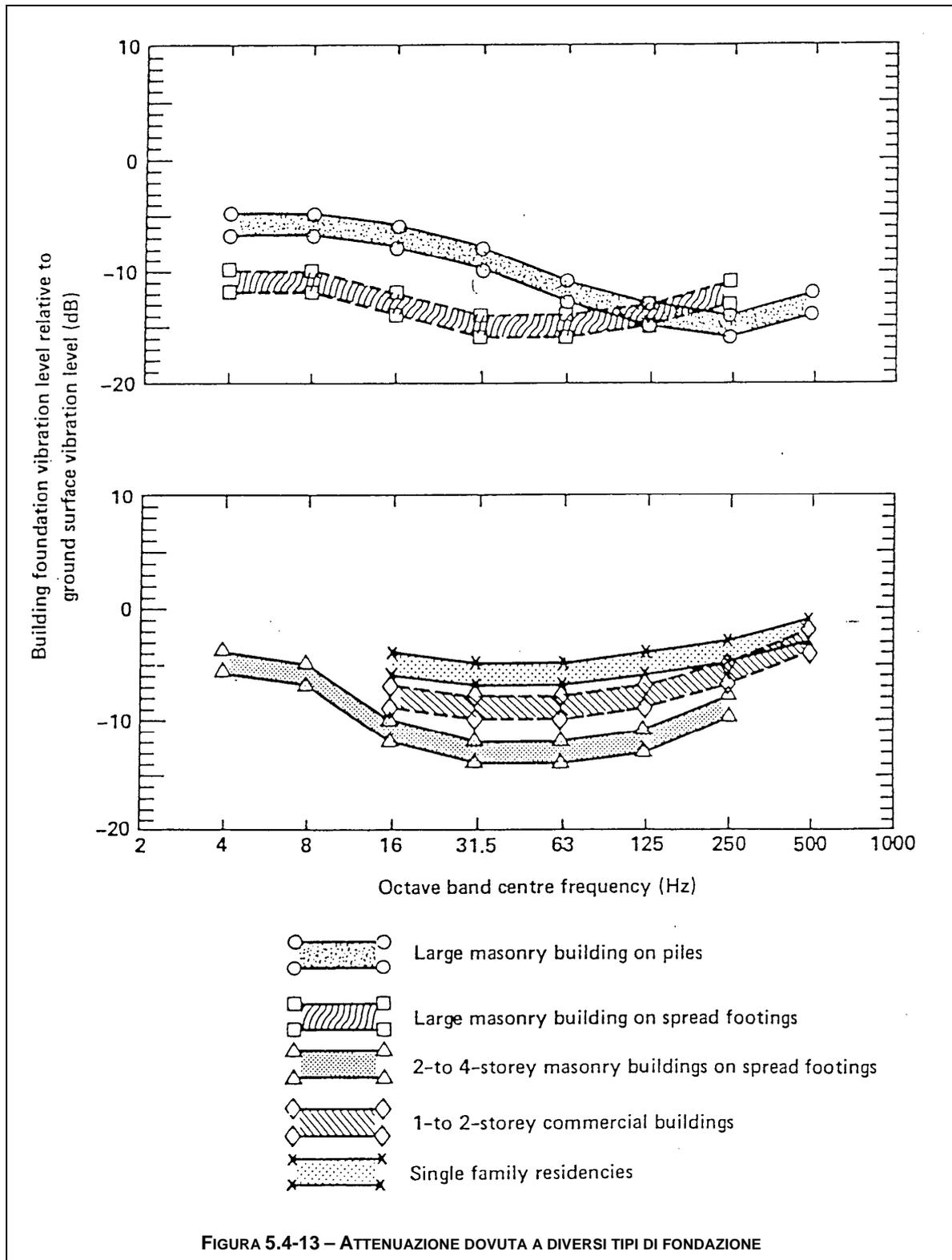
5.4.3. Attenuazioni ed amplificazioni nella struttura degli edifici

Il modello semplificato di propagazione illustrato nel precedente paragrafo si riferisce ai soli fenomeni che avvengono nel terreno, supposto omogeneo ed isotropo (perlomeno all’interno di ogni strato). In presenza di edifici dalla struttura complessa, collegati al terreno mediante sistemi di fondazione di vario genere, accade che i livelli di accelerazione riscontrabili all’interno degli edifici stessi possono presentare sia attenuazioni, sia amplificazioni rispetto ai livelli sul terreno.

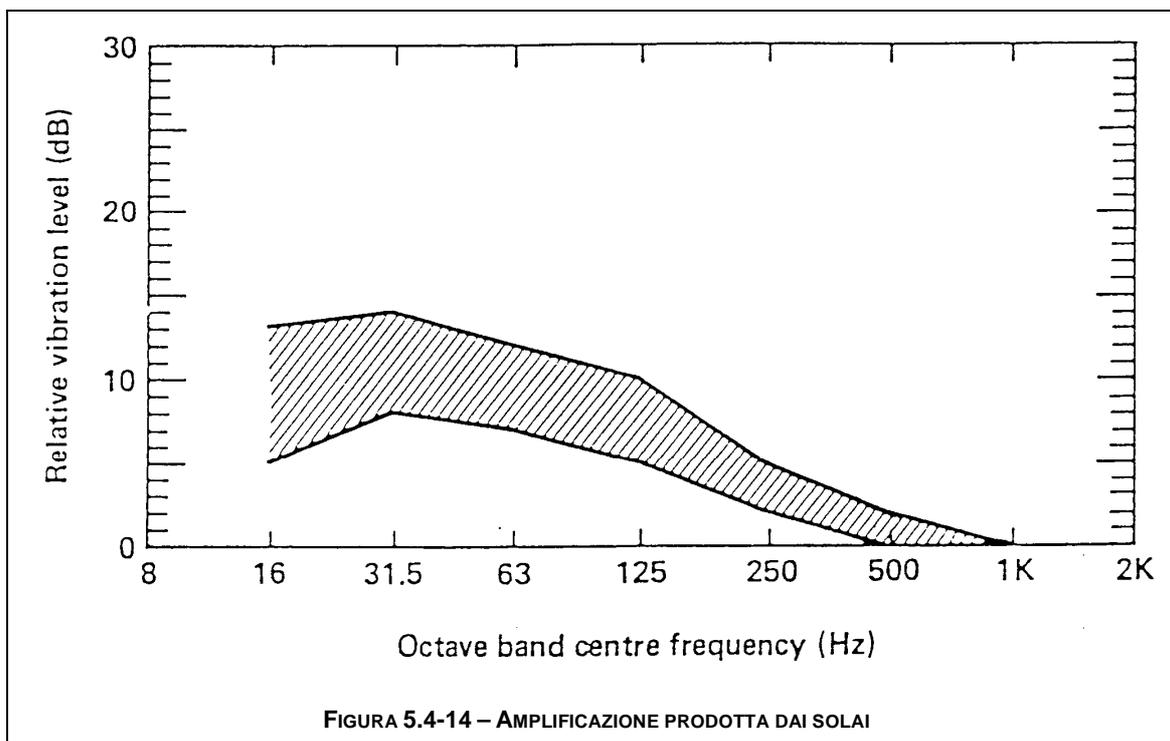
In particolare, diversi sistemi di fondazione producono una attenuazione più o meno pronunciata dei livelli di accelerazione misurabili sulla fondazione stessa rispetto a quelli nel terreno circostante; tale aspetto è legato al fatto che l’interfaccia terreno-struttura non è perfettamente solidale, e pertanto genera fenomeni dissipativi. Detto fenomeno è condizionato dalla tipologia delle fondazioni (a platea, su plinti isolati, su travi rovesce, su pali, etc.) . Nel caso di fondazioni a platea la grande area di contatto con il terreno determina una perdita di accoppiamento praticamente di 0 dB alle basse frequenza, sino alla frequenza di risonanza della fondazione.

Per le altre tipologie di fondazioni possono essere utilizzate curve empiriche che consentono la stima dei livelli di vibrazione della fondazione in funzione dei livelli di vibrazione del terreno.

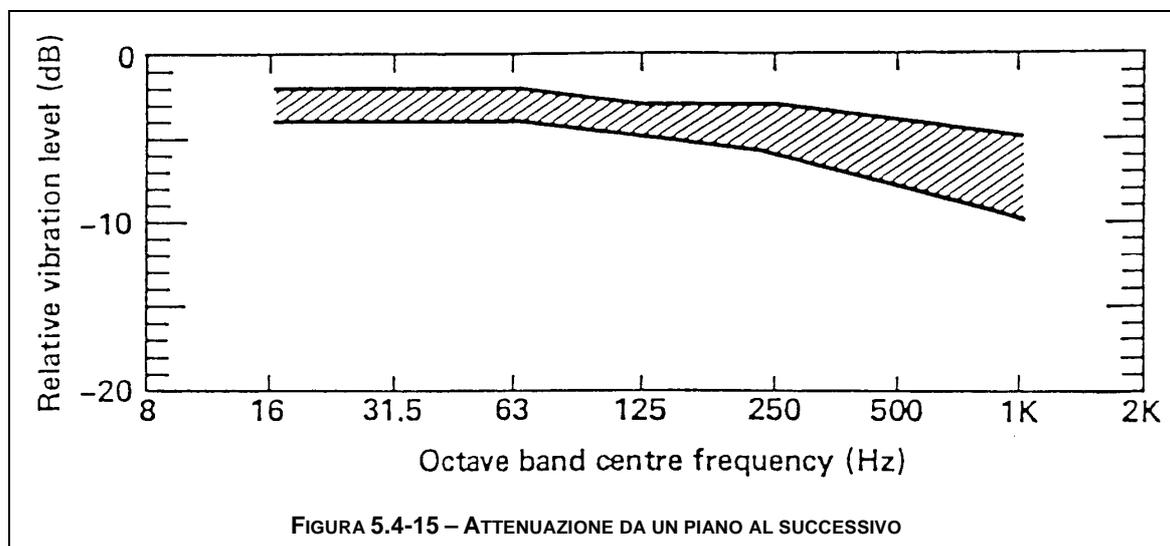
Va inoltre preso in esame il fenomeno della risonanza strutturale di elementi dei fabbricati, in particolare dei solai: allorché la frequenza di eccitazione coincide con la frequenza naturale di oscillazione libera della struttura, la stessa manifesta un rilevante aumento dei livelli di vibrazione rispetto a quelli presenti alla base della stessa.



Nella figura successiva viene evidenziato il possibile campo di amplificazione delle vibrazioni dovuto alla risonanza dei solai, che come si nota oscilla fra 5 e 12 dB nel campo di frequenze rilevanti.



Fortunatamente passando da ogni piano a quello sovrastante si verifica una progressiva riduzione dei livelli di vibrazione trasmessi. La fig. seguente mostra il campo di variabilità tipico di tale attenuazione interpiano.



Un’analisi dei dati disponibili in bibliografia mostra che:

- in base ai dati prodotti dalle Ferrovie Tedesche, e desumibili dalla norma DIN 4150, gli incrementi per risonanza possono essere dell’ordine di 3 – 8 volte, con rari casi fino a 15 volte
- le misure di Ishii e Tachibana mostrano una attenuazione inter piano che varia progressivamente da 3 dB ai piani bassi sino a 1 dB negli ultimi piani di di un edificio a 10 piani con struttura in CLS armato e acciaio.
- le misure effettuate dalla Ferrovie Svizzere hanno mostrato che mediamente i livelli di accelerazione misurati sui pavimenti sono superiori di circa 5 dB rispetto a quelli misurati sul terreno, in alcuni casi si può arrivare ad un incremento anche di 20 dB nel caso del pavimento del piano terra con frequenza di risonanza di circa 40 Hz.

È ovvio quindi come l’effetto complessivo di questi fenomeni possa in genere portare ad una variazione dei livelli di vibrazione, misurati al centro dei solai, da 0 a +12 dB rispetto ai livelli sul terreno.

Una stima dell’effetto locale di riduzione/amplificazione di ciascun edificio è possibile parametrizzando gli effetti combinati secondo il seguente schema.

Innanzitutto si valuta l’attenuazione delle fondazioni. Essa viene assunta pari a 0 dB per le fondazioni a platea, a 3 dB per fondazioni su travi rovesce in CLS, ed a 5 dB nel caso di fondazioni in muratura o comunque nel caso di fondazioni che non abbiano capacità di immersione.

Si valuta poi l’amplificazione dovuta alla risonanza dei solai. Il valore di base assunto è una amplificazione di 5 dB per solai in laterocemento con frequenza propria di 20 Hz. A questo valore di base si aggiungono i seguenti effetti:

Effetto della variazione della frequenza di risonanza: se la stessa è maggiore di 20 Hz e minore di 40 Hz, si incrementa linearmente il valore di base, che viene fatto variare da 5 dB a 20 Hz sino a 20 dB a 40 Hz

Effetto dell’incastro del solaio:

- Appoggio semplice -2.0 dB
- Incastro imperfetto 0.0 dB
- Incastro perfetto +5.0 dB

Rapporto rigidezza/peso specifico del materiale

- Solaio in laterocemento 0.0 dB
- Volte o archi in muratura -4.0 dB

Spessore del solaio:

- h = 40 cm +8.0 dB
- h = 30 cm +3.0 dB
- h = 24 cm 0.0 dB
- h = 12 cm -2.5 dB

Luce del solaio

- L = 10 m -4.0 dB
- L = 7 m -3.0 dB
- L = 5 m -2.0 dB
- L = 4 m 0.0 dB
- L = 3.5 m +3.0 dB
- L = 3.0 m +8.0 dB

Attenuazione interpiano: si assume prudenzialmente una riduzione di 1 dB per ogni piano al di sopra del piano terra.

Sulla base delle parametrizzazioni suddette, diviene possibile stimare in maniera approssimata per ogni edificio, note le sue caratteristiche costruttive, l'eventuale effetto di amplificazione massima sul solaio più sfavorito. Tale effetto viene cumulativamente assunto qui, in via prudenziale, pari a +12 dB. Affinché non si abbiano effetti di disturbo sui ricettori, sarà dunque necessario che il livello di accelerazione ponderata alla base di ciascun edificio risulti sempre almeno 12 dB inferiore rispetto al limite di disturbo stesso.

5.4.4. Valutazione della propagazione delle vibrazioni nel terreno

A partire dagli spettri di emissione presentati nel cap. 5.4.1, è stato operato per ciascuna delle otto sorgenti tipiche di vibrazioni identificate in tale paragrafo il calcolo della propagazione delle vibrazioni stesse con la distanza, tenendo conto appunto del diverso spettro di emissione di ciascuna sorgente e della diversa attenuazione delle vibrazioni in funzione della frequenza, facendo impiego delle tecniche di simulazione matematica della propagazione descritte nel cap. 5.4.2. Le diverse frequenze subiscono attenuazione differenziata, in particolare le frequenze alte vengono ad estinguersi dopo breve tragitto, mentre le più basse (che sono anche quelle cui corrisponde la massima sensibilità degli individui) percorrono distanze maggiori. Questo ovviamente dipende anche dalle caratteristiche del terreno: per la valutazione qui presentata si sono considerate le caratteristiche di due tipi di suolo post agli estremi del range di variabilità che si ritrova nei depositi alluvionali della pianura padana. Le seguenti figure riportano la legge di variazione spaziale del valore complessivo ponderato dell'accelerazione, nei due diversi tipi di terreno, corrispondenti alle due sezioni di rilevamento sperimentale, per le otto sorgenti di vibrazioni individuate in precedenza.

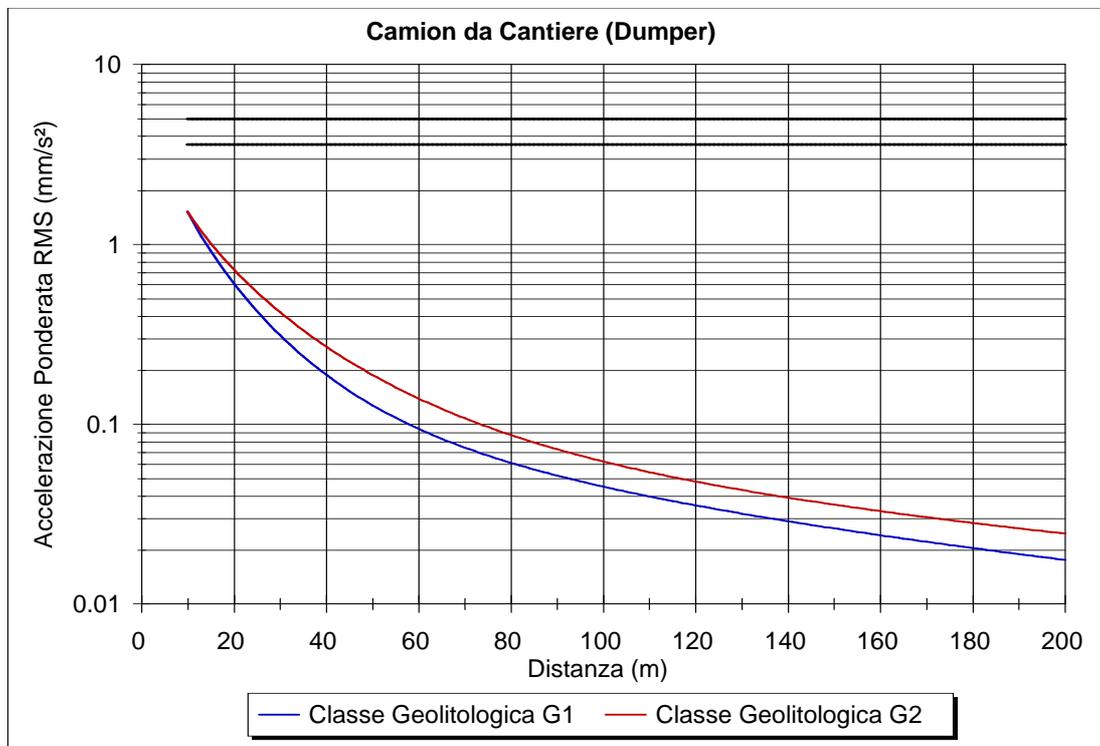


FIGURA 5.4-16 – ATTENUAZIONE DELLE VIBRAZIONI IN FUNZIONE DELLA DISTANZA – CAMION DA CANTIERE

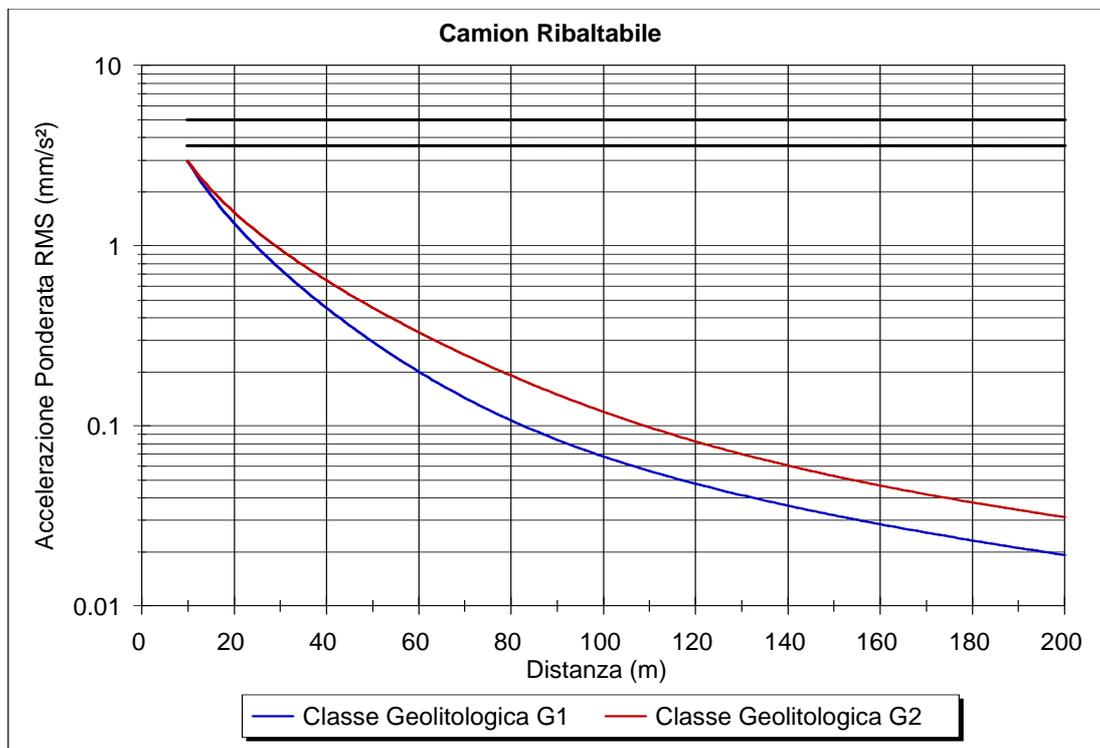


FIGURA 5.4-17 – ATTENUAZIONE DELLE VIBRAZIONI IN FUNZIONE DELLA DISTANZA – CAMION RIBALTABILE

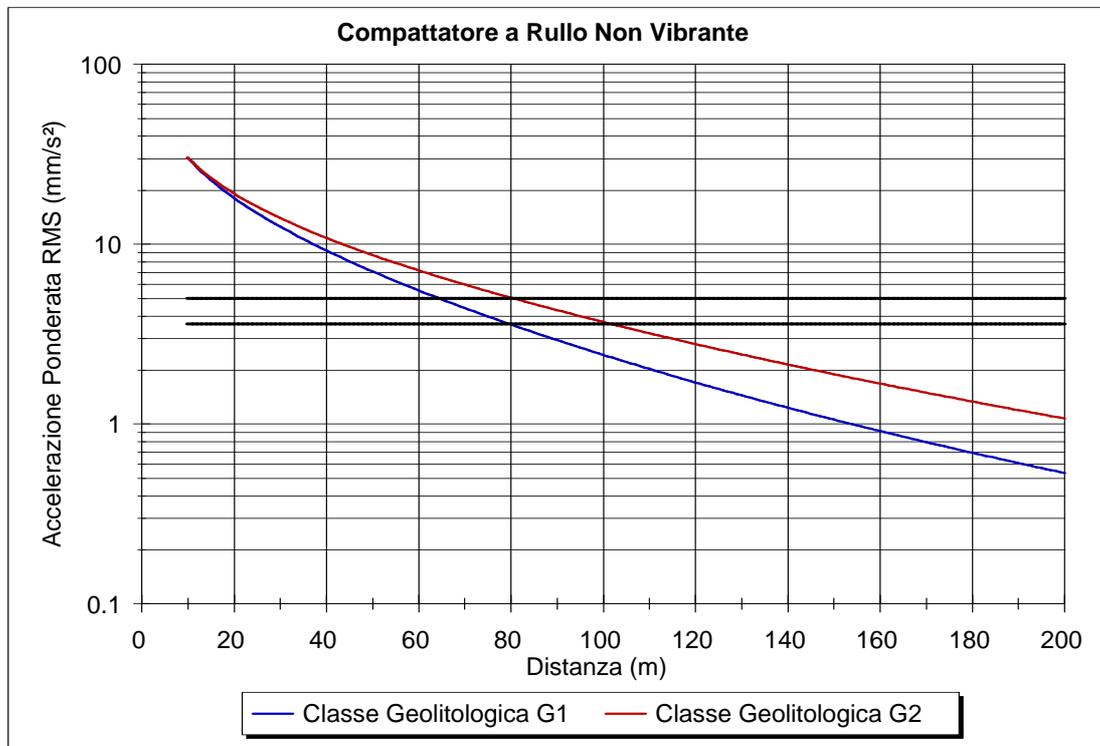


FIGURA 5.4-18 – ATTENUAZIONE DELLE VIBRAZIONI IN FUNZIONE DELLA DISTANZA – COMPATTATORE A RULLO NON VIBRANTE

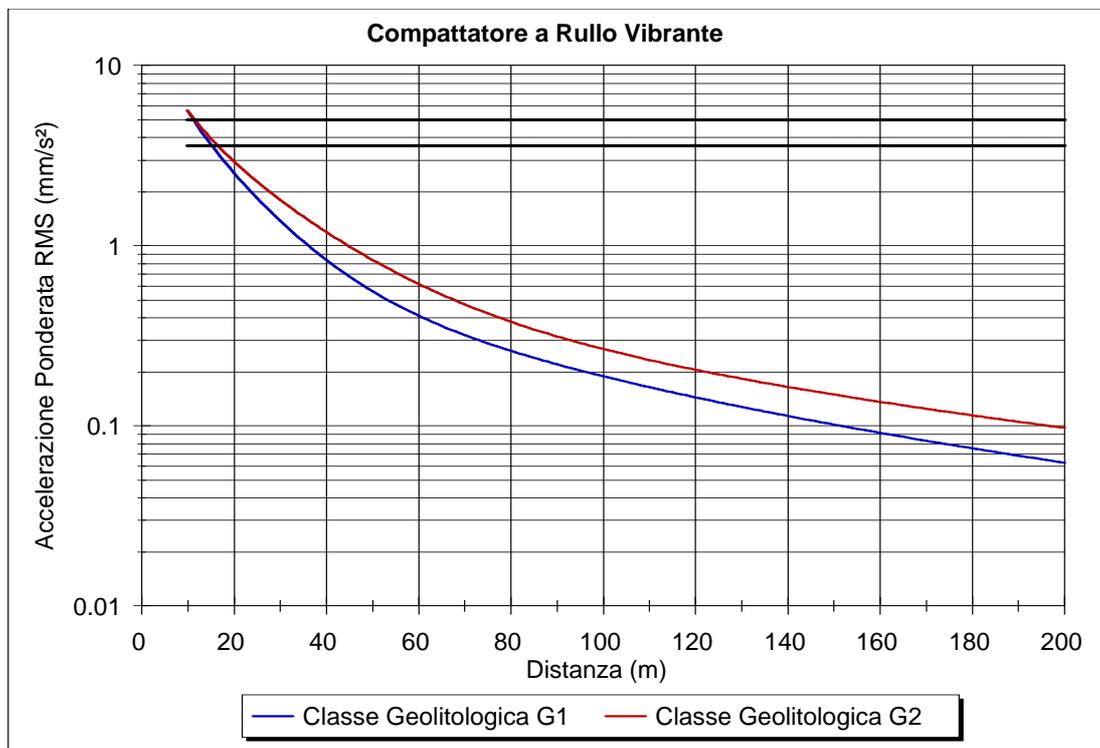


FIGURA 5.4-19 – ATTENUAZIONE DELLE VIBRAZIONI IN FUNZIONE DELLA DISTANZA – COMPATTATORE A RULLO VIBRANTE

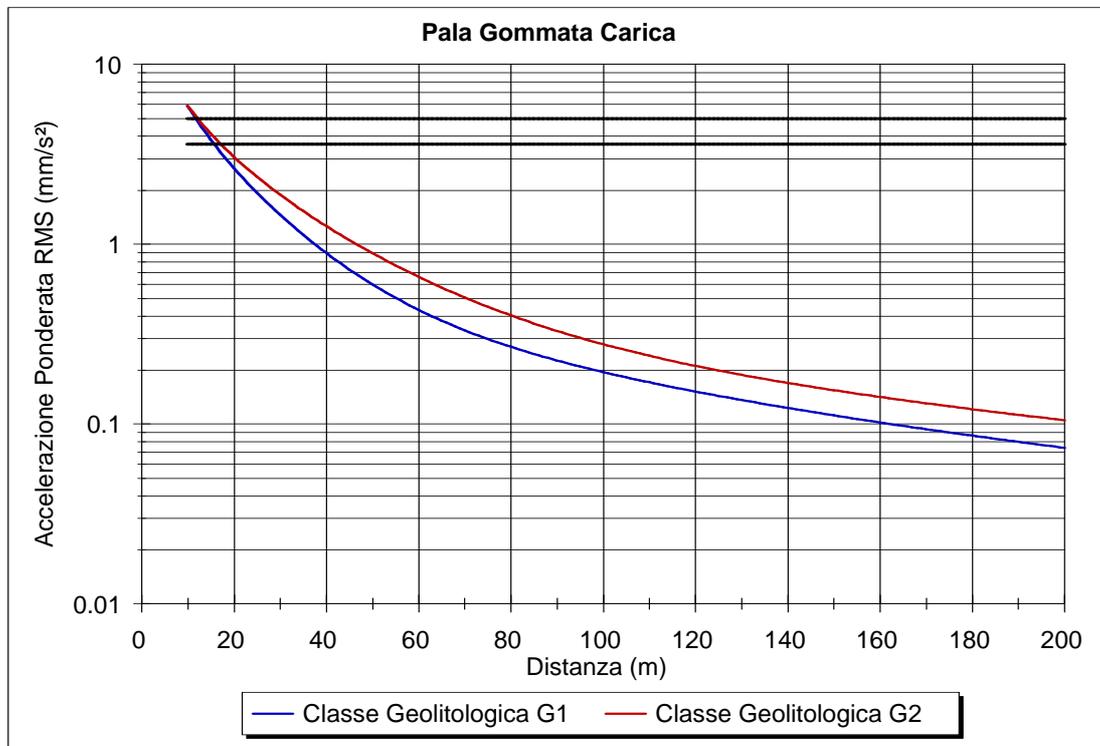


FIGURA 5.4-20 – ATTENUAZIONE DELLE VIBRAZIONI IN FUNZIONE DELLA DISTANZA – PALA GOMMATA CARICA

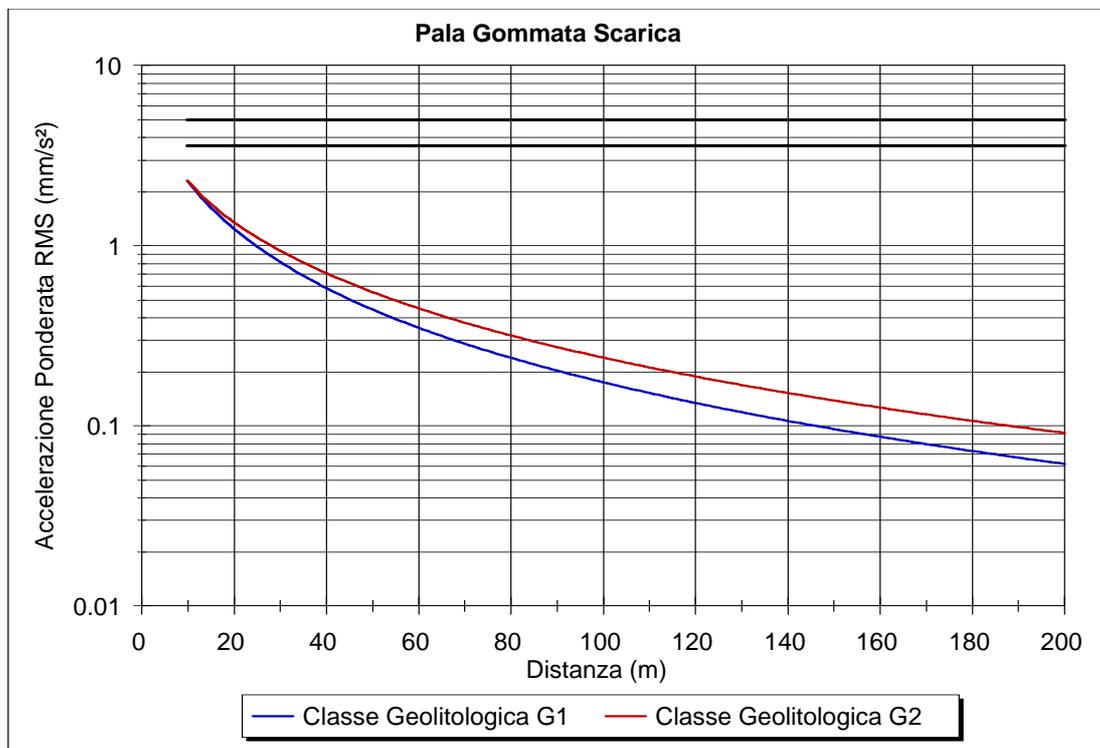


FIGURA 5.4-21 – ATTENUAZIONE DELLE VIBRAZIONI IN FUNZIONE DELLA DISTANZA – PALA GOMMATA SCARICA

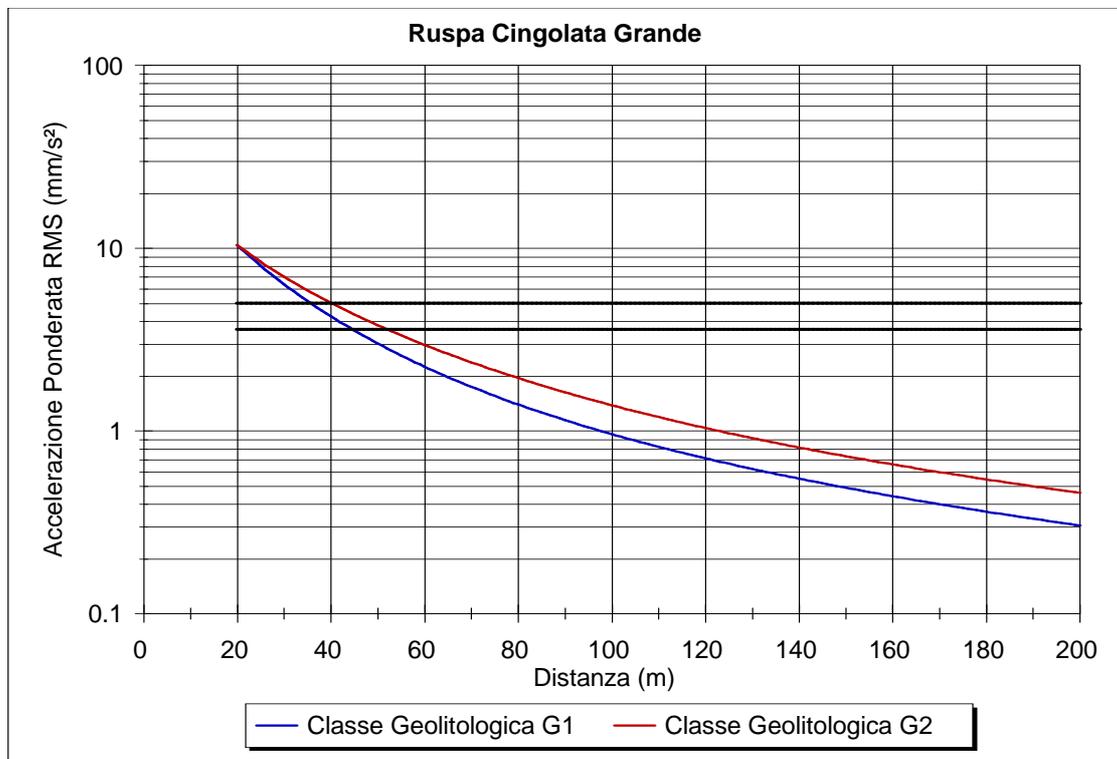


FIGURA 5.4-22 – ATTENUAZIONE DELLE VIBRAZIONI IN FUNZIONE DELLA DISTANZA – RUSPA CINGOLATA GRANDE

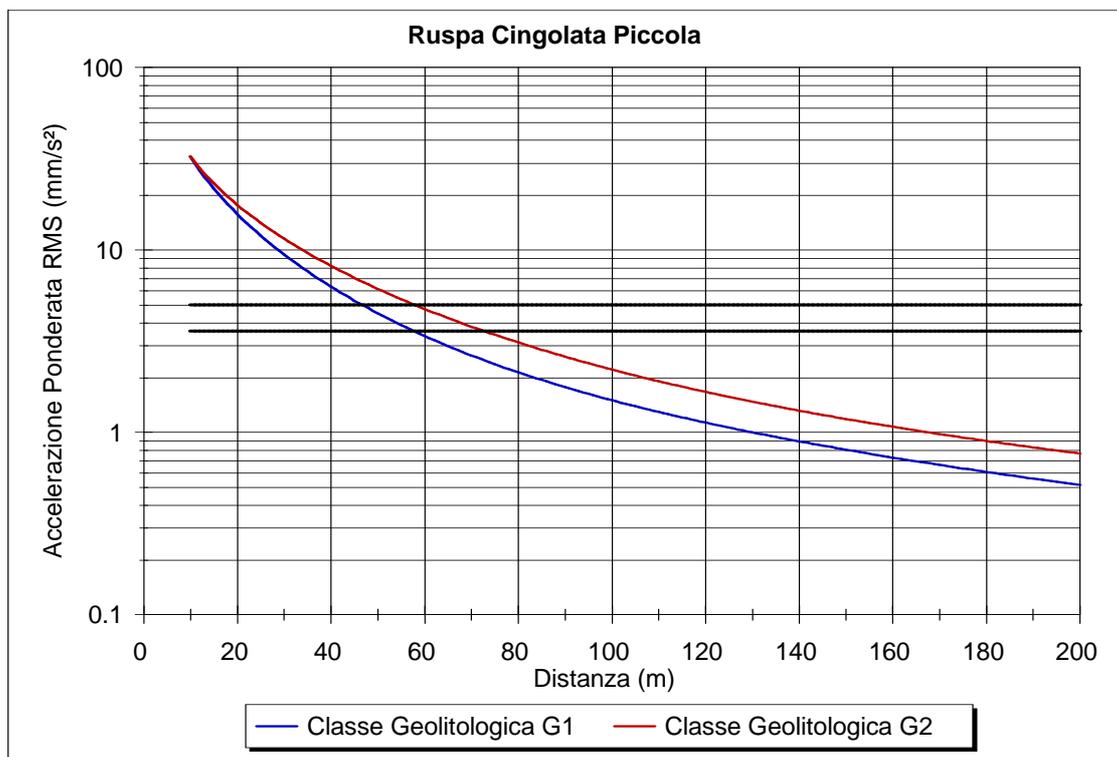


FIGURA 5.4-23 – ATTENUAZIONE DELLE VIBRAZIONI IN FUNZIONE DELLA DISTANZA RUSPA CINGOLATA PICCOLA

Nelle figure precedenti, le due linee orizzontali nere spesse indicano i valori limite di accettabilità per edifici residenziali, pari a 77 dB diurni, e per edifici sensibili, pari a 71 dB diurni.

Va subito detto che non esistono edifici sensibili a breve distanza dalle sorgenti di vibrazioni, e che il tipo di terreno da prendere in esame è quello con maggiore attenuazione, di gran lunga più diffuso nella zona qui in esame. La distanza di impatto di ciascuna sorgente è pertanto definita dall’incrocio della curva di propagazione inferiore (linea blu) con la linea orizzontale del limite residenziale diurno, che è la più alta delle due. La seguente tabella compendia dunque i risultati di questa valutazione delle distanze di impatto vibrazionale per le macchine da cantiere “tipiche” qui prese in esame.

N.	Macchina	Distanza di impatto (m)
1	Camion da cantiere	---
2	Camion ribaltabile	--
3	Compattatore a rullo non vibrante	61
4	Compattatore a rullo vibrante	11
5	Pala gommata carica	11
6	Pala gommata scarica	---
7	Ruspa cingolata grande	34
8	Ruspa cingolata piccola	45

TABELLA 5.4-3 – DISTANZA D’IMPATTO VIBRAZIONALE IN FUNZIONE DEL MACCHINARIO

Nel caso si dovesse verificare la funzionalità di una delle macchine da cantiere più impattanti (rulli compattatori, ruspe) e breve distanza da edifici-ricettore, si può pertanto ipotizzare che si avrebbe un impatto vibrazionale in termini di disturbo alle persone.

I livelli di vibrazioni su identificati comunque sono tali da non dare mai luogo a rischi strutturali per gli edifici, pertanto non si rende mai necessario l’impiego di sistemi portatili di monitoraggio delle vibrazioni in corso d’opera.

In generale comunque le aree di attività dei mezzi risultano ovunque collocate a distanze dai ricettori maggiori delle distanze limite riportate nella precedente tabella, per cui, salvo lavorazioni eccezionali eseguite lungo la viabilità di accesso alle aree di cantiere, causa interventi di manutenzione straordinaria resi necessari per il passaggio dei mezzi, quali ad esempio il rifacimento dei manti stradali nelle sezioni più trafficate, non si prevedono significativi impatti da vibrazioni durante le attività di cantiere.

6. MATRICE ECOLOGICA

6.1. DESCRIZIONE DEI POTENZIALI IMPATTI DERIVANTI DALLE AZIONI DI CANTIERE SULLA VEGETAZIONE, LA FLORA, LA FAUNA E GLI ECOSISTEMI

Il progetto di cantierizzazione individua, all'interno dell'area di intervento, un ambito operativo posto in prossimità del sedime della viabilità esistente. Tale area occuperà una superficie agricola, di limitata estensione, attualmente coltivata a seminativi, che sarà restituita all'uso agronomico una volta terminate le operazioni legate al cantiere.



FIGURA 6.1-1 – AREA AGRICOLA IN CUI VERRÀ REALIZZATO L’AMBITO OPERATIVO FUNZIONALE ALLA REALIZZAZIONE DELLA VIABILITÀ DI PROGETTO

L'intervento è sostanzialmente costituito da operazioni volte alla riqualificazione della viabilità esistente SP n. 72 “Parma-Mezzani”, pertanto gli impatti in fase di cantiere sulla componente floristico-vegetazionale sono essenzialmente riconducibili allo scotico ed al taglio di vegetazione, prevalentemente erbacea, ed alla produzione ed emissione di polveri da parte dei mezzi operatori impiegati.

In particolare, la necessaria preparazione preliminare del previsto ambito operativo comporterà la certa asportazione della copertura vegetazionale (prevalentemente erbacea) di una limitata porzione di terreni attualmente coltivati. In questo contesto la vegetazione si esprime attraverso specie adattate agli ambienti antropizzati e legate al periodismo tipico delle colture agricole (classi vegetazionali di riferimento *Stellarietea mediae*, *Artemisietea vulgaris* e *Molinio-Arrhenatheretea*) caratterizzate da una elevata facilità di ricolonizzazione degli spazi “perduti”.

Per tali motivi, anche in considerazione del carattere temporaneo dell’ambito operativo in esame, restituito all’uso agronomico una volta concluse le attività legate alla cantierizzazione, l’impatto dal punto di vista floristico-vegetazionale è ritenuto non significativo.

Durante la fase di cantiere, la movimentazione dei mezzi operatori per la realizzazione delle soluzioni di progetto legate alle interferenze con la rete idrica superficiale, principalmente canali di irrigazione e fossi di scolo, potrà generare impatti, riconducibili ad eventuali azioni di taglio e di scotico nei tratti a valle e a monte dell’intersezione corso d’acqua-viabilità di progetto, ritenuti trascurabili in relazione sia alla povertà dei popolamenti floristici interferiti che dei periodici interventi di sfalcio a cui sono sottoposte le sponde.

In riferimento alle emissioni di polveri, l’impatto è legato ad un eventuale deposito sulla lamina fogliare delle piante (soprattutto erbacee ed arbustive) poste nelle adiacenze dei cantieri. Tale processo potrebbe contribuire a diminuire l’efficienza fotosintetica e l’evapotraspirazione inducendo fenomeni di stress vegetativo che potrebbero portare ad un lento deperimento delle essenze interessate. Il potenziale impatto sulla componente floristico-vegetazionale legato alla produzione ed emissione di polveri dovuto alle attività ed alla viabilità di cantiere è ritenuto non significativo in considerazione della collocazione dell’area di intervento lungo la strada statale SP 72 “Parma-Mezzani”, che già allo stato attuale risulta interessata da un intenso traffico veicolare. Pertanto, ravvisato che per le opere di cantiere sarà utilizzato un limitato numero di mezzi meccanici, che utilizzeranno le viabilità maggiori e minori esistenti per accedere alle aree di intervento, che i mezzi operativi saranno opportunamente coperti se adibiti al trasporto d’inerti pulverulenti, non si ritengono significative le incidenze negative sulla componente in esame dovute ad un’eventuale dispersione da parte dei mezzi d’opera di materiale polveroso sulle viabilità ordinarie.

Nel complesso l’ecosistema nel quale si inseriscono l’area e le operazioni di cantiere è caratterizzato da terreni coltivati a seminativi che ospitano uno scarso contingente faunistico costituito fundamentalmente da specie animali non soggette a fattori di criticità e/o vulnerabilità, tolleranti la presenza dell’uomo e molto comuni nell’area di studio. L’aumento di inquinamento acustico generato dalle attività legate alle aree di cantiere interesserà zone riconducibili prevalentemente ad ambiti agricoli caratterizzati da colture erbacee in rotazione che già allo stato attuale, per la presenza di viabilità e traffico veicolare, risultano più facilmente frequentabili da specie generaliste e caratterizzate da una maggiore tollerabilità del disturbo antropico. Tuttavia, tali aree potenzialmente possono rappresentare ambiti occasionali di frequentazione per alcune specie di rapaci e di ardeidi, anche di interesse conservazionistico. Infatti, alcune di esse come il gheppio (*Falco tinnunculus*), la poiana (*Buteo buteo*), la garzetta (*Egretta garzetta*), l’airone cenerino e l’airone bianco maggiore (*Ardea cinerea* e *Egretta alba*) trovano in questi ambienti caratterizzati da vegetazione bassa o rada, territori idonei in cui avvistare e catturare piccole prede, rappresentate per lo più da micromammiferi, anfibi e rettili, oppure altre specie come i passeriformi possono sorvolare l’area alla ricerca di insetti ed altri invertebrati.

Va considerato che l’aumento di inquinamento acustico generato dalle operazioni di cantiere non si traduce in una sostanziale diminuzione delle aree frequentabili dalle specie considerate in quanto non comporta modifiche ai loro home-range, che risultano comunque ampi in confronto alla scala locale dell’intervento. In generale, è possibile affermare che l’aumento di inquinamento acustico riconducibile all’utilizzo degli impianti di cantiere ed ai mezzi operatori utilizzati, di carattere temporaneo poiché legati alla fase di cantierizzazione, non influirà in modo significativo sulla componente in esame anche in relazione alla presenza del rumore di fondo generato dalle viabilità esistenti.

Gli interventi previsti per l’adeguamento degli attraversamenti idraulici presenti sul reticolo idrografico minore interesseranno i seguenti corsi d’acqua.

CORSO D’ACQUA	SORGENTE	FOCE	TRACCIATO	TIPO ALVEO
Cavo Burla	campagna	Torrente Enza	Modesta sinuosità	Alveo artificiale in scavo a sezione trapezoidale
Canale Naviglio nuovo	campagna	Collettore Parmetta	Rettilineo	Alveo artificiale in scavo a sezione trapezoidale
Canale Malcantone	campagna	Cavo Gambina di Gainago	Rettilineo	Alveo artificiale in scavo a sezione trapezoidale

TABELLA 6.1-1 – CORSI D’ACQUA INTERFERITI DALLA VIABILITÀ DI PROGETTO

All’interno del contesto agricolo in cui si articolano i corsi d’acqua interferiti, i principali impatti legati alle operazioni di cantiere, che si ritengono di moderata intensità anche se temporanei e legati alla realizzazione del manufatto di progetto, sono riconducibili alla momentanea preclusione di vie preferenziali di spostamento utilizzate prevalentemente da rettili, anfibi e mammiferi di piccola e media taglia. Inoltre, in concomitanza con i lavori di realizzazione degli scotolari idraulici non sono da escludere temporanei intorbidimenti delle acque a cui sarà specialmente soggetto lo scarso contingente ittiofaunistico a cipriniformi che caratterizza i corsi d’acqua di interesse (carassio, pseudorasbora, rodeo ecc.). Tuttavia, considerando sia il mediocre stato ecologico dei canali interferiti, che presentano forti elementi di artificializzazione dell’alveo, sia che le specie ittiche presenti sono poco esigenti ed in grado di tollerare temporanee compromissioni della qualità delle acque, si ritengono trascurabili gli impatti dovuti a questa eventualità.

La realizzazione delle opere di progetto comporteranno una sottrazione diretta di habitat stimata sovrapponendo l’impronta planimetrica della viabilità in esame con il tematismo dell’uso del suolo; da tale sovrapposizione si sono successivamente estrapolati i dati di superficie relativi alle singole tipologie di uso del suolo interferite dall’infrastruttura. Nella tabella seguente vengono riportate le superfici sottratte distinte per le diverse tipologie di ecosistema interferite e di uso del suolo attuale.

ECOSISTEMA	TIPOLOGIA	SUPERFICIE SOTTRATTA
Agricolo	Seminativi in coltivazione (colture erbacee annuali e poliennali)	1.64 ha
Urbano	Viabilità esistenti	1.07 ha
	TOTALE	2.71 ha

TABELLA 6.1-2 – SUPERFICI SOTTRATTE DISTINTE PER TIPOLOGIA DI ECOSISTEMA INTERFERITO ED USO DEL SUOLO ATTUALE

La superficie sottratta totale, pari a 2.71 ha, è costituita da ambiti appartenenti prevalentemente al sistema agricolo (seminativi attualmente in coltivazione) e secondariamente a quello urbano (riqualificazione e rizezionamento di viabilità esistenti), che da un punto di vista ecosistemico non sono portatori di valori naturalistici di pregio all’interno di un contesto territoriale che presenta molteplici fattori di pressione antropica e di frammentazione ecologica. Pertanto, considerando anche l’esiguità e la marginalità della superficie sottratta, l’impatto dovuto al consumo di suolo legato alla riqualificazione della viabilità in esame è ritenuto non significativo. Inoltre, considerando la tipologia dell’ambito operativo funzionale alla realizzazione delle opere di progetto, per il quale i prelievi idrici sono modesti, non sono previsti scarichi nel reticolo idrografico superficiale ed in relazione alle caratteristiche ecologiche (area agricola coltivata) della ridotta superficie temporaneamente occupata dal cantiere, tale impatto è ritenuto trascurabile.

Dal punto di vista ecosistemico vanno, inoltre, considerati gli eventuali impatti legati alla perdita di funzionalità ecologica degli ambiti interferiti durante le attività di cantiere riconducibili alla produzione ed emissione di polveri ed all’aumento del disturbo acustico percepibile dai contingenti faunistici che frequentano il territorio circostante. In riferimento alle emissioni di polveri, l’impatto è legato ad un eventuale deposito sulla lamina fogliare delle piante (soprattutto erbacee) poste nelle adiacenze dei cantieri. Tale processo potrebbe contribuire a diminuire l’efficienza fotosintetica e l’evapotraspirazione inducendo fenomeni di stress vegetativo che potrebbero portare ad un lento deperimento delle essenze interessate. Il probabile impatto sulla componente floristico-vegetazionale legato alla produzione ed emissione di polveri dovuto alle attività ed alla viabilità di cantiere è ritenuto non significativo in considerazione della collocazione dell’area di intervento lungo la strada statale SP 72 “Parma-Mezzani”, che già allo stato attuale risulta interessata da un intenso traffico veicolare. Pertanto, ravvisato che per le opere di cantiere sarà utilizzato un limitato numero di mezzi meccanici, che utilizzeranno le viabilità maggiori e minori esistenti per accedere alle aree di intervento, che i mezzi operativi saranno opportunamente coperti se adibiti al trasporto d’inerti pulverulenti, non si ritengono significative le incidenze negative sulla componente in esame dovute ad un’eventuale dispersione da parte dei mezzi d’opera di materiale polveroso sulle viabilità ordinarie.

La potenziale perdita di funzionalità ecologica degli ambiti di cantiere indotta dalle attività antropiche, interesserà in prevalenza terreni agricoli caratterizzati da una medio-bassa vocazionalità biotica riconducibile per lo più a specie sinantropiche e tolleranti la presenza dell'uomo e solo occasionalmente da specie di maggiore interesse conservazionistico, che presentano caratteristiche eto-ecologiche legate anche agli ambienti aperti ed agricoli, che frequentano alla ricerca di cibo. Va considerato che l'aumento di inquinamento acustico generato dalle operazioni di cantiere non si traduce in una sostanziale diminuzione delle aree frequentabili dalle specie considerate in quanto non comporta modifiche ai loro home-range, che risultano comunque ampi in confronto alla scala locale dell'intervento. In generale, è possibile affermare che l'aumento di inquinamento acustico riconducibile all'utilizzo degli impianti di cantiere ed ai mezzi operatori utilizzati, di carattere temporaneo poiché legati alla fase di cantierizzazione, non influirà in modo significativo sulla componente in esame anche in relazione alla presenza del rumore di fondo generato dalle viabilità esistenti.

Le operazioni di adeguamento degli attraversamenti idraulici in concomitanza con l'intersezione fra la viabilità esistente ed il reticolo idrografico (canali irrigui e fossi di scolo) si traduce, da un punto di vista ecosistemico, in una diminuzione della funzionalità ecologiche dei corridoi ecologici preferenzialmente utilizzati dalla fauna minore per gli spostamenti. L'impatto, anche se legato alla sola durata delle azioni di cantiere, può essere valutato di moderata intensità. Inoltre, in concomitanza con i lavori di realizzazione degli scatolari idraulici non sono da escludere temporanei intorbidimenti delle acque a cui sarà specialmente soggetto lo scarso contingente ittiofaunistico a cipriniformi che caratterizza i corsi d'acqua di interesse (carassio, pseudorasbora, rodeo ecc.). Tuttavia, considerando sia il mediocre stato ecologico dei canali interferiti, che presentano forti elementi di artificializzazione dell'alveo, sia che le specie ittiche presenti sono poco esigenti ed in grado di tollerare temporanee compromissioni della qualità delle acque, si ritengono trascurabili gli impatti dovuti a questa eventualità.

6.2. DESCRIZIONE DEI POTENZIALI IMPATTI DERIVANTI DALLE AZIONI DI CANTIERE SUL SISTEMA AGROALIMENTARE

In fase di cantiere gli impatti al sistema agroalimentare saranno prodotti nelle varie fasi di realizzazione dell'opera, ovvero con la costruzione iniziale della viabilità e dei cantieri, con l'utilizzo del cantiere da parte del personale, con la realizzazione degli scavi, dei rilevati, della posa degli elementi scatolari, con la costruzione delle fondazioni e della pavimentazione stradale, per finire con le opere di rinverdimento e di finitura e con la dismissione dei cantieri.

Durante queste fasi di cantiere si produrranno gli impatti sul sistema agroalimentare circostante elencati di seguito:

1. sottrazione temporanea e definitiva di suolo;
2. produzione di reflui da trattare;
3. prelievi idrici;
4. produzione di rumore, vibrazioni, polveri, traffico;
5. taglio della vegetazione;
6. impiego di fattori di produzione, domanda diretta, indiretta e indotta di beni e servizi.

Altri effetti prodotti dal cantiere, quali l’approvvigionamento di materiali dalle cave, il deposito temporaneo e permanente del materiale di scavo e la produzione di rifiuti da smaltire, non riguardano direttamente il comparto agroalimentare.

La sottrazione definitiva dei terreni costituisce un potenziale impatto, non solo per le singole aziende agricole colpite, nelle quali riduce la funzionalità e la redditività (le aziende sono più piccole ed hanno maggiori problemi gestionali successivi all’occupazione), ma anche per il sistema agricolo nel suo complesso per la diminuzione delle potenzialità economiche e multifunzionali del territorio rurale. È un impatto che nelle fasi di cantiere inizia ad esplicare i suoi effetti. Negli stadi di cantiere si verifica anche l’occupazione temporanea di alcuni terreni nei pressi dell’asse e che deve trovare conforto nelle indennità di legge. Le aree operative e di campo base saranno ripristinate all’uso agricolo e restituite alle rispettive proprietà, previa dismissione e asportazione di tutte le strutture presenti e lo smaltimento dei rifiuti.

I suoli delle aree intercluse negli svincoli e nelle rotonde, non essendo impermeabilizzate, possono continuare a svolgere le loro funzioni naturali (infiltrazione delle acque, fissazione della CO₂, biodiversità, ecc...), pur rimanendo, evidentemente, sottratti ad usi produttivi e a trasformazioni alternative. In queste aree si possono sviluppare spontaneamente formazioni vegetali para naturali (cotici erbosi, alberature, arbusti, boschetti, siepi, ecc...) che possono contribuire, sebbene in misura molto marginale in funzione della loro estensione e del contesto, alla sostenibilità ambientale dell’infrastruttura e dei territori circostanti.

Durante le prime fasi di cantiere verranno interrotte le strade della viabilità rurale (capezzagne e strade bianche) rendendo problematico ed oneroso, per le aziende interessate al problema, raggiungere i campi per le operazioni di coltivazione. Questo problema è più grave per gli allevamenti di vacche da latte che devono affienare buona parte dei raccolti. Le operazioni di fienagione, che avvengono da maggio ad ottobre circa, sono infatti numerose e frequenti (circa 20-25 operazioni agricole per stagione, oltre alle irrigazioni), non possono essere traslate nel tempo ed attengono alle fasi raccolta dell’alimento fondamentale per le razioni degli animali di queste aree. Nel progetto in esame, trattandosi perlopiù di risezionamento di un asse viario esistente, questo problema è quasi impercettibile.

In ogni caso, questo impatto è generalmente molto breve, legato ai tempi necessari al ripristino della rete di viabilità prevista dal progetto; nei casi irrisolti il problema diventa fonte di legittime richieste di indennità aggiuntive.

Nelle fasi di cantiere si possono generare sversamenti accidentali di reflui che possono produrre un lieve impatto al settore agricolo per la possibile contaminazione delle acque superficiali e profonde. Il cantiere sarà ovviamente sottoposto alle norme sugli scarichi e quindi, in generale, questo problema dovrebbe essere piuttosto contenuto.

La rete di adduzione delle acque di irrigazione (fossi e canali) verrà temporaneamente sospesa dai lavori dopodiché sarà completamente riconessa. Nel caso questa interruzione avvenga durante la stagione irrigua si possono verificare problemi per gli appezzamenti che non potranno essere irrigati. Anche la sospensione della funzionalità della rete dei canali di scolo, spesso coincidente con quella dell’irrigazione, può provocare problemi di ristagni e allagamenti superficiali nella stagioni più piovose. Anche il prelievo di acque superficiali e/o profonde per le esigenze del cantiere può avere effetti sul settore agricolo locale per la riduzione della quantità di acqua complessivamente disponibile. Questi impatti sulla risorsa idrica sono temporanei (legati alla fase di cantiere) e generalmente di modesta entità.

Il traffico dei mezzi di cantiere (camion, ruspe, pale, ecc...) utilizzati dalle imprese causeranno un aumento del livello di rumore e inquinamento che disturberà le popolazioni residenti nei pressi del cantiere.

Si genera anche un aumento della polverosità (polveri grossolane) per il transito su strade e aree non ancora impermeabilizzate; gli strati di polvere possono sporcare le fasce di vegetazione ai margini del cantiere attenuandone la produttività. Per i centri aziendali più vicini al cantiere il problema della polverosità interessa anche le aree cortive e di allevamento. Questo impatto è lieve ed è legato ai soli tempi di cantiere, in attesa che le aree di lavoro siano impermeabilizzate, ed ai periodi estivi siccitosi; è inoltre facilmente mitigabile da alcuni accorgimenti che sono generalmente utilizzati dalle imprese che operano nel settore, quali la copertura dei camion, la bagnatura del sedime. Le piogge e le irrigazioni, inoltre, alleggeriscono il problema. Il taglio della vegetazione per far posto al sedime di cantiere avverrà soprattutto a carico della maglia forestale lungo i fossi e i canali; questa asportazione comporterà un danno al sistema rurale per la perdita di degli elementi di naturalità. Il cantiere della strada genererà effetto positivo sul settore agroalimentare. Infatti, la presenza delle maestranze in trasferta genererà una richiesta di beni e servizi che, in qualche misura, il settore agricolo potrà offrire. Ad esempio la ristorazione del personale richiederà un maggior consumo di prodotti alimentari che, con buona probabilità, proverranno dal territorio circostante (pane, carne, latte, ortofrutta, ecc...). La ristorazione e/o l'alloggio, quantomeno per il personale qualificato, potranno avvenire nelle strutture agrituristiche locali o nelle trattorie locali. Questi effetti positivi sull'economia agroalimentare locale saranno temporanei, legati alla durata del cantiere.

7. MATRICE PAESAGGIO E PATRIMONIO STORICO CULTURALE

In questa sezione del documento si considerano i potenziali impatti delle attività di cantiere in relazione al rischio archeologico ed alla componente paesaggio.

7.1. VALUTAZIONE DEI POTENZIALI IMPATTI IN FASE DI CANTIERE PER IL PATRIMONIO STORICO CULTURALE

L’opera in esame è inserita nella pianura parmense, in cui è ancora ben leggibile buona parte della maglia centuriale di età romana. Numerosi sono inoltre i rinvenimenti archeologici noti, più densi nella zona periferica della città – interessata maggiormente da interventi edilizi – ma relativamente diffusi anche in prossimità della S.P. n. 72 “Parma-Mezzani”, oggetto del progetto di riqualificazione.

I siti archeologici riguardano ad esempio affioramenti di materiali di età romana (ad esempio i siti **2PR**, **3PR**, **11PR**), possibile indizio di insediamenti conservati in profondità, in qualche caso anche intercettati e indagati, come il sito **9PR**, situato a circa 200 m dall’area operativa in progetto **A.O. PR 1**, che identifica lo scavo di una villa rustica di età romana. Per la realizzazione dei cantieri è previsto uno scotico fino alla profondità di circa 0,40 m dal piano di campagna.

In generale il potenziale impatto archeologico determinato dall’istituzione di un’area di cantiere può essere definito su macro-livelli, aventi sinteticamente le seguenti caratteristiche:

- **IMPATTO ASSENTE**: il progetto non prevede azioni che possano interferire con il patrimonio archeologico (ad es.: nessuna attività di scavo);
- **IMPATTO BASSO**: scarsa presenza di rinvenimenti archeologici; assenza di toponimi significativi; situazioni paleoambientali difficili o non favorevoli all’insediamento; aree ad alta urbanizzazione moderna;
- **IMPATTO MEDIO**: presenza di rinvenimenti archeologici lontani dall’area di Progetto, con favorevole condizione paleoambientale e geomorfologica; presenza di toponimi significativi; aree con bassa densità abitativa moderna;
- **IMPATTO ALTO**: presenze di siti o depositi archeologici in forte prossimità o in interferenza al Progetto; condizioni paleoambientale e geomorfologiche adatte all’insediamento umano; relitti di persistenze viarie, centuriali e toponomastiche;
- **CERTEZZA DEL RITROVAMENTO**: presenza accertata di siti o depositi archeologici in interferenza al Progetto, parzialmente indagati ed ancora conservati.

In particolare per l’area operativa A.O.PR-1 il grado di rischio è valutato medio, sulla base delle seguenti considerazioni:

- prossimità ad assi della centuriazione di età romana, ancora ben leggibili nella zona d’interesse;
- prossimità al sito 9 PR, situato a circa 200 m di distanza lungo Strada Viazza Pizzolese, in cui è stata indagata con scavo archeologico una villa rustica di età romana;
- possibilità che le lavorazioni in progetto (scotichi fino a 0,40 m dal piano di campagna) intercettino strutture e/o livelli di frequentazione antichi, trovandosi l’area di progetto al margine di un dosso con andamento SW-NE, quindi in una zona morfologicamente medio-alta.

7.2. VALUTAZIONE DEI POTENZIALI IMPATTI IN FASE DI CANTIERE PER IL PAESAGGIO

I potenziali impatti sul paesaggio in fase di cantiere sono da relazionarsi alla temporanea occupazione di suolo delle cantierizzazioni, (decisamente limitata per le operazioni di ampliamento previste per la viabilità 1PR) ed alla presenza di uomini e mezzi. Un ulteriore fattore può essere relazionato all’eventuale taglio di vegetazione marginale sovente ridotta a esigue bordure vegetate che interessano i fossi in affiancamento già soggetti a sfalcio gestionale. Le potenziali interferenze in termini di intrusione (e quindi di percezione visiva) del cantiere e di occupazione di suolo, sono da relazionarsi pressoché esclusivamente al paesaggio rurale tipico dei campi coltivati a seminativo, che circoscrivono il tracciato oggetto di riadeguamento.

Si può evidenziare, quindi, un potenziale peggioramento, seppure temporaneo e sostanzialmente limitato in considerazione dell’esiguo numero dei mezzi e dell’esiguità delle operazioni, della qualità del paesaggio rurale durante lo svolgimento dei lavori ed una interferenza in termini di intervisibilità, legata alla percezione del paesaggio dal sistema insediativo, dagli edifici rurali presenti nell’immediato intorno delle aree di lavoro (punti di percezione statica) e dalla rete viaria locale (percezione dinamica lenta e/o veloce in relazione al tipo di circolazione).

In particolare, per l’intervento di infrastrutturazione della D01 (ex 1PR), si rileva una maggiore potenziale interferenza sulla percezione del paesaggio derivante dalla fase di cantiere rispetto alla fase di esercizio. Ciò in relazione al fatto che gli interventi consistono in un riadeguamento della viabilità esistente finalizzato al miglioramento della circolazione in termini di fluidità e sicurezza del traffico e che, pertanto, non possono considerarsi quali generatori di incidenze significative sulla percezione e sulla qualità del paesaggio in area locale.

Dal punto di vista del cantiere l’unica area operativa, di limitate dimensioni, destinata ad ospitare le attrezzature è ubicata in prossimità della rotonda di progetto prevista per risolvere l’intersezione fra la SP72 stessa e Strada Malcantone, in area agricola.

Le aree di pertinenza del cantiere vengono quindi localizzate immediatamente ai lati del tracciato dell'asse di viabilità oggetto di riadeguamento, su aree agricole o su ambiti adiacenti/interclusi dalla viabilità di servizio; in termini di intrusione le potenziali interferenze sul paesaggio si rilevano dunque ai margini di insediamenti e/o percorrendo la viabilità locale. Tali interferenze sono quindi rilevabili esclusivamente durante la durata delle operazioni di cantiere e sono da considerarsi temporanee, localizzate e reversibili.

Un ulteriore elemento di potenziale impatto sul paesaggio è determinato, come premesso, dalla presenza/utilizzo dei mezzi di cantiere. Tale tipologia di potenziale interferenza, seppur temporanea e reversibile, del traffico veicolare di cantiere in movimento (mezzi di trasporto e macchinari) è un fattore da scorporarsi dalla mera occupazione di suolo ed è da valutarsi in proporzione alla durata ed all'entità delle tipologie di lavorazione e dei macchinari utilizzati. In relazione al traffico veicolare di cantiere previsto, a tal proposito, si precisa che il progetto si attesta su un'infrastruttura esistente, la cui funzionalità in termini di circolazione sarà garantita nel corso delle operazioni e che, pertanto, gli impatti legati al traffico veicolare possono considerarsi trascurabili.

In conclusione, le operazioni di cantiere previste per la realizzazione dell'opera di adduzione 1PR risultano di limitata entità in quanto non sono previste vere e proprie nuove infrastrutturazioni, ma esclusivamente interventi di messa in sicurezza dell'asse stradale esistente.

Dal punto di vista del paesaggio, vista la minore entità delle operazioni, la minore durata delle medesime e la garanzia di mantenimento della fluidità del traffico veicolare, non sono evidenziabili impatti sostanziali, quanto esclusivamente interferenze lievi, temporanee e reversibili.

8. PRODUZIONE DI RIFIUTI IN FASE DI CANTIERE

I materiali di risulta derivanti dalla realizzazione delle opere previste per l'intervento di progetto possono essere schematicamente distinti in:

- reflui;
- materiali di scavo;
- materiali derivanti dalla dismissione delle aree di cantiere;
- materiali derivanti dalle demolizioni;
- rifiuti urbani (R.U.) ed assimilabili.

8.1. DESCRIZIONE DELLE QUANTITÀ E DEL TIPO DI MATERIALI DI RISULTA DEI CANTIERI.

8.1.1. Reflui

Per l'area di cantiere si sono definiti i principali parametri che caratterizzano lo scarico:

- reflui domestici. Nel caso in esame non sono previsti reflui domestici al di fuori di quanto prodotto, raccolto ed opportunamente smaltito dai due servizi igienici di tipo chimico all'interno dell'area operativa “1PR-1”;
- reflui industriali: nel caso in esame tali reflui saranno limitati alle acque impiegate durante le fasi costruttive delle opere d'arte lungo i tratti operativi. I reflui, in questo caso, derivano principalmente dall'esecuzione e bagnatura dei getti di calcestruzzo. La raccolta sarà fatta tramite vasche temporanee e successivamente trasferiti nel campo base 1-B.1 per la depurazione;
- acque prima pioggia: l'assenza di superfici pavimentate all'interno dell'area operativa non rende necessaria la raccolta e il trattamento delle acque meteoriche.

Per quanto riguarda gli scarichi di cantiere, invece, si rimanda a quanto descritto nel precedente paragrafo 3.1.2.

8.1.2. Materiali di scavo

La massima quantità di materiali di risulta provenienti dall'opera è costituita dai terreni di scavo (scotico, bonifica, realizzazione di trincee e opere di fondazione).

In realtà tutti i materiali scavati verranno completamente riutilizzati nell’ambito dell’opera per la costruzione dei rilevati del corpo stradale:

- quale terreno vegetale per la ricopertura delle scarpate dei rilevati;
- per la realizzazione dei rilevati mediante la stabilizzazione a calce e/o a cemento.

Le opere di scavo e recupero prevedono in particolare le seguenti lavorazioni.

Scotico

Il materiale proveniente dagli scotichi (0.20 m) è costituito esclusivamente da suolo agrario che andrà interamente riutilizzato per la ricopertura delle scarpate del rilevato e le opere in verde in genere.

Il materiale scavato andrà accumulato ai lati dell’area d’intervento in accumuli temporanei che non dovranno superare i 3 metri di altezza, con pendenza in grado di garantire la loro stabilità; sui cumuli dovranno essere eseguite semine protettive e, se necessario, concimazioni curative e conservative.

Scavo di bonifica

Lo scavo di bonifica è stato previsto con profondità variabili da 0.30 a 0.60 m. Si tratta in ogni caso di terreni che possono essere riutilizzati nell’ambito della realizzazione del rilevato mediante stabilizzazione.

Il materiale scavato andrà accumulato in cantiere (con le stesse modalità indicate per lo scotico) per la quantità necessaria al riutilizzo locale.

Scavo opere di fondazione

Lo scavo delle opere di fondazione (esclusivamente superficiali) che comportino estrazione di materiale del sottosuolo (scavi di fossi, tombini, ecc.) andrà effettuato depositando separatamente i terreni fini da quelli granulari. Entrambi i tipi di materiale potranno essere riutilizzati, con modalità differenziate, per la realizzazione dei rilevati.

8.1.3. Materiali derivanti dalla dismissione delle aree di cantiere

Le attrezzature di cantiere sono prevalentemente costituite da impianti e/o fabbricati facilmente smontabili e mobili. A tal riguardo si osserva che i fabbricati sono realizzati da monoblocchi prefabbricati di piccole e medie dimensioni.

Di regola queste attrezzature non vengono dismesse, ma riutilizzate in altre realtà produttive; in caso di dismissione completa si prevede il trattamento di materiali di risulta in idonei impianti di smaltimento, previa separazione dei materiali componenti (materiali ferrosi, materiali plastici, ecc.).

A questo riguardo si precisa che detti prefabbricati devono presentare caratteristiche di conformità alle normative in materia d’igiene del lavoro (tra cui la Legge 626/94 e s.m.i.), pertanto per la costruzione degli stessi non è possibile impiegare materiali tossici e/o nocivi.

Per gli eventuali materiali di risulta di cui non è possibile il riutilizzo si prevede lo smaltimento presso gli impianti di smaltimento di Rifiuti Speciali. A questo riguardo si precisa che in questa sede non risulta possibile individuare le quantità dei Rifiuti Speciali residuali dallo smontaggio di un qualsiasi impianto mobile in quanto le stesse dipendono intrinsecamente dalle tipologie e dalle modalità di installazione degli impianti in questione, al momento non definibili.

Per quanto riguarda le pavimentazioni dell’area di cantierizzazione si precisa che le stesse sono realizzate in parte con materiali inerti opportunamente. Di seguito si riportano una stima delle quantità che saranno prodotte nella fase di smantellamento dei cantieri:

- inerte ghiaioso (superficie 500 m²): 175 m³.

8.1.4. Materiali derivanti dalle demolizioni

In generale i materiali provenienti dalle demolizioni previste durante la fase costruttiva dell’intervento di progetto (ad es. fabbricati, c.a. e pavimentazioni esistenti) saranno reimpiegati nell’ambito del cantiere stesso ovvero andranno conferiti a ditte in possesso delle necessarie autorizzazioni allo stoccaggio definitivo e/o provvisorio. La realizzazione della viabilità in oggetto, tuttavia, non contempla la produzione di materiale proveniente da demolizioni, per questo motivo non si prevedono particolari impatti dovuti alla presente tipologia di materiali.

8.1.5. Rifiuti urbani (RU)

Si precisa che non sono previste attività che comportano la produzione e/o il trattamento di materiali inquinanti; nello specifico si osserva che nell’area di cantierizzazione sono state individuate attività:

- direzionali logistiche (uffici);
- stoccaggio attrezzature.

I rifiuti urbani saranno conferiti presso i siti di deposito autorizzati per lo smaltimento di tale tipo di rifiuto.

Presso le aree di cantiere sarà prevista la localizzazione di un’isola ecologica per la raccolta differenziata dei rifiuti, al fine di ridurre il quantitativo destinato allo smaltimento in discarica.

I rifiuti prodotti nel cantiere durante la lavorazione dovranno essere raccolti in depositi temporanei secondo le modalità previste dal **D.Lgs n. 152/2006** (Testo Unico sull’Ambiente) – Parte quarta – “Norme in materia di gestione dei rifiuti e di bonifica dei siti inquinati”, dal **D.Lgs 16 gennaio 2008 n° 4** - “Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n°152, recante norme in materia ambientale” e relative sm.i. L’art. 183 comma 1, lettera m) definisce “deposito temporaneo” il raggruppamento dei rifiuti effettuato, prima della raccolta, nel luogo in cui gli stessi sono prodotti, alle seguenti condizioni:

“1) i rifiuti depositati non devono contenere policlorodibenzodiossine, policlorodibenzofurani, policlorodibenzofenoli in quantità superiore a 2,5 parti per milione (ppm), ne’ policlorobifenile e policlorotrifenili 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, allorchè 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;

3) il deposito temporaneo deve essere effettuato per categorie omogenee di rifiuti e nel rispetto delle relative norme tecniche, nonchè, per i rifiuti pericolosi, nel rispetto delle norme che disciplinano il deposito delle sostanze pericolose in essi contenute;

4) devono essere rispettate le norme che disciplinano l’imballaggio e l’etichettatura delle sostanze pericolose;

5) per alcune categorie di rifiuto, individuate con decreto del Ministero dell’ambiente e della tutela del territorio e del mare di concerto con il Ministero per lo sviluppo economico, sono fissate le modalità di gestione del deposito temporaneo”.

Il corretto smaltimento dei rifiuti prodotti durante le lavorazioni avverrà secondo le seguenti modalità previste dall’art. 182 del **D.Lgs n. 152/2006 e s.m.i.:**

- “lo smaltimento dei rifiuti è effettuato in condizioni di sicurezza e costituisce la fase residuale della gestione dei rifiuti, previa verifica, da parte della competente autorità, della impossibilità tecnica ed economica di esperire le operazioni di recupero di cui all’articolo 181. A tal fine, la predetta verifica concerne la disponibilità di tecniche sviluppate su una scala che ne consenta l’applicazione in condizioni economicamente e tecnicamente valide nell’ambito del pertinente comparto industriale, prendendo in considerazione i costi e i vantaggi, indipendentemente dal fatto che siano o meno applicate o prodotte in ambito nazionale, purché vi si possa accedere a condizioni ragionevoli”;*

- *“i rifiuti da avviare allo smaltimento finale devono essere il più possibile ridotti sia in massa che in volume, potenziando la prevenzione e le attività di riutilizzo, di riciclaggio e di recupero”;*
- *“lo smaltimento dei rifiuti è attuato con il ricorso ad una rete integrata ed adeguata di impianti di smaltimento, attraverso le migliori tecniche disponibili e tenuto conto del rapporto tra i costi e i benefici complessivi, al fine di: a) realizzare l'autosufficienza nello smaltimento dei rifiuti urbani non pericolosi in ambiti territoriali ottimali; b) permettere lo smaltimento dei rifiuti in uno degli impianti appropriati più vicini ai luoghi di produzione o raccolta, al fine di ridurre i movimenti dei rifiuti stessi, tenendo conto del contesto geografico o della necessità di impianti specializzati per determinati tipi di rifiuti; c) utilizzare i metodi e le tecnologie più idonei a garantire un alto grado di protezione dell'ambiente e della salute pubblica”;*
- *“nel rispetto delle prescrizioni contenute nel decreto legislativo 11 maggio 2005, n. 133...”;*
- *“è vietato smaltire i rifiuti urbani non pericolosi in regioni diverse da quelle dove gli stessi sono prodotti, fatti salvi eventuali accordi regionali o internazionali, qualora gli aspetti territoriali e l'opportunità tecnico-economica di raggiungere livelli ottimali di utenza servita lo richiedano. Sono esclusi dal divieto le frazioni di rifiuti urbani oggetto di raccolta differenziata destinate al recupero per le quali è sempre permessa la libera circolazione sul territorio nazionale al fine di favorire quanto più possibile il loro recupero, privilegiando il concetto di prossimità agli impianti di recupero...”*
- *“le attività di smaltimento in discarica dei rifiuti sono disciplinate secondo le disposizioni del decreto legislativo 13 gennaio 2003, n. 36, di attuazione della direttiva 1999/31/CE...”.*

I rifiuti pericolosi e non pericolosi prodotti dall'attività di cantiere saranno raccolti e conservati in depositi temporanei separati secondo la diversa classificazione dei rifiuti, così come definita **dall'art. 184 del D.lgs n. 152/2006 e s.m.i.**, fino allo smaltimento finale secondo quanto previsto in precedenza.

L'elenco dei possibili rifiuti generati dal cantiere, è riportato nelle successive Tabella 8.1-1 e Tabella 8.1-2.

Descrizione	CER
pitture e vernici di scarto a base acquosa	08 01 03
pitture e vernici indurite	08 01 05
adesivi e sigillanti di scarto a base acquosa	08 04 03
adesivi e sigillanti induriti	08 04 04
carta e cartone	15 01 01
imballaggi in plastica	15 01 02
imballaggi in legno	15 01 03
imballaggi in metallo	15 01 04
imballaggi compositi	15 01 05
imballaggi in più materiali	15 01 06
assorbenti, materiali filtranti, stracci, indumenti protettivi	15 02 01
cemento	17 01 01
legno	17 02 01
vetro	17 02 02
plastica	17 02 03
asfalto contenente catrame	17 03 01
asfalto (non contenente catrame)	17 03 02
catrame e prodotti catramosi	17 03 03
rame, bronzo, ottone	17 04 01
alluminio	17 04 02
piombo	17 04 03
zinco	17 04 04
ferro e acciaio	17 04 05
stagno	17 04 06
metalli misti	17 04 07
cavi	17 04 08
terra e rocce, diverse da quelle di cui alla voce 17 05 03	17 05 04
altri materiali isolanti	17 06 02
rifiuti misti di costruzioni e demolizioni	17 09 04
Soluzioni acquose di scarto, diverse da quelle di cui alla voce 16 10 01	16 10 02
rifiuti urbani misti	20 03 01

TABELLA 8.1-1 – ELENCO RIFIUTI NON PERICOLOSI POTENZIALMENTE GENERATI IN FASE DI CANTIERE

Descrizione	CER
pitture e vernici di scarto contenenti solventi organici alogenati	08 01 01*
pitture e vernici di scarto contenenti solventi organici non alogenati	08 01 02*
adesivi e sigillanti di scarto contenenti solventi alogenati	08 04 01*
adesivi e sigillanti di scarto non contenenti solventi alogenati	08 04 02*
oli esauriti da motore, trasmissioni ed ingranaggi contenenti composti organici clorurati	13 02 01 *
oli esauriti da motori, trasmissioni ed ingranaggi non contenenti composti organici clorurati	13 02 02*
altri oli da motori, trasmissioni e ingranaggi	13 02 03*
Soluzioni acquose di scarto, contenenti sostanze pericolose	16 10 01
oli per freni	13 01 08*

TABELLA 8.1-2 – ELENCO RIFIUTI PERICOLOSI POTENZIALMENTE GENERATI IN FASE DI CANTIERE

Per ogni singolo rifiuto, pericoloso o non pericoloso, saranno definite le aree di stoccaggio interne al cantiere anche in funzione della loro provenienza. Le aree adibite al deposito temporaneo dei rifiuti saranno identificate mediante apposita cartellonistica riportante:

- Il nome del rifiuto;
- Il codice CER del rifiuto.

I quantitativi di rifiuti saranno stimati settimanalmente in modo tale per cui non si ecceda mai la volumetria di 20 m³ di stoccaggio temporaneo per rifiuti non pericolosi e 10 m³ di stoccaggio temporaneo per rifiuti pericolosi.

La movimentazione interna dei rifiuti avverrà attraverso l'utilizzo di macchine operatrici o spostamenti manuali; in ogni caso saranno rispettate tutte le norme di sicurezza al fine di evitare incidenti e/o sversamenti. In fase di esecuzione dei lavori, verrà identificato un Responsabile dei Rifiuti il quale avrà il compito di controllare la gestione dello stoccaggio temporaneo dei rifiuti, organizzare la raccolta e il conferimento dei rifiuti ai gestori autorizzati periodicamente, controllare le modalità di carico dei rifiuti da parte di trasportatori autorizzati e l'idoneità dei mezzi utilizzati, compilare i registri di carico e scarico e compilare il formulario del trasporto dei rifiuti.

Si precisa, infine, che nelle successive fasi progettuali saranno stipulati accordi con gli enti competenti e/o gli impianti esistenti individuati sul territorio in esame, per ottenere le necessarie autorizzazioni al fine dello smaltimento delle diverse tipologie di rifiuto prodotte durante le lavorazioni di progetto.

8.2. DESCRIZIONE DEI SITI DI CONFERIMENTO

Dopo aver individuato le diverse tipologie e stimato i quantitativi di rifiuti prodotti durante la fase di cantierizzazione (vedasi paragrafo 8.1), si provvede di seguito ad indicare i potenziali siti di conferimento presenti all’interno dell’ambito territoriale interessato dall’infrastruttura di progetto.

Materiali di scavo: si prevede il completo bilancio dei terreni di scavo derivanti dalle seguenti operazioni; scotico, bonifica, realizzazione di trincee e opere di fondazione. I materiali degli scavi realizzati in terreni ghiaiosi e/o argillosi saranno riutilizzati per la costruzione dei rilevati del corpo autostradale. I volumi rimanenti, costituiti da terreni fini, limosi ed argillosi, saranno comunque riutilizzati all’interno dei cantieri per diversi interventi quali: la ricopertura delle scarpate dei rilevati, rimodellamento morfologico delle aree di mitigazione. A titolo precauzionale, tuttavia, si è individuato il polo PCRE01 (vedasi elaborato PD_1_D01_DKK00_0_KK_PP_02 “*Planimetria generale con indicazione degli ambiti operativi, delle aree e delle piste di cantiere e dei percorsi dei mezzi operativi coincidenti con le viabilità maggiori e minori esistenti - Tav 2/2*”) in località Gualtieri (RE) per il conferimento di materiali eventualmente non idonei al reimpiego nell’ambito delle attività di cantiere.

Materiali di risulta: per quanto riguarda i siti di conferimento dei materiali derivanti dalla dismissione delle aree di cantiere ed eventuali Rifiuti Urbani (R.U.), durante la fase di esecuzione dei lavori, saranno acquisite, attraverso accordi con gli enti competenti e/o gli impianti esistenti individuati sul territorio in esame, le necessarie autorizzazioni per lo smaltimento delle eventuali tipologie di rifiuto prodotte durante le lavorazioni di progetto.

9. PRINCIPALI INTERVENTI DI MITIGAZIONE ADOTTATI IN FASE DI CANTIERE

Nelle presente sezione, in conseguenza dell’analisi sui potenziali impatti condotta nei capitoli precedenti, si descrivono le attività che è necessario predisporre per mitigare gli effetti sulle componenti ambientali potenzialmente interessate dalle attività di cantiere.

9.1. MATRICE SUOLO E SOTTOSUOLO

Come illustrato precedentemente gli effetti principali per il suolo e sottosuolo derivanti dalla costruzione e dall’esercizio dell’opera di adduzione saranno dati sostanzialmente dalla perdita di risorsa non rinnovabile (cave).

La minimizzazione di tali effetti non può che agire a livello di scelte progettuali. In sede di impostazione sono stati adottati dei criteri tesi a ridurre il più possibile il fabbisogno di inerti:

- la livelletta stradale è stata sempre mantenuta la più bassa possibile, compatibilmente con la necessità di garantire adeguati franchi sulla rete idrografica principale e tenendo conto delle specifiche per i raccordi verticali in relazione alle velocità di progetto. Questa impostazione comporta una minore altezza dei rilevati e conseguentemente una minore occupazione di suolo ed un minor fabbisogno di inerti;
- le bonifiche dei terreni di fondazione verranno interamente realizzate mediante la stabilizzazione dei terreni in situ, cioè senza apporto di materiali dalle cave;
- le cave interessate dai prelievi sono di norma individuate dal Piano delle Attività Estrattive della Provincia di Reggio Emilia; tali piani definiscono gli interventi di ripristino ambientali da effettuare..

La minimizzazione dei potenziali impatti in fase di cantiere richiede un’oculata gestione dei materiali, che dovranno essere stoccati per il minor tempo possibile nei cantieri stessi. Ciò significa che le forniture dovranno essere puntuali e destinate a coprire soltanto i fabbisogni a breve termine delle lavorazioni.

In fase esecutiva dell’opera vanno previste alcune lavorazioni atte a preservare il più possibile il materiale scavato, in modo da consentirne un più proficuo riutilizzo. Tali lavorazioni riguardano in particolare le operazioni di scavo e di accumulo temporaneo dei materiali scavato:

- scotico. Il materiale proveniente dagli scotichi (0.20 m) è costituito esclusivamente da suolo agrario che andrà interamente riutilizzato per la ricopertura delle scarpate del rilevato. Il materiale scavato andrà accumulato ai lati dell’area di intervento in accumuli temporanei che non dovranno superare i 3 m di altezza, con pendenza in grado di garantire la loro stabilità; sui cumuli dovranno essere eseguite semine protettive e, se necessario, concimazioni curative e conservative;
- scavo di bonifica. È stato previsto con profondità di 0.30-0.60 cm oltre gli 0.20 cm dello scotico. Si tratta di terreni fini che possono essere interamente riutilizzati (a seguito di trattamenti ad hoc per migliorarne le caratteristiche) nell’ambito del cantiere. Il materiale scavato andrà accumulato in cantiere (con le stesse modalità indicate per lo scotico) fino al suo riutilizzo.

9.2. MATRICE ACQUE SUPERFICIALI E SOTTERANEE

9.2.1. Acque superficiali

Gli interventi di mitigazione che si prevede di attuare nei confronti dei potenziali impatti su acque superficiali previsti, in ragione delle valutazioni riportate nel precedente paragrafo 3.1, sul fronte cantiere comprendono:

- esecuzione di lavori in sponda o alveo durante la stagione non irrigua nel rispetto delle indicazioni fornite dai Consorzi di Bonifica;
- esecuzione degli attraversamenti idraulici con tombini ed opere di consolidamento idraulico in alveo previa realizzazione di canali di by-pass per garantire la funzionalità di scolo ed irrigazione;
- realizzazione di vasche a tenuta idraulica per lo stoccaggio temporaneo delle acque di lavorazione in prossimità del fronte cantiere dove la costruzione dei manufatti avviene in opera;
- dispositivi di pronto intervento e bonifica per il controllo di sversamenti accidentali.

Gli interventi di mitigazione degli impatti su acque superficiali previsti nell’area operativa, invece, comprendono:

- controllo degli sversamenti accidentali mediante raccolta in vasche temporanee di raccolta e successivo trasferimento nel campo base 1-B.1 per la depurazione.

9.2.2. Acque sotterranee

Per la presente componente, in generale, considerato che gli effetti sulle acque sotterranee indotti dalla realizzazione dell’opera di adduzione sono modesti, non si prevedono particolari interventi mitigativi.

9.3. MATRICE ATMOSFERA

L’analisi delle mitigazioni per la presente componente sono espone in funzione delle attività di cantiere previste.

9.3.1. Scelte localizzative

Il principale impatto generato sulla matrice atmosfera legato alla presenza del cantiere è certamente connesso alla generazione di traffico veicolare in ingresso/uscita dal cantiere, dovuto alla necessità di:

- allontanare dal cantiere i quantitativi di terra risultanti dalle attività di scavo non recuperabili in sito, nonché i rifiuti generati dalle demolizioni dell’esistente;
- conferire in cantiere i materiali da costruzione necessari alla realizzazione delle opere in progetto;
- consentire l’accesso in cantiere alle maestranze impegnate nei lavori.

La presenza del cantiere indurrà un aumento del numero di veicoli in transito nell’area in particolare durante le ore di punta mattutine e serali corrispondenti ai momenti di inizio-termini lavori. Pertanto, per tutto l’arco temporale di sviluppo del cantiere, è fondamentale l’impiego di appropriati percorsi interni ed esterni al sito, al fine di minimizzare il traffico generato sulla viabilità limitrofa, che ovviamente oltre ai problemi di mobilità, influisce significativamente anche sulla componente atmosfera.

Altro aspetto fondamentale in questa fase è la riduzione degli impatti relativi alla diffusione di polveri e all’inquinamento atmosferico dovuto al funzionamento dei macchinari di cantiere (betoniere, escavatori, gruppi elettrogeni, ecc...).

In relazione a ciò è stata definita una dinamica del layout di cantiere tale da garantire che, nelle varie fasi previste, la disposizione delle diverse componenti del cantiere (macchinari, servizi, stoccaggi, magazzini) siano poste a sufficiente distanza dai potenziali ricettori ubicati nelle vicinanze dell’area.

9.3.2. Scelte operative

Le scelte operative riguarderanno le azioni e le misure propedeutiche da adottare nella conduzione del cantiere in modo da rendere il più limitato possibile l’impatto generato. Di seguito si riporta una sintesi delle iniziative principali che si intende adottare e che, nei paragrafi successivi, saranno oggetto di trattazione specifica:

- installazioni, fisse e/o provvisorie di pannelli, barriere e teli allo scopo di limitare la diffusione delle polveri;

- periodica bagnatura delle piste di cantiere e dei tratti di viabilità maggiormente interessati dal passaggio dei mezzi pesanti e dalla conseguente dispersione di terreno e polveri;
- utilizzo, per tutta la durata del cantiere, di mezzi d’opera conformi alla normativa CEE sui limiti di emissione e comunque di recente immatricolazione;
- utilizzo di mezzi ad emissioni ridotte con capacità volumetrica il più elevata possibile al fine di ridurre il numero di veicoli in circolazione. Tali veicoli, all’interno del cantiere, dovranno mantenere una velocità limitata (EPA 5 km/h);
- presenza in cantiere di strutture, servizi igienici e presidi sanitari di pronto intervento sufficienti a fornire a tutte le maestranze i necessari servizi;
- presenza in cantiere di un servizio di sorveglianza continuo volto ad impedire, anche di notte, durante periodi festivi o comunque di fermo dei lavori, l’ingresso di estranei nell’area.

Nel periodo di esecuzione dei lavori sarà posta particolare attenzione, inoltre, alla formazione ed al coinvolgimento delle Maestranze e dei Subappaltatori relativamente alla gestione ambientale ordinaria volta a promuovere comportamenti che vadano verso la riduzione e minimizzazione degli impatti.

9.3.3. Trattamento e movimentazione del materiale

Con lo scopo di mitigare la produzione di polveri saranno adottate le seguenti misure gestionali:

- la frequenza della bagnatura potrà essere incrementata in presenza di condizioni particolarmente favorevoli all’emissione e dispersione di polveri (prolungata assenza di precipitazioni, vento forte, ecc.);
- prima di effettuare il trasporto a deposito dei materiali residui (derivanti, ad esempio, da attività di demolizione) occorrerà umidificarne la superficie per prevenire il sollevamento di polveri;
- umidificazione preventiva delle aree e dei terreni di scavo per ridurre la produzione ed il sollevamento di polveri nella fase di movimentazione;
- nelle operazioni di conferimento in cantiere di materiali inerti (sabbie, ghiaie) prevedere l’impiego di mezzi pesanti con cassoni coperti da teloni per limitare ulteriormente il sollevamento e la dispersione verso le aree limitrofe (in particolare nei tratti di viabilità pubblica esterna al cantiere) di polveri e frazioni fini.

In caso di operazioni di movimentazione generanti emissioni polverulente dovranno essere realizzate tempestivamente cortine umide con adeguati diffusori/ugelli.

9.3.4. Depositi di materiale

I depositi di materiale a frequente movimentazione dovranno essere adeguatamente protetti dal vento mediante umidificazione e/o pareti/valli di protezione. Le aree di deposito dei materiali sciolti saranno localizzate, ove possibile, lontano da fonti di turbolenza dell’aria (transito dei mezzi d’opera o viabilità pubblica). I depositi di materiale sciolto e gli eventuali depositi di macerie soggetti a scarsa movimentazione saranno protetti dall’esposizione al vento mediante copertura con stuoie/teli. Per quanto attiene alle emissioni in atmosfera prodotte dalle operazioni di movimentazione e trattamento del materiale polverulento necessario alla realizzazione delle opere, si potrà prevedere di:

- 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.

L’umidificazione sarà garantita, con adeguata periodicità (almeno all’inizio e alla fine della giornata lavorativa e comunque in funzione delle condizioni meteo), anche per il materiale sciolto soggetto a scarsa movimentazione qualora non dovesse essere possibile garantirne la copertura a mezzo di teli, stuoie o copertura a verde. Al verificarsi di condizioni particolarmente critiche (forte ventosità/turbolenza) si dovrà provvedere alla copertura con teli dei materiali stoccati e, ove non possibile, ad abbondante bagnatura dell’area di stoccaggio.

9.3.5. Viabilità di cantiere

In un’ottica di tutela della sicurezza dei mezzi in transito sulla viabilità ordinaria, dovrà essere garantita la periodica pulizia, irrorazione ed umidificazione dei percorsi di cantiere nei periodi di maggiore siccità e comunque nei periodi in cui il fondo diminuisca in maniera tale da consentire la significativa formazione di polveri.

Si osserveranno le seguenti ulteriori misure di mitigazione: limitazione della velocità dei mezzi d’opera su tutte le aree di cantiere (30 km/h), nelle operazioni di conferimento in cantiere di materiali inerti (sabbie, ghiaie), impiego di mezzi pesanti con cassoni coperti da teloni (in particolare nei tratti di viabilità pubblica esterna al cantiere), utilizzo di calcestruzzi premiscelati, controllo periodico degli accessi di cantiere e periodica pulizia delle strade pubbliche utilizzate, con frequenza e modalità adeguate anche in relazione a piogge e perdite di carichi dagli automezzi.

9.3.6. Macchine ed apparecchi

Le apparecchiature utilizzate durante tutto il processo produttivo seguiranno le seguenti indicazioni:

- impiegare, ove possibile, apparecchi di lavoro a basse emissioni (quando possibile, con motore elettrico);
- equipaggiamento e periodica manutenzione di macchine ed apparecchi con motore a combustione secondo le indicazioni della casa produttrice;
- impiego di macchine e mezzi d’opera tali da adempiere alla rispettiva data della messa in esercizio specificata nelle determinazioni autorizzative alle emissioni in atmosfera, secondo la normativa vigente (D. Lgs. 152/06 s.m.i.)
- pianificare e tenere nota delle manutenzioni dei macchinari che producono emissioni in atmosfera o che sono utilizzati per abbattere il carico inquinante immesso in atmosfera dalle apparecchiature utilizzate nel processo produttivo;
- in caso di impiego di motori diesel utilizzare, ove tale soluzione sia tecnicamente ed economicamente perseguibile, macchine ed apparecchi muniti di sistemi di filtri antiparticolato (FAP);
- utilizzo di macchine alimentate con carburanti a basso tenore di zolfo;
- pianificare la movimentazione dei materiali mediante l’uso di mezzi di trasporto con capacità di carico differenziata in modo da ottimizzare i carichi.

In caso di malfunzionamento degli impianti tali da determinare evidenti problemi di produzione anomala delle emissioni inquinanti bisognerà intervenire tempestivamente predisponendo la manutenzione straordinaria della macchina o provvedere alla sostituzione della stessa.

9.4. MATRICE RUMORE E VIBRAZIONI

9.4.1. Rumore

Le analisi di simulazione riportate nel precedente paragrafo **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** hanno evidenziato una trentina di ricettori in cui i livelli sonori diurni superano il limite di zona. In una quindicina di essi si ha anche un significativo incremento rispetto alla rumorosità ante operam.

Volendo procedere alla mitigazione di queste situazioni, occorre distinguere tre casi:

1. Ricettori impattati dal rumore delle sorgenti fisse e semifisse (Aree Operative, Fronti Avanzamento Lavori)
2. Ricettori impattati dal rumore originato delle piste di cantiere e/o delle strade di accesso alle stesse
3. Ricettori impattati dal flusso di primarie infrastrutture di trasporto, per i quali la situazione era già compromessa nella situazione ante-operam, e viene aggravata dall’incremento di traffico su tali infrastrutture causato dai mezzi di cantiere.

Osservando con attenzione la tabella **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**, si evince che solo alcuni dei ricettori impattati sono nella situazione n.1, ed in particolare l’impatto è causato dal F.A.L., come chiaramente mostrato dalle “occhiate” visibili nella mappa isolivello sonoro presentata al paragrafo **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**

Va osservato che il fatto che risultino impattati solo questi ricettori non deve ingannare: i fronti avanzamento lavori si muovono, e sebbene la situazione “fotografata” sia quella più critica, nel corso dello svolgimento dei lavori il movimento dei FAL può giungere ad impattare anche alcuni altri ricettori posti più o meno alla stessa distanza dalle aree di lavorazione.

Per gran parte dei restanti superamenti dei vigenti limiti di zona, invece, si osserva che siamo nella situazione n.3, ovvero la rumorosità era sostanzialmente già oltre i limiti anche nella situazione ante-operam.

Va tuttavia chiarito che tale rumorosità è causata interamente dal rumore del traffico stradale sulla viabilità esistente, e che tale rumore NON E’ pertanto soggetto al rispetto dei limiti di zona, ma dei ben più tolleranti limiti previsti dal DPR 142/2004. Pertanto al fine della valutazione della “liceità” di tali livelli sonori, il confronto andrebbe operato con tali limiti “di emissione” delle infrastrutture stradali, come è stato fatto nello Studio Acustico già più volte citato.

In questa sede rileva invece valutare se il rumore delle attività di cantiere supera o meno i limiti di zona, in quanto è rispetto ad essi che i cantieri vengono autorizzati in deroga.

Nella fase I è praticamente impossibile mitigare le piste di cantiere e le nuove strade di accesso alle stesse, in modo da garantire ovunque il rispetto dei limiti di zona suddetti, in quanto la fase I consiste appunto nella costruzione di tali piste e strade di accesso.

Solo al termine della fase I sarà possibile installare adeguate schermature mobili a protezione delle aree lambite, con funzioni antirumore, antipolvere e di sicurezza. Pertanto, per alcuni mesi (probabilmente solo 1 o 2) i ricettori precedentemente individuati saranno soggetti a rumorosità eccedente i limiti di zona, senza che sia possibile alcun intervento di mitigazione sul cammino percorso dal rumore.

Restano pertanto aperte solo due possibili strategie di mitigazione, eventualmente da utilizzarsi in sinergia:

- interventi di mitigazione diretta sulle sorgenti e sui ricettori, da realizzarsi prima di dare avvio alle attività di cantiere;
- utilizzo del meccanismo delle deroghe temporanee per attività di cantiere, solitamente subordinate ad attività compensative di vario genere a favore della popolazione esposta.

In generale, infatti, è comunque buona norma porre in essere tutti gli interventi possibili atti a limitare il più possibile i livelli di rumore determinati dalle attività di cantiere.

Viene nel seguito fornita una check-list delle azioni finalizzate a limitare la rumorosità nelle aree di cantiere, che dovranno essere attuate dalle imprese esecutrici con la massima celerità, in modo da esaurire rapidamente la fase di transitorio iniziale non mitigato.

9.4.1.1 Scelta delle macchine, delle attrezzature e miglioramento prestazioni

Per quanto riguarda la scelta delle macchine ed attrezzature di cantiere si provvederà:

- alla selezione di macchine ed attrezzature omologate in conformità alle direttive della Comunità Europea e ai successivi recepimenti nazionali, in particolare:

NORMATIVA NAZIONALE PER LE MACCHINE DA CANTIERE IN VIGORE:

- Decreto Ministeriale 28 novembre 1978, n. 588;
- Decreto Legislativo 27 gennaio 1992 n. 135 integrato dal Decreto Ministeriale del 26 agosto 1998 n. 198;
- Decreto Legislativo 27 gennaio 1992 n. 137;
- Decreto Legislativo 4 settembre 2002, n.262, Attuazione della direttiva 2000/14/CE concernente l'emissione acustica ambientale delle macchine ed attrezzature destinate a funzionare all'aperto.
- Per quanto non specificato nelle norme precedenti si applica la cosiddetta “Direttiva Macchine”, D.P.R. 24 luglio 1996 n. 459, nella parte che riguarda il livello di potenza acustica emesso dalle macchine;

NORMATIVA COMUNITARIA ANCHE SE NON RECEPITA:

- Direttiva 98/37/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 22 giugno 1998, il cui recepimento nazionale dovrebbe sostituire il DPR 459/96 “Direttiva macchine”.
- all’impiego di macchine movimento terra ed operatrici gommate piuttosto che cingolate;
- all’installazione di silenziatori sugli scarichi in particolare sulle macchine di una certa potenza;
- all’utilizzo di impianti fissi schermati (impiegando barriere antirumore o dune);
- all’utilizzo di gruppi elettrogeni e compressori di recente fabbricazione, insonorizzati alla fonte.

9.4.1.2 Manutenzione dei mezzi e delle attrezzature

Sarà prevista una manutenzione programmata del parco macchine che, all’interno del sistema di gestione, consenta:

- eliminazione degli attriti attraverso operazioni di lubrificazione;
- sostituzione dei pezzi usurati soggetti a giochi meccanici;
- controllo e serraggio delle giunzioni;
- bilanciatura delle parti rotanti delle apparecchiature per evitare vibrazioni eccessive;
- verifica della tenuta dei pannelli di chiusura dei motori;
- svolgimento di manutenzione alle sedi stradali interne alle aree di cantiere e sulle piste esterne, mantenendo la superficie stradale livellata per evitare la formazione di buche.

9.4.1.3 Modalità operazionali e predisposizione del cantiere

Nell’organizzazione dei cantieri operativi fissi, saranno garantiti:

- orientamento degli impianti che hanno una emissione direzionale in posizione di minima interferenza (ad esempio i ventilatori);
- localizzazione degli impianti fissi più rumorosi alla massima distanza dai ricettori critici o dalle aree più densamente abitate;
- utilizzo di basamenti antivibranti per limitare la trasmissione di vibrazioni al piano di calpestio, e la conseguente reirradiazione di rumore aereo;
- imposizione di direttive agli operatori tali da evitare comportamenti inutilmente rumorosi (evitare di far cadere da altezze eccessive i materiali o di trascinarli quando possono essere sollevati, divieto di utilizzo di clacson e trombe ad azionamento manuale se non in condizioni di reale pericolo, etc...);
- limitazione della presenza degli avvisatori acustici automatici (ad esempio quelli di retromarcia o di sollevamento carico), sostituendoli quando possibile con avvisatori luminosi o con altri dispositivi antinfortunistici.

9.4.1.4 Schermature ed altre opere di difesa passiva

L’installazione di schermature oppure, ove possibile, la realizzazione di alte dune, costituisce in assoluto uno degli interventi più efficaci. L’attenuazione ottenibile dipende dall’allungamento del percorso acustico diffratto rispetto al percorso acustico diretto, che si aveva senza la schermatura stessa.

Nel cap. 6.3.2. della relazione di Studio Acustico allegata al progetto dell’infrastruttura qui esaminata vengono forniti maggiori dettagli sul calcolo dell’attenuazione ottenibile da sistemi di schermature.

Si sottolinea infine come una stessa schermatura sia in generale significativamente più efficace nell’attenuare il rumore di una sorgente concentrata rispetto ad una sorgente lineare, come chiaramente mostrato dal diagramma di Maekawa, qui di seguito riportato:

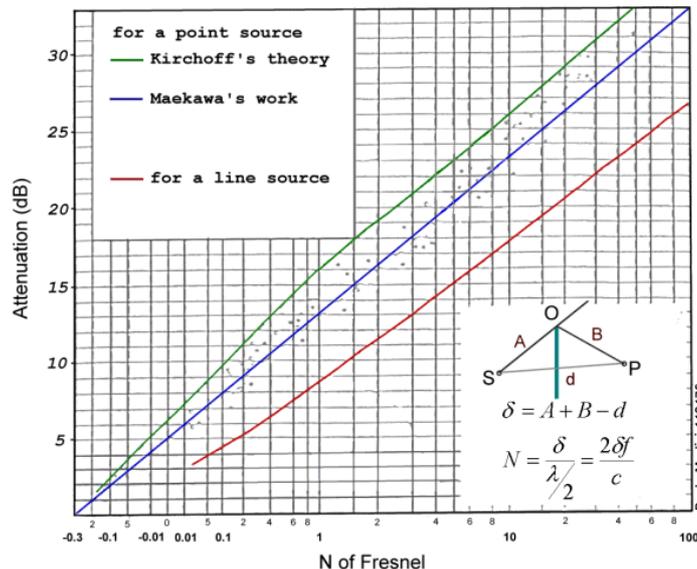


FIGURA 9.4-1 – ATTENUAZIONE IN FUNZIONE DELLA DIFFERENZA DI CAMMINO DELL’ONDA SONORA

Si osserva che la linea blu (curva di Maekawa, valida per sorgenti puntiformi) corre più alta della curva rossa (attenuazione sorgenti lineari) di circa 5 dB.

9.4.2. Vibrazioni

In conseguenza dell’analisi condotta al precedente paragrafo 5.4 si evidenzia come le aree di attività dei mezzi risultino ovunque collocate a distanze dai ricettori maggiori delle distanze limite riportate nella precedente tabella Tabella 5.4-3, per cui, salvo lavorazioni eccezionali eseguite lungo la viabilità di accesso alle aree di cantiere, causa interventi di manutenzione straordinaria resi necessari per il passaggio dei mezzi, quali ad esempio il rifacimento dei manti stradali nelle sezioni più trafficate, non si prevedono significativi impatti da vibrazioni durante le attività di cantiere. Conseguentemente non sono necessarie opere di mitigazione.

Nella presente sezione, tuttavia, si descrivono alcune procedure di mitigazione da prevedersi nel caso di lavorazioni particolari, precisando che la gran parte di interventi di mitigazione delle vibrazioni richiedono

interventi strutturali alla fonte della vibrazioni, interponendo strutture di elevatissima massa e dotate di svincoli elastici al di sotto delle sorgenti di vibrazione. Tale tipo di intervento è attuabile pertanto solo per sorgenti fisse, la cui attività sia prevista per periodi di tempo significativo, e allorché l’impatto vibrazionale causato dai lavori di scavo necessari alla realizzazione dei sistemi antivibranti sia molto inferiore all’impatto da mitigare.

Conseguentemente, le tecniche di controllo delle vibrazioni nel seguito descritte non sono applicabili a macchine da cantiere mobili, per le quali invece le uniche tecniche di limitazione delle vibrazioni utilizzabili con sicurezza consistono nel mantenere le macchine stesse ad adeguata distanza dai ricettori, e nell’impiego delle macchine in modo accorto, evitando di imporre alle stesse sollecitazioni estreme.

9.4.2.1 Sistemi antivibranti a massa flottante

Si fa qui riferimento alla teoria semplificata dei sistemi vibranti ad un solo grado di libertà, costituita da un sistema massa-molla semplice, come rappresentato nella seguente figura:

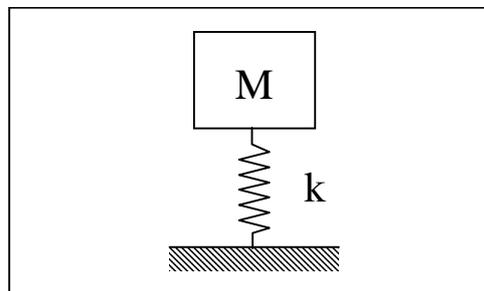


FIGURA 9.4-2 – SISTEMA MASSA-MOLLA SEMPLICE

Allorché alla base della molla il suolo anziché essere fermo assume un moto con una prescritta velocità di vibrazione (o accelerazione), la massa sospesa sopra la molla tende a seguire la stessa legge del moto, ma con velocità (o accelerazione) aumentata o ridotta di un fattore T, denominato fattore di Trasmissibilità, e quindi definito come:

$$T = \frac{v_{\text{massa}}}{v_{\text{base}}} = \frac{a_{\text{massa}}}{a_{\text{base}}}$$

Il fattore di trasmissibilità T rappresenta dunque l’effetto dello svincolo elastico: valori minori di 1 indicano attenuazione delle vibrazioni (quindi effetto isolante), mentre valori maggiori di 1 indicano incremento delle vibrazioni (quindi effetto amplificante).

Si definisca analogamente un Fattore di Trasmissibilità delle forze, sempre indicato come T, e definito, nel caso di vibrazioni forzate di una massa sospesa elasticamente su un suolo fermo, come il rapporto fra la forza eccitante applicata alla massa e quella trasmessa al suolo dalla sospensione elastica. Si dimostra matematicamente che il fattore di trasmissibilità delle forze è coincidente con il fattore di trasmissibilità delle velocità (o accelerazioni).

Ora, un sistema vibrante ad un solo grado di libertà, quale quello qui considerato, presenta una ben definita frequenza “naturale” di oscillazione libera, che può essere calcolata con la relazione:

$$f_{\text{nat}} = \frac{1}{2 \cdot \pi} \cdot \sqrt{\frac{k}{M}}$$

in cui k è la “costante elastica” della molla (in N/m) ed M è la massa (in kg).

Alla frequenza di risonanza, il fattore di Trasmissibilità presenta un picco molto forte (il valore massimo è limitato solo dal valore del coefficiente di smorzamento η). A valori inferiori alla frequenza di risonanza, il valore è comunque sempre maggiore o uguale ad 1, e solo al di sopra della frequenza di risonanza si manifesta l'effetto isolante. Per la precisione, il valore torna inferiore ad 1 ad una frequenza pari a $\sqrt{2}$ volte la frequenza naturale sopra definita, ed un efficace isolamento si esplica solo a frequenze perlomeno doppie di essa.

Solitamente il valore di T viene espresso in dB. L'espressione risultante è la seguente:

$$A = 20 \cdot \lg(T) = 10 \cdot \lg \left[\frac{1 + \eta^2}{\left(1 - \left(\frac{f}{f_{\text{nat}}} \right)^2 \right)^2 + \eta^2} \right]$$

Che viene riportata nel seguente grafico.

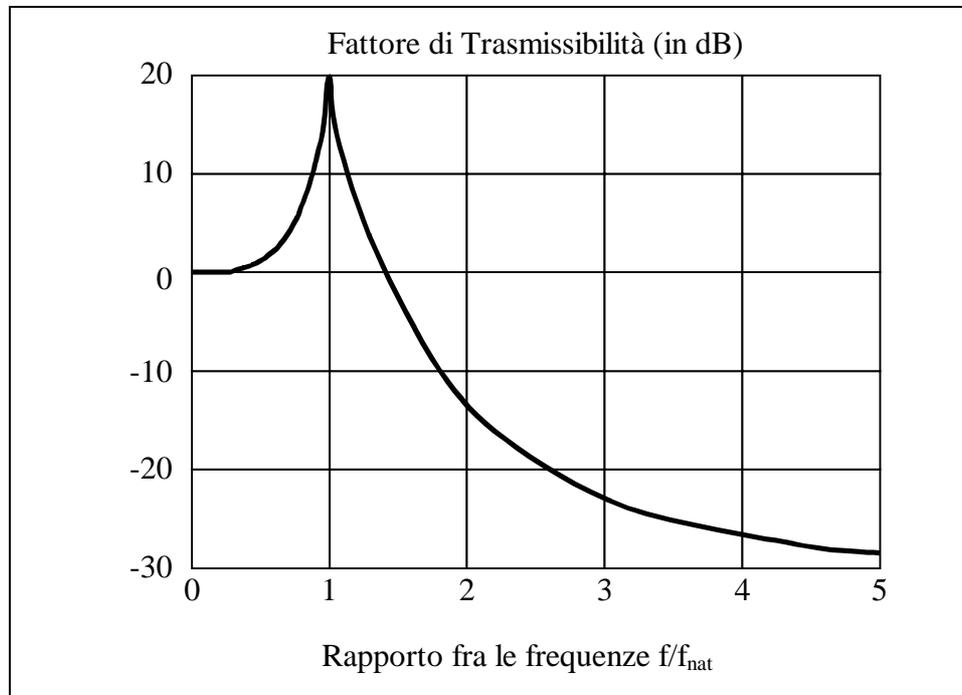


FIGURA 9.4-3 – FATTORE DI TRASMISSIBILITÀ DI UN SISTEMA AD 1 GRADO DI LIBERTÀ

Il dimensionamento di un supporto elastico costituito da una lastrina di materiale resiliente (materassino antivibrante) posta al di sotto di una massa flottante (solitamente un vasto geto o soletta di CLS) consiste dunque nella regolazione dello spessore della stessa, noti che siano il suo modulo elastico dinamico E_d , la sua area di impronta, e la massa M che grava sulla lastrina.

È infatti agevole ricavare il valore della costante elastica della molla:

$$k = \frac{E_d \cdot A}{s}$$

E, nota la frequenza del segnale disturbante da isolare, f_{dis} , ed imponendo che la stessa sia perlomeno doppia della frequenza naturale del sistema massa-molla, si ottiene:

$$s \geq \frac{E_d \cdot A}{M \cdot (\pi \cdot f_{dis})^2}$$

Si determina in tal modo lo spessore del materassino atto a fornire la necessaria cedevolezza, onde consentire alla massa sovrastante di esplicare il richiesto effetto “flottante”.

9.4.2.2 Trincee antivibrazione

Allorché non si possa intervenire alla fonte, installando la sorgente di vibrazioni su una soletta flottante, si può intervenire, anche se con minore efficacia, lungo il cammino di propagazione: se infatti si realizza una significativa discontinuità nelle proprietà geomeccaniche del terreno, una certa quota dell’energia vibrazionale non supera l’interfaccia fra i due “mezzi” con proprietà diverse, e viene riflessa indietro.

Il fenomeno è già stato descritto nel cap. 5.4.2 con riferimento alla propagazione a partire da una sorgente profonda, allorché il terreno presenta delle stratificazioni con proprietà’ diverse.

Il fenomeno avviene in egual misura nel caso si realizzi artificialmente una discontinuità su un piano verticale, scavando una trincea di adeguata profondità ed estensione longitudinale, che viene riempita di un materiale avente densità molto diversa da quella del terreno circostante (solitamente inferiore, quale argilla espansa, vermiculite, o altro inerte “leggero”).

L’ampiezza dell’onda vibrazionale che attraversa la discontinuità subisce una riduzione di un fattore F_r che vale:

$$F_r = \frac{1 + \frac{\rho_2 \cdot c_2}{\rho_1 \cdot c_1}}{2}$$

In cui ρ è la densità e c la velocità delle onde meccaniche nei due mezzi. Il fattore F_r è tanto minore di 1 quanto maggiore è la diversità fra il prodotto ρc nei due mezzi.

Poiché la realizzazione di una trincea di spessore adeguato a luogo a due superfici di discontinuità “in serie”, si ottiene una attenuazione doppia, e conseguentemente una trincea ben dimensionata può dar luogo ad attenuazioni di 6-10 dB.

Se però la trincea viene scavata a breve distanza dall’edificio ricevente da proteggere, sovente lo scavo porta a problemi maggiori di quelli che si cerca di eliminare: in particolare un scavatore in azione a breve distanza dal ricevente causa vibrazioni cospicue lui stesso, ed inoltre lo scavo della trincea comporta una perturbazione dello stato tensionale del terreno, che tende a rilasciarsi, favorendo moti di subsidenza delle fondazioni dell’edificio. Esso conseguentemente può manifestare lesioni strutturali di gravità ed estensione rilevanti, mentre il fenomeno vibratorio che si voleva attenuare ben difficilmente avrebbe potuto raggiungere livelli tali da produrre danni strutturali di tale entità.

9.4.2.3 Interventi di consolidamento al ricettore

Nel caso non sia possibile intervenire alla fonte o lungo il cammino di propagazione, restano disponibili, in casi estremi, gli interventi al ricettore. Essi sono tanti più efficaci quanto più elevato era il fenomeno di amplificazione per risonanza delle strutture esili, fenomeno già descritto nel cap. 5.4.3.

Gli interventi di consolidamento attuabili partono dalle fondamenta, ove si possono realizzare berlinesi di micropali tutt’attorno all’edificio, immorsandolo con gli strati profondi del terreno, solitamente non interessate dalla propagazione dei fenomeni vibratorii.

Dopo aver realizzato tale consolidamento, inoltre, non sono più da temere cedimenti delle fondazioni, per cui si possono realizzare trincee tutt’attorno, come descritto nel precedente sottocapitolo.

Risalendo lungo la struttura edilizia, in caso di strutture in elementi prefabbricati in CLS può essere efficace l’inserimento di elementi elastici in neoprene fra le travi e le mensole dei pilastri.

Infine, onde limitare l’amplificazione per risonanza dei solai, gli stessi possono venire irrigiditi ed appesantiti, tipicamente mediante la realizzazione di una soletta armata all’estradosso, che può essere resa collaborante, oppure svincolata dalla struttura portante mediante uno strato di materiale elastomerico, avente anche funzioni smorzanti ed anticalpestio (pavimento galleggiante). Tali interventi vanno tuttavia valutati con attenzione, in quanto da un lato possono compromettere la sicurezza statica dell’edificio, soprattutto se in zona sismica.

Dall’altro lato, questi interventi sui solai tendono in generale a spostare la frequenza di risonanza, ma non fanno scomparire il fenomeno stesso della risonanza. Si tratta dunque di vedere quale era la frequenza dominante della vibrazione disturbante, se essa era o meno coincidente con la frequenza di risonanza del solaio, e di verificare che, a seguito dello spostamento della frequenza di risonanza causato dalle modifiche strutturali, essa risulti maggiormente discosta da quella della vibrazione disturbante, in modo da evitare il fenomeno dell’accoppiamento fra le due frequenze.

9.5. MATRICE ECOLOGICA

In ragione dell’entità delle opere che caratterizzano la presente viabilità di adduzione si ritengono trascurabili gli effetti delle attività di cantiere sulla matrice ecologica. Si precisa, tuttavia, che per i potenziali impatti al sistema agricolo, saranno impiegati alcuni accorgimenti per ridurre le emissioni di polveri, quali la copertura dei camion e la bagnatura dei sedimi. Le reti idrauliche, fossi e canali irrigui e di scolo, saranno ristabilite ripristinandone la funzionalità ante-operam.

Il suolo occupato dall'area operativa, inoltre, sarà restituito all'uso agricolo seguendo alcune precise prescrizioni in merito alla conservazione accurata del terreno fertile scoticato, alle operazioni di bonifica e pulizia dell'area e agli interventi di ripristino delle condizioni di fertilità (lavorazioni agricole, fertilizzazione...), come specificato nel paragrafo successivo.

9.5.1. Interventi per il recupero agronomico dei terreni

La superficie delle aree, una volta bonificate e prima della stesura del terreno scoticato, saranno lavorate con attrezzo discissore ad organi verticali, ripuntatore o scarificatore, per una profondità di lavorazione effettiva di circa 60 cm. In nessun caso il substrato del terreno sarà portato in superficie.

Nelle zone di terreni maggiormente argillosi la ripuntatura potrà essere eseguita con ripuntatore munito di ogiva (aratro talpa) utile per migliorare il drenaggio. Successivamente si procederà alla redistribuzione degli strati superficiali del terreno accumulato, che sarà eseguita in modo uniforme sulla superficie, seguendo il piano di campagna, evitando dossi o avvallamenti. Seguirà la formazione della rete di scolo superficiale (affossature e scoline) debitamente e correttamente collegate alla rete di scolo locale e, quindi, una seconda ripuntatura del terreno. In seguito si proseguirà con la fertilizzazione del terreno mediante una concimazione chimica di base ed una distribuzione di fertilizzante organico, tese a ripristinare un livello minimo di dotazione di elementi della fertilità, fosforo, potassio e sostanza organica soprattutto.

La fertilizzazione organica sarà effettuata con letame bovino oppure liquame bovino in opportuni dosaggi. I concimi ed il fertilizzante verranno interrati mediante un'aratura superficiale (30 cm di profondità).

Se necessario, prima della consegna del terreno al proprietario ed eventualmente in accordo con questo, il terreno sarà diserbato con prodotti erbicidi.

9.6. MATRICE PAESAGGIO E PATRIMONIO STORICO CULTURALE

Considerando la prassi e la natura della ricerca e della documentazione archeologica e le caratteristiche progettuali dell'opera di adduzione D01 (ex 1PR), si ritiene che non siano necessari specifici interventi mitigativi per il patrimonio archeologico. Nella presente fase progettuale, in relazione alla valutazione di “rischio medio” espressa nel precedente paragrafo 7.1, si ritiene che, qualora emergessero strutture/depositi di interesse archeologico in fase di cantiere, sarebbe sufficiente eseguire lo scavo archeologico e tutte le operazioni di rilievo/documentazione connesse. Tali operazioni, quindi, esaurirebbero il potenziale impatto del progetto sul patrimonio archeologico.

Anche in ragione di quanto esposto nel precedente paragrafo 7.2, si evidenzia come le attività di cantiere non pregiudicano l'assetto e/o lo status di conservazione del patrimonio storico-culturale (edifici di interesse storico-testimoniale, edifici vincolati, strade storiche) che interessa il contesto territoriale di riferimento.

9.6.1. Valutazione dell’inserimento paesaggistico dell’area operativa rispetto al sistema dei vincoli dei corsi d’acqua

La valutazione dell’inserimento paesaggistico delle aree di cantiere comprende una specifica verifica relativa alle aree ricadenti all’interno del vincolo dei corsi d’acqua come definito al punto C dell’art.142 D.Lgs 42-2004.

La seguente tabella elenca pertanto tali aree di cantiere ricadenti all’interno del suddetto vincolo specificandone la tipologia e il corso d’acqua oggetto del vincolo..

Codice area di cantiere	tipologia	Corso d’acqua oggetto di Vincolo
A.O.PR-1	Area Operativa	Canalazzo Terrieri

Per ognuna tale area di cantiere sono state predisposte specifiche simulazioni fotografiche al fine di verificarne gli impatti sul paesaggio, l’insieme di tali simulazioni virtuali è inserito nella relazione paesaggistica a cui si rimanda per gli opportuni approfondimenti e per il riscontro degli interventi di inserimento paesaggistico previsti per tali aree.

Anche a valle di tale attività si evidenzia come l’area risulti un’area operativa circoscritta e a forte carattere di temporaneità in quanto finalizzata unicamente alla realizzazione di manufatti o opere d’arte, tale area non prevede pavimentazioni né sistemi di raccolta o trattamento delle acque e non vi sono stati riscontrati impatti sulle altre componenti ambientali tali da richiedere interventi di mitigazione specifici.



AUTOSTRADA
REGIONALE
CISPADANA

REGIONE EMILIA ROMAGNA

AUTOSTRADA REGIONALE CISPADANA
dal casello di Reggiolo-Rolo sulla A22 al casello di Ferrara Sud sulla A13

PROGETTO DEFINITIVO

**VIABILITÀ DI ADDUZIONE AL SISTEMA AUTOSTRADALE – D01 (EX1PR)
RIQUALIFICAZIONE DELLA SP N°72 “PARMA-MEZZANI”**

**CANTIERIZZAZIONE – DEFINIZIONE DELLA CANTIERIZZAZIONE DELL’OPERA
LOCALIZZAZIONE DEI CANTIERI
RELAZIONE**

ALLEGATO 1 – MAPPATURE DELLE ISOFONICHE

LEGENDA

TERRITORIO

- +++++ CONFINI REGIONALI
- - - - - CONFINI PROVINCIALI
- CONFINI COMUNALI



CORSI D'ACQUA E PRESENZE IDROGRAFICHE PRINCIPALI

INFRASTRUTTURE ESISTENTI

- AUTOSTRADE
- FERROVIE

INFRASTRUTTURE DI PROGETTO

- TRACCIATO AUTOSTRADALE DI PROGETTO
- INTERVENTI LOCALI DI COLLEGAMENTO VIARIO AL SISTEMA AUTOSTRADALE
- VIABILITÀ DI ADDUZIONE AL SISTEMA AUTOSTRADALE

PROTEZIONI ANTIFONICHE

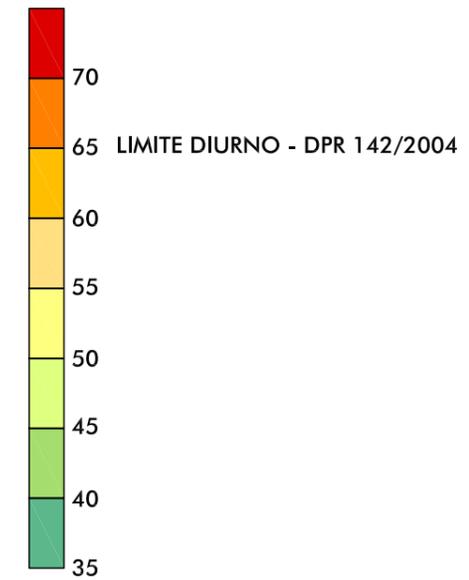
- BARRIERE ANTIRUMORE

ARRE DI CANTIERE

- AREE DI CANTIERE

MAPPATURA DELLE ISOFONICHE

LIVELLO DI RUMORE LEQ DIURNO IN DB (A)

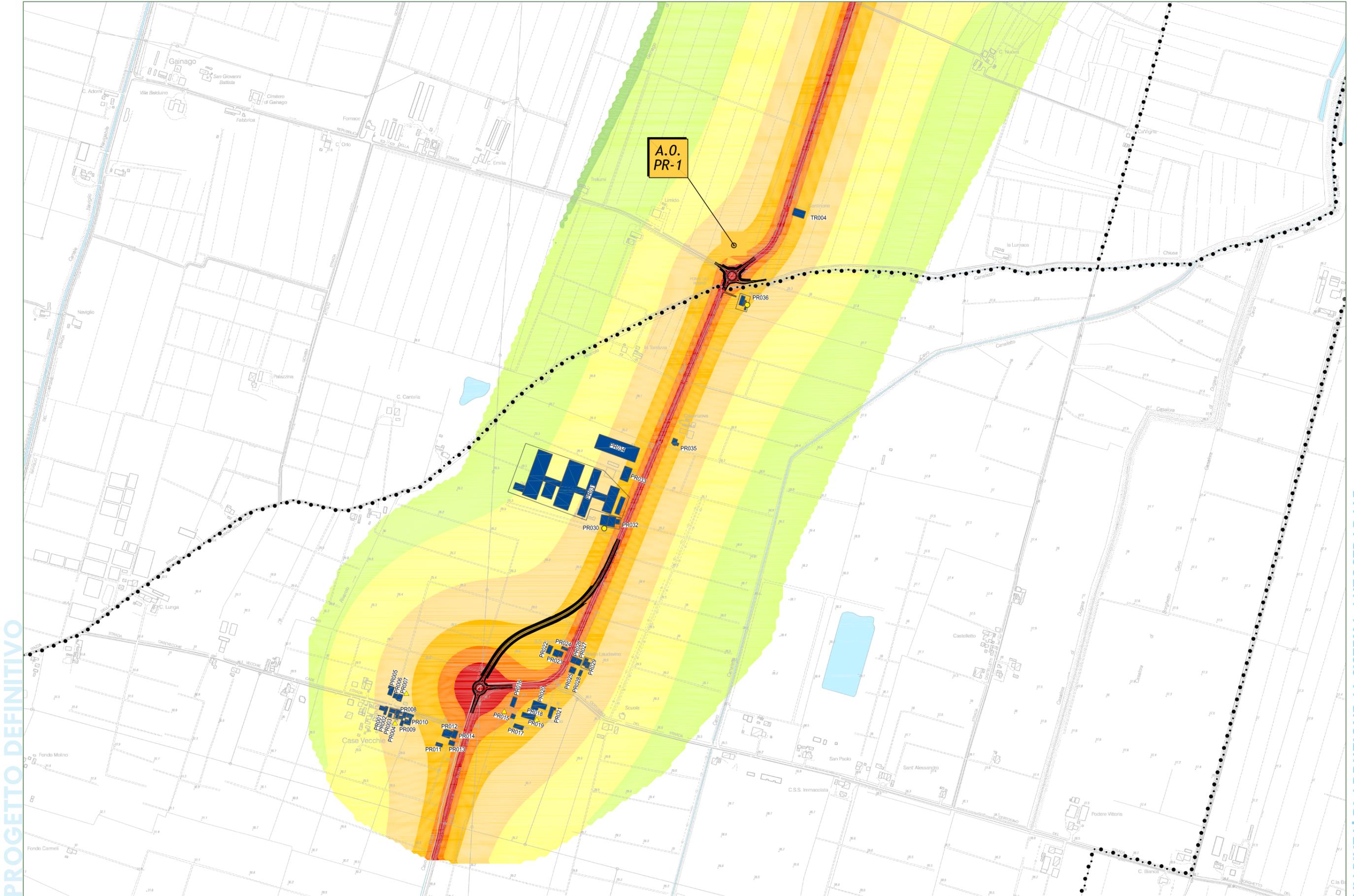


RICETTORE OGGETTO DI CENSIMENTO

NV007

SIGLA COMUNE E NUMERO PROGRESSIVO

- BN BONDENO (FE)
- BR BRESCELLO (RE)
- CT CENTO (FE)
- CN CONCORDIA (MO)
- FR FERRARA (FE)
- FN FINALE EMILIA (MO)
- GS GUASTALLA (RE)
- LZ LUZZARA (RE)
- MD MEDOLLA (MO)
- MB MIRABELLO (FE)
- MR MIRANDOLA (MO)
- MZ MEZZANI (PR)
- NV NOVI DI MODENA (MO)
- PR PARMA (PR)
- PG POGGIO RENATICO (FE)
- RG REGGIOLO (RE)
- RL ROLO (RE)
- SN SAN FELICE SUL PANARO (MO)
- SP SAN POSSIDONIO (MO)
- SG SANT'AGOSTINO (FE)
- SR SORBOLO (PR)
- TR TORRILE (PR)

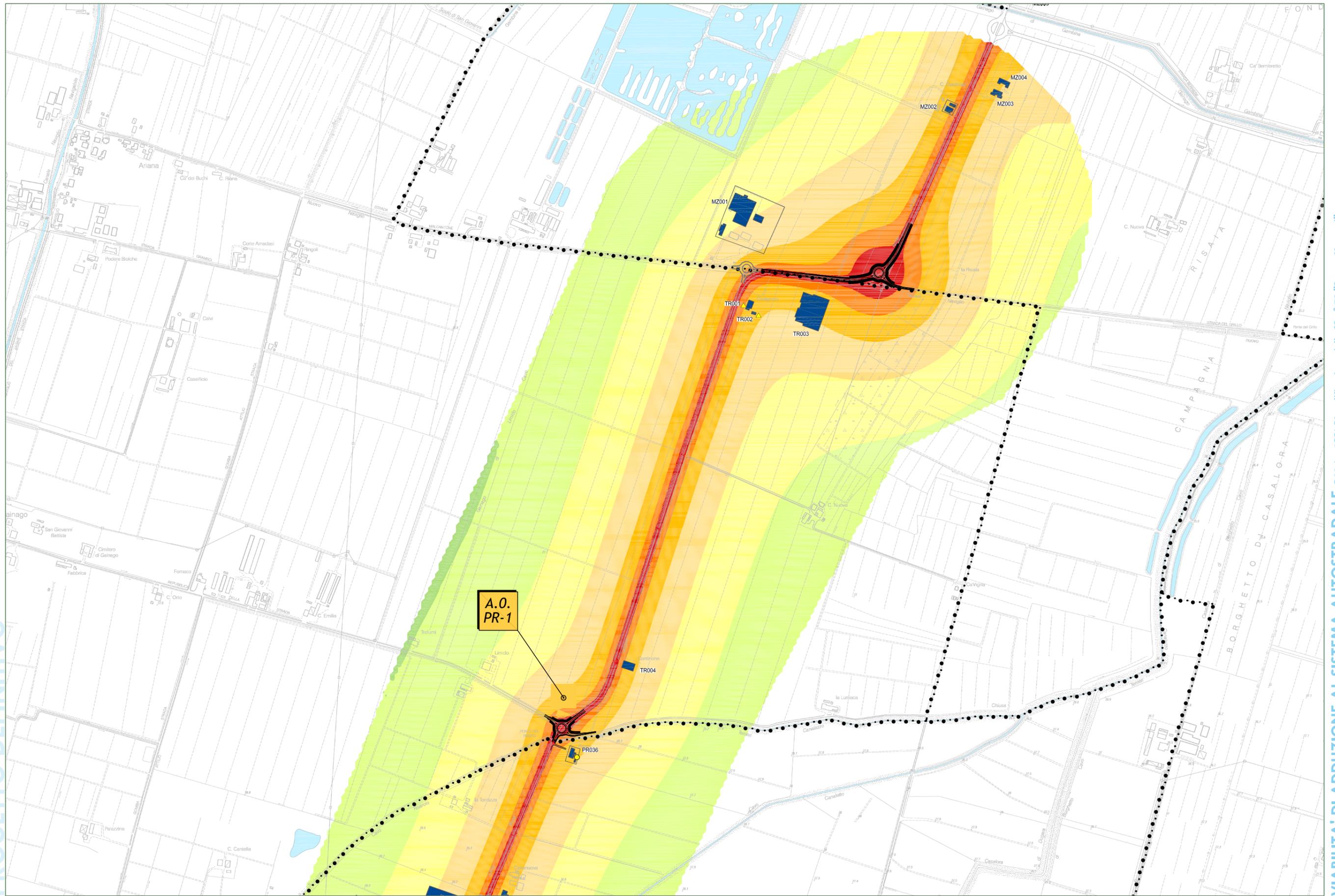


PROGETTO DEFINITIVO

VIABILITA' DI ADDUZIONE AL SISTEMA AUTOSTRADALE D01 (ex 1PR) Riquilificazione della SP n° 72 "Parma-Mezzani"
CANTIERIZZAZIONE - DEFINIZIONE DELLA CANTIERIZZAZIONE DELL'OPERA

LOCALIZZAZIONE CANTIERI
RELAZIONE
ALLEGATO 1: MAPPATURA DELLE ISOFONICHE DURANTE LA FASE DI CANTIERE - PLANIMETRIA 1/2

PROGETTO DEFINITIVO



VIABILITA' DI ADDUZIONE AL SISTEMA AUTOSTRADALE D01 (ex 1PR) Riqualificazione della SP n° 72 "Parma-Mezzani"
CANTIERIZZAZIONE - DEFINIZIONE DELLA CANTIERIZZAZIONE DELL'OPERA

LOCALIZZAZIONE CANTIERI
RELAZIONE

ALLEGATO 1: MAPPATURA DELLE ISOFONICHE DURANTE LA FASE DI CANTIERE - PLANIMETRIA 2/2