



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

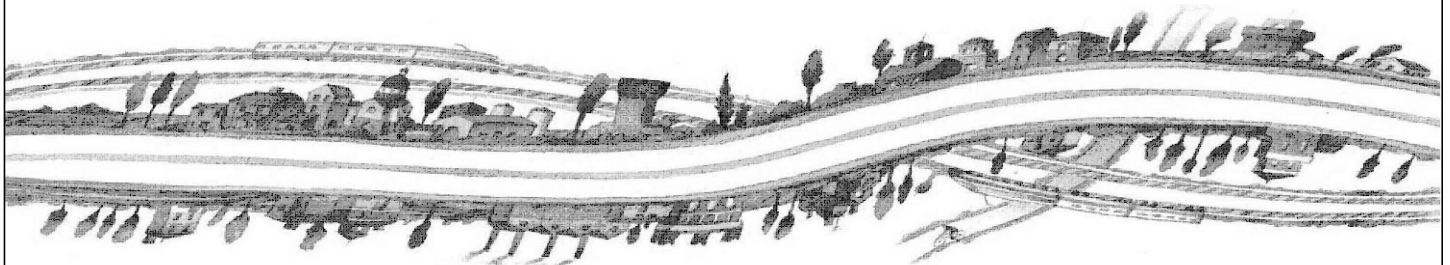
CODICE C.U.P. E81B08000060009

PROGETTO DEFINITIVO

**ASSE AUTOSTRADALE (COMPRESIVO DEGLI INTERVENTI LOCALI
DI COLLEGAMENTO VIARIO AL SISTEMA AUTOSTRADALE)
CANTIERIZZAZIONE - DEFINIZIONE DELLA CANTIERIZZAZIONE DELL'OPERA**

LOCALIZZAZIONE CANTIERI

RELAZIONE



PROGETTISTA
Ing. Filippo Viaro
Albo degli Ingegneri di Parma n. 827
N° 827

TECNICO COMPETENTE IN ACUSTICA

Ing. Angelo Farina
Tecnico Competente in Acustica Ambientale
DD Regione Emilia Romagna n. 1394 del 9/11/1998
ENTECA n. 5715 del 10/12/2018

**RESPONSABILE INTEGRAZIONE
PRESTAZIONI SPECIALISTICHE**

Ing. Antonio Anania
Albo Ing. Perugia n° A2574

Dott. Ing. Antonio Anania
IMPRESA PIZZAROTTI & C. S.p.A.
Iscritto ordine Ingegneri di Perugia n. A2574

IL CONCESSIONARIO

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

G					
F					
E					
D					
C					
B	01.08.2019	EMISSIONE PER OTTEMPERANZA DECRETO VIA DEL 25.07.2017	CATTANI	VIARO	ANANIA
A	12.04.2012	EMISSIONE	CATTANI	BECCARELLI	SALSI
REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDAZIONE	CONTROLLO	APPROVAZIONE

IDENTIFICAZIONE ELABORATO

NUM. Progr. FASE LOTTO GRUPPO CODICE OPERA WBS TRATTO OPERA AMBITO TIPO ELABORATO PROGRESSIVO REV.

3528 PD 0 000 OKK00 0 KK RT 01 B

DATA: **AGOSTO 2019**

SCALA: -

INDICE

1. DESCRIZIONE GENERALE DEL PROCESSO DI CANTIERIZZAZIONE.....	7
1.1. OBIETTIVI DEL PROCESSO DI CANTIERIZZAZIONE	7
1.2. INDIVIDUAZIONE DEGLI AMBITI DI CANTIERIZZAZIONE	7
1.3. CORRELAZIONE DEL PROCESSO DI CANTIERIZZAZIONE CON IL PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	12
2. PIANIFICAZIONE GENERALE DEL PROCESSO DI CANTIERIZZAZIONE	14
2.1. PROGRAMMAZIONE DELLE TEMPISTICHE REALIZZATIVE E DELLE MODALITÀ OPERATIVE	15
2.2. DESCRIZIONE DEI CRITERI ADOTTATI PER IL DIMENSIONAMENTO DEI CANTIERI	24
2.3. DESCRIZIONE DELLE VIABILITÀ DI CANTIERE E PIANO DEI TRASPORTI	28
2.3.1. Percorsi di cantiere.....	31
2.3.1.1 <i>Percorsi di cantiere coincidenti con la viabilità maggiore e minore esistente</i>	34
2.3.1.2 <i>Piste di cantiere</i>	38
2.3.1.3 <i>Attraversamenti provvisori dei corsi d'acqua naturali</i>	41
2.3.1.4 <i>I nodi delle viabilità di cantiere con le viabilità esistenti</i>	49
2.3.2. Frequenze dei mezzi operativi nelle differenti fasi realizzative	49
2.3.2.1 <i>Frequenze dei mezzi di cantiere relativamente all'Ambito Operativo 1</i>	53
2.3.2.2 <i>Frequenze dei mezzi di cantiere relativamente all'Ambito Operativo 2</i>	58
2.4. UBICAZIONE E CARATTERISTICHE FUNZIONALI DEI CANTIERI	64
2.4.1. Localizzazione e tipologia funzionale delle aree di cantiere	64
2.4.1.1 <i>Campi base</i>	64
2.4.1.2 <i>Aree di stoccaggio per il deposito temporaneo dei materiali inerti</i>	69
2.4.1.3 <i>Aree operative</i>	71
2.4.2. Descrizione degli edifici e degli impianti a servizio dei cantieri.	73
2.4.2.1 <i>Reti tecnologiche a servizio delle aree di cantiere</i>	76
2.4.2.2 <i>Descrizione delle singole attività presenti in cantiere</i>	77
2.4.2.3 <i>Modalità di pulizia degli ambienti</i>	80
2.4.3. Descrizione dei tipi di mezzi o veicoli utilizzati per l'esecuzione delle opere	80
3. MATRICE SUOLO E SOTTOSUOLO	85
3.1. DESCRIZIONE DEI VOLUMI E DELLE TIPOLOGIE DEGLI INERTI DI CAVA.....	85
3.1.1. Tipologie di inerti	85
3.1.1.1 <i>Inerti da rilevato</i>	85
3.1.1.2 <i>Materiali per dreni</i>	87
3.1.1.3 <i>Inerti per calcestruzzi e conglomerati bituminosi</i>	87
3.1.1.4 <i>Terreno vegetale</i>	87
3.1.2. Bilancio materiali e quadro riepilogativo dei fabbisogni di inerti.....	87
3.2. LOCALIZZAZIONE E DESCRIZIONE DELLE TIPOLOGIE DI CAVA	88
3.2.1. Indicazioni in merito al piano di gestione dei materiali.....	91

3.2.2.	Considerazioni in merito alla possibile ottimizzazione localizzativa e/o produttiva dei poli estrattivi.....	93
4.	MATRICE ACQUE SUPERFICIALI E SOTTERRANEE	97
4.1.	ACQUE SUPERFICIALI	97
4.1.1.	Descrizione delle quantità, delle tipologie e delle modalità di approvvigionamento della risorsa idrica.....	97
4.1.1.1	<i>Tipologia e caratteristiche delle acque utilizzate nei cantieri.....</i>	97
4.1.1.2	<i>Sistemi di approvvigionamento e distribuzione nei cantieri.....</i>	98
4.1.1.3	<i>Volumi e portate richieste.....</i>	100
4.1.2.	Descrizione delle modalità di smaltimento di reflui ed acque di scorrimento dei cantieri.....	107
4.1.2.1	<i>Attività e lavorazioni previste nei cantieri.....</i>	107
4.1.2.2	<i>Caratterizzazione delle acque reflue e di scorrimento.....</i>	109
4.1.2.3	<i>Sistemi di raccolta e trasporto dei reflui.....</i>	110
4.1.2.4	<i>Sistemi di depurazione dei reflui civili ed industriali.....</i>	123
4.1.2.5	<i>Laminazione delle acque di cantiere scaricate.....</i>	125
4.1.3.	Schede di sintesi degli scarichi.....	128
4.1.4.	Potenziati impatti in fase di cantiere	129
4.2.	ACQUE SOTTERRANEE	130
4.2.1.	Potenziati impatti in fase di cantiere	130
4.2.1.1	<i>Macrozona 1</i>	131
4.2.1.2	<i>Macrozona 2</i>	132
4.2.1.3	<i>Valutazioni sui prelievi da falda.....</i>	133
5.	MATRICE ATMOSFERA.....	144
5.1.	IMPOSTAZIONE E METODOLOGIA DI ANALISI.....	144
5.1.1.	Individuazione delle sorgenti di emissione	144
5.1.2.	Emissioni da mezzi d'opera.....	145
5.1.3.	Emissioni da attività di transito mezzi lungo piste asfaltate e non asfaltate.....	147
5.1.3.1	<i>Analisi del fenomeno.....</i>	147
5.1.3.2	<i>Piste e piazzali di transito sterrati o non pavimentati/asfaltati</i>	147
5.1.3.3	<i>Piste e piazzali di transito pavimentati/asfaltati e viabilità pubblica.....</i>	148
5.1.4.	Emissioni da aree di stoccaggio, da attività di costituzione cumuli e ripresa di materiale da cumuli.....	148
5.1.5.	Emissioni da attività di scavo e movimento terra.....	150
5.1.6.	Emissioni da attività di realizzazione di pali.....	151
5.1.7.	Emissioni da attività di demolizioni con martello demolitore idraulico (scapitozzatura pali e/o fondazioni).....	151
5.1.8.	Emissioni da attività di frantumazione inerti e/o macerie con frantoi mobili.....	152
5.1.9.	Emissioni da attività di stabilizzazione a calce dei rilevati	152
5.1.10.	Emissioni da attività di posa del manto stradale.....	153
5.1.11.	Emissioni da attività di conduzione di impianti di betonaggio	156
5.1.12.	Stima quantitativa delle emissioni in atmosfera e valutazione modellistica delle concentrazioni al suolo.....	158
5.1.12.1	<i>Stima delle emissioni</i>	158

5.1.12.2	Modello di simulazione.....	159
5.1.12.3	Scenario meteorologico.....	161
5.2.	EMISSIONI IN ATMOSFERA DOVUTE ALLE AZIONI DI CANTIERE	172
6.	MATRICE RUMORE E VIBRAZIONI	174
6.1.	IMPOSTAZIONE E METODOLOGIA DI ANALISI DEL RUMORE	174
6.2.	PRODUZIONE DI RUMORE IN FASE DI CANTIERE	185
6.2.1.	Traffico veicolare di cantiere.....	185
6.2.2.	Valutazione dei livelli sonori in fase di cantiere – calcolo “per punti”.....	188
6.2.3.	Valutazione dei livelli sonori in fase di cantiere – Mappatura isolivello sonoro.....	217
6.2.4.	Valutazione del rumore prodotto dal Fronte Avanzamento Lavori (FAL).....	218
6.2.4.1	Isofoniche di emissione.....	220
6.3.	IMPOSTAZIONE E METODOLOGIA DI ANALISI DELLE VIBRAZIONI.....	222
6.3.1.	Premessa	222
6.3.2.	Normativa sulle Vibrazioni	223
6.3.3.	Misura delle vibrazioni: descrittori fisici.....	224
6.3.4.	Analisi tecnica dei limiti di accettabilità delle vibrazioni sulla base delle norme UNI vigenti	226
6.4.	VALUTAZIONE DELL'IMPATTO VIBRAZIONALE DEI CANTIERI	231
6.4.1.	Generazione delle vibrazioni	232
6.4.2.	Propagazione delle vibrazioni.....	237
6.4.3.	Attenuazioni ed amplificazioni nella struttura degli edifici	242
6.4.4.	Valutazione della propagazione delle vibrazioni nel terreno.....	246
7.	MATRICE ECOLOGICA.....	252
7.1.	DESCRIZIONE DEI POTENZIALI IMPATTI DERIVANTI DALLE AZIONI DI CANTIERE SULLA VEGETAZIONE, LA FLORA, LA FAUNA E GLI ECOSISTEMI	252
7.1.1.	Ambito Operativo 1.....	252
7.1.2.	Ambito operativo 2.....	260
7.2.	DESCRIZIONE DEI POTENZIALI IMPATTI DERIVANTI DALLE AZIONI DI CANTIERE SUL SISTEMA AGROALIMENTARE	268
8.	MATRICE PAESAGGIO E PATRIMONIO STORICO CULTURALE	271
8.1.	VALUTAZIONE DEI POTENZIALI IMPATTI IN FASE DI CANTIERE PER IL PATRIMONIO STORICO CULTURALE	271
8.2.	VALUTAZIONE DEI POTENZIALI IMPATTI IN FASE DI CANTIERE PER IL PAESAGGIO	280
8.2.1.	Ambito operativo 1.....	281
8.2.2.	Ambito operativo 2.....	288
9.	PRODUZIONE DI RIFIUTI IN FASE DI CANTIERE	295
9.1.	DESCRIZIONE DELLE QUANTITÀ E DEL TIPO DI MATERIALI DI RISULTA DEI CANTIERI	295
9.1.1.	Reflui.....	295
9.1.2.	Materiali di scavo.....	295

9.1.3.	Materiali derivanti dalla dismissione delle aree di cantiere	296
9.1.4.	Materiali derivanti dalle demolizioni	297
9.1.5.	Rifiuti urbani (RU)	299
9.1.5.1	<i>Gestione degli olii esausti, combustibili e delle sostanze pericolose</i>	302
9.2.	SITI DI CONFERIMENTO	306
10.	PRINCIPALI INTERVENTI DI MITIGAZIONE ADOTTATI IN FASE DI CANTIERE	308
10.1.	MATRICE SUOLO E SOTTOSUOLO	308
10.1.1.	Stabilizzazione a calce	309
10.2.	MATRICE ACQUE SUPERFICIALI E SOTTERANEE	311
10.2.1.	Acque superficiali	311
10.2.2.	Acque sotterranee	312
10.3.	MATRICE ATMOSFERA	313
10.3.1.	Generalità inquinamento da particolati	313
10.3.2.	Interventi di mitigazione di carattere generale	317
10.3.2.1	<i>Scelte localizzative</i>	317
10.3.2.2	<i>Formazione delle maestranze</i>	318
10.3.3.	Interventi di mitigazione delle emissioni dovute al transito di mezzi lungo piste/piazzali asfaltati e non asfaltati	319
10.3.3.1	<i>Riduzione delle superfici non asfaltate e/o corretta realizzazione</i>	319
10.3.3.2	<i>Barriere antipolvere</i>	327
10.3.3.3	<i>Velocità e gestione dei transiti dei mezzi d'opera</i>	330
10.3.3.4	<i>Bagnatura di piste e piazzali</i>	331
10.3.3.5	<i>Pulizia di piste, piazzali, tratti di viabilità pubblica</i>	334
10.3.3.6	<i>Pulizia dei pneumatici dei mezzi</i>	336
10.3.4.	Interventi di mitigazione delle emissioni da aree di stoccaggio di terre ed inerti e dalle operazioni di costituzione di cumuli e ripresa di materiale da cumuli;	340
10.3.4.1	<i>Ottimizzazione delle modalità di creazione dei cumuli</i>	340
10.3.4.2	<i>Copertura dei cumuli</i>	341
10.3.4.3	<i>Bagnatura dei cumuli e predisposizione di impianti a pioggia</i>	341
10.3.4.4	<i>Barriere antipolvere</i>	343
10.3.4.5	<i>Strutture di confinamento e utilizzo di cannoni nebulizzatori per le dispersioni</i>	343
10.3.5.	Interventi di mitigazione delle emissioni da attività di scavo, carico e movimento terra o di movimento e posa terre	345
10.3.5.1	<i>Attività di scavo e carico terre, inerti e macerie da demolizione: irrorazione materiale polverulento</i> ...	345
10.3.5.2	<i>Attività di scavo e carico terre, inerti e macerie da demolizione: riduzione della caduta dall'alto del materiale</i>	345
10.3.5.3	<i>Attività di scavo e carico terre, inerti e macerie da demolizione: utilizzo di ugelli nebulizzatori a bordo macchina</i>	346
10.3.5.4	<i>Attività di movimentazione di terre, inerti e macerie da demolizione: protezione del carico e riduzione delle velocità di marcia</i>	347
10.3.5.5	<i>Attività di movimentazione di terre, inerti e macerie da demolizione: carrozzeria dei mezzi e utilizzo di sistemi di abbattimento mediante ugelli nebulizzatori</i>	348
10.3.6.	Interventi di mitigazione delle emissioni da attività di realizzazione di pali	349
10.3.6.1	<i>Realizzazione di pali: riduzione dell'altezza di caduta dello sfrido</i>	349
10.3.6.2	<i>Realizzazione di pali: abbattimento ad umido delle emissioni, utilizzo di loading spout e confinamento con barriere antipolvere</i>	350

10.3.7. Interventi di mitigazione delle emissioni da attività di demolizione con martello frantumatore idraulico (scapitozzatura).....	353
10.3.7.1 <i>Abbattimento ad umido</i>	353
10.3.8. Interventi di mitigazione delle emissioni da attività di frantumazione inerti e macerie con frantoi mobili.....	356
10.3.8.1 <i>Soluzioni di tipo primario per frantoi mobili</i>	356
10.3.8.2 <i>Soluzioni di tipo secondario per frantoi mobili</i>	358
10.3.9. Interventi di mitigazione delle emissioni da attività di stabilizzazione a calce dei rilevati.....	358
10.3.9.1 <i>Stoccaggio prodotti di trattamento</i>	361
10.3.9.2 <i>Spargimento prodotti di trattamento</i> :.....	361
10.3.9.3 <i>Miscelazione del prodotto con il terreno</i> :.....	362
10.3.10. Interventi di mitigazione delle emissioni da attività di posa del manto stradale	363
10.3.11. Interventi di mitigazione delle emissioni da attività di conduzione di impianti di betonaggio.....	365
10.3.11.1 <i>Interventi di tipo primario e secondario di tipo generale</i>	365
10.3.11.2 <i>Interventi di tipo primario e secondario relativi al conferimento delle materie prime</i>	365
10.3.11.3 <i>Interventi di tipo primario e secondario relativi allo stoccaggio in cumuli delle materie prime</i>	366
10.3.11.4 <i>Interventi di tipo primario e secondario relativi al trasferimento di materiali tra parti di impianto</i>	367
10.3.11.5 <i>Interventi di tipo primario e secondario relativi al conferimento dei prodotti finali</i>	367
10.3.11.6 <i>Ulteriori interventi di tipo secondario relativi al conferimento di miscele secche</i>	368
10.4. MATRICE RUMORE E VIBRAZIONI	371
10.4.1. Rumore.....	371
10.4.1.1 <i>Scelta delle macchine, delle attrezzature e miglioramento prestazioni</i>	373
10.4.1.2 <i>Manutenzione dei mezzi e delle attrezzature</i>	373
10.4.1.3 <i>Modalità operazionali e predisposizione del cantiere</i>	374
10.4.1.4 <i>Schermature ed altre opere di difesa passiva</i>	374
10.4.1.5 <i>Mitigazione antirumore dei cantieri mobili (F.A.L.)</i>	377
10.4.1.6 <i>Acquisiti silenziosi ("buy quiet" program)</i>	378
10.4.1.7 <i>Esempio 1</i>	381
10.4.1.8 <i>Esempio 2</i>	381
10.4.1.9 <i>Formazione delle maestranze e procedure silenziose</i>	381
10.4.1.10 <i>Barriere antirumore mobili</i>	383
10.4.2. Vibrazioni.....	383
10.4.2.1 <i>Sistemi antivibranti a massa flottante</i>	384
10.4.2.2 <i>Interventi di consolidamento al ricettore</i>	387
10.5. MATRICE ECOLOGICA	387
10.5.1. Interventi per il recupero agronomico dei terreni	388
10.5.1.1 <i>Condizioni di lavoro generali</i>	388
10.5.1.2 <i>Scoticamento e gestione dei cumuli di terreno</i>	388
10.5.1.3 <i>Interventi per il ripristino agronomico</i>	389
10.5.1.4 <i>Lavori preliminari e di bonifica</i>	389
10.5.1.5 <i>Lavorazioni e concimazione del terreno</i>	389
10.6. MATRICE PAESAGGIO E PATRIMONIO STORICO CULTURALE	390
10.6.1. Mitigazioni paesaggistiche delle aree di cantiere	390
10.6.2. Valutazione dell'inserimento paesaggistico delle aree di cantiere rispetto al sistema dei vincoli dei corsi d'acqua	393
10.6.3. Mitigazioni per il patrimonio archeologico.....	395
ALLEGATO 1 – FASCE DI RISPETTO OPERE DI CAPTAZIONE	398

ALLEGATO 2 – MAPPATURA DELLE ISOFONICHE	399
ALLEGATO 3 – MAPPATURA EMISSIONI IN ATMOSFERA.....	400

1. DESCRIZIONE GENERALE DEL PROCESSO DI CANTIERIZZAZIONE

Il presente documento descrive il progetto di cantierizzazione relativo all'Autostrada Cispadana, dal casello di "Reggiolo-Rolo" sulla "A22" al casello di "Ferrara Sud" sulla "A13", nel suo complesso, analizzando per ogni fase operativa la programmazione delle tempistiche realizzative, i criteri adottati per il dimensionamento dei cantieri, le pertinenze in termini di attrezzature fisse, mezzi d'opera, addetti ed il piano di utilizzazione dei materiali. In particolare la presente revisione è stata emessa al fine di ottemperare al quadro prescrittivo formulato nell'ambito del **Decreto VIA n°0000190 del 25/07/2017**.

1.1. OBIETTIVI DEL PROCESSO DI CANTIERIZZAZIONE

Il progetto di cantierizzazione relativo alla realizzazione del presente raccordo autostradale è stato elaborato con la priorità di conseguire i seguenti obiettivi:

- apportare puntuali ottimizzazioni alla fase di cantiere dell'opera a seguito del maggiore dettaglio ed approfondimento del progetto autostradale, in virtù dell'ottemperanza al succitato quadro prescrittivo;
- assicurare la completa compatibilità ambientale della fase realizzativa dell'opera in oggetto;
- definire un corretto processo di cantierizzazione che, da un lato tenesse conto delle esigenze realizzative dell'infrastruttura e dall'altro salvaguardasse i caratteri ambientali del contesto territoriale interessato dai lavori in accordo al quadro di pareri espressi durante l'iter autorizzativo del progetto.

1.2. INDIVIDUAZIONE DEGLI AMBITI DI CANTIERIZZAZIONE

Il processo di cantierizzazione è stato pianificato in relazione sia all'analisi puntuale delle caratteristiche localizzative, costruttive e dei fabbisogni generati da ogni singolo intervento relativo ai lavori di realizzazione dell'Autostrada Regionale, nonché alla necessità di rispettare le tempistiche realizzative. È bene precisare, quindi, che si sono considerati, in modo strettamente connesso all'asse autostradale, anche i processi di realizzazione delle opere infrastrutturali di adduzione e collegamento al sistema autostradale, che costituiscono le varianti alle viabilità locali, interferite direttamente, ovvero previste quale potenziamento dell'intero sistema della mobilità locale, che dovrà interagire con la nuova infrastruttura di progetto.

Queste opere presentano una forte e diretta relazione funzionale e localizzativa con l'ambito territoriale interessato dalla presenza e dall'esercizio del raccordo autostradale di progetto, pertanto le viabilità che integrano il sistema di accessibilità al nuovo corridoio autostradale, sono direttamente coinvolte dal processo di cantierizzazione dell'infrastruttura ed interessate dalle medesime opere di mitigazione ambientale.

Valutando la localizzazione delle suddette opere infrastrutturali è possibile cogliere la sinergia funzionale che esse potranno esprimere relazionandosi con la nuova Autostrada Regionale Cispadana.

Per le viabilità di adduzione al sistema autostradale, in ragione della contemporaneità realizzativa, non sono state individuate nuove aree di cantiere di tipo logistico rispetto a quelle relative all'autostrada e già presenti all'interno della fase operativa di cui fanno parte.

In relazione a questo aspetto, è stato possibile individuare un processo di cantierizzazione di tali opere infrastrutturali strettamente condiviso con quello del tracciato autostradale. Per alcune di esse (viabilità di adduzione), soprattutto in virtù del fatto che interessano ambiti territoriali non direttamente interferiti dal tracciato autostradale, sono stati sviluppati specifici approfondimenti all'interno del Progetto Definitivo, con il fine di agevolare, non solo l'accesso alla documentazione relazionale e grafica, ma anche l'acquisizione dei contenuti progettuali secondo un processo logico e propedeutico alla corretta verifica dei potenziali impatti legati alle singole opere.

Nelle successive Figura 1-1 e Figura 1-2 sono schematizzate, graficamente, le suddivisioni del tracciato autostradale e delle relative opere infrastrutturali di adduzione/collegamento, secondo i differenti Ambiti Operativi previsti nel processo di realizzazione della presente Autostrada Regionale.

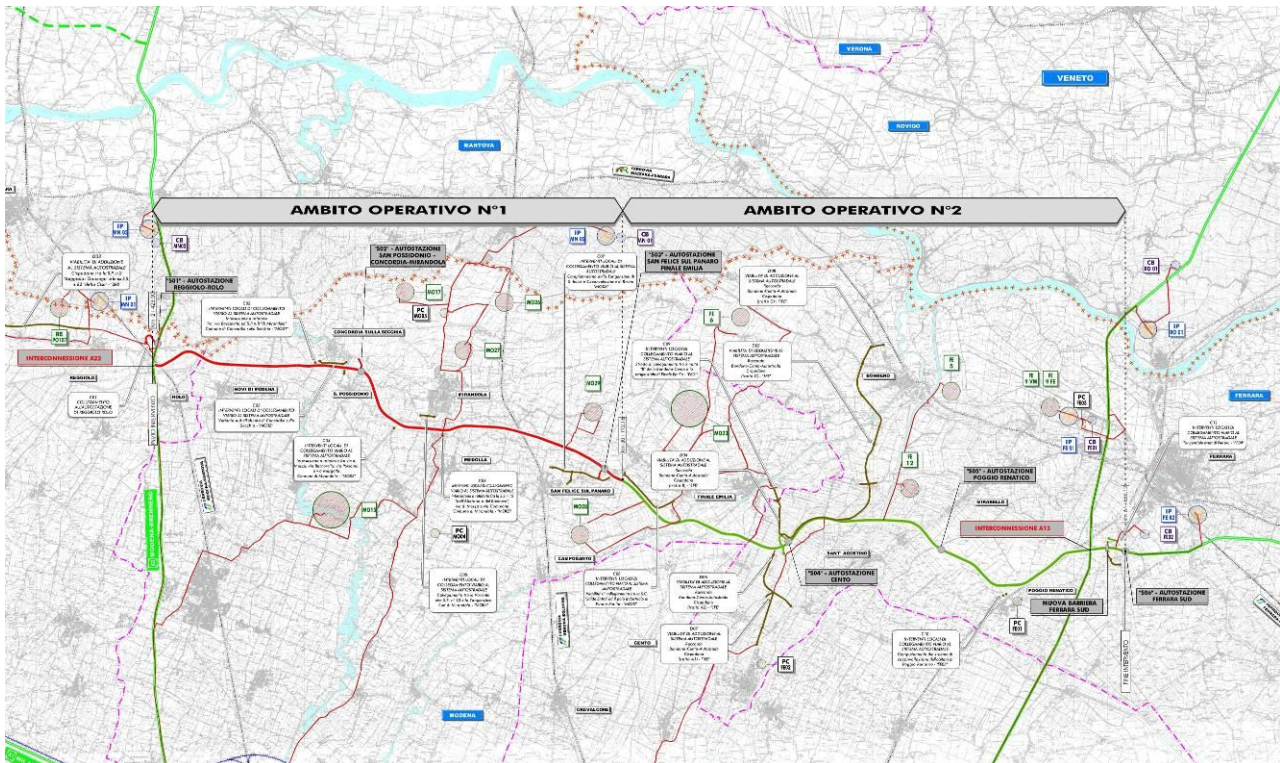


FIGURA 1-1 – SUDDIVISIONE DEL TRACCIATO AUTOSTRADALE IN AMBITI OPERATIVI
 (ESTRATTO DALL'ELAB. PD_0_000_0KK00_0_KK_IT_01)

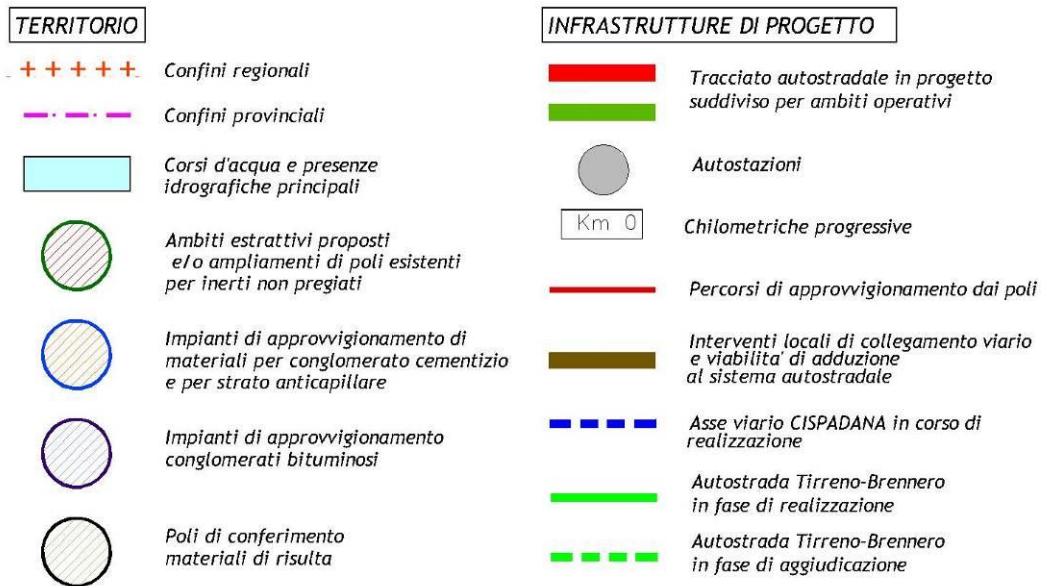


FIGURA 1-2 – LEGENDA PER IDENTIFICARE I TRATTI DEL TRACCIATO AUTOSTRADALE E LE OPERE DI ADDUZIONE

Le due figure precedenti evidenziano come l'ottimizzazione del processo di cantierizzazione si basi sull'articolazione in due ambiti operativi, come descritto nel seguito:

- **AMBITO OPERATIVO 1** – Si estende dalla progressiva km -2+423.00, in corrispondenza dell'interconnessione con l'Autostrada A22 a Reggiolo (RE), fino alla progressiva km 30+115.25, in corrispondenza del "Sottovia strada Comunale Salde Entrà – Variante alla SP468", nel territorio comunale di Finale Emilia (MO). In tale Ambito Operativo, inoltre, è inclusa la realizzazione delle seguenti opere infrastrutturali:
 - viabilità di Adduzione – Variante alla S.P.72 "Parma-Mezzani", Variante alla S.P.41 in corrispondenza del tracciato Cispadano – Tratto tra la S.P.60 e Brescello, Cispadana tra la S.P.2 "Reggiolo-Gonzaga" e la ex S.S:62 "della Cisa";
 - interventi locali di collegamento viario al sistema autostradale – Collegamento all'autostazione di "Reggiolo-Rolo", Intersezione a rotonda fra via Boccaletta e la S.P.8 "di Mirandola", Variante sud all'abitato di Concordia sulla Secchia, Intersezione a rotonda fra via di Mezzo via Baccarella via Personali e via Margotta, Collegamento tra la Variante alla S.S.12 "dell'Abetone e del Brennero", via di Mezzo e via Camurana, Completamento della tangenziale di S.Felice e circonvallazione di Rivara;
- **AMBITO OPERATIVO 2** – Si estende dalla progressiva km 30+115.25, in corrispondenza del termine del precedente Ambito Operativo, fino alla progressiva km 63+296.65, in corrispondenza del casello di "Ferrara Sud" sull'Autostrada A13, nel territorio comunale di Ferrara (FE). In tale Ambito Operativo, inoltre, è inclusa la realizzazione delle seguenti opere infrastrutturali:

- viabilità di Adduzione – Raccordo Bondeno-Cento Autostrada Cispadana;
- interventi locali di collegamento viario al sistema autostradale – Viabilità di collegamento tra la S.C. “Salde Entrà” ed il polo industriale di Finale Emilia, Strada di collegamento tra il tratto “B” della Bondeno-Cento e la tangenziale di Finale Emilia, Completamento del sistema di circoscrizione dell’abitato di Poggio Renatico, Collegamento tra casello Ferrara sud e Viabilità C11.

Nella successiva Tabella 1-1, infine, è riportato un riassunto delle codifiche che identificano la suddivisione del tracciato autostradale e delle opere infrastrutturali che completano gli interventi in progetto, creando la corrispondenza tra i vari tratti e le relative fasi esecutive che stanno alla base del presente processo di cantierizzazione.

TRACCIATO AUTOSTRADALE

Tratto autostradale	Nome ambito e lunghezza	Ambiti territoriali interessati
Da interconnessione con Autostrada A22 “del Brennero” (km - 2+423.00) a Sottovia strada Comunale Salde Entrà – Variante alla SP468 (km 30+115).	AMBITO OPERATIVO 1 Km 32+538	Provincia di Reggio Emilia – Comuni di: Reggiolo, Rolo; Provincia di Modena – Comuni di: Novi, Concordia, San Possidonio, Mirandola, Medolla, San Felice sul Panaro, Finale Emilia
Da interconnessione Sottovia strada Comunale Salde Entrà – Variante alla SP468 (km 30+115) a casello di Ferrara Sud (km 63+296).	AMBITO OPERATIVO 2 Km 33+181	Provincia di Modena – Comuni di: Finale Emilia Provincia di Ferrara – Comuni di: Cento, Sant’Agostino, Poggio Renatico, Ferrara

VIABILITÀ DI ADDUZIONE AL SISTEMA AUTOSTRADALE

Opera infrastrutturale	Codice	Ambito Operativo	Ambito territoriale interessato
Riqualificazione della S.P. n° 72 “Parma-Mezzani”	D01 (ex 1PR)	A.O. 1	Provincia di Parma - Comuni di: Parma, Torrile, Mezzani ⁽¹⁾
Variante alla S.P. n° 41 in corrispondenza del tracciato Cispadano – Tratto tra S.P. n° 60 e Brescello	D02 (ex 1RE)	A.O. 1	Provincia di Parma – Comuni di: Sorbolo ⁽²⁾ ; Provincia di Reggio Emilia – Comuni di: Brescello
Cispadana tra la S.P. n°2 “Reggiolo-Gonzaga” e la ex .S. n°62 “della Cisa”	D03 (ex 2RE)	A.O. 1	Provincia di Reggio Emilia – Comuni di: Luzzara, Reggiolo
Raccordo Bondeno-Cento-Autostrada Cispadana	D04÷D08 (ex 1FE)	A.O. 2	Provincia di Ferrara – Comuni di: Cento, Sant’Agostino ⁽³⁾ , Bondeno

¹ Da Gennaio 2019 il Comune di Mezzani si è fuso con il Comune di Sorbolo, in provincia di Parma, assumendo la denominazione “Comune di Sorbolo Mezzani”.

² Da Gennaio 2019 il Comune di Sorbolo si è fuso con il Comune di Mezzani, in provincia di Parma, assumendo la denominazione “Comune di Sorbolo Mezzani”.

INTERVENTI LOCALI DI COLLEGAMENTO VIARIO AL SISTEMA AUTOSTRADALE

Opera infrastrutturale	Codice	Ambito Operativo	Ambito territoriale interessato
Collegamento all'Autostazione di "Reggiolo-Rolo"	C01	A.O.1	Provincia di Reggio Emilia – Comuni di: Reggiolo
Intersezione a rotatoria fra via Boccaletta ed S.P. n°8 "di Mirandola"	C02	A.O.1	Provincia di Modena – Comuni di: Concordia sulla Secchia
Variante sud all'abitato di Concordia sulla Secchia	C03	A.O.1	Provincia di Modena – Comuni di: Concordia sulla Secchia, San Possidonio
Intersezione a rotatoria fra via di Mezzo, via Baccarella, via Personali e via Margotta	C04	A.O.1	Provincia di Modena – Comuni di: Mirandola
Collegamento tra la variante alla S.S. n°12 e la Tangenziale sud di Mirandola	C05	A.O.1	Provincia di Modena – Comuni di: Mirandola
Intersezione a rotatoria fra la S.S. n°12 "dell'Abetone e del Brennero", via di Mezzo e via Camurana	C06	A.O.1	Provincia di Modena – Comuni di: Mirandola
Completamento della Tangenziale di S.Felice e Circonvallazione di Rivara	C07	A.O.1	Provincia di Modena – Comuni di: San Felice sul Panaro e Finale Emilia
Viabilità di collegamento tra la S.C. "Salde Entrà" ed il polo industriale di Finale Emilia	C08	A.O.2	Provincia di Modena – Comuni di: Finale Emilia
Strada di collegamento tra il tratto "B" della Bondeno-Cento e la tangenziale di Finale Emilia	C09	A.O.2	Provincia di Modena – Comuni di: Finale Emilia Provincia di Ferrara – Comuni di: Cento
Completamento del sistema di circonvallazione dell'abitato di Poggio Renatico	C10	A.O.2	Provincia di Ferrara – Comuni di: Poggio Renatico
Tangenziale ovest di Ferrara	C11	A.O.2	Provincia di Ferrara – Comuni di: Ferrara
Collegamento tra casello Ferrara sud e Viabilità C11	C12	A.O.2	Provincia di Ferrara – Comuni di: Ferrara

TABELLA 1-1 – SUDDIVISIONE DEL TRACCIATO AUTOSTRADALE E DELLE OPERE DI ADDUZIONE E COMPLETAMENTO NEI RELATIVI AMBITI OPERATIVI

Il presente progetto di cantierizzazione, infine, si rapporta in modo sinergico con il "*Piano di Monitoraggio Ambientale*" (vedasi elab. PD_0_000_00000_0_MN_RG_01) e con gli "*Indirizzi preliminari per la definizione del Manuale di Gestione Ambientale dei lavori*" (vedasi elab. PD_0_000_0KK00_0_KK_RH_01), nei quali si è tenuto puntualmente conto dei molteplici fattori che possono determinare un impatto durante l'intera fase di realizzazione dell'opera, di cui si fa un'anticipazione nel successivo paragrafo 1.3.

³ Da Gennaio 2017 il Comune di Sant'Agostino si è fuso con il Comune di Mirabello, in provincia di Ferrara, assumendo la denominazione "Comune Terre del Reno".

1.3. CORRELAZIONE DEL PROCESSO DI CANTIERIZZAZIONE CON IL PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

In relazione alla costruzione di un'opera si rende necessario realizzare un sistema di monitoraggio capace di controllare i potenziali effetti della costruzione. Ovviamente tali effetti risultano particolarmente significativi nella fase realizzativa dell'opera in considerazione del fatto che sono previsti cantieri fissi (aree operative, aree di deposito mezzi/materiale e carburanti), cantieri mobili (piste di cantiere, aree di lavoro lungo il sedime della futura infrastruttura), aree di cava e aree di deposito temporaneo o definitivo dei materiali.

Risulta quindi evidente l'opportunità di predisporre un sistema di controllo flessibile e tempestivo dotato di tutti gli strumenti necessari per controllare le diverse componenti ambientali interferite dalla costruzione dell'opera.

In quest'ottica è stato predisposto il Piano di Monitoraggio Ambientale (PMA – vedasi la relativa sezione all'interno della Parte Generale del Progetto Definitivo Autostradale), che accogliendo le indicazioni delle Linee Guida Ministeriali relativamente a questo argomento, propone le metodiche di monitoraggio, i parametri da rilevare, i punti di controllo, le relative frequenze, nonché quanto necessario per disporre di tutte le informazioni utili ad una corretta interpretazione degli effetti della fase di cantiere sull'ambiente circostante.

Per la fase di cantiere il PMA prevede il monitoraggio delle seguenti componenti:

- atmosfera;
- acque superficiali e sotterranee;
- rumore e vibrazioni;
- vegetazione e fauna;
- paesaggio;
- suolo.

Relativamente alle componenti rumore e atmosfera è previsto che una serie di strumenti per i rilievi siano sempre a disposizione per poter intervenire in modo tempestivo in situazioni particolarmente critiche e per poter garantire un numero maggiore di misure.

Inoltre alcuni parametri quali l'IBL, l'IBE il QBS hanno funzioni intercomponente, in quanto utili all'interpretazione dei dati acquisiti per più componenti ambientali; in tal modo si è cercato di sfruttare tutte le sinergie possibili nelle tecniche di monitoraggio ad oggi disponibili.

Ovviamente, oltre ad un sistema di controllo, è previsto un sistema di restituzione delle informazioni.

Oltre alla normale predisposizione di documenti riassuntivi delle attività svolte e dei risultati ottenuti sarà organizzato un sistema informativo territoriale disponibile su web. Tale sistema disporrà di una banca dati organizzata e strutturata secondo specifici permessi di accesso; la banca dati accoglierà i risultati delle misure nel loro formato grezzo, così da garantire velocità nella restituzione delle informazioni e di conseguenza anche delle eventuali azioni correttive/preventive, particolarmente importanti nella fase di corso d'opera.

Ciò garantisce che:

- tutti coloro che sono coinvolti nella fase di costruzione operino in conformità ad un sistema di gestione ambientale;
- siano periodicamente individuate le prescrizioni di legge (e di altro tipo, ivi comprese le prescrizioni di Enti e Autorità competenti) applicabili in campo ambientale alle attività di cantiere;
- tali prescrizioni siano applicate attraverso un sistema di sorveglianza e controllo;
- siano pianificati obiettivi e programmi di miglioramento ambientale anche in relazione all'uso di soluzioni migliorative dello standard utilizzato e all'applicazione delle migliori tecniche disponibili;
- siano pianificati, attuati e verificati piani di sorveglianza sugli aspetti ambientali derivanti dalla realizzazione delle opere, anche al fine di individuare tempestivamente eventuali situazioni di non conformità, violazioni, emergenze ambientali;
- siano definiti, attuati e verificati piani di audit/ispezione ambientale dei cantieri;
- siano rimosse eventuali non conformità rilevate e siano definite, attuate e verificate le adeguate azioni correttive per evitarne il ripetersi;
- siano messi a disposizione i dati relativi all'attuazione del Piano di Monitoraggio Ambientale, al fine di poter valutare gli aspetti ambientali di propria competenza.

2. 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 con l'obiettivo di conciliare contemporaneamente esigenze di carattere tecnico-operativo finalizzate alla realizzazione delle opere, con esigenze di salvaguardia e tutela ambientale

La pianificazione dei lavori prevede che i tratti dell'estesa di progetto siano realizzati in due ambiti funzionali (AMBITO 1 e 2).

Tale pianificazione interessa, inoltre, anche le opere infrastrutturali che completano il sistema di collegamento locale all'Autostrada Regionale, attraverso la valutazione della loro correlazione spazio-temporale nei confronti del raccordo autostradale di progetto (si vedano anche le corrispondenti sezioni all'interno del Progetto Definitivo).

Gli aspetti fondamentali che caratterizzano la pianificazione generale del piano di cantierizzazione possono sintetizzarsi in:

- individuazione delle aree di cantiere (tipologia ed ubicazione);
- individuazione dei poli di approvvigionamento, dei siti di deposito e trattamento dei materiali di risulta;
- scelta dei percorsi di collegamento (viabilità di cantiere) tra aree di cantiere, ovvero fronti mobili di cantiere previsti lungo il tracciato e poli di fornitura/deposito dei materiali legati alla realizzazione dell'infrastruttura di progetto;
- attività di mitigazione per eventuali ricettori sensibili, in relazione alle operazioni di cantiere.

Ciascun ambito è stato suddiviso in 2 fasi realizzative.

Tali fasi caratterizzano rispettivamente: il primo periodo temporale (della durata di circa 12 mesi), durante il quale è realizzato anche il completamento delle piste di cantiere lungo il tracciato autostradale ed il secondo periodo temporale, che si articola dal completamento delle piste fino alla fine lavori (32 mesi).

Più precisamente:

- la prima fase operativa (“1”)** è caratterizzata, dalla realizzazione delle piste di cantiere coincidenti con il sedime degli stradelli di servizio della nuova infrastruttura, che si sviluppano in affiancamento alla recinzione autostradale (quindi in ambito territoriale già oggetto d’esproprio). Tali piste consentiranno di assorbire il traffico prodotto dai mezzi d’opera durante il processo di realizzazione dell’infrastruttura, alleggerendo il carico sulla viabilità locale e, soprattutto, evitando ulteriori occupazioni di territorio. L’arco temporale previsto per completare tali opere è stato dimensionato presuntivamente in 12 mesi, con inizio dalla data di consegna dei lavori alle imprese esecutrici. La fase è caratterizzata anche dall’inizio delle lavorazioni legate all’avanzamento dei fronti mobili per la costruzione del corpo autostradale oltre che delle principali opere d’arte previste in progetto. Questa fase, quindi, prevede la sovrapposizione dei percorsi di cantiere con le viabilità maggiori e minori esistenti. Per garantire l’idoneità di alcuni tragitti al transito dei mezzi d’opera, sono stati previsti locali potenziamenti, come specificato nel successivo paragrafo 2.3 ed indicato sugli elaborati grafici, a cui si rimanda per maggiori dettagli (elab. PD_0_000_0KK00_0_KK_SH_01 “*Schede delle viabilità e delle piste di cantiere*”);
- la seconda fase operativa (“2”)** è caratterizzata dal completamento di tutte le opere previste in progetto. In tale periodo la mobilità dei mezzi d’opera avverrà per la quasi totalità all’interno dell’area di sedime del tracciato autostradale, ovvero sulle viabilità di cantiere realizzate nel primo periodo. In virtù di questo, potrà essere limitato l’utilizzo della viabilità ordinaria, confermando la corretta impostazione e pianificazione dell’intero processo di cantierizzazione dell’opera.

2.1. PROGRAMMAZIONE DELLE TEMPISTICHE REALIZZATIVE E DELLE MODALITÀ OPERATIVE

Il programma delle tempistiche realizzative previsti per ciascuno degli Ambiti Operativi dell’opera autostradale è riassunto nella tabella Tabella 2.1-1.

N° FASE	Durata delle lavorazioni (mesi)	Intervallo di tempo fra inizio fase e termine fase precedente (mesi)
1	12	-
2	32	12

TABELLA 2.1-1 – TEMPISTICHE REALIZZATIVE

Al fine di consentire un'immediata valutazione delle tempistiche programmate per la realizzazione di ogni Ambito Operativo sono stati elaborati specifici cronoprogrammi riportati nei documenti di riferimento: PD_1_A00_AKK00_0_KK_FS_01 - "Pianificazione temporale dei lavori, localizzazione, dimensionamento e layout funzionale delle aree di cantierizzazione: Ambito Operativo n. 1" e PD_2_A00_AKK00_0_KK_FS_01 - "Pianificazione temporale dei lavori, localizzazione, dimensionamento e layout funzionale delle aree di cantierizzazione: Ambito Operativo n. 2"), di cui si riporta uno stralcio nella successive Figura 2.1-1 e Figura 2.1-2.

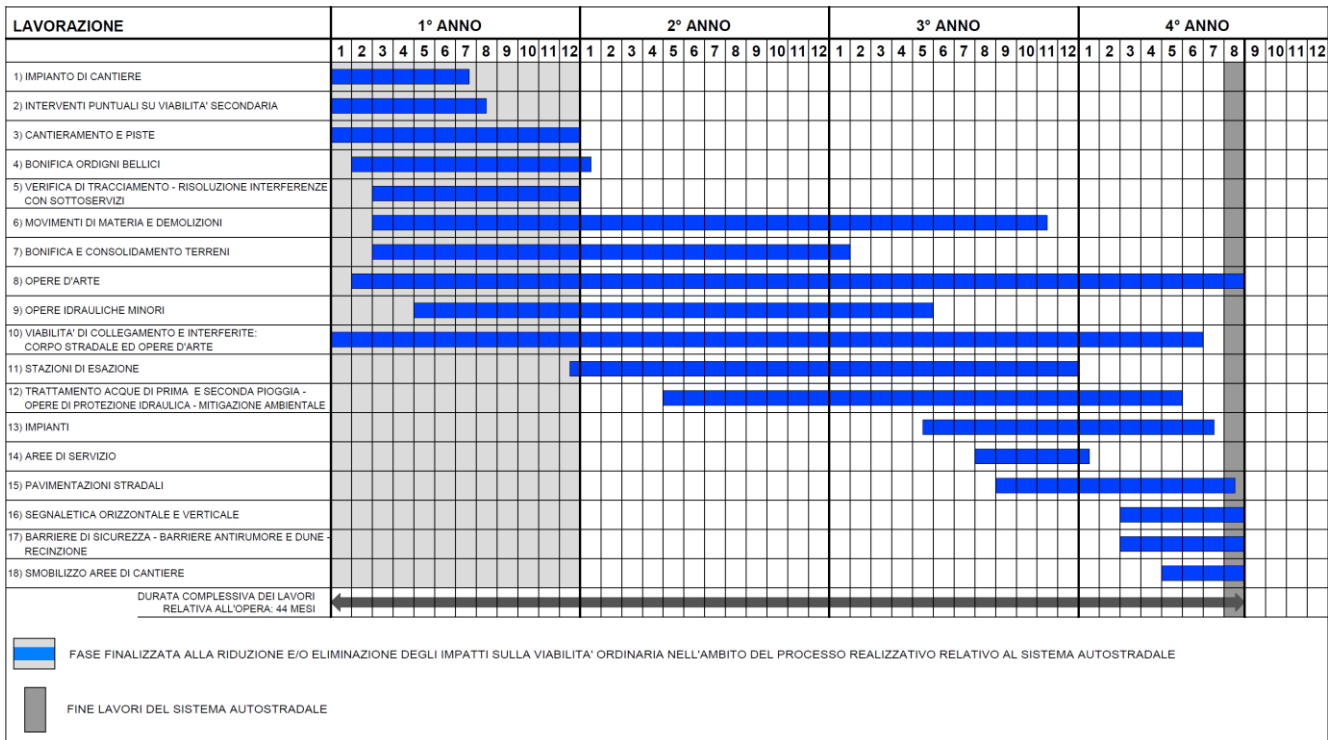


FIGURA 2.1-1 – PROGRAMMA LAVORI DELL'AMBITO OPERATIVO N°1

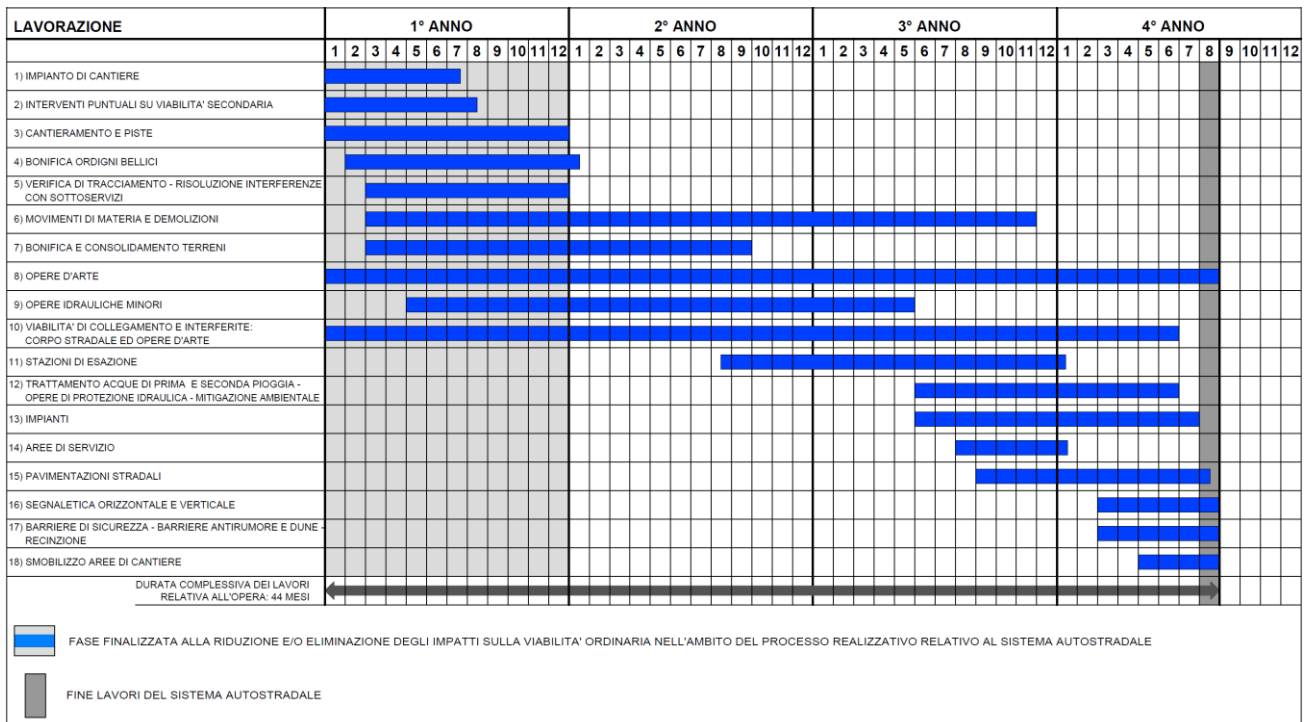


FIGURA 2.1-2 – PROGRAMMA LAVORI DELL'AMBITO OPERATIVO N°2

Il diagramma consente una visione complessiva dell'avanzamento cronologico degli interventi, discriminando per ogni singola opera le macrofasi realizzative, nonché la relativa tempistica.

Dalla lettura del cronoprogramma si possono evidenziare le seguenti principali considerazioni relativamente al tracciato autostradale:

- la durata complessiva dei lavori è prevista in circa 44 mesi, di cui 12 per la Fase1 e 32 per la Fase 2;
- in tutti gli ambiti operativi si prevede di completare la realizzazione delle aree di cantierizzazione, delle piste di cantiere e delle opere di tracciamento e di eliminazione delle interferenze nei primi 12 mesi di attività, confermando la previsione del piano complessivo dei trasporti, redatto per il processo realizzativo dell'opera.

In particolare si ritiene che siano prioritarie e, quindi, da realizzare nel corso della fase "1" dei lavori, le seguenti opere:

- realizzazione delle piste di cantiere, a fianco del sedime autostradale, in corrispondenza degli stradelli di servizio dell'infrastruttura in progetto;
- parte dei movimenti materiali relativi al corpo autostradale con relativi processi di consolidamento;
- risoluzione delle principali interferenze delle piste di cantiere con la viabilità ordinaria anticipando l'inizio delle lavorazioni legate ai cavalcavia e/o sottovia;

- parte delle opere d'arte principali (ponti, viadotti, gallerie artificiali, ovvero trincee confinate da muri), in particolare opere fondazionali e parte delle strutture in elevazione.

In termini generali è bene precisare che le fasi realizzative indicate nei cronoprogrammi non devono intendersi rigidamente sequenziali; saranno, infatti, possibili sia sovrapposizioni per lo svolgimento contemporaneo di più lavorazioni, che distacchi temporali dovuti, per esempio, ad avverse condizioni atmosferiche, che potrebbero motivare anche la parziale e temporanea interruzione dei lavori.

Di seguito si riporta una sintetica descrizione delle attività che schematizzano le operazioni necessarie per realizzare il corpo autostradale (rilevato trincea e viadotto) con il relativo fronte di avanzamento dei lavori.

Per quanto riguarda la realizzazione delle parti di tracciato autostradale in **rilevato** il fronte di avanzamento lavori si caratterizza per la seguente successione di lavorazioni:

- scotico del terreno naturale per uno spessore di 20 cm, con la prescrizione che la distanza fra intradosso pavimentazione stradale ed estradosso bonifica deve essere sempre almeno 60 cm;
- bonifica mediante **stabilizzazione del terreno a calce** (in sito per i 30 cm inferiori) per spessore variabile fra 30 cm e 90 cm a seconda del tratto di autostrada considerato; ai bordi del rilevato la bonifica presenta in genere spessori più elevati variabili fra 60 e 120 cm per una larghezza di 250-500 cm. Localmente in zone suscettibili di liquefazione, il materiale asportato andrà sostituito con materiale non suscettibile a liquefazione e debitamente compattato, per spessori dell'ordine dei 300 cm dal piano campagna, tra questi si può ipotizzare:
 - materiale stabilizzato a calce;
 - materiale arido non suscettibile a liquefazione ai sensi dei fusi granulometrici da NTC 2008, paragrafo §7.11.3.4.2;
 - calcestruzzo magro;
- eventuale posa in opera 1° strato di geogriglie di rinforzo;
- realizzazione porzione inferiore del rilevato con terreno stabilizzato a calce;
- eventuale posa in opera di dreni a nastro o in sabbia e realizzazione materasso drenante in materiale arido con relativo geosintetico con funzione di separazione. Nelle zone con problematiche di liquefazione saranno eseguite colonne in ghiaia;
- stesa del rilevato del corpo stradale per strati di spessore 30 cm in terreno stabilizzato a calce, a meno di alcune porzioni di rilevato di approccio alle spalle realizzato con materiale alleggerito, eventuale posa in opera di ulteriori strati di geogriglie di rinforzo;

- realizzazione degli strati di rilevato che svolgono la funzione di sottofondo stradale (due strati da 30 cm) mediante stabilizzazione binaria a calce e cemento;
- realizzazione pavimentazione stradale.



FIGURA 2.1-3 – SIMULAZIONE FRONTE MOBILE CANTIERE IN CORRISPONDENZA DEI RILEVATI

Relativamente alla realizzazione dei tratti in **trincea**, il fronte di avanzamento lavori si caratterizza in modo differente a seconda della tipologia di struttura che si prevede di realizzare. La parte di trincea in approccio alla struttura stessa (schematizzata dalla figura precedente), tuttavia, si caratterizza per l'esecuzione delle seguenti attività comuni alle differenti tipologie di trincea:

- decespugliamento e pulizia dell'area del sedime autostradale in progetto;
- scavo di sbancamento fino al raggiungimento del piano di posa della fondazione stradale;
- costipazione del piano di posa della fondazione e successiva stesa della pavimentazione stradale;
- semina ed impianto delle essenze previste come mitigazione vegetale e completamento delle opere accessorie.

Nel seguito, invece, si sintetizzano le attività distinte per le differenti tipologie di trincee artificiali.

Sezione in trincea con muri ad U:

- scavo all'interno della trincea fino ad una profondità di circa 1.5 m da p.c. ed esecuzione dei pali con perforazioni a vuoto;
- infissione di palancole ove necessario;
- installazione di un idoneo sistema di emungimento delle acque costituito da well-point, pozzi, fossi di raccolta con pompe;
- scavo all'interno delle palancole fino ad intradosso fondazione e scapitozzatura pali;
- realizzazione di uno strato di calcestruzzo magro su cui realizzare l'impermeabilizzazione della soletta di fondazione da proteggere con un successivo strato di calcestruzzo magro;
- realizzazione della soletta di fondazione e dei muri in elevazione;
- impermeabilizzazione delle pareti verticali e riempimento dello spazio fra palancole e muri in elevazione;
- estrazione palancole e riporto del terreno scavato fino al p.c. originario;
- completamento delle parti interne dei muri ad U.

Sezione in galleria artificiale con scatolare (svincoli ed interconnessioni):

- scavo fino ad una profondità massima di circa 1.5 m da p.c. ed esecuzione dei pali con perforazioni a vuoto;
- infissione di palancole;
- installazione di un idoneo sistema di emungimento delle acque costituito da well-point, pozzi, fossi di raccolta con pompe;
- scavo all'interno delle palancole fino ad intradosso fondazione e scapitozzatura pali;
- realizzazione di uno strato di calcestruzzo magro su cui realizzare l'impermeabilizzazione della soletta di fondazione da proteggere con un successivo strato di calcestruzzo magro;
- realizzazione della soletta, dei muri in elevazione e della soletta di copertura;
- impermeabilizzazione delle pareti verticali e riempimento dello spazio fra palancole e muri in elevazione;
- estrazione palancole e riporto del terreno scavato fino al p.c. originario;
- completamento delle parti interne.



FIGURA 2.1-4 – SIMULAZIONE FRONTE MOBILE CANTIERE IN CORRISPONDENZA DELLE TRINCEE

Sezione in galleria artificiale con diaframmi e soletta di copertura (galleria per l'interconnessione con A22):

- deviazione del traffico sulla A22 (2 corsie per senso di marcia);
- esecuzione dei diaframmi e soletta di copertura sotto carreggiata nord
- deviazione del traffico sulla fascia in cui sono stati già realizzati i diaframmi e la soletta di copertura;
- esecuzione dei diaframmi e soletta di copertura sotto carreggiata sud;
- ripristino del traffico sulla A22;
- scavo a foro cieco all'interno dei diaframmi;
- realizzazione di uno strato di calcestruzzo magro su cui realizzare l'impermeabilizzazione della soletta di fondazione da proteggere con un successivo strato di calcestruzzo magro;
- realizzazione della soletta e delle pareti laterali di rivestimento dei diaframmi;
- completamento della struttura.

Per quanto riguarda le attività presenti nel fronte avanzamento lavori delle parti di tracciato autostradale in **viadotto** ovvero **ponte**, si prevede la seguente sequenza realizzativa:

- realizzazione del rilevato stradale in prossimità spalle fino a quota di progetto e attesa dell'esaurimento dei cedimenti previsti, come da indicazioni geotecniche; scavo del rilevato stradale in corrispondenza della spalla fino alla quota di intradosso plinto. Contemporaneamente preparazione dei piani di lavoro con la realizzazione di scavi e/o piazzole di lavoro (in corrispondenza delle pile); eventuale infissione di palancole a protezione dei corpi arginali e/o degli scavi stessi
- esecuzione delle sottofondazioni (diaframmi e/o pali) in corrispondenza di spalle e pile; scapitozzatura sottofondazioni e successiva realizzazione del magrone di livellamento;
- posa delle armature delle fondazioni, casseratura e getto del calcestruzzo;
- posa delle armature delle elevazioni, casseratura e getto del calcestruzzo;
- rinterro a tergo delle spalle secondo specifica tecnica, realizzazione degli eventuali ringrossi arginali e realizzazione delle opere di difesa sponda\arginale;
- varo degli impalcati secondo elaborati progettuali;
- opere di completamento (pavimentazione, sistema di smaltimento delle acque di piattaforma, parapetti e barriere di sicurezza, elementi di arredo).

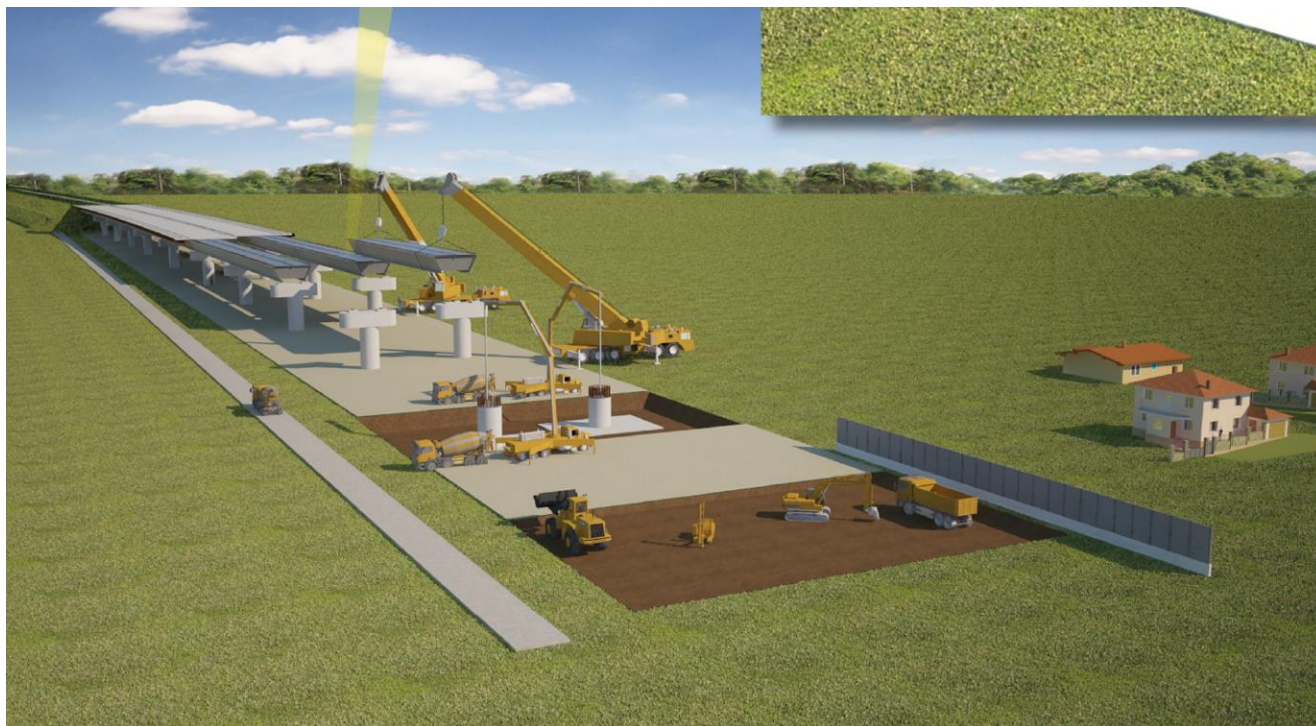


FIGURA 2.1-5 – SIMULAZIONE FRONTE MOBILE CANTIERE IN CORRISPONDENZA DEI VIADOTTI

Altre tipologie di attività che caratterizzano la realizzazione del corpo autostradale sono quelle che caratterizzano gli elementi territoriali che interferiscono direttamente con il corpo autostradale.

Sezione in corrispondenza di sottovia

- eventuale deviazione del traffico in esercizio;
- realizzazione degli scavi e delle eventuali opere provvisorie (palancole) e di aggettamento;
- realizzazione del magrone;
- posa del manto impermeabilizzante sotto la fondazione;
- realizzazione della soletta di fondazione di scatolare e muri a U;
- realizzazione dei piedritti di scatolare e muri a U;
- realizzazione della soletta superiore dello scatolare;
- completamento del manto impermeabilizzante e del massetto di protezione;
- ritombamento degli scavi con materiale conforme a quanto previsto in progetto;
- realizzazione del rilevato al di sopra del sottovia;
- opere di completamento (pavimentazione, sistema di smaltimento delle acque di piattaforma, eventuale impianto di sollevamento, parapetti e recinzioni).
- rimozione di eventuale deviazione del traffico

Sezione in corrispondenza di scatolare/attraversamento idraulico

- eventuale deviazione del canale interferito;
- realizzazione degli scavi e delle eventuali opere provvisorie e di aggettamento;
- realizzazione del magrone;
- realizzazione della soletta di fondazione di scatolare o posa di elementi prefabbricati;
- realizzazione dei piedritti di scatolare;
- realizzazione della soletta superiore di scatolare;
- realizzazione di muri di imbocco e sbocco;
- profilatura del tratto di fosso di imbocco\sbocco e realizzazione della relativa protezione spondale e del fondo;
- ritombamento degli scavi con materiale conforme a quanto previsto in progetto;
- eventuale rimessa in sede del canale deviato;
- realizzazione del rilevato al di sopra dello scatolare;
- opere di completamento (parapetti e recinzioni).

2.2. DESCRIZIONE DEI CRITERI ADOTTATI PER IL DIMENSIONAMENTO DEI CANTIERI

I criteri adottati per il dimensionamento dei cantieri, 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 la realizzazione di 3 distinte tipologie di aree di cantierizzazione:

- area di cantierizzazione logistico-operativa (campo base). In essa trovano ubicazione sia le funzioni logistiche legate al ristoro e ricovero delle maestranze, che funzioni di carattere operativo, quali quelle di coordinamento, di direzione lavori, ovvero confezionamento di cls, di misto cementato, deposito attrezzature e manutenzione dei mezzi operativi.

Nell'area, quindi, sono ubicati sia edifici destinati alla logistica di cantiere, come: spogliatoi, camere, infermeria, ecc., sia strutture più strettamente legate alle attività produttive: magazzini, uffici, laboratori e, in alcuni casi, anche impianti di confezionamento calcestruzzi e misto cementato;

- area di cantierizzazione operativa. Svolge una funzione di deposito materiali ed attrezzature, propedeutica alla costruzione delle opere d'arte in prossimità delle quali sono ubicate. In relazione alle tempistiche esecutive (vedasi paragrafo 2.1), sono state individuate le opere d'arte da realizzarsi a partire dall'inizio dei lavori. La realizzazione anticipata di tali opere ha comportato la previsione di specifiche aree tecniche operative a servizio della singola opera d'arte e, per quanto concerne la realizzazione del rilevato autostradale, la creazione di più fronti d'avanzamento del cantiere mobile (5 per ogni Ambito Operativo). Le "aree tecniche operative", quindi, sono aree di dimensioni più contenute, utilizzate, dunque, solo come deposito temporaneo di materiali (casseri, armature, ecc.) necessari alla realizzazione delle varie opere d'arte;
- aree di stoccaggio e caratterizzazione dei materiali. Tali aree hanno la funzione di ospitare sia i materiali provenienti dagli scavi previsti lungo il sedime di progetto che, eventualmente, i materiali inerti (da rilevato) provenienti dai poli di approvvigionamento esterni alle aree di cantiere. In particolare i materiali provenienti dagli scavi, prima di essere posti in opera, saranno opportunamente caratterizzati secondo quanto previsto dalla normativa vigente. In ragione di ciò tali aree di accumulo sono opportunamente attrezzate/organizzate per stoccare le differenti tipologie di materiali attraverso l'utilizzo di muri prefabbricati in c.a., fino alla relativa posa in opera degli inerti.

Le aree sono identificate da una stringa alfanumerica così strutturata:

- campo base – 3 caratteri, in cui il primo numero indica l'Ambito Operativo di competenza, la seconda lettera identifica la tipologia (B = campo base) ed, infine, la terza cifra il numero progressivo all'interno dell'Ambito stesso;
- area operativa – 3 caratteri, in cui il primo numero indica l'Ambito Operativo di competenza, la seconda lettera identifica la tipologia (S = servizio) ed, infine, la terza cifra il numero progressivo all'interno dell'Ambito stesso;
- area di stoccaggio - 3 caratteri, in cui il primo numero indica l'Ambito Operativo di competenza, la seconda lettera identifica la tipologia (D = deposito) ed, infine, la terza cifra il numero progressivo all'interno dell'Ambito stesso.

L'ubicazione di tutte le aree di cantiere è rappresentata graficamente nella serie di elaborati PD_0_000_0KK00_0_KK_PP_01÷04 "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 1/4÷4/4". Nelle tabelle successive (Tabella 2.2-1 e Tabella 2.2-2) è riportato l'elenco, per ogni ambito operativo, di queste aree di cantiere ed il relativo fronte di avanzamento lavori di competenza.

AMBITO	LOCALIZZAZIONE	LUNGHEZZA (km)	NUMERO CANTIERI	CAMPI BASE	CODICE E TIPOLOGIA FUNZIONALE	FRONTE LAVORI
1	Da interconnessione A22 a Sottovia strada Comunale Salde Entrà – Variante alla SP468 (PROVINCE DI REGGIO EMILIA e MODENA)	30+115	32	1-B.1	1-S.1	1.1
					1-S.2	
					1-D.1	
					1-S.3	1.2
					1-S.4	
				1-S.5		
				1-S.6		
				1-S.7		
				1-D.2		
				1-S.8		
1-S.9						
1-D.3						
1-S.10						
1-B.2	1-S.11	1.3				
	1-S.12					
	1-S.13					
	1-D.4	1.4				
	1-S.14					
	1-S.15					
	1-S.16					
	1-S.17					
	1-D.5					
1-S.18						
1-S.19						
1-S.20						
1-D.6	1.5					
1-S.21						
1-S.22						
1-S.23						
1-S.24						

TABELLA 2.2-1 – ELENCO AREE DI CANTIERE: AMBITO OPERATIVO 1

AMBITO	LOCALIZZAZIONE	LUNGHEZZA (km)	NUMERO CANTIERI	CAMPI BASE	CODICE E TIPOLOGIA FUNZIONALE	FRONTE LAVORI
2	Da Sottovia strada Comunale Salde Entrà – Variante alla SP468 a casello di "Ferrara Sud" (PROVINCE DI MODENA e FERRARA)	33+181	30	2-B.1	2-D.1	2.1
					2-S.1	
					2-S.2	
					2-S.3	
					2-D.2	
					2-S.4	
				2-B.1	2-S.5	2.2
					2-S.6	
					2-S.7	
					2-S.8	
					2-S.9	
					2-D.3	
				2-B.2	2-S.10	2.3
					2-S.11	
2-S.12						
2-S.13						
2-D.4						
2-S.14						
2-B.2	2-S.15	2.4				
	2-S.16					
	2-S.17					
	2-D.5					
	2-S.18					
	2-S.19					
	2-S.20					
	2-D.6					
2-S.21						
2-S.22	2.5					

TABELLA 2.2-2 – ELENCO AREE DI CANTIERE: AMBITO OPERATIVO 2

In generale tutte le aree di cantiere sono occupate temporaneamente durante la fase realizzativa delle opere autostradali. Al termine dei lavori le sopracitate aree saranno restituite alla loro destinazione agricola, pertanto le lavorazioni compiute all'interno del perimetro individuato dovranno attenersi a quanto previsto nel successivo capitolo 10.5.1. Il criterio con cui sono state perimetrare le aree in oggetto è stato quello di conseguire il minor impatto possibile sulla destinazione agricola dei fondi interessati, quindi sono state individuate aree intercluse fra le rampe dei cavalcavia di progetto e le viabilità esistenti, seguendo quanto più possibile i confini di proprietà dei singoli appezzamenti e le sistemazioni idrauliche dei fondi. La valutazione sull'ubicazione territoriale delle aree operative, inoltre, è stata completata da un'attenta analisi sulla presenza di eventuali vincoli ambientali. A tal proposito si rimanda agli elaborati PD1A00AKK000KKFS01 "Pianificazione temporale dei lavori, localizzazione, dimensionamento e layout funzionale delle aree di cantierizzazione: Ambito Operativo n°1 – TAVV. 03.00÷03.10 e PD2A00AKK000KKFS01 "Pianificazione temporale dei lavori, localizzazione, dimensionamento e layout funzionale delle aree di cantierizzazione: Ambito Operativo n°2 – TAVV. 03.00÷03.10 di cui si riporta uno stralcio a titolo esemplificativo nella successiva Figura 2.2-1.

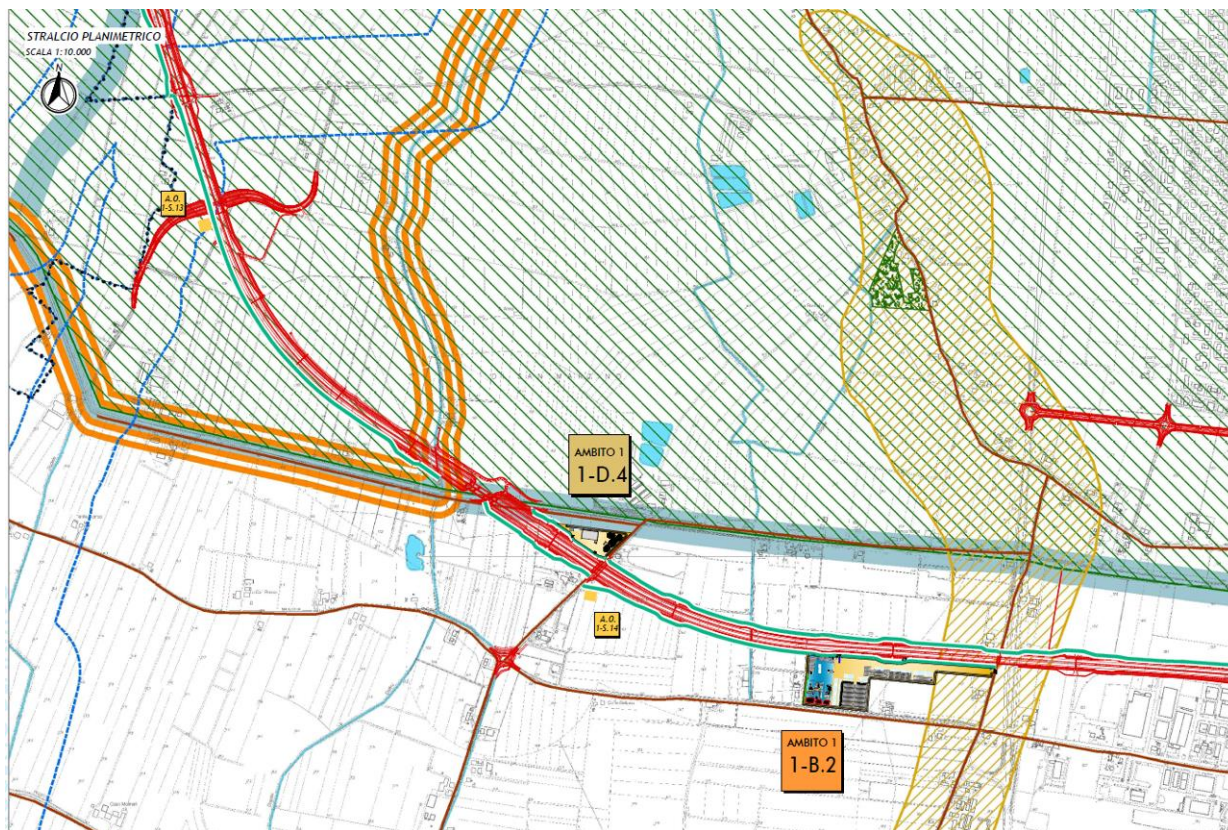


FIGURA 2.2-1 – SOVRAPPOSIZIONE DELLE AREE DI CANTIERE CON LE PREVISIONI DELLE TUTELE E DEI VINCOLI SOVRAORDINATI

L'analisi è stata condotta censendo tutti i vincoli di tipo ambientale presenti sul territorio ed ubicando, quindi, i cantieri nelle aree che presentano il minor grado di sensibilità ambientale, compatibilmente con le esigenze realizzative delle opere. La documentazione grafica di cui sopra evidenzia la sintesi dell'analisi condotta ed evidenzia altresì come la posizione delle differenti tipologie di aree di cantiere non interferiscano con vincoli di carattere ambientale ovvero emergenze storico-testimoniali e paesaggistiche.

Nel successivo capitolo 2.4 si fornisce una descrizione dettagliata delle precedenti tipologie di aree di cantiere, con le relative attrezzature ed impianti che si prevede di installare.

2.3. DESCRIZIONE DELLE VIABILITÀ DI CANTIERE E PIANO DEI TRASPORTI

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 basandosi:

- su un'attenta valutazione dei fabbisogni di materie generati da ogni singola fase operativa;
- sulle caratteristiche della viabilità locale;
- sulla localizzazione dei poli estrattivi rispetto ai tratti operativi di pertinenza;
- sulla localizzazione delle emergenze storico-testimoniali e delle sensibilità ambientali.

L'insieme di questi fattori, ha permesso di scegliere i percorsi più adatti, ovvero prevedere potenziamenti infrastrutturali mirati a ridurre le interferenze tra cantieri e viabilità esistente, arrivando a fornire, così, un criterio oggettivo di economicità e di salvaguardia ambientale. In ragione di ciò, per ogni Ambito Operativo, l'avanzamento cronologico delle fasi costruttive dell'intera opera si sono suddivise in due periodi temporali sequenziali, con complessivi dieci fronti di avanzamento. Tale schema operativo è descritto negli elaborati grafici della sezione di cantierizzazione in cui, con differente grado di dettaglio, si evidenziano:

- la suddivisione degli ambiti operativi, dei poli di approvvigionamento relativamente a materiali inerti non pregiati, pregiati, conglomerati bituminosi e calcestruzzi (elab. PD00000KK000KKIT01 "*Planimetria complessiva con indicazione degli ambiti operativi, delle aree estrattive, dei poli di fornitura, degli impianti di deposito e riciclaggio dei materiali inerti di risulta proposti e la relativa designazione delle competenze di approvvigionamento*" – scala 1:100.000);
- la suddivisione dei fronti di avanzamento lavori, l'ubicazione delle aree di cantiere ed i percorsi utilizzati, in prima e seconda fase, per collegare tali aree con i poli di approvvigionamento (elab. PD00000KK000KKPP01÷4 "*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 1/4÷4/4*" – scala 1:25.000);
- il dettaglio delle viabilità utilizzate (ordinarie e piste di cantiere) durante la prima fase realizzativa delle opere di progetto, coincidente con i primi 12 mesi di esecuzione dei lavori (elab. PD0A00AKK000KKPP01÷7 "*Planimetria di dettaglio con indicazione degli ambiti operativi, delle fasi di lavoro, delle aree e delle piste di cantiere e dei percorsi dei mezzi operativi coincidenti con le viabilità maggiori e minori esistenti: 1° fase – Tavv. 1/7÷7/7*" – scala 1:10.000");
- il dettaglio delle viabilità utilizzate (ordinarie e piste di cantiere) durante la seconda fase realizzativa delle opere di progetto, coincidente con l'intervallo temporale compreso fra il primo anno ed il completamento dei lavori (elab. PD0A00AKK000KKPP08÷14 "*Planimetria di dettaglio con indicazione degli ambiti operativi, delle fasi di lavoro, delle aree e delle piste di cantiere e dei percorsi dei mezzi operativi coincidenti con le viabilità maggiori e minori esistenti: 2° fase – Tavv. 1/7÷7/7*" – scala 1:10.000").

I fattori discriminanti che hanno consentito di individuare i limiti dei vari fronti di avanzamento sono:

- l'entità delle opere da realizzare (opere d'arte e volumi di inerti da movimentare);

- le “zone d’influenza” delle differenti aree di cantiere, al fine di mantenere contenuti gli spostamenti dei mezzi operativi sul territorio;
- la presenza di vincoli territoriali (corsi d’acqua ovvero viabilità principali) che delimitano fisicamente l’ambito territoriale interessato dalle lavorazioni (vedasi anche gli elaborati PD00000KK000KKPP01÷4 “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 1/4÷4/4” di cui si riporta uno stralcio nella successiva Figura 2.3-1 a titolo esemplificativo).

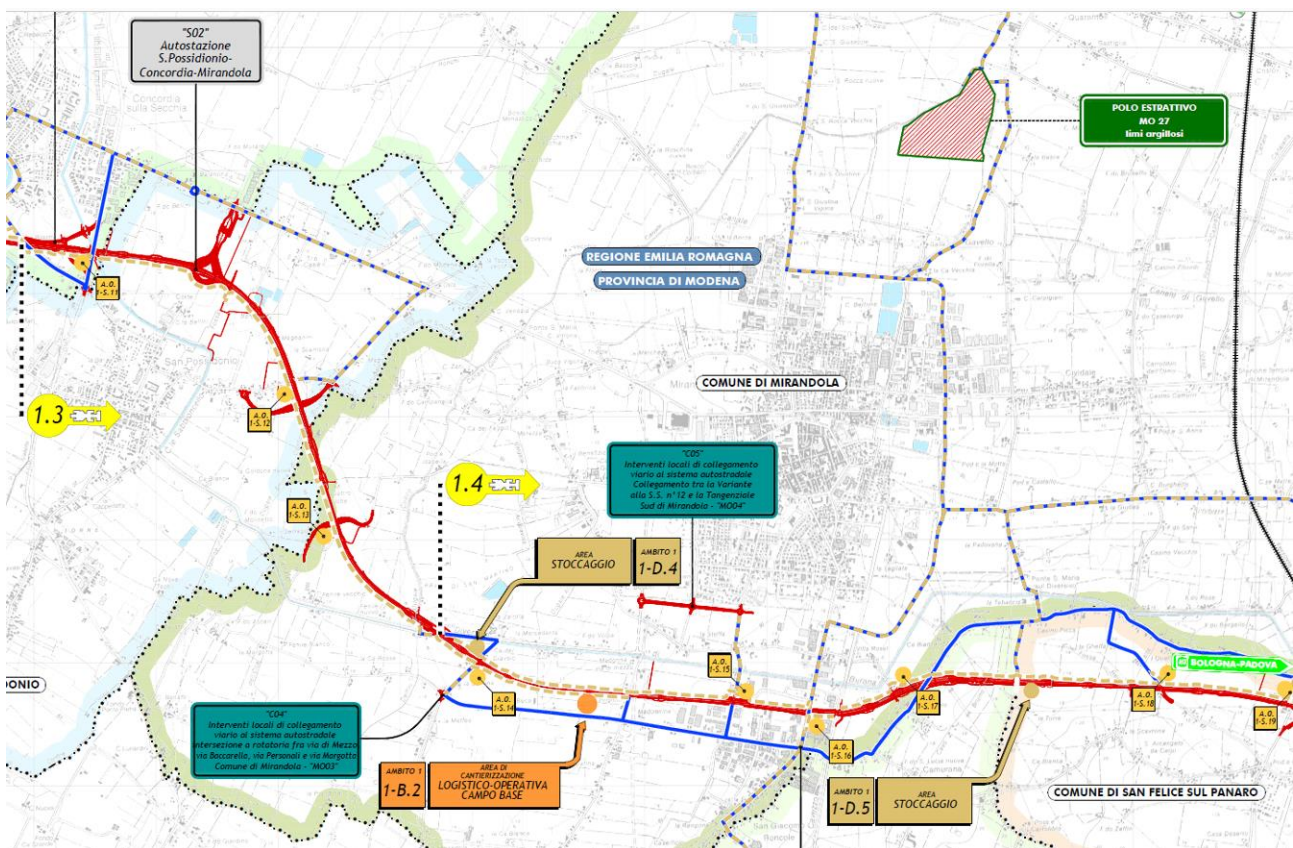


FIGURA 2.3-1 – UBICAZIONI DELLE AREE OPERATIVE E DEI FRONTI DI AVANZAMENTO PER LA REALIZZAZIONE DELL'AMBITO AUTOSTRADALE

Nella successiva Tabella 2.3-1 si elencano le caratteristiche principali dei fronti di avanzamento.

AMBITO	N° Fronte	Inizio	Fine	Sviluppo (km)
1	1.1	Inizio intervento	Ponte Cavo “Parmigiana-Moglià” ed Acque basse Reggiane	2+175
	1.2	Ponte Cavo “Parmigiana-Moglià” ed Acque basse Reggiane	Ponte sul Fiume Secchia	8+028
	1.3	Ponte sul Fiume Secchia	Ponte sul Canale Diversivo di Burana I	5+320
	1.4	Ponte sul Canale Diversivo di Burana I	Viadotto sulla linea FS Bologna-Verona	7+801
	1.5	Viadotto sulla linea FS Bologna-Verona	Sottovia Strada Comunale Salde Entrà – Variante alla SP 468	6+799

AMBITO	N° Fronte	Inizio	Fine	Sviluppo (km)
2	2.1	Sottovia Strada Comunale Salde Entrà – Variante alla SP 468	Ponte sul Fiume Panaro	4+772
	2.2	Ponte sul Fiume Panaro	Ponte sul Canale Emissario Acque Basse	3+988
	2.3	Ponte sul Canale Emissario Acque Basse	Ponte sullo Scolmatore del Reno	8+762
	2.4	Ponte sullo Scolmatore del Reno	Viadotto su linea FS Bologna-Padova	13+325
	2.5	Viadotto su linea FS Bologna-Padova	Fine intervento	2+331

TABELLA 2.3-1 – ELENCO DEI FRONTI DI AVANZAMENTO DI CANTIERE

2.3.1. Percorsi di cantiere

L'organizzazione operativa 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.

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 da ogni singolo ambito operativo, dalle caratteristiche della viabilità locale, dalla localizzazione dei poli estrattivi rispetto ai tratti operativi di pertinenza e dalla localizzazione delle emergenze storico-testimoniali e delle sensibilità ambientali.

L'insieme di questi fattori ha determinato la necessità di programmare l'avanzamento cronologico delle fasi costruttive dell'intera opera in due distinti periodi temporali sequenziali (1^a e 2^a fase), al fine di minimizzare le interferenze tra cantieri e con la viabilità esistente e perseguire un criterio oggettivo di economicità e di salvaguardia ambientale, più precisamente:

- **la prima fase operativa** dovrà consentire la realizzazione della viabilità di servizio del nuovo tracciato autostradale, prevista in corrispondenza di ampi tratti del tracciato, e/o delle piste di cantiere anch'esse da realizzarsi in corrispondenza dei margini delle aree di sedime autostradale; l'arco temporale previsto per completare tali opere è stato dimensionato presuntivamente in un anno, con inizio dalla data di consegna dei lavori alle imprese esecutrici. Questa fase prevede la sovrapposizione dei percorsi e delle piste di cantiere con le viabilità maggiori e minori esistenti. I dati emersi escludono che tali tragitti, in ragione delle modeste quantità movimentate, possano compromettere, con la loro frequenza, le attuali caratteristiche ambientali o possano incrementare significativamente il carico di traffico sulla viabilità esistente;

- **la seconda fase operativa** si estenderà sino all'ultimazione dei lavori (prevista in ulteriori 3 anni e otto mesi); in tale periodo la mobilità dei mezzi d'opera avverrà per la quasi totalità all'interno dell'area di sedime del tracciato autostradale, ovvero sulle viabilità di servizio e di cantiere realizzate nel primo periodo. Questa fase realizzativa prevede di evitare la compromissione della viabilità ordinaria, in quanto, il traffico generato dai mezzi operativi, per soddisfare il fabbisogno di tutti gli ambiti operativi, subirà nel secondo periodo un incremento, con punte di diverse decine di tragitti/ora. Tale incremento di traffico non graverà comunque sulla viabilità locale, ma unicamente in corrispondenza dello stesso sedime autostradale, confermando la corretta impostazione e pianificazione dell'intero processo di cantierizzazione dell'opera.

A tal proposito si evidenzia che il sistema delle viabilità utilizzate in fase esecutiva delle opere prevede la realizzazione di specifiche piste di cantiere necessarie per collegare le aree operative alla viabilità esistente e al sedime di progetto (vedasi anche successivo paragrafo 2.3.1.2). Tali strade di servizio saranno realizzate e completate durante il primo periodo di cantierizzazione al fine di garantirne la piena fruibilità durante la seconda fase operativa. Per dare continuità il più possibile a tali percorsi, risulta di primaria importanza risolvere le puntuali interferenze individuate soprattutto con i corsi d'acqua naturali.

La possibilità di prevedere attraversamenti provvisori degli stessi corsi d'acqua (vedasi paragrafo 2.3.1.3) si prefigura, quindi, come uno scenario progettuale di riferimento ulteriormente ottimizzabile sia in termini ambientali che operativi. In ragione di tale ottimizzazione, infatti, sarebbe possibile conseguire un minore impatto emissivo per le comunità interessate, in quanto si inciderebbe in modo significativo sulla riduzione del traffico veicolare di cantiere che transita sulle viabilità ordinarie.

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.

Nelle due figure successive si riporta uno stralcio delle tavole di riferimento PD0A00AKK000KKPP01÷07 (1ª fase) e PD0A00AKK000KKPP08÷14 (2ª fase) che consente di cogliere i criteri con cui sono stati pianificati i percorsi dei mezzi operativi, al fine di ridurre il più possibile l'interferenza con le viabilità ordinarie esistenti. La successiva Figura 2.3-2 evidenzia come durante la 1ª fase temporale (primo anno da inizio lavori) i mezzi di cantiere interessano le viabilità primarie e secondarie esistenti (linee gialla, blu e marrone).

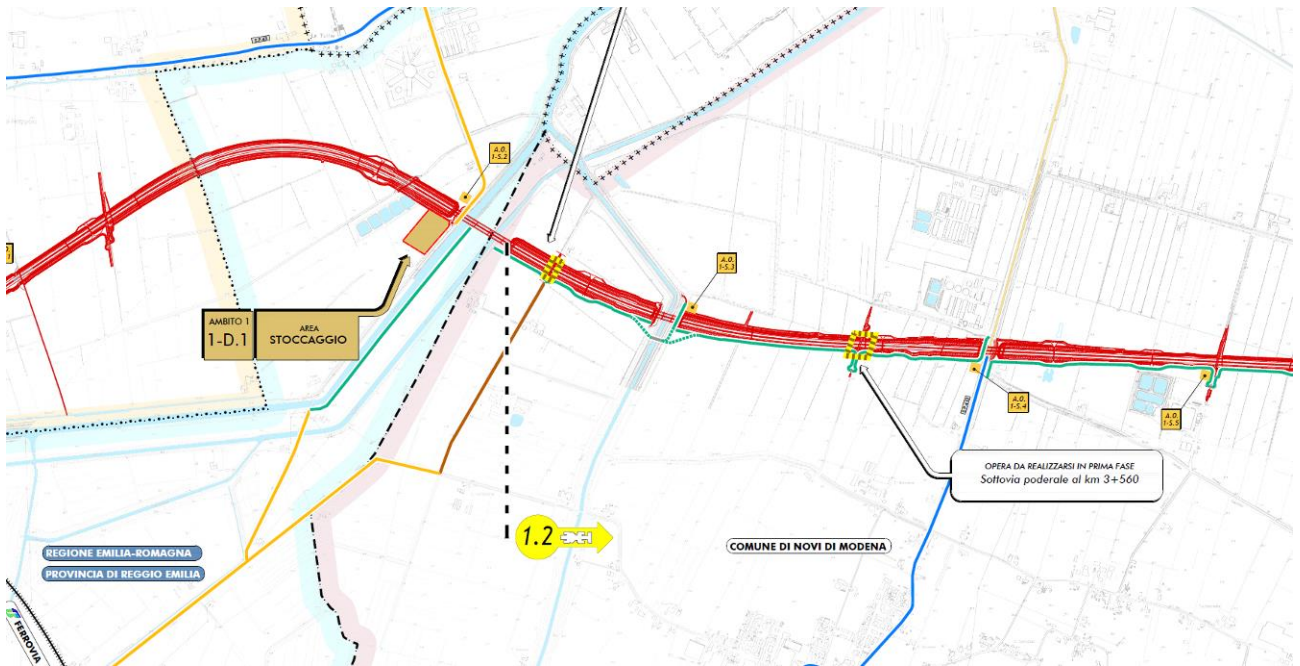


FIGURA 2.3-2 – 1° FASE OPERATIVA: VIABILITÀ INTERESSATE DAI MEZZI DI CANTIERE.

Durante la 2ª fase (Figura 2.3-3) i mezzi di cantiere, che saranno in quantità maggiori rispetto alla prima fase, circoleranno in prevalenza lungo le piste di cantiere aderenti al sedime autostradale (linea verde scura a fianco del tracciato) riducendo l'interferenza con le viabilità ordinarie del territorio.

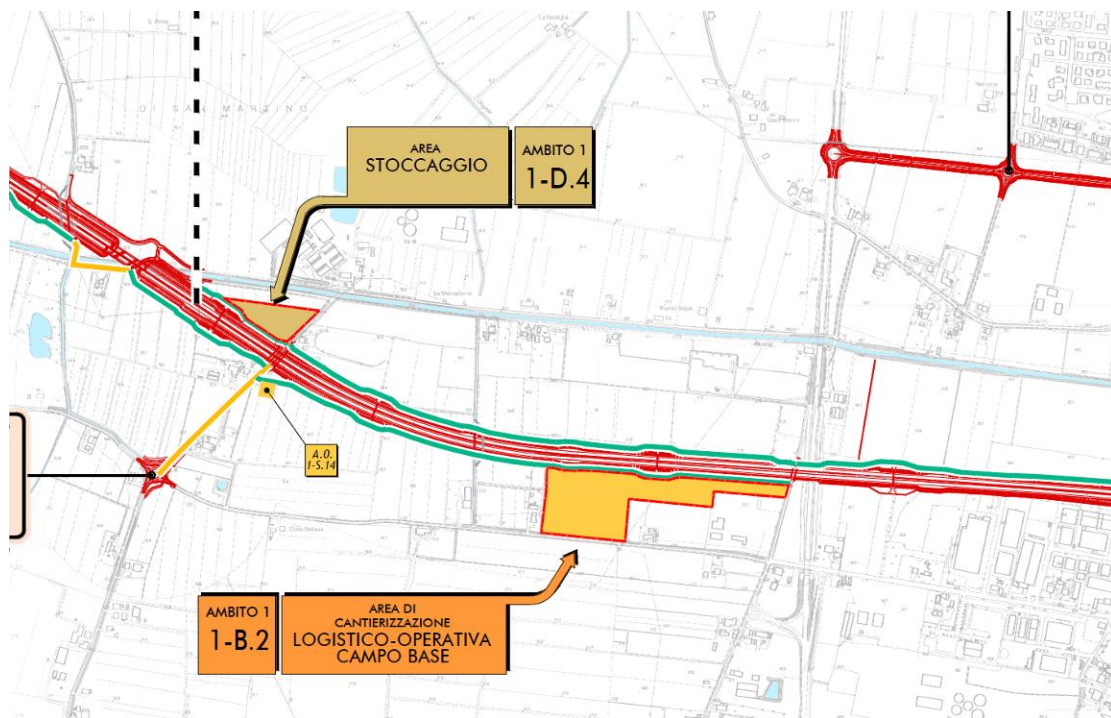


FIGURA 2.3-3 – 2° FASE OPERATIVA: VIABILITÀ INTERESSATE DAI MEZZI DI CANTIERE.

Di seguito si riporta un commento descrittivo rispetto alle differenti tipologie di viabilità di cantiere considerate e individuate nel gruppo di elaborati grafici di cui sopra, a cui si rimanda per una puntuale verifica e valutazione.

2.3.1.1 Percorsi di cantiere coincidenti con la viabilità maggiore e minore esistente

Le viabilità esistenti utilizzate per la fase di cantiere rientrano nelle seguenti categorie:

- percorsi autostradali;
- strade statali;
- strade provinciali;
- strade comunali;
- viabilità poderali.

Le viabilità in oggetto oltre a garantire i collegamenti fra le differenti aree di cantiere ed il sedime di progetto (soprattutto nel corso della prima fase operativa), devono assicurare l'approvvigionamento di:

- materiali inerti per la realizzazione dei rilevati di progetto (ambiti di cava);
- materiali inerti pregiati per la produzione di conglomerati cementizi e misto cementato (impianti di fornitura presenti sul mercato locale);
- conglomerati bituminosi (poli di fornitura coincidenti con gli impianti presenti sul territorio).

L'identificazione delle viabilità da utilizzarsi in fase di cantiere, è stata preceduta da un'analisi approfondita del territorio interessato dal tracciato dell'asse autostradale e delle viabilità compensative. Tale attività si è esplicitata sia attraverso un'accurata analisi cartografica, sia, soprattutto, attraverso una campagna di censimento puntuale. Quest'ultima, in particolare, è stata realizzata attraverso una serie di sopralluoghi, che hanno permesso di identificare e classificare completamente le viabilità locali interessate dalla fase di cantierizzazione. Tale attività si è esplicitata sia attraverso un'accurata analisi cartografica, sia, soprattutto, attraverso una campagna di censimento puntuale (vedasi l'elaborato PD00000KK000KKSH01 "Schede delle viabilità e delle piste di cantiere) di cui si riporta un esempio nella successiva Figura 2.3-4.

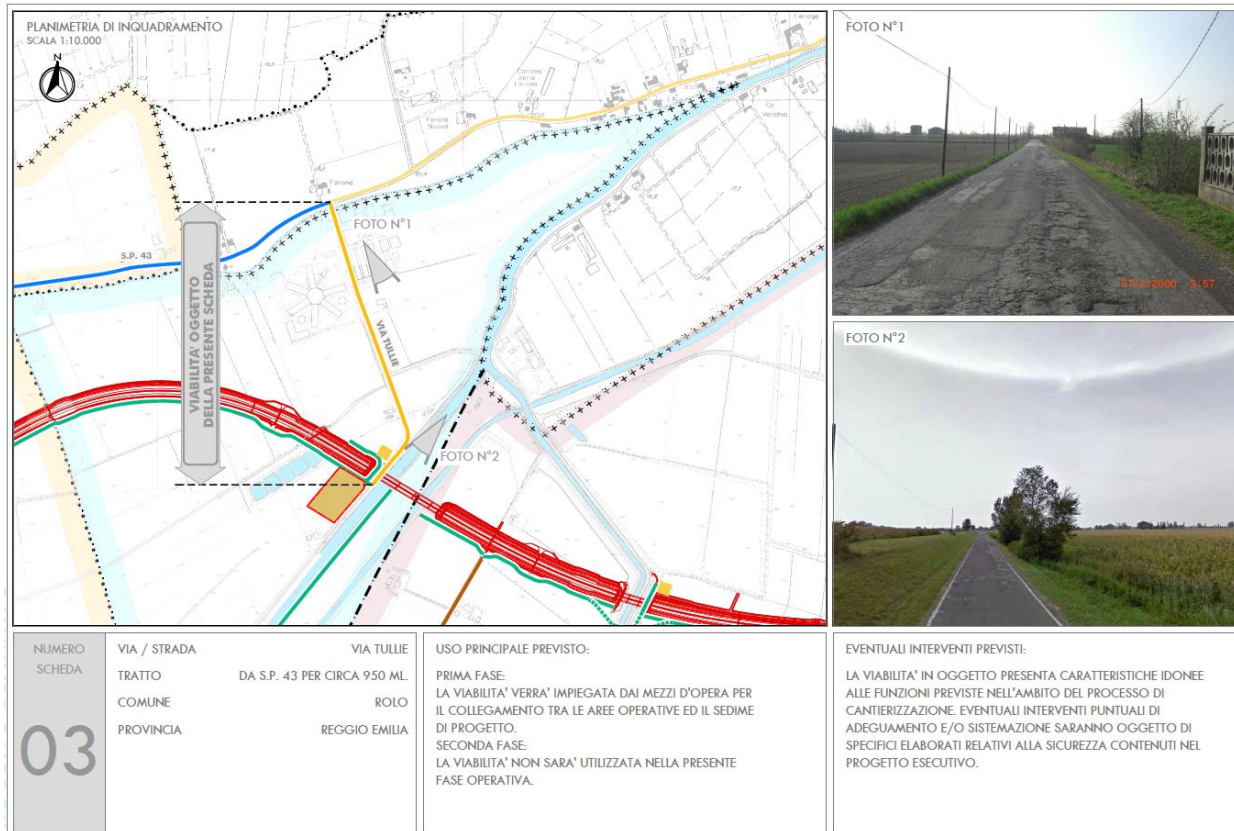


FIGURA 2.3-4 – ESEMPIO DI SCHEDA DI CENSIMENTO DELLA VIABILITÀ UTILIZZATA IN FASE DI CANTIERE

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 ed 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.

Questa classificazione ha consentito di evidenziare gli interventi di potenziamento necessari per rendere le viabilità individuate, idonee all'attività di cantiere programmata. A tale proposito si elencano quelle che dovrebbero essere le caratteristiche minime delle arterie da utilizzare quali viabilità di cantiere:

- larghezza 5,50 m - per garantire l'accesso ai mezzi pesanti per il trasporto delle travi o grossi elementi prefabbricati;
- larghezza 3,50 m – utilizzate per tutti gli altri mezzi (con l'eventuale creazione di piazzole per permettere l'incrocio di due mezzi pesanti).

La tipologie d'intervento, per il potenziamento delle viabilità locali esistenti necessarie al piano trasporti del presente processo di cantierizzazione, sono state suddivise secondo l'elenco di attività riportato di seguito:

- bonifica superficiale (spessore max 20 cm);
- eventuale stabilizzazione con calce e cemento;
- sostituzione del materiale asportato con pietrischetto di frantumazione assestato, bagnato e compattato sino al ripristino dello spessore originale. A tal proposito il tipo di materiale deve essere idoneo ad ottenere una superficie viaria chiusa e sagomata per permettere il corretto smaltimento delle acque di piattaforma.

Per quanto riguarda le viabilità che si configurano con caratteristiche idonee alle funzioni previste nell'ambito del processo di cantierizzazione, eventuali interventi puntuali di adeguamento e/o sistemazione saranno oggetto di specifici elaborati relativi alla sicurezza contenuti nel progetto esecutivo. 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, nelle Tabella 2.3-2 e Tabella 2.3-3, l'elenco delle viabilità interessate dalla movimentazione dei mezzi durante la realizzazione del nuovo tracciato autostradale e la relativa ubicazione territoriale, suddivise per i due Ambiti Operativi.

Nome viabilità	Provincia	Comune	Nome viabilità	Provincia	Comune
Cispadana esistente	Reggio Emilia	Reggiolo	Via Posta Vecchia	Modena	Mirandola
S.P.43	Reggio Emilia	Reggiolo e Rolo	Via Laterale Posta Vecchia	Modena	Mirandola
Via Tullie	Reggio Emilia	Rolo	Via Posta	Modena	Mirandola
Viabilità podereale	Reggio Emilia	Reggiolo	SS12	Modena	Mirandola
Via Fermi	Reggio Emilia	Reggiolo	Via Camurana	Modena	Mirandola e Medolla
Via Rame	Reggio Emilia	Reggiolo	Via S. Antonio	Modena	Mirandola e Medolla
S.P.44	Reggio Emilia	Reggiolo e Rolo	Via Imperiale	Modena	Mirandola Medolla e S. Felice sul Panaro
Viabilità podereale	Reggio Emilia	Reggiolo	Via Nazioni Unite	Modena	Mirandola
Viabilità podereale	Reggio Emilia	Reggiolo	SP8	Modena	Mirandola e S. Felice sul Panaro
Viabilità podereale	Reggio Emilia	Reggiolo	Via S. Maria	Modena	Mirandola
Via Ponte Nuovo	Reggio Emilia	Rolo	Viabilità podereale	Modena	Medolla e S. Felice sul Panaro
Via Ponte Gallina	Reggio Emilia	Rolo	Via Getta	Modena	S. Felice sul Panaro
Via Foresto	Reggio Emilia Modena	Rolo Novi	Via Bignardi	Modena	S. Felice sul Panaro
SP413	Modena	Novi	Via Forcole	Modena	S. Felice sul Panaro

Nome viabilità	Provincia	Comune	Nome viabilità	Provincia	Comune
SP8	Modena	Novi, Carpi, Concordia sulla Secchia	Strada Villa Gardè	Modena	S. Felice sul Panaro
Via per S. Possidonio	Modena	Concordia sulla Secchia	Viabilità poderale	Modena	S. Felice sul Panaro
SP5	Modena	Concordia sulla Secchia	Via Pioppe	Modena	S. Felice sul Panaro
SP8	Modena	San Possidonio	Via Venezia	Modena	S. Felice sul Panaro
SP11	Modena	San Possidonio	Via degli Estensi	Modena	S. Felice sul Panaro
Via Diversivo	Modena	Mirandola	SP468	Modena	S. Felice sul Panaro e Finale Emilia
Via Baccarella	Modena	Mirandola	SP9	Modena	S. Felice sul Panaro
Via di Mezzo	Modena	Mirandola	Via Salde Entrà	Modena	Finale Emilia
Via Scarabella	Modena	Mirandola			

TABELLA 2.3-2 – ELENCO DELLE VIABILITÀ ESISTENTI UTILIZZATE IN FASE DI CANTIERE: AMBITO OPERATIVO 1

Nome viabilità	Provincia	Comune	Nome viabilità	Provincia	Comune
Via Monte Bianco	Modena	Finale Emilia	SP34	Ferrara	Cento e S. Agostino
SP468	Modena	Finale Emilia	Via Canale Angelino	Ferrara	S. Agostino
SP2	Modena	Finale Emilia	Via Quattro Torri	Ferrara	S. Agostino
Via Abbà e Motto	Modena	Finale Emilia	Via dei Frutteti	Ferrara	S. Agostino
Via Vallicella	Modena	Finale Emilia	Via dei Frutteti	Ferrara	S. Agostino
Tangenziale di Finale Emilia	Modena	Finale Emilia	Via Cavo Napoleonico	Ferrara	S. Agostino
SP468	Modena	Finale Emilia	SP70	Ferrara	S. Agostino e Poggio Renatico
Via Argine destro Panaro	Modena	Finale Emilia	SP35	Ferrara	S. Agostino e Poggio Renatico
Via Salvabella	Modena	Finale Emilia	SP66	Ferrara	S. Agostino
Via delle Roveri	Modena	Finale Emilia	Via Riolo	Ferrara	S. Agostino e Poggio Renatico
Via Gnoli	Modena	Finale Emilia	Cispadana esistente	Ferrara	Poggio Renatico e Ferrara
Via per Cento	Modena Ferrara	Finale Emilia Cento	SP50	Ferrara	Poggio Renatico
Via Riga	Modena Ferrara	Finale Emilia Cento	SP8	Ferrara	Poggio Renatico
Via Monsignor di Sotto	Ferrara	Cento	Cispadana esistente	Ferrara	Poggio Renatico
SP46	Ferrara	Cento	Via Imperiale	Ferrara	Poggio Renatico e Ferrara
SP6	Modena Ferrara	Finale Emilia Cento	Viabilità poderale	Ferrara	Poggio Renatico e Ferrara
SP13	Ferrara	Cento e S. Agostino	SP8	Ferrara	Ferrara
Via Orologi	Ferrara	Cento	SS64	Ferrara	Ferrara

TABELLA 2.3-3 – ELENCO DELLE VIABILITÀ ESISTENTI UTILIZZATE IN FASE DI CANTIERE: AMBITO OPERATIVO 2

Si precisa inoltre che, vista la suddivisione delle opere in fasi operative, alcuni percorsi potranno risultare in comune a più tratti autostradali. Inoltre tutti i mezzi adibiti al trasporto di inerti pulverulenti, in transito lungo le viabilità di cantiere, saranno opportunamente coperti, al fine di scongiurare l'eventuale dispersione dei carichi trasportati e/o l'emissione di polveri.

2.3.1.2 Piste di cantiere

Il sistema delle viabilità utilizzate in fase di realizzazione delle opere, infine, è completato dalla realizzazione di piste di cantiere necessarie per collegare le aree operative alla viabilità esistente e al sedime di progetto. Le strade di servizio saranno realizzate e completate durante il primo periodo di cantierizzazione (12 mesi circa). Tali percorsi, come premesso, coincideranno in parte con le viabilità a servizio dell'autostrada (controstrade) e pertanto devono intendersi come opere definitive ed in parte saranno realizzate adattando percorsi prevalentemente coincidenti con il sedime dell'autostrada di progetto o posti in fregio alla stessa. Al termine dei lavori, all'entrata in esercizio dell'infrastruttura autostradale, le controstrade non saranno ricomprese all'interno della recinzione autostradale, ma saranno restituite al territorio quali piste ciclabili, viabilità di ricucitura dei fondi agricoli, accesso dei consorzi e manutenzione autostradale. Per dare continuità il più possibile alle controstrade risulta di primaria importanza risolvere, durante il primo periodo operativo, le puntuali interferenze individuate lungo il percorso con le principali viabilità stradali e ferroviarie e i corsi d'acqua minori. Il tracciato planimetrico di queste viabilità di cantiere è rappresentato negli elaborati PD0A00AKK000KKP501+14 "Planimetria di dettaglio delle piste di cantiere e dei percorsi dei mezzi operativi, con indicazione delle opere propedeutiche alla realizzazione- TAVV. 1/14 e 14/14".

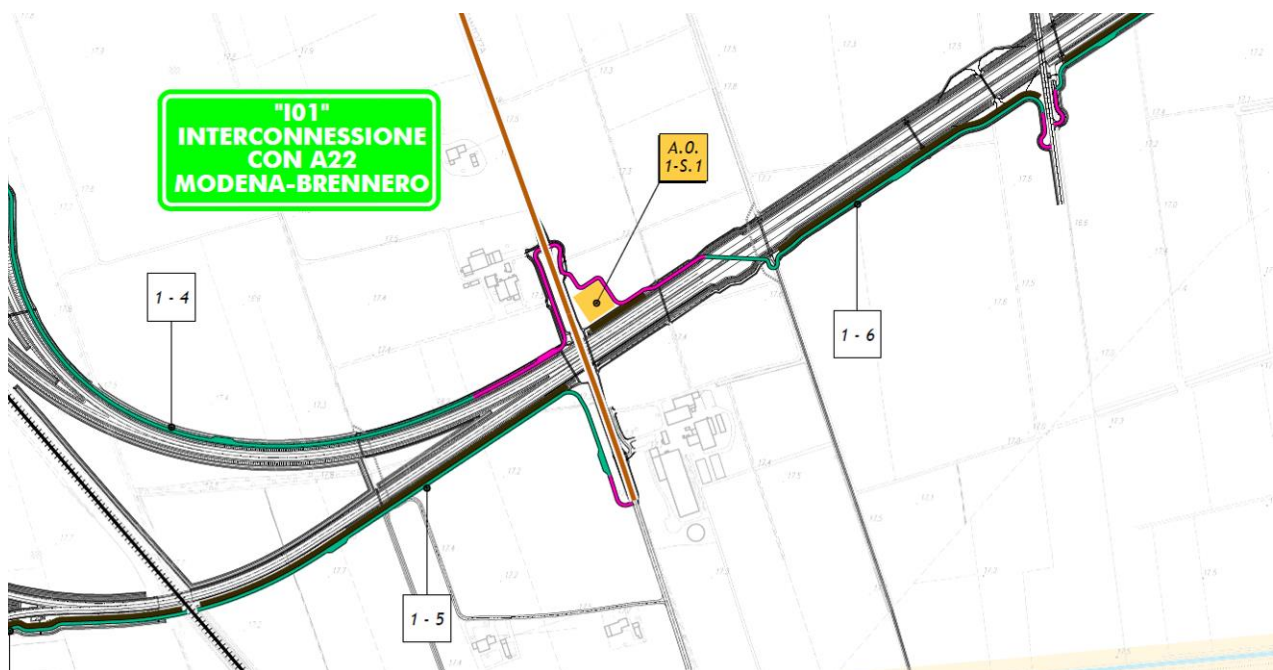


FIGURA 2.3-5 – STRALCIO PLANIMETRICO DELLA PISTA 1-6 (ESTRATTO DALL'ELAB. PD_0_A00_AKK00_0_KK_P5_01)

Per le piste di cantiere si prevede una sezione tipo coincidente con quella schematizzata nella successiva **FIGURA 2.3-6**.

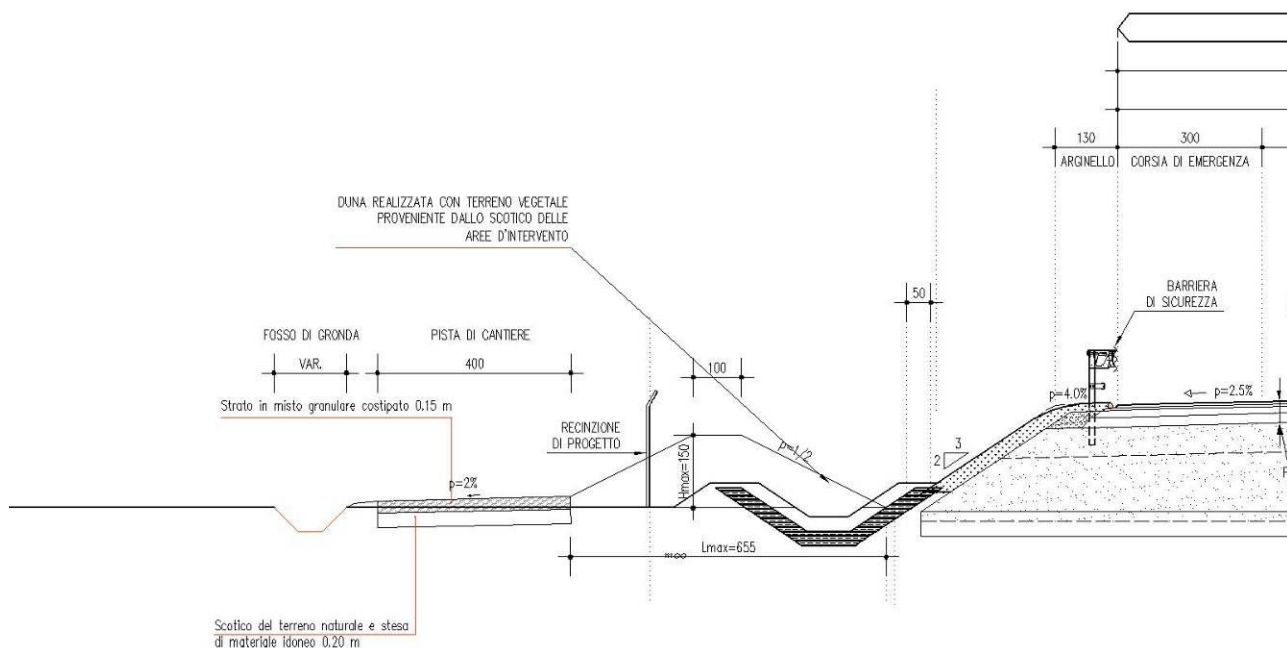


FIGURA 2.3-6 – SEZIONE TIPO DELLE PISTE DI CANTIERE (ESTRATTO DALL'ELAB. PD_0_000_0KK00_0_KK_SH_01)

La larghezza complessiva della piattaforma, avente pendenza trasversale unica del 2% verso l'esterno del sedime di progetto, è pari a 4 m, con percorrenza a senso unico alternato. La configurazione planimetrica delle piste è completata dall'introduzione di piazzole di scambio (aventi larghezza pari a 3 m) per l'incrocio dei mezzi d'opera, poste ad interasse massimo di 500 m.

La pavimentazione di tali piste è realizzata con uno strato in misto granulare costipato dello spessore di 15 cm. Il pacchetto della pavimentazione sarà integrato da uno strato di binder (dello spessore di 3 cm evidenziato in magenta nelle precedenti figure) posto in opera in prossimità di ricettori, ovvero in approccio alle intersezioni con la viabilità esistente, al fine di contenere il potenziale sollevamento di polveri. Nelle successive Tabella 2.3-4 e Tabella 2.3-5 si riportano le caratteristiche principali delle piste di cantiere previste, rispettivamente, per i due ambiti operativi.

N° Pista	Sviluppo (m)	Tratto Pavimentato (m)	Tratto coincidente con controstrade (m)	Tratto pavimentato coincidente con controstrade (m)	N° Pista	Sviluppo (m)	Tratto Pavimentato (m)	Tratto coincidente con controstrade (m)	Tratto pavimentato coincidente con controstrade (m)
1-1	604.60	-	-	-	1-22	1267.10	250.00	1209.08	200.00
1-2	337.40	-	231.60	-	1-23	1318.20	50.00	1318.20	50.00
1-3	497.50	-	443.40	-	1-24	1571.70	1571.70	999.00	1037.00
1-4	1034.00	246.10	114.19	114.19	1-25	330.90	330.90	-	-
1-5	667.50	50.00	-	-	1-26A	440.90	100.00	440.90	100.00
1-6	778.80	302.50	479.60	94.32	1-26B	371.90	100.00	371.90	100.00
1-7A	1700.60	50.00	1512.53	50.00	1-26C	707.60	100.00	707.60	100.00
1-7B	931.10	931.10	-	-	1-27A	1164.70	100.00	1164.70	100.00
1-8	674.70	674.70	674.70	674.70	1-27B	1479.10	547.57	1479.10	547.57
1-9	1527.30	1527.30	1527.30	1527.30	1-27C	684.80	684.80	684.80	684.80
1-10	980.90	100.00	980.90	100.00	1-28A	1240.70	50.00	1240.70	50.00
1-11	1108.70	100.00	1108.70	100.00	1-28B	765.60	100.00	765.60	100.00
1-12	406.50	50.00	406.50	50.00	1-29A	416.90	416.90	416.90	416.90
1-13	2300.00	180.00	-	-	1-29B	703.10	703.10	459.50	459.50
1-14	1138.50	50.00	271.95	-	1-29C	1406.20	688.10	1091.50	549.36
1-15	1266.30	100.00	736.75	100.00	1-30A	491.25	245.50	491.25	245.50
1-16	514.70	50.00	50.70	-	1-30B	1502.00	50.00	1502.00	50.00
1-17	618.00	100.00	235.64	50.00	1-31A	537.80	205.00	141.80	80.00
1-18	880.30	568.75	550.37	183.43	1-31B	768.22	220.00	498.20	220.00
1-19A	1203.60	50.00	1203.60	50.00	1-32	1149.10	50.00	492.00	50.00
1-19B	991.80	527.25	622.67	477.25	1-33	890.30	300.00	49.30	50.00
1-20	2363.10	164.30	189.30	164.30	1-34	526.20	-	-	-
1-21A	411.90	250.00	344.48	184.56	1-35	1255.20	638.00	446.30	600.00
1-21B	281.50	150.00	281.48	150.00					

TABELLA 2.3-4 – PISTE DI CANTIERE PREVISTE PER L'AMBITO OPERATIVO 1

N° Pista	Sviluppo (m)	Tratto Pavimentato (m)	Tratto coincidente con controstrade (m)	Tratto pavimentato coincidente con controstrade (m)	N° Pista	Sviluppo (m)	Tratto Pavimentato (m)	Tratto coincidente con controstrade (m)	Tratto pavimentato coincidente con controstrade (m)
2-1	1637.50	360.00	963.50	360.00	2-14A	1775.30	595.80	1775.30	595.80
2-2	2207.60	50.00	917.60	-	2-14B	537.30	50.00	537.30	50.00
2-3	945.10	200.00	783.60	167.00	2-15	1313.33	-	1107.90	-
2-4A	1327.60	50.00	1189.70	50.00	2-16	2817.50	1876.90	2561.65	1450.00
2-4B	480.60	480.60	480.60	480.60	2-17A	86.40	50.00	-	-
2-5A	1884.30	50.00	1844.30	50.00	2-17B	1560.70	300.00	241.10	241.10
2-5B	558.47	50.00	396.45	50.00	2-18	1243.80	50.00	-	-
2-6	137.40	137.40	-	-	2-19	840.80	-	-	-
2-7	742.90	742.90	718.00	718.00	2-20	601.90	-	-	-
2-8	570.50	570.50	570.50	570.50	2-21	1895.20	539.00	298.80	-
2-9	477.50	477.50	243.90	243.90	2-22	979.90	328.50	869.90	328.50
2-10	1081.90	405.00	789.60	355.00	2-23	1090.40	860.60	229.80	229.80
2-11A	496.50	496.50	379.90	353.00	2-24	1368.60	580.00	1368.60	580.00
2-11B	1139.10	210.00	557.50	50.00	2-25	1244.70	292.80	873.40	32.00
2-11C	350.60	350.60	272.80	272.80	2-26	741.80	50.00	-	-
2-12	986.30	220.00	986.30	220.00	2-27	813.40	100.00	-	-
2-13	1216.20	120.00	1216.20	120.00					

TABELLA 2.3-5 – PISTE DI CANTIERE PREVISTE PER L'AMBITO OPERATIVO 2

La sezione tipo della pista è completata dall'introduzione di una duna realizzata con terreno vegetale proveniente dallo scotico delle aree d'intervento. La duna, avente anche funzione di mitigazione, sarà posta in opera con pendenze delle scarpate 1/2, in modo da evitare fenomeni di ruscellamento sulla superficie e, quindi, la dispersione del terreno.

Tra le piste di cantiere è ritenersi incluso anche il sedime del futuro tracciato autostradale. Tali aree, infatti, saranno utilizzate durante l'intero svolgimento dei lavori per la realizzazione degli interventi di progetto e, quindi, impegnate dai mezzi d'opera presenti sul fronte di avanzamento dei lavori.

2.3.1.3 Attraversamenti provvisori dei corsi d'acqua naturali

Al fine di garantire la continuità delle piste di servizio durante la fase di cantiere e, contestualmente, agire sulla riduzione del traffico generato dai mezzi d'opera nell'ambito delle viabilità ordinarie, è possibile ipotizzare la creazione di opportuni attraversamenti provvisori dei corsi d'acqua naturali, quali i fiumi Secchia e Panaro, oltre che del canale Fossa Raso, in prossimità dei nuovi attraversamenti idraulici permanenti, in progetto. Tali attraversamenti possono essere realizzati attraverso la creazione di opere provvisionali quali i ponti tipo "Bailey".

Il ponte "Bailey" è un attraversamento idraulico costituito da elementi in travatura reticolare prefabbricati. I vantaggi di questo tipo di costruzione sono il montaggio semplice e veloce e la relativa versatilità realizzativa. Il ponte può essere costruito su una o più campate, inoltre i suoi elementi possono essere utilizzati per la costruzione di pile intermedie a supporto di ponteggi temporanei.

La costruzione dei ponti "Bailey" è da prevedersi tra le fasi realizzative delle opere provvisorie necessarie per la messa in sicurezza idraulica dell'area di cantiere in corrispondenza dei relativi viadotti in progetto (vedasi a tal proposito anche gli elaborati PD_0_A12_AWS05_0_WW_RI_01, PD_0_A30_AWS12_0_WW_RI_01 e 0668_PD_0_A04_AWS02_0_WW_PZ_02 nella sezione "IDRAULICA CORSI D'ACQUA PRINCIPALI" del presente Progetto Definitivo). Le fasi operative che occorre seguire per la messa in opera di tali strutture sono riassunte nei seguenti punti:

- Fase 0 - Realizzazione dei ringrossi arginali e delle difese idrauliche in massi secondo quanto previsto nell'ambito delle opere di progetto per la difesa spondale dei corsi d'acqua in esame. Una volta avvenuta la costipazione dei ringrossi arginali si procede con le fasi successive;
- Fase 1 - Realizzazione delle rampe che collegano la sommità arginale alle piste di cantiere, esterne all'alveo fluviale;
- Fase 2 - Realizzazione dell'eventuale rilevato interno all'alveo che consente il collegamento tra la sommità arginale ed il piano di calpestio del ponte Bailey, con relativa protezione al piede;
- Fase 3 - Esecuzione delle opere strutturali del ponte "Bailey";
- Fase 4 – Messa in esercizio degli attraversamenti provvisori contestualmente alle piste di cantiere ed esecuzione dei lavori nell'ambito delle opere previste in progetto;
- Fase 5 - Smantellamento del ponte "Bailey" e delle relative rampe d'accesso con ripristino delle condizioni originarie dei luoghi interessati dall'inserimento del ponte provvisorio.

Lo studio eseguito per verificare la compatibilità idraulica dei ponti "Bailey" con il deflusso delle acque, è stato impostato nel rispetto della *Direttiva contenente i criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce "A" e "B" del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) dell'Autorità di Bacino del fiume PO (ADB Po) e del DM 17.01.2018 Norme Tecniche per le Costruzioni e successiva Circolare C.S.LL.PP. 21.01.2019*. Le analisi di dettaglio sono riportate nell'Allegato all'elaborato PD_0_000_0WS00_0_WW_RI_01 "Relazione idrologica-idraulica" inserito nella sezione "IDROLOGIA" del Progetto Definitivo autostradale.

Nei paragrafi successivi si espone una descrizione sintetica dell'ubicazione e del relativo dimensionamento dei singoli attraversamenti idraulici provvisori, previsti in corrispondenza dei fiumi Secchia e Panaro e della Fossa Raso.

2.3.1.3.1 Attraversamento provvisorio su Fossa raso

Nell'ambito del Progetto Definitivo è previsto che il canale Fossa Raso sia attraversato dal corpo autostradale in un tratto situato poco a valle dell'abitato Novi di Modena. L'attraversamento autostradale della Fossa Raso avviene mediante la previsione di un viadotto composto da tre campate, ognuna di luce pari a 35.0 m (distanza tra asse appoggi da Spalla Ovest), per una lunghezza totale di 105 m.

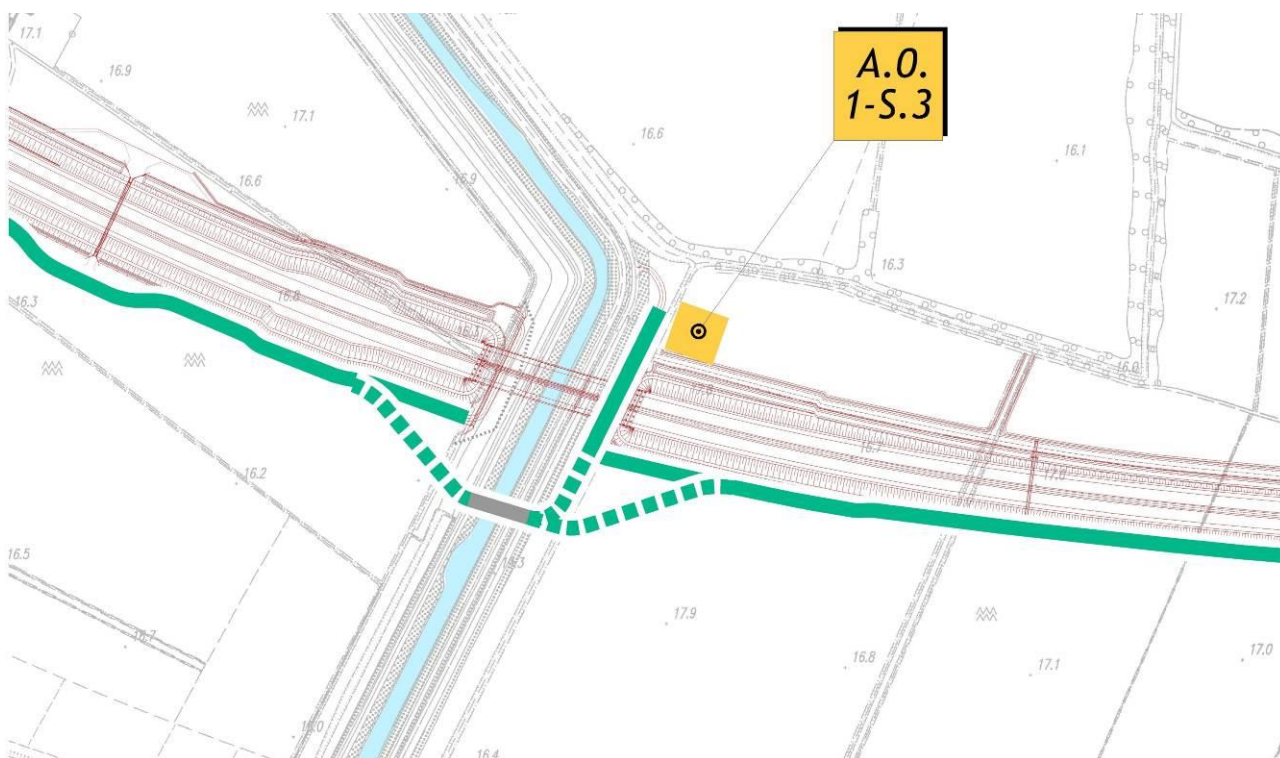


FIGURA 2.3-7 – STRALCIO PLANIMETRICO DELL'ATTRAVERSAMENTO IDRAULICO PROVVISORIO IN CORRISPONDENZA DEL CANALE FOSSA RASO (ESTRATTO DALL'ELAB. PD_3541_PD_0_A00_AKK00_0_KK_PP_08)

Il ponte Bailey sarà posizionato a monte del viadotto stradale, ad una distanza di circa 75 m. La corretta posizione del ponte è riportata nella planimetria dell'immagine precedente.

Le verifiche di carattere idraulico sono state condotte ipotizzando una configurazione che prevede associata al viadotto in progetto il ponte "Bailey", le relative opere provvisorie ed un livello idrico in corrispondenza dell'attraversamento pari a 21.20 m slm, congruente con un'onda di piena generata dalla Portata Massima Sostenibile. Al fine di garantire la continuità delle piste di cantiere tra le due sponde del canale Fossa Raso, si rende necessario fissare la quota d'intradosso del ponte pari a 21.50 m slm, quota che rispetta le prescrizioni normative e, contemporaneamente, permette un adeguato inserimento all'interno dell'alveo del corso d'acqua, agevolando il raccordo con le piste stesse.

Le caratteristiche strutturali del ponte "Bailey" previsto sul canale Fossa Raso sono indicate di seguito e schematizzate nella successiva Figura 2.3-8:

- l'impalcato, costituito da elementi in travatura reticolare prefabbricati, presenta una larghezza di 5.00 m ed una lunghezza di 28.00 m a campata unica;
- la struttura poggia agli estremi sulle spalle inserite nel corpo arginale;
- il ponte è collegato alle sommità arginali, da cui hanno origine le piste di cantiere, attraverso rilevati in terra. La configurazione dell'attraversamento, quindi, garantisce l'opportuno margine di sicurezza nel caso di piene con Portata Massima Sostenibile.

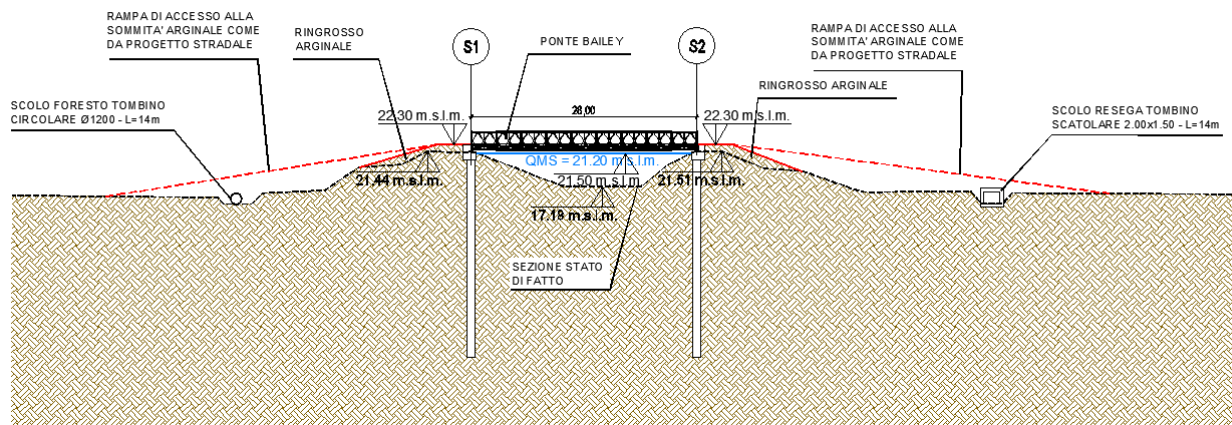


FIGURA 2.3-8 – SEZIONE LONGITUDINALE CON UBICAZIONE DEL PONTE "BAILEY" IN CORRISPONDENZA DEL CANALE FOSSA RASO

Di seguito si riportano alcune valutazioni che rappresentano dei requisiti prestazionali da rispettare durante le diverse fasi di lavoro:

- le aree destinate allo stoccaggio provvisorio di materie, e quindi anche di materiali inerti provenienti da movimenti terra effettuati in ambito di cantiere, dovranno risultare esterne ai corpi arginali, fatto salvo il pietrame per il successivo ed immediato reimpiego;
- le aree destinate allo stoccaggio di sostanze idroinquinanti come i serbatoi di stoccaggio di materie contaminanti o potenzialmente contaminanti, devono essere ubicati esternamente ai corpi arginali;
- la quota minima di intradosso del ponte Bailey non dovrà essere inferiore a 21.50 m s.l.m. per garantire oltre al franco di sicurezza di almeno 0.30 m, rispetto al livello idrometrico per la portata massima sostenibile, anche il transito in sicurezza dei mezzi meccanici sul ponte, che si verifica ponendo la quota del piano di calpestio dello stesso ad una quota prossima a quella corrispondente alla sommità arginale ringrossata.

2.3.1.3.2 Attraversamento provvisorio Fiume Secchia

Nell’ambito del Progetto Definitivo è previsto che il Fiume Secchia sia attraversato oltre che dal corpo autostradale anche dalla viabilità di collegamento C03, in un tratto situato poco a monte dell’abitato di Concordia sulla Secchia. Il sistema di attraversamento in progetto è composto da tre impalcati affiancati, di cui quello stradale è posto a valle del viadotto autostradale e parallelamente ad esso (vedasi successiva **FIGURA 2.3-9**).

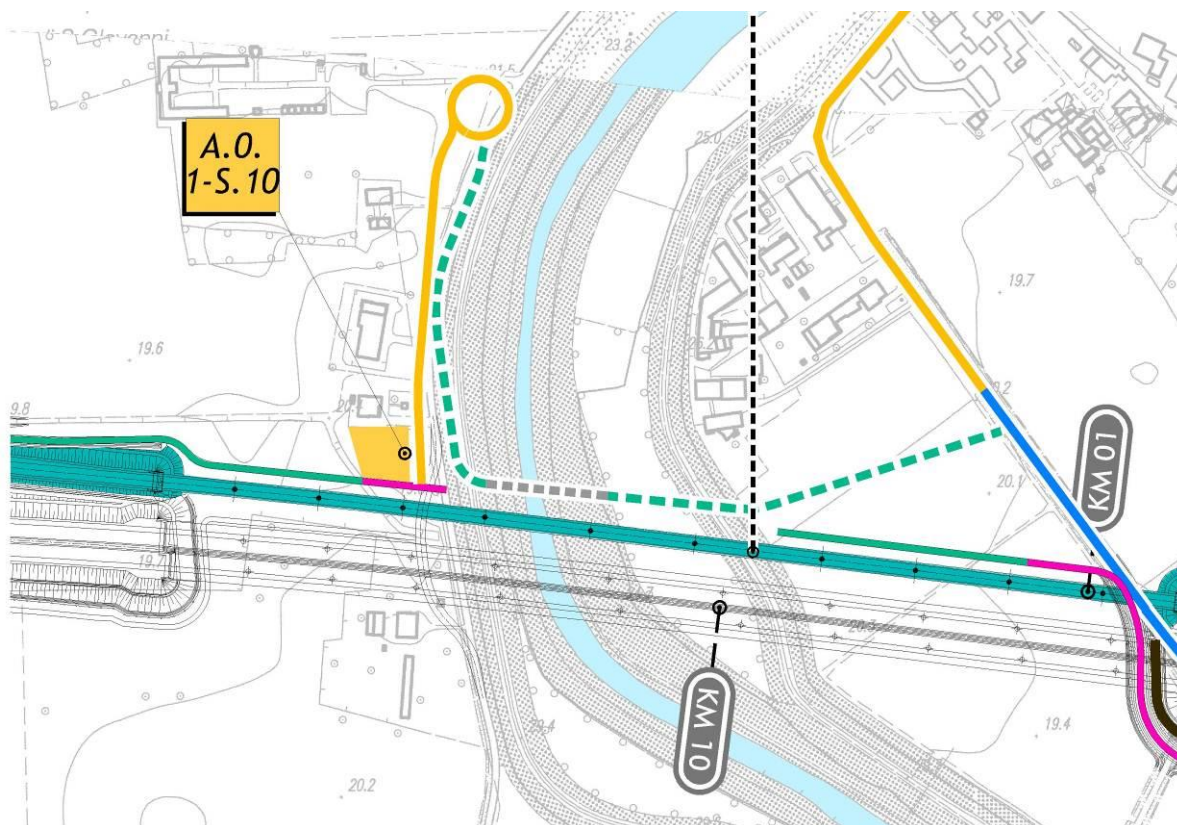


FIGURA 2.3-9 – STRALCIO PLANIMETRICO DELL’ATTRAVERSAMENTO IDRAULICO PROVVISORIO IN CORRISPONDENZA DEL FIUME SECCHIA (ESTRATTO DALL’ELAB. PD_0_A00_AKK00_0_KK_P5_03)

Il ponte “Bailey” (in grigio tratteggiato nella precedente Figura 2.3-9) è stato ubicato a valle del viadotto stradale, per evitare conflittualità fisiche in caso di cedimenti conseguenti ad eventi eccezionali di piena, ad una distanza di circa 10.00 m dal viadotto stesso. La posizione risulta strategica sia al fine di sfruttare il ringrosso arginale già previsto con il progetto della sistemazione idraulica del Fiume Secchia, che per allontanarsi il più possibile dalle abitazioni presenti a valle dell’attraversamento stesso, evitando interferenze con l’impronta del rilevato da prevedersi per la creazione delle rampe di accesso al ponte “Bailey” (in verde tratteggiato nella precedente Figura 2.3-9).

Le verifiche di carattere idraulico sono state condotte ipotizzando una configurazione che prevede associata ai viadotti in progetto il ponte "Bailey", le relative opere provvisionali ed un livello idrico in corrispondenza dell'attraversamento pari a 26.74 m s.l.m., congruente con un'onda di piena avente TR=10 anni. Al fine di garantire la continuità delle piste di cantiere tra le due sponde del Fiume Secchia, si rende necessario fissare la quota d'intradosso del ponte pari a 29.53 m s.l.m., quota che rispetta le prescrizioni normative e, contemporaneamente, permette un adeguato inserimento all'interno dell'alveo fluviale agevolando il raccordo con le piste stesse. Le caratteristiche strutturali del ponte "Bailey" previsto sul Fiume Secchia sono indicate di seguito e schematizzate nella successiva **FIGURA 2.3-10**:

- l'impalcato, costituito da elementi in travatura reticolare prefabbricati, presenta una larghezza di 5.00 m ed una lunghezza di 74.00 m suddivisa in tre campate. Una centrale di 34.00 m e due laterali di lunghezza pari a 20.00 m;
- la struttura poggia agli estremi sulle spalle costituite, rispettivamente, in sponda sinistra da un diaframma idraulico la cui realizzazione è già prevista nell'ambito della sistemazione idraulica in corrispondenza dei viadotti in progetto, in sponda destra da una fila di due pali in C.A. aventi diametro pari a 1000 mm ed uniti in testa con trave di correa. Le pile centrali del ponte "Bailey" sono costituite da pali in acciaio con diametro di circa 820 mm, allineati tra loro formando una fila di due. Queste sono collegate ai plinti di fondazione dai quali hanno origine 4 pali di fondazione in c.a. aventi diametro pari a 1000 mm. Dai calcoli sui fenomeni erosivi localizzati intorno alle pile ed alle spalle del ponte è emerso che per un evento di piena decennale lo scalzamento massimo è di circa 2.00 m che comporta il posizionamento dell'estradosso del plinto di fondazione almeno ad 1.00 m di profondità;
- il ponte è collegato alle sommità arginali, da cui hanno origine le piste di cantiere, attraverso rilevati in terra opportunamente difesi al piede con massi. Il rilevato di sponda dx presenta un franco di 1 m sopra la Q₁₀ ed è più basso di 1,60 m rispetto l'argine esistente ovvero 2,60 m rispetto il ringrosso arginale. La configurazione dell'attraversamento, quindi, garantisce l'opportuno margine di sicurezza nel caso di piene con TR>25 anni sia nel caso di sormonto (incremento dei profili di rigurgito verso monte contenuto in 2-3 cm) che di eventuale collasso.

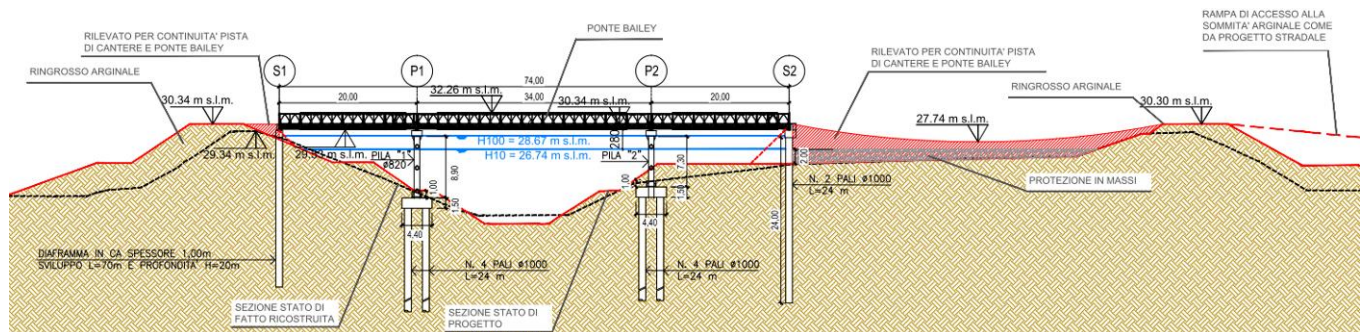


FIGURA 2.3-10 – SEZIONE LONGITUDINALE CON UBICAZIONE DEL PONTE "BAILEY" IN CORRISPONDENZA DEL FIUME SECCHIA

Di seguito si riportano alcune valutazioni che rappresentano dei requisiti prestazionali da rispettare durante le diverse fasi di lavoro:

- le aree destinate allo stoccaggio provvisorio di materie e, quindi, anche di materiali inerti provenienti da movimenti terra effettuati in ambito di cantiere, dovranno risultare esterne ai corpi arginali, fatto salvo il pietrame per il successivo ed immediato reimpiego;
- le aree destinate allo stoccaggio di sostanze potenzialmente idroinquinanti come i serbatoi di stoccaggio di bentonite, devono essere ubicati esternamente ai corpi arginali.
- la quota massima del rilevato di sponda destra non dovrà essere superiore a 27.74 m slm per garantire un franco di sicurezza di 1.00 m, rispetto al livello idrometrico per piena decennale.

2.3.1.3.3 Attraversamento provvisorio Fiume Panaro

Nell'ambito del Progetto Definitivo è previsto che il Fiume Panaro sia attraversato dall'opera autostradale circa 5 chilometri a monte dell'abitato di Finale Emilia, in Provincia di Modena. L'opera provvisoria di attraversamento del presente corso d'acqua è ubicata circa 110 m a valle del viadotto autostradale (vedasi successiva FIGURA 2.3-11). Nella figura l'opera strutturale è rappresentata in grigio tratteggiato, mentre le relative rampe d'approccio sono in verde tratteggiato

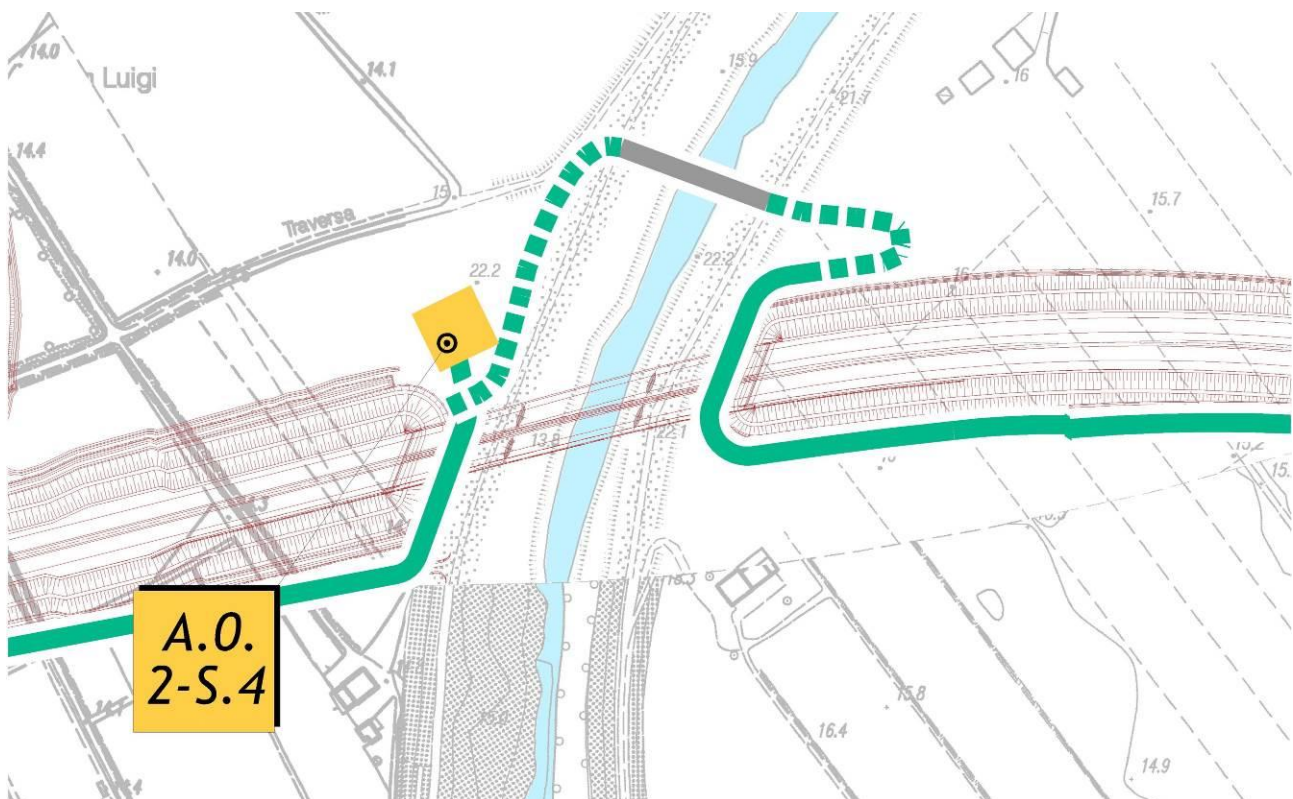


FIGURA 2.3-11 – STRALCIO PLANIMETRICO DELL'ATTRAVERSAMENTO IDRAULICO PROVVISORIO IN CORRISPONDENZA DEL FIUME PANARO (ESTRATTO DALL'ELAB. PD_0_A00_AKK00_0_KK_PP_05)

Le verifiche di carattere idraulico sono state condotte ipotizzando una configurazione che prevede associata ai viadotti in progetto il ponte “Bailey”, le relative opere provvisionali ed un livello idrico in corrispondenza dell’attraversamento pari a 20,15 m s.l.m., congruente con un’onda di piena avente TR=10 anni. Al fine di garantire la continuità delle piste di cantiere tra le due sponde del Fiume Panaro, si rende necessario fissare la quota d’intradosso del ponte pari a 22,95 m s.l.m., quota che rispetta le prescrizioni normative e, contemporaneamente, permette un adeguato inserimento all’interno dell’alveo fluviale agevolando il raccordo con le piste stesse. Le caratteristiche strutturali del ponte “Bailey” previsto sul Fiume Panaro sono indicate di seguito e schematizzate nella successiva Figura 2.3-12:

- l’impalcato, costituito da elementi in travatura reticolare prefabbricati, presenta una larghezza di 5.00 m ed una lunghezza di 85.00 m suddivisa in tre campate. Una centrale di 35.00 m e due laterali di lunghezza pari a 25.00 m;
- la struttura poggia agli estremi sulle spalle costituite ciascuna da una fila di due pali in C.A. aventi diametro pari a 1000 mm ed uniti in testa con trave di correa. Le pile centrali del Bailey sono costituite da pali in acciaio con diametro di circa 820 mm, allineati tra loro formando una fila di due. Queste sono collegate ai plinti dai quali hanno origine 4 pali di fondazione in c.a. aventi diametro pari a 1000 mm. Dai calcoli sui fenomeni erosivi localizzati intorno alle pile e alle spalle del ponte è emerso che per un evento di piena decennale lo scalzamento massimo è di circa 2.00 m che comporta il posizionamento dell’estradosso del plinto di fondazione almeno ad 1.00 m di profondità;
- il ponte è collegato alle sommità arginali, da cui hanno origine le piste di cantiere, attraverso rilevati in terra opportunamente difesi al piede con massi.

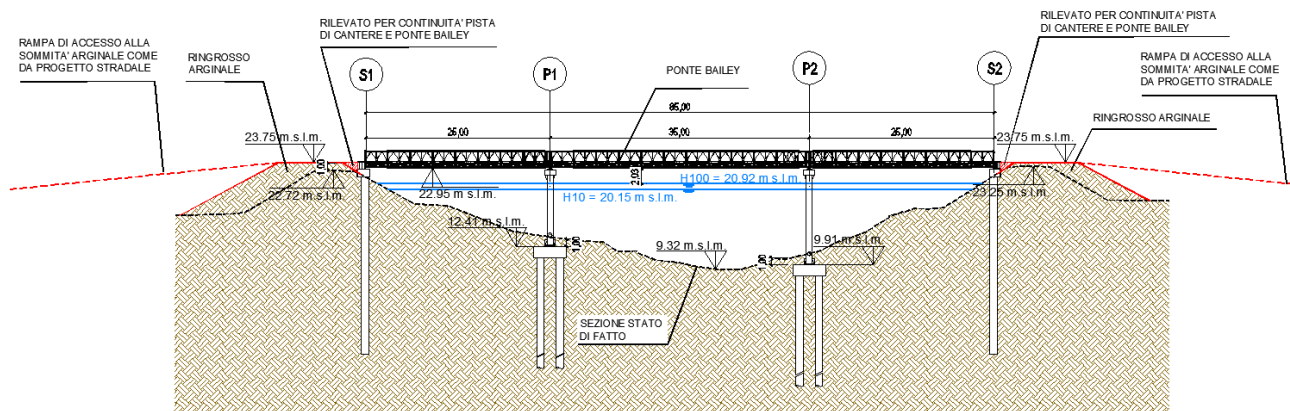


FIGURA 2.3-12 – SEZIONE LONGITUDINALE CON UBICAZIONE DEL PONTE “BAILEY” IN CORRISPONDENZA DEL FIUME PANARO

Di seguito si riportano alcune valutazioni che rappresentano dei requisiti prestazionali da rispettare durante le diverse fasi di lavoro:

- le aree destinate allo stoccaggio provvisorio di materie e, quindi, anche di materiali inerti provenienti da movimenti terra effettuati in ambito di cantiere, dovranno risultare esterne ai corpi arginali, fatto salvo il pietrame per il successivo ed immediato reimpiego;
- le aree destinate allo stoccaggio di sostanze potenzialmente idroinquinanti come i serbatoi di stoccaggio di bentonite, devono essere ubicati esternamente ai corpi arginali;
- la quota minima di intradosso dei ponti Bailey in esame non dovrà essere inferiore a 22,95 m s.l.m. al fine di garantire oltre al franco di sicurezza di almeno 1.00 m, rispetto al livello idrometrico per piena decennale, anche il transito in sicurezza dei mezzi meccanici sul ponte, che si verifica ponendo la quota del piano di calpestio dello stesso ad una quota prossima o comunque poco inferiore a quella corrispondente alla sommità arginale ringrossata.

2.3.1.4 I nodi delle viabilità di cantiere con le viabilità esistenti

In generale l'andamento plano-altimetrico delle piste di cantiere sarà conformato in relazione alla morfologia dei luoghi, cercando di limitare per quanto possibile i movimenti di materia ed il taglio della vegetazione esistente; le piste saranno provviste di un fosso di guardia laterale coincidente con il fosso di gronda previsto nell'ambito del progetto autostradale. Le intersezioni delle suddette piste con la viabilità esistente, quindi, saranno regolamentate da opportuna segnaletica di cantiere secondo quanto previsto dalla normativa vigente (DM 10 luglio 2002 – “Disciplinare tecnico relativo agli schemi segnaletici, differenziati per categoria di strada, da adottare per il segnalamento temporaneo” e ss.mm.ii) e, più in generale, regolamentate dal Codice della Strada e s.m. e i. In sede esecutiva, inoltre, le soluzioni sviluppate per le differenti intersezioni, saranno sviluppate in ossequio alle disposizioni vigenti in materia di sicurezza e, soprattutto, concordate con gli enti territoriali competenti.

2.3.2. Frequenze dei mezzi operativi nelle differenti 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. 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 3.1.2) durante la fase esecutiva. Negli elaborati allegati alla documentazione in esame (elab. PD_1_A00_AKK00_0_KK_FS_01 “Pianificazione temporale dei lavori, localizzazione, dimensionamento e layout funzionale delle aree di cantierizzazione: Ambito Operativo n°1” - TAV. 2 e PD_2_A00_AKK00_0_KK_FS_01 “Pianificazione temporale dei lavori, localizzazione, dimensionamento e layout funzionale delle aree di cantierizzazione: Ambito Operativo n°2” - 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 nelle precedenti Figura 2.1-1 e Figura 2.1-2, 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 solo 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 2.4.3), 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 le due fasi di costruzione, arrivando a determinare il flusso dei mezzi d'opera che interessa la singola viabilità durante il processo realizzativo.

A tale proposito si evidenzia che particolare attenzione si è posta 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. Per la determinazione di tali flussi di cantiere si è fatto riferimento anche a quanto previsto nella sezione "Cave" del Progetto Definitivo (elab. PD_0_000_0KK00_0_CD_PL_0).

Con riferimento al citato elaborato, sono stati individuati i poli di fornitura “esterni” all’area di cantiere coincidente con il sedime autostradale e, di conseguenza, le relative aree di influenza rispetto a:

- campi base (in cui trovano ubicazione gli impianti di produzione dei calcestruzzi e dei misti cementati);
- aree di stoccaggio provvisorio;
- aree operative.

In base ai volumi di approvvigionamento, provenienti da ogni singolo polo ed alla tempistica realizzativa del relativo tratto autostradale, sono stati determinati i flussi di traffico sulla rete stradale individuata (secondo i criteri descritti nel precedente paragrafo 2.3.1.1) a servizio del processo di cantierizzazione. Questo ha consentito di determinare i volumi dei mezzi d’opera esogeni al processo realizzativo che caratterizza il sedime autostradale. A questo volume, poi, si sono sommati gli effetti prodotti dal movimento dei mezzi d’opera strettamente correlati al processo realizzativo del nuovo asse autostradale e, quindi, al fronte avanzamento lavori (approvvigionamenti da campi base/aree di stoccaggio al sedime di progetto, collegamenti con le aree operative, ecc.) e che interessa:

- le viabilità nell’intorno del sedime di progetto, durante la prima fase di cantiere;
- le piste di cantiere durante la seconda fase operativa.

Tale analisi è stata condotta assegnando ad ogni fronte di avanzamento:

- un fabbisogno in relazione ai volumi discendenti dal bilancio materiali;
- una precisa tempistica realizzativa;
- la competenza territoriale rispetto a campi base, aree di stoccaggio ed aree operative (come riportato nella successiva Tabella 2.3-6).

AMBITO OPERATIVO 1			AMBITO OPERATIVO 2		
CAMPI BASE	AREE OPERATIVE E STOCCAGGIO	FRONTE LAVORI	CAMPI BASE	AREE OPERATIVE E STOCCAGGIO	FRONTE LAVORI
1-B.1	1-S.1 1-S.2 1-D.1	1.1	2-B.1	2-D.1 2-S.1 2-S.2 2-S.3 2-D.2 2-S.4	2.1
	1-S.3 1-S.4 1-S.5 1-S.6 1-S.7 1-D.2 1-S.8 1-S.9 1-D.3 1-S.10	1.2		2-S.5 2-S.6 2-S.7 2-S.8 2-S.9	2.2
1-B.2	1-S.11 1-S.12 1-S.13	1.3		2-D.3 2-S.10 2-S.11 2-S.12 2-S.13 2-D.4 2-S.14	2.3
	1-D.4 1-S.14 1-S.15 1-S.16 1-S.17 1-D.5 1-S.18 1-S.19 1-S.20	1.4	2-B.2	2-S.15 2-S.16 2-S.17 2-D.5 2-S.18 2-S.19 2-S.20 2-D.6 2-S.21	2.4
	1-D.6 1-S.21 1-S.22 1-S.23 1-S.24	1.5		2-S.22	2.5

TABELLA 2.3-6 – RIPARTIZIONE DELLE ZONE D'INFLUENZA DEI FRONTI LAVORI RISPETTO ALLE AREE DI CANTIERE

L'analisi è stata condotta, quindi, distinguendo i due ambiti operativi e, per ciascun ambito, le due differenti fasi relative alla realizzazione delle nuove opere.

2.3.2.1 Frequenze dei mezzi di cantiere relativamente all'Ambito Operativo 1

In relazione alla **prima fase operativa**, l'analisi di dettaglio del cronoprogramma ha permesso di individuare quale sezione temporale più critica (della durata di 365 giorni) quella corrispondente alla sovrapposizione di:

- movimenti terra (movimentazione inerti da rilevato, scotico stabilizzazione a calce del nuovo rilevato);
- esecuzione delle opere d'arte principali (ponti e viadotti) e delle opere idrauliche minori (con relativa movimentazione di calcestruzzi).

Le considerazioni metodologiche descritte in precedenza hanno consentito di calcolare un flusso teorico totale di mezzi pesanti determinato dall'intero processo costruttivo delle opere e riportato nella successiva Tabella 2.3-7.

Durata Complessiva	365 giorni naturali e consecutivi	Fattore aumento volume	Totale materiale m ³	Capacità trasporto m ³	Numero transiti giornalieri N		
Bilancio movimentazione inerti da rilevato							
1431669 m ³		1,2	1718003	20	563	Da cave al sedime autostradale	
Durata fase 305 gg							
Bilancio scotico (tarreno vegetale da riutilizzare)							
6965 m ³		1,2	8358	20	3	Dal sedime autostradale ad aree di ripristino	
Durata fase 305 gg							
Materiale derivante da demolizioni varie							
22662 m ³		1	22662	15	10	Da aree di dismissione al sedime autostradale	
Durata fase 305 gg							
Bilancio movimentazione drenaggi							
65628 m ³		1,2	78754	20	26	Da impianti al sedime autostradale	
Durata fase 305 gg							
Bilancio movimentazione stabilizzato							
35167 m ³		1,2	42200	20	14	Da impianti a campo base e poi al sedime autostradale	
Durata fase 305 gg							
Bilancio movimentazione calcestruzzi							
92656 m ³		1	92656	10	51	Da campo base al sedime autostradale	
Durata fase 365 gg							
					Totale transiti giornalieri	666	*/**
					Traffico orario medio	83	

* 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 2.3-7 – VALUTAZIONE DEI TRANSITI COMPLESSIVI DEI VEICOLI PESANTI: FASE 1

Dal dato teorico complessivo riportato nella precedente tabella, si sono estrapolati i flussi che discendono direttamente dall'approvvigionamento esterno: cave (vedasi Tabella 2.3-8) ed impianti per inerti pregiati (vedasi Tabella 2.3-9).

Durata Complessiva Bilancio inerti complessivo	305 giorni naturali e consecutivi	Fattore aumento volume	Totale materiale m ³	Capacità trasporto m ³	Numero transiti (*) N	
Cava REPO015 68682 m ³		1,2	82418	20	27 3	giornalieri orari medi
Cava REPO107 140435 m ³		1,2	168522	20	55 7	giornalieri orari medi
Cava MO15 175000 m ³		1,2	210000	20	69 9	giornalieri orari medi
Cava MO17 342497 m ³		1,2	410996	20	135 17	giornalieri orari medi
Cava MO27 200000 m ³		1,2	240000	20	79 10	giornalieri orari medi
Cava MO26 300000 m ³		1,2	360000	20	118 15	giornalieri orari medi
Cava MO28 127375 m ³		1,2	152849	20	50 6	giornalieri orari medi
Cava MO29 150000 m ³		1,2	180000	20	59 7	giornalieri orari medi

* I transiti sono comprensivi dei viaggi di andata e ritorno

TABELLA 2.3-8 – VALUTAZIONE DEI TRANSITI PER APPROVVIGIONAMENTO DALLE SINGOLE CAVE: FASE 1.

Il calcolo, in questo caso, consente di evidenziare che il flusso di traffico generato dalla singola cava si traduce in un valore medio di circa **9 veic/h** (somma dei viaggi in andata e ritorno).

Durata Complessiva Bilancio inerti complessivo	365 giorni naturali e consecutivi	N° impianti utilizzati	Totale materiale m ³	Capacità trasporto m ³	Numero transiti (*) N	
Approvvigionamento cls e stabilizzato 193451 m ³		22	213610	10	5 1	giornalieri orari medi

* I transiti sono comprensivi dei viaggi di andata e ritorno

TABELLA 2.3-9 – VALUTAZIONE DEI TRANSITI PER APPROVVIGIONAMENTO DAGLI IMPIANTI: FASE 1.

Per quanto riguarda gli impianti di fornitura degli inerti pregiati il flusso di traffico generato dal singolo impianto si traduce in un valore medio di circa **1 veic/h** (somma dei viaggi in andata e ritorno).

Il flusso dei mezzi, infine, generato dalle attività legate al fronte avanzamento lavori desunto dalla sovrapposizione delle attività individuate nella presente sezione temporale (voci della precedente Tabella 2.3-7), consente di evidenziare che il flusso di traffico conseguente alle attività di cantiere si traduce in un valore di circa 83 veic/h (somma dei viaggi in andata e ritorno).

Questo valore, ripartito sui 5 fronti d'avanzamento lavori dell'ambito in oggetto, corrisponde ad un flusso di circa **17 veic/h**.

In relazione alla **seconda fase operativa**, l'analisi di dettaglio del cronoprogramma ha permesso di individuare quale sezione temporale più critica (della durata di 975 giorni) quella corrispondente alla sovrapposizione di:

- esecuzione dei movimenti terra (completamento delle attività legate alla movimentazione inerti da rilevato, scotico stabilizzazione a calce del nuovo rilevato);
- esecuzione delle opere d'arte principali (ponti e viadotti) e delle opere idrauliche minori (con relativa movimentazione di calcestruzzi);
- realizzazione delle pavimentazioni stradali (con relativa movimentazione dei conglomerati bituminosi).

Le considerazioni metodologiche descritte in precedenza hanno consentito di calcolare un flusso teorico totale di mezzi pesanti determinato dall'intero processo costruttivo delle opere e riportato nella successiva Tabella 2.3-10.

Durata Complessiva	975 giorni naturali e consecutivi	Fattore aumento volume	Totale materiale m ³	Capacità trasporto m ³	Numero transiti giornalieri N		
Bilancio movimentazione inerti da rilevato							
3975952 m ³		1,2	4771142	20	612	Da cave al sedime autostradale	
Durata fase							
780 gg							
Bilancio scotico (tarreno vegetale da riutilizzare)							
5850 m ³		1,2	7020	20	1	Dal sedime autostradale ad aree di ripristino	
Durata fase							
780 gg							
Materiale derivante da demolizioni varie							
59598 m ³		1	59598	15	10	Da aree di dismissione al sedime autostradale	
Durata fase							
780 gg							
Bilancio movimentazione drenaggi							
180163 m ³		1,2	216196	20	27	Da impianti al sedime autostradale	
Durata fase							
790 gg							
Bilancio movimentazione stabilizzato							
96539 m ³		1,2	115847	20	15	Da impianti a campo base e poi al sedime autostradale	
Durata fase							
790 gg							
Bilancio movimentazione conglomerati bituminosi							
477635 m ³		1	477635	20	60	Da impianti al sedime autostradale	
Durata fase							
790 gg							
Bilancio movimentazione calcestruzzi							
254360 m ³		1	254360	10	52	Da campo base al sedime autostradale	
Durata fase							
975 gg							
					Totale transiti giornalieri	778	**
					Traffico orario medio	97	

* 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 2.3-10 – VALUTAZIONE DEI TRANSITI COMPLESSIVI DEI VEICOLI PESANTI: FASE 2.

Dal dato teorico complessivo riportato nella precedente tabella, si sono estrapolati i flussi che discendono direttamente dall'approvvigionamento esterno: cave (vedasi Tabella 2.3-11) ed impianti per inerti pregiati (vedasi Tabella 2.3-12).

Durata Complessiva Bilancio inerti complessivo	780 giorni naturali e consecutivi	Fattore aumento volume	Totale materiale m³	Capacità trasporto m³	Numero transiti (*) N	
Cava REPO015 206045 m ³		1,2	247253	20	32 4	giornalieri orari medi
Cava REPO107 421304 m ³		1,2	505565	20	65 8	giornalieri orari medi
Cava MO15 525000 m ³		1,2	630000	20	81 10	giornalieri orari medi
Cava MO17 1027490 m ³		1,2	1232988	20	158 20	giornalieri orari medi
Cava MO27 600000 m ³		1,2	720000	20	92 12	giornalieri orari medi
Cava MO26 900000 m ³		1,2	1080000	20	138 17	giornalieri orari medi
Cava MO28 382124 m ³		1,2	458548	20	59 7	giornalieri orari medi
Cava MO29 450000 m ³		1,2	540000	20	69 9	giornalieri orari medi

* I transiti sono comprensivi dei viaggi di andata e ritorno

TABELLA 2.3-11 – VALUTAZIONE DEI TRANSITI PER APPROVVIGIONAMENTO DALLE SINGOLE CAVE: FASE 2.

Il calcolo, in questo caso, consente di evidenziare che il flusso di traffico generato dalla singola cava si traduce in un valore medio di circa **11 veic/h** (somma dei viaggi in andata e ritorno).

Durata Complessiva Bilancio inerti complessivo	975 giorni naturali e consecutivi	N° impianti utilizzati	Totale materiale m³	Capacità trasporto m³	Numero transiti (*) N	
Approvvigionamento cls e stabilizzato 531063 m ³		22	586403	20	3 1	giornalieri orari medi

* I transiti sono comprensivi dei viaggi di andata e ritorno

TABELLA 2.3-12 – VALUTAZIONE DEI TRANSITI PER APPROVVIGIONAMENTO DAGLI IMPIANTI: FASE 2.

Per quanto riguarda gli impianti di fornitura degli inerti pregiati il flusso di traffico generato dal singolo impianto si traduce in un valore medio di circa **1 veic/h** (somma dei viaggi in andata e ritorno).

Il flusso dei mezzi, infine, generato dalle attività legate al fronte avanzamento lavori desunto dalla sovrapposizione delle attività individuate nella presente sezione temporale (voci della precedente Tabella 2.3-10), consente di evidenziare che il flusso di traffico conseguente alle attività di cantiere si traduce in un valore di circa 97 veic/h (somma dei viaggi in andata e ritorno). Questo valore, ripartito sui 5 fronti d'avanzamento lavori dell'ambito in oggetto, corrisponde ad un flusso di circa **19 veic/h**.

Nella successiva Tabella 2.3-13 si raffrontano i valori dei flussi calcolati in precedenza, ripartiti per tipologia e fase operativa.

	Flusso medio dalle cave (veic/h – A/R)	Flusso medio dagli impianti (veic/h – A/R)	Flusso medio da fronte avanzamento lavori (veic/h – A/R)
1° Fase operativa	9	1	17
2° Fase operativa	11	1	19
Differenze (2°-1°)	+22%	0%	+12%

TABELLA 2.3-13 – RAFFRONTO FRA I FLUSSI DEI MEZZI D'OPERA IN RELAZIONE ALLE DUE FASI REALIZZATIVE: AMBITO OPERATIVO 1.

La tabella evidenzia un aumento (dell'ordine del 22%) dei flussi che caratterizzano l'approvvigionamento esterno dagli ambiti di cava nel passaggio dalla prima alla seconda fase realizzativa. Contestualmente si registra un incremento (dell'ordine del 12%) dei flussi legati al fronte avanzamento lavori. Questo risultato indica, quindi, che le viabilità esterne all'ambito autostradale saranno progressivamente disimpegnate dal flusso dei mezzi di cantiere, in quanto l'incremento di traffico è riscontrabile nella fase temporale in cui saranno già in esercizio le piste di cantiere. Si precisa, inoltre, che il totale dei viaggi stimati è sempre 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 limitato e, soprattutto, con un'incidenza trascurabile sugli attuali flussi di traffico transitanti sulle viabilità interessate dalle attività di cantiere.

2.3.2.2 Frequenze dei mezzi di cantiere relativamente all'Ambito Operativo 2

In modo analogo a quanto fatto per il primo Ambito le valutazioni sui flussi di traffico legate alla fase di cantiere, sono riproposte anche per il secondo Ambito Autostradale.

In relazione alla **prima fase operativa**, l'analisi di dettaglio del cronoprogramma ha permesso di individuare quale sezione temporale più critica (della durata di 365 giorni) quella corrispondente alla sovrapposizione di:

- movimenti terra (movimentazione inerti da rilevato, scotico stabilizzazione a calce del nuovo rilevato);
- esecuzione delle opere d'arte principali (ponti e viadotti) e delle opere idrauliche minori (con relativa movimentazione di calcestruzzi).

Le considerazioni metodologiche descritte in precedenza hanno consentito di calcolare un flusso teorico totale di mezzi pesanti determinato dall'intero processo costruttivo delle opere e riportato nella successiva Tabella 2.3-14.

Durata Complessiva	365 giorni naturali e consecutivi	Fattore aumento volume	Totale materiale m³	Capacità trasporto m³	Numero transiti giornalieri N	
Bilancio movimentazione inerti da rilevato						
1304506 m ³		1,2	1565407	20	513	Da cave al sedime autostradale
Durata fase 305 gg						
Bilancio scotico (tarreno vegetale da riutilizzare)						
12090 m ³		1,2	14508	20	5	Dal sedime autostradale ad aree di ripristino
Durata fase 305 gg						
Materiale derivante da demolizioni varie						
30181 m ³		1	30181	15	13	Da aree di dismissione al sedime autostradale
Durata fase 305 gg						
Bilancio movimentazione drenaggi						
91766 m ³		1,2	110119	20	36	Da impianti al sedime autostradale
Durata fase 305 gg						
Bilancio movimentazione stabilizzato						
24245 m ³		1,2	29094	20	10	Da impianti a campo base e poi al sedime autostradale
Durata fase 305 gg						
Bilancio movimentazione calcestruzzi						
61058 m ³		1	61058	10	33	Da campo base al sedime autostradale
Durata fase 365 gg						
					610	*/**
Totale transiti giornalieri						
Traffico orario medio					76	

* 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 2.3-14 – VALUTAZIONE DEI TRANSITI COMPLESSIVI DEI VEICOLI PESANTI: FASE1.

Dal dato teorico complessivo riportato nella precedente tabella, si sono estrapolati i flussi che discendono direttamente dall'approvvigionamento esterno: cave (vedasi Tabella 2.3-15) ed impianti per inerti pregiati (vedasi Tabella 2.3-16).

Durata Complessiva Bilancio inerti complessivo	305 giorni naturali e consecutivi	Fattore aumento volume	Totale materiale m³	Capacità trasporto m³	Numero transiti (*) N	
Cava MO23 450000 m ³		1,2	540000	20	177 22	giornalieri orari medi
Cava MO28 272626 m ³		1,2	327151	20	107 13	giornalieri orari medi
Cava FE5 90169 m ³		1,2	108203	20	35 4	giornalieri orari medi
Cava FE6 92180 m ³		1,2	110615	20	36 5	giornalieri orari medi
Cava FE12 250000 m ³		1,2	300000	20	98 12	giornalieri orari medi
Cava FE9/FE 205054 m ³		1,2	246065	20	81 10	giornalieri orari medi
Cava FE9/VM 103151 m ³		1,2	123781	20	41 5	giornalieri orari medi

* I transiti sono comprensivi dei viaggi di andata e ritorno

TABELLA 2.3-15 – VALUTAZIONE DEI TRANSITI PER APPROVVIGIONAMENTO DALLE SINGOLE CAVE: FASE 1.

Il calcolo, in questo caso, consente di evidenziare che il flusso di traffico generato dalla singola cava si traduce in un valore medio di circa **10 veic/h** (somma dei viaggi in andata e ritorno).

Durata Complessiva Bilancio inerti complessivo	365 giorni naturali e consecutivi	N° impianti utilizzati	Totale materiale m³	Capacità trasporto m³	Numero transiti (*) N	
Approvvigionamento cls e stabilizzato 177069 m ³		5	200271	20	11 1	giornalieri orari medi

* I transiti sono comprensivi dei viaggi di andata e ritorno

TABELLA 2.3-16 – VALUTAZIONE DEI TRANSITI PER APPROVVIGIONAMENTO DAGLI IMPIANTI: FASE 1.

Per quanto riguarda gli impianti di fornitura degli inerti pregiati il flusso di traffico generato dal singolo impianto si traduce in un valore medio di circa **1 veic/h** (somma dei viaggi in andata e ritorno).

Il flusso dei mezzi, infine, generato dalle attività legate al fronte avanzamento lavori desunto dalla sovrapposizione delle attività individuate nella presente sezione temporale (voci della precedente Tabella 2.3-7), consente di evidenziare che il flusso di traffico conseguente alle attività di cantiere si traduce in un valore di circa 76 veic/h (somma dei viaggi in andata e ritorno). Questo valore, ripartito sui 5 fronti d'avanzamento lavori dell'ambito in oggetto, corrisponde ad un flusso di circa **15 veic/h**.

In relazione alla **seconda fase operativa**, l'analisi di dettaglio del cronoprogramma ha permesso di individuare quale sezione temporale più critica (della durata di 975 giorni) quella corrispondente alla sovrapposizione di:

- esecuzione dei movimenti terra (completamento delle attività legate alla movimentazione inerti da rilevato, scotico stabilizzazione a calce del nuovo rilevato);
- esecuzione delle opere d'arte principali (ponti e viadotti) e delle opere idrauliche minori (con relativa movimentazione di calcestruzzi);
- realizzazione delle pavimentazioni stradali (con relativa movimentazione dei conglomerati bituminosi).

Le considerazioni metodologiche descritte in precedenza hanno consentito di calcolare un flusso teorico totale di mezzi pesanti determinato dall'intero processo costruttivo delle opere e riportato nella successiva Tabella 2.3-17.

Durata Complessiva	975 giorni naturali e consecutivi	Fattore aumento volume	Totale materiale m ³	Capacità trasporto m ³	Numero transiti giornalieri N	
Bilancio movimentazione inerti da rilevato						
3580662 m ³		1,2	4296795	20	472	Da cave al sedime autostradale
Durata fase 910 gg						
Bilancio scotico (tarreno vegetale da riutilizzare)						
20067 m ³		1,2	24081	20	3	Da aree di scotico al sedime autostradale
Durata fase 910 gg						
Materiale derivante da demolizioni varie						
77609 m ³		1	77609	15	11	Da aree di dismissione al sedime autostradale
Durata fase 910 gg						
Bilancio movimentazione drenaggi						
248108 m ³		1,2	297729	20	38	Da impianti al sedime autostradale
Durata fase 790 gg						
Bilancio movimentazione stabilizzato						
65552 m ³		1,2	78662	20	10	Da impianti a campo base e poi al sedime autostradale
Durata fase 790 gg						
Bilancio movimentazione conglomerati bituminosi						
457371 m ³		1	457371	20	58	Da impianti al sedime autostradale
Durata fase 790 gg						
Bilancio movimentazione calcestruzzi						
165082 m ³		1	165082	10	34	Da campo base al sedime autostradale
Durata fase 975 gg						
					626	*/**
Totale transiti giornalieri					626	
Traffico orario medio					78	

* 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 2.3-17 – VALUTAZIONE DEI TRANSITI COMPLESSIVI DEI VEICOLI PESANTI: FASE 2.

Dal dato teorico complessivo riportato nella precedente tabella, si sono estrapolati i flussi che discendono direttamente dall'approvvigionamento esterno: cave (vedasi Tabella 2.3-11) ed impianti per inerti pregiati (vedasi Tabella 2.3-12).

Durata Complessiva Bilancio inerti complessivo	910 giorni naturali e consecutivi	Fattore aumento volume	Totale materiale m³	Capacità trasporto m³	Numero transiti (*) N	
Cava MO23 1350000 m ³		1,2	1620000	20	178 22	giornalieri orari medi
Cava MO28 817877 m ³		1,2	981452	20	108 13	giornalieri orari medi
Cava FE5 270508 m ³		1,2	324609	20	36 4	giornalieri orari medi
Cava FE6 276539 m ³		1,2	331846	20	36 5	giornalieri orari medi
Cava FE12 750000 m ³		1,2	900000	20	99 12	giornalieri orari medi
Cava FE9/FE 615162 m ³		1,2	738194	20	81 10	giornalieri orari medi
Cava FE9/VM 309452 m ³		1,2	371342	20	41 5	giornalieri orari medi

* I transiti sono comprensivi dei viaggi di andata e ritorno

TABELLA 2.3-18 – VALUTAZIONE DEI TRANSITI PER APPROVVIGIONAMENTO DALLE SINGOLE CAVE: FASE 2.

Il calcolo, in questo caso, consente di evidenziare che il flusso di traffico generato dalla singola cava si traduce in un valore medio di circa **11 veic/h** (somma dei viaggi in andata e ritorno).

	N° impianti utilizzati	Totale materiale m ³	Capacità trasporto m ³	Numero transiti (*)	
Durata Complessiva	975	giorni naturali e			
Bilancio inerti complessivo	478742	m ³	m ³	N	
Approvvigionamento cls e stabilizzato	5	541474	20	11 1	giornalieri orari medi

* I transiti sono comprensivi dei viaggi di andata e ritorno

TABELLA 2.3-19 – VALUTAZIONE DEI TRANSITI PER APPROVVIGIONAMENTO DAGLI IMPIANTI: FASE 2.

Per quanto riguarda gli impianti di fornitura degli inerti pregiati il flusso di traffico generato dal singolo impianto si traduce in un valore medio di circa **1 veic/h** (somma dei viaggi in andata e ritorno).

Il flusso dei mezzi, infine, generato dalle attività legate al fronte avanzamento lavori desunto dalla sovrapposizione delle attività individuate nella presente sezione temporale (voci della precedente Tabella 2.3-10), consente di evidenziare che il flusso di traffico conseguente alle attività di cantiere si traduce in un valore di circa 78 veic/h (somma dei viaggi in andata e ritorno). Questo valore, ripartito sui 5 fronti d'avanzamento lavori dell'ambito in oggetto, corrisponde ad un flusso di circa **16 veic/h**.

Nella successiva Tabella 2.3-20 si raffrontano i valori dei flussi calcolati in precedenza, ripartiti per tipologia e fase operativa.

	Flusso medio dalle cave (veic/h – A/R)	Flusso medio dagli impianti (veic/h – A/R)	Flusso medio da fronte avanzamento lavori (veic/h – A/R)
1° Fase operativa	10	1	15
2° Fase operativa	11	1	16
Differenze (2°-1°)	+10%	0%	+7%

TABELLA 2.3-20 – RAFFRONTO FRA I FLUSSI DEI MEZZI D'OPERA IN RELAZIONE ALLE DUE FASI REALIZZATIVE: AMBITO OPERATIVO 2.

La tabella evidenzia, nel passaggio dalla prima alla seconda fase realizzativa, un incremento (dell'ordine del 10%) dei flussi che caratterizzano l'approvvigionamento esterno dagli ambiti di cava e dei flussi legati al fronte avanzamento lavori (+7%). Questo risultato indica, quindi, che le viabilità esterne all'ambito autostradale saranno progressivamente disimpegnate dal flusso dei mezzi di cantiere, in quanto l'incremento di traffico è riscontrabile nella fase temporale in cui saranno già in esercizio le piste di cantiere.

Anche in questo caso si ribadisce che il totale dei viaggi stimati è sempre 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 limitato e, soprattutto, con un'incidenza trascurabile sugli attuali flussi di traffico transitanti sulle viabilità esistenti interessate dalle attività di cantiere.

2.4. UBICAZIONE E CARATTERISTICHE FUNZIONALI DEI CANTIERI

Descritti i criteri generali adottati per il dimensionamento e l'ubicazione delle differenti tipologie di aree di cantiere (vedasi precedente capitolo 2.2), nella presente sezione si fornisce una puntuale descrizione dell'ubicazione e delle caratteristiche funzionali (impianti, attrezzature, installazione fisse, ecc.) delle differenti tipologie di cantiere. Al fine di consentire un'approfondita valutazione delle caratteristiche funzionali e dimensionali di ogni singola area di cantierizzazione, si è prodotta una specifica documentazione (elaborati di riferimento: PD1A00AKK000KKFS01 – *“Pianificazione temporale dei lavori, localizzazione, dimensionamento e layout funzionale delle aree di cantierizzazione: Ambito Operativo n. 1”* e PD2A00AKK000KKFS01 - *“Pianificazione temporale dei lavori, localizzazione, dimensionamento e layout funzionale delle aree di cantierizzazione: Ambito Operativo n. 2”*), a cui si rimanda per eventuali verifiche ed approfondimenti e da cui è possibile evincere, per ogni singolo Ambito Operativo, le seguenti informazioni:

- localizzazione territoriale delle aree di cantiere;
- documentazione fotografica dei siti;
- verifica dell'ubicazione territoriale delle aree di cantiere rispetto ai vincoli di carattere ambientale;
- schema planimetrico e distributivo delle aree di cantiere;
- schede riepilogative con indicazione del numero presunto degli addetti, delle tipologie dei fabbricati (numero e relative destinazione d'uso), delle caratteristiche dei depositi e degli stoccaggi, degli impianti, nonché del numero e delle tipologie delle macchine operative.

2.4.1. Localizzazione e tipologia funzionale delle aree di cantiere

La descrizione proposta è articolata in funzione delle differenti tipologie di aree di cantiere che caratterizzano il presente processo realizzativo ovvero:

- campi base;
- aree di stoccaggio provvisorio;
- aree operative.

2.4.1.1 Campi base

Nella seguente Tabella 2.4-1 si elenca l'ubicazione e le caratteristiche funzionali delle relative aree di cantierizzazione denominate “campo base”.

AMBITO N°	N. cantieri	Funzioni principali	Localizzazione
1	1-B.1	Mensa + Impianto cls + Impianto misto cementato.	Area in prossimità dell'Autostazione di Reggiolo (Provincia di Reggio Emilia, Comune di Reggiolo)
	1-B.2	Mensa + Dormitori + Impianto cls + Impianto misto cementato.	Area in prossimità della tangenziale di Mirandola (Provincia di Modena, Comune di Mirandola)
2	2-B.1	Mensa + Dormitori + Impianto cls + Impianto misto cementato.	Area in prossimità dell'attraversamento di progetto sul canale di Cento (Provincia di Ferrara, Comune di Sant'Agostino)
	2-B.2	Mensa + Impianto cls + Impianto misto cementato.	Area in prossimità dello svincolo di interconnessione con A13 (Provincia di Ferrara, Comune di Ferrara)

TABELLA 2.4-1 – CODICE, FUNZIONI E LOCALIZZAZIONE DEI CAMPI BASE

Campo base 1-B.1 (cfr. elab. PD1A00AKK000KKFS01 – TAVV. 6.1 e 6.2). È localizzato in un'area agricola ad ovest del ramo di viabilità di progetto che collega il nuovo casello di "Reggiolo" al sistema di viabilità esistente (Cispadana esistente), al limite nord del confine territoriale del Comune di Reggiolo (vedasi figura successiva).

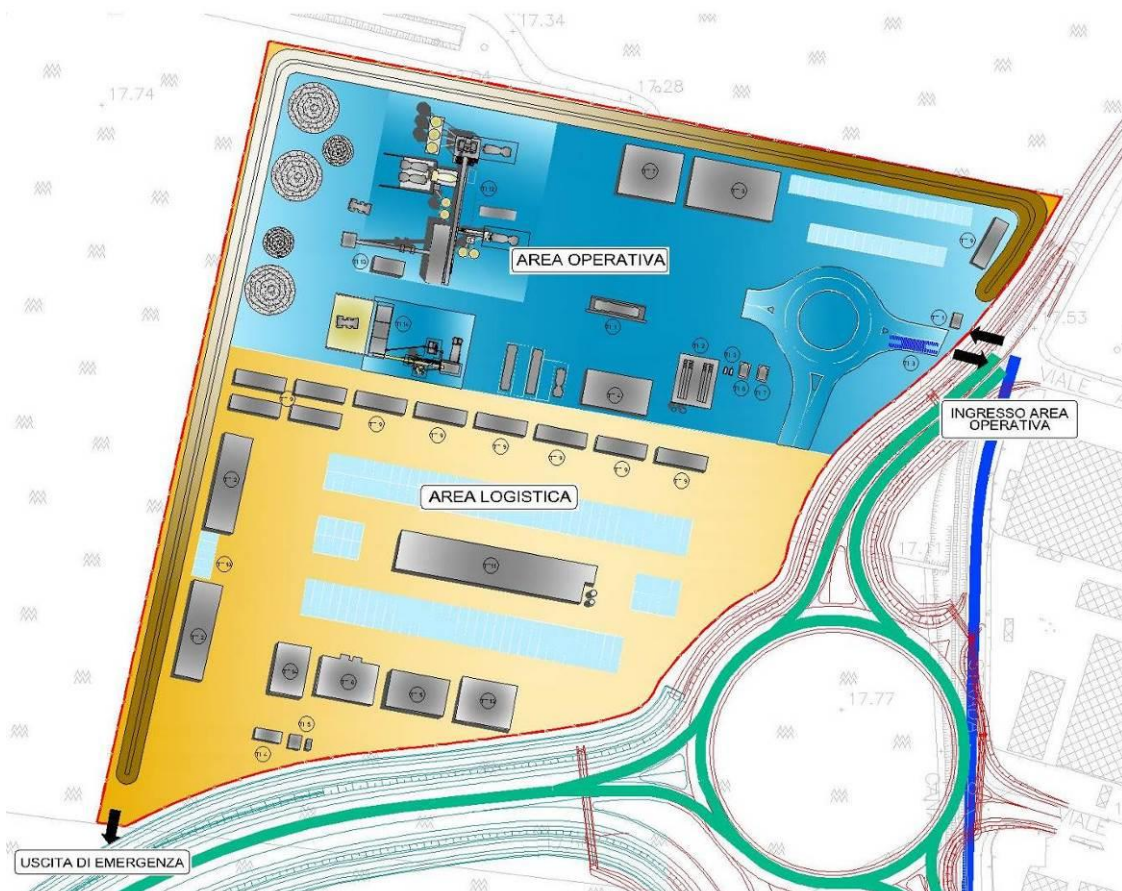


FIGURA 2.4-1 – LAY-OUT DEL CAMPO BASE 1-B.1

L'area è posizionata di fronte all'esistente area artigianale e si estende per una superficie complessiva di circa 33.000 m². Come riportato sul corrispondente elaborato grafico, nella presente area sono collocati gli edifici legati alla funzione logistica (sale di ristorazione e ricreative, spogliatoi, infermeria, ecc.) ed operativa (uffici per impresa esecutrice, direzione lavori, laboratorio, archivio, officina, ecc.). Il numero e le dimensioni di tali fabbricati sono in grado di accogliere una quantità media di addetti pari a circa 200 unità. Nell'ambito del presente campo base è prevista, inoltre, la dislocazione, su una superficie operativa di circa 13.000 m², degli impianti fissi relativi a:

- confezionamento di cls;
- confezionamento misto cementato.

Per l'ubicazione geografica e le caratteristiche funzionali che lo caratterizzano, il campo base assolve la sua funzione logistico-operativa anche per le viabilità di Adduzione che sono ricomprese nell'Ambito Operativo n°1: D01 (ex 1PR) - *Riqualificazione della SP n° 72 "parma-mezzani"*, D02 (ex 1RE) *Variante alla SP n° 41 in corrispondenza del tracciato Cispadano - Tratto tra SP n° 60 e Brescello* e D03 (ex 2RE) *Cispadana tra la SP n° 2 "Reggiolo-Gonzaga" e la ex SS n° 62 "della Cisa"* (si vedano al proposito le relative sezioni progettuali previste per tali opere nell'ambito del presente Progetto Definitivo).

Campo base 1-B.2 (cfr. elab. PD1A00AKK000KKFS01 – TAVV. 10.1 e 10.2). È localizzato in un'area agricola a sud del sedime autostradale di progetto in corrispondenza della progressiva km 16+700 circa, nell'ambito territoriale del Comune di Mirandola (vedasi figura successiva).

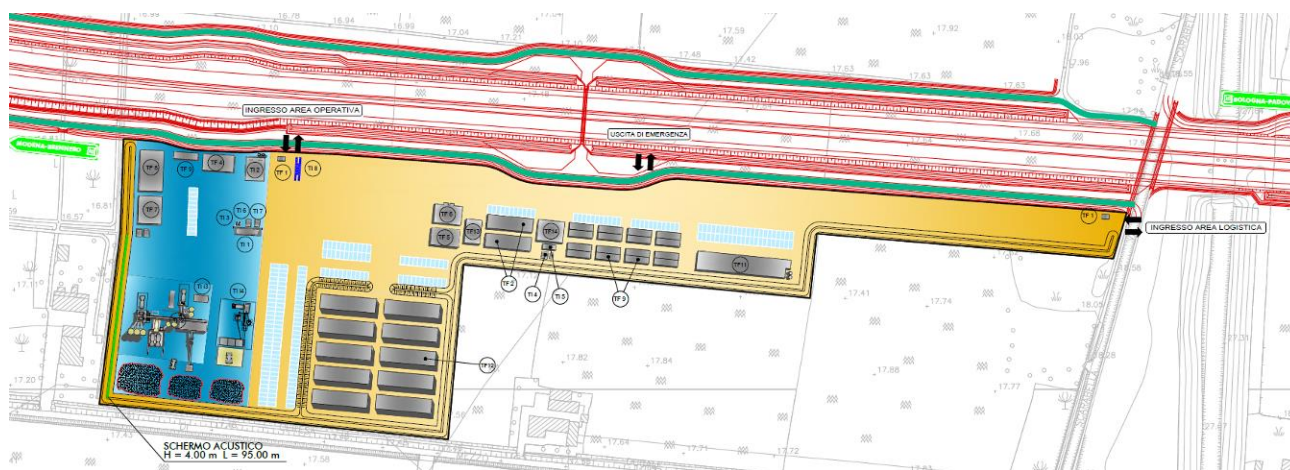


FIGURA 2.4-2 – LAY-OUT DEL CAMPO BASE 1-B.2

L'area è posizionata immediatamente ad ovest del sedime della costruenda tangenziale di Mirandola e si estende per una superficie complessiva di circa 55.000 m². Come riportato sul corrispondente elaborato grafico, nella presente area sono collocati gli edifici legati alla funzione logistica (sale di ristorazione e ricreative, dormitori, spogliatoi, infermeria, ecc.) ed operativa (uffici per impresa esecutrice, direzione lavori, laboratorio, archivio, officina, ecc.).

Il numero e le dimensioni di tali fabbricati sono in grado di accogliere una quantità media di addetti pari a circa 250 unità. Il presente campo base, inoltre, completa la capacità produttiva associata al primo ambito operativo con la dislocazione, su una superficie operativa di circa 12.000 m², degli impianti fissi relativi a:

- confezionamento di cls;
- confezionamento misto cementato.

Campo base 2-B.1 (cfr. elab. PD2A00AKK000KKFS01 – TAVV. 6.1 e 6.2). È localizzato in un'area agricola a sud del sedime autostradale di progetto in corrispondenza della progressiva km 44+300 circa, al limite nord-ovest del territorio comunale di Sant'Agostino (vedasi figura successiva).

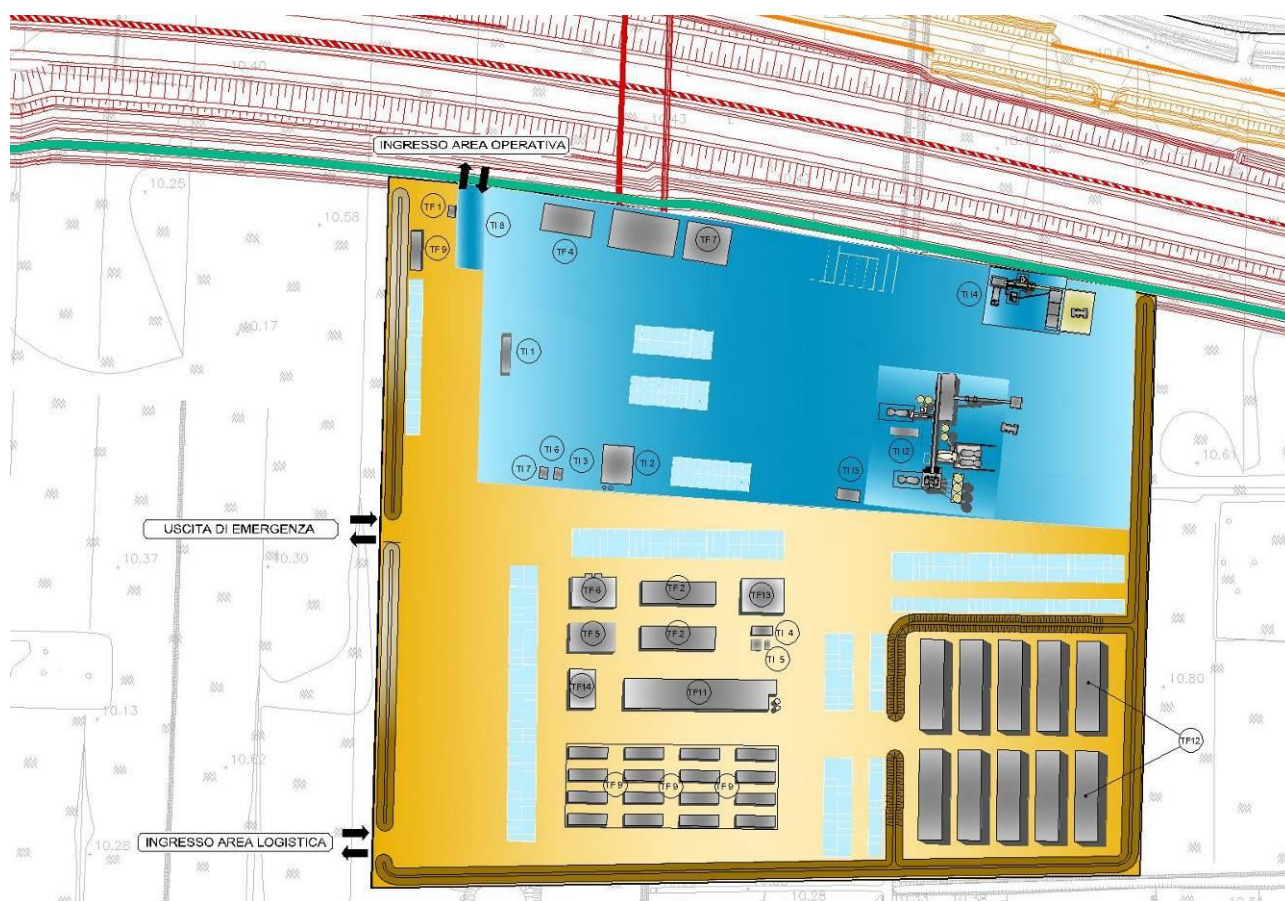


FIGURA 2.4-3 – LAY-OUT DEL CAMPO BASE 2-B.1

L'area è posizionata immediatamente ad est dell'attuale S.P.13 al confine fra i comuni di Cento e Sant'Agostino, estendendosi per una superficie complessiva di circa 63.000 m². Come riportato sul corrispondente elaborato grafico, nella presente area sono collocati gli edifici legati alla funzione logistica (sale di ristorazione e ricreative, dormitori, spogliatoi, infermeria, ecc.) ed operativa (uffici per impresa esecutrice, direzione lavori, laboratorio, archivio, officina, ecc.).

Il numero e le dimensioni di tali fabbricati sono in grado di accogliere una quantità media di addetti pari a circa 250 unità. Nell'ambito del presente campo base è prevista, inoltre, la dislocazione, su una superficie operativa di circa 22.000 m², degli impianti fissi relativi a:

- confezionamento di cls;
- confezionamento misto cementato.

Per l'ubicazione geografica e le caratteristiche funzionali che lo caratterizzano, anche il presente campo base assolve la sua funzione logistico-operativa a supporto della viabilità di Adduzione ricompresa nell'Ambito Operativo n°2: D04-D08 (ex 1FE) – *Raccordo Bondeno-Cento- Autostrada Cispadana* (si veda al proposito la relativa sezione progettuale prevista per l'opera nell'ambito del presente Progetto Definitivo).

Campo base 2-B.2 (cfr. elab. PD2A00AKK000KKFS01 – TAVV. 10.1 e 10.2). È localizzato in un'area interclusa fra la Cispadana esistente e la futura interconnessione con l'Autostrada A13, al confine fra i territori comunali di Ferrara e Poggio Renatico (vedasi figura successiva).

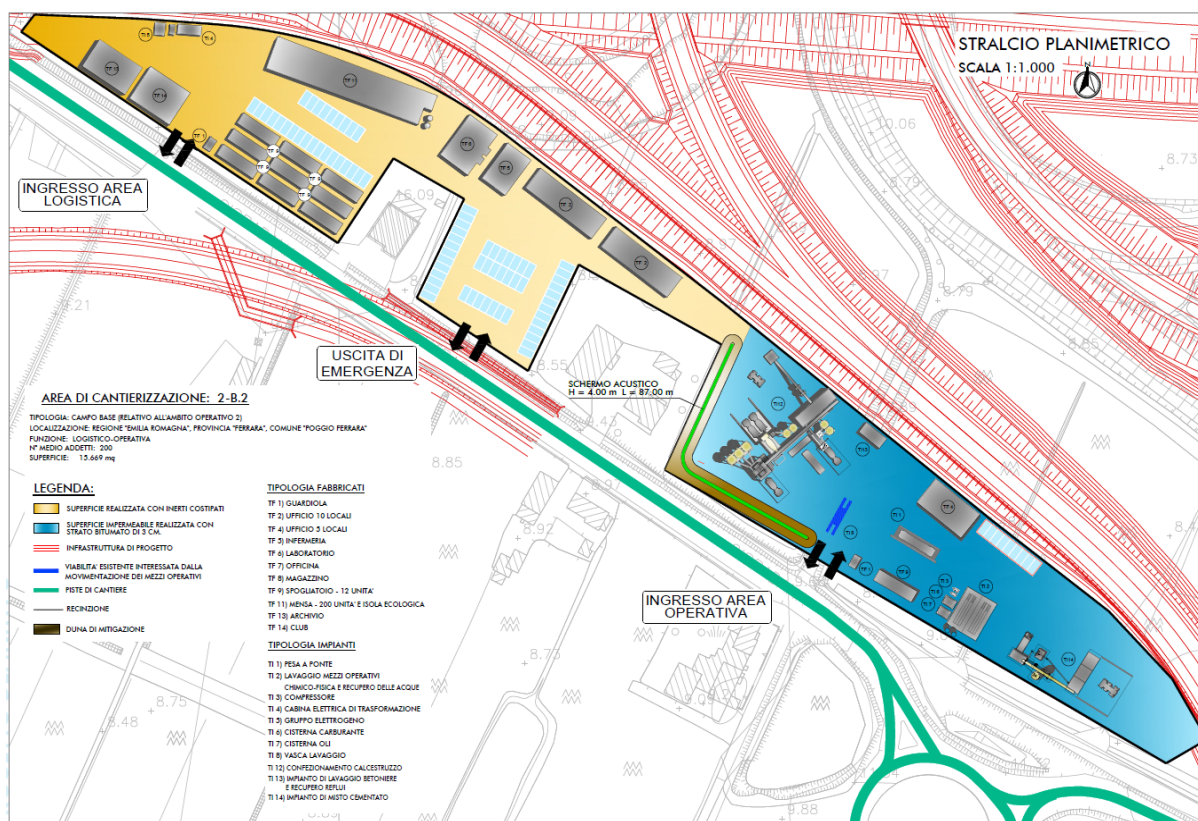


FIGURA 2.4-4 – LAY-OUT DEL CAMPO BASE 2-B.2

L'area è posizionata a nord della viabilità attualmente esistente, che ne garantisce una buona accessibilità e si estende per una superficie complessiva di circa 15.700 m². Come riportato sul corrispondente elaborato grafico, nella presente area sono collocati gli edifici legati alla funzione logistica (sale di ristorazione e ricreative, spogliatoi, infermeria, ecc.) ed operativa (uffici per impresa esecutrice, direzione lavori, laboratorio, archivio, officina, ecc.).

Il numero e le dimensioni di tali fabbricati sono in grado di accogliere una quantità media di addetti pari a circa 200 unità. Il presente campo base, inoltre, completa la capacità produttiva associata al secondo ambito operativo con la dislocazione, su una superficie operativa di circa 6.700 m², degli impianti fissi relativi a:

- confezionamento di cls;
- confezionamento misto cementato.

Come riportato sugli elaborati specifici, per tutti i “campi base” si è provveduto a dimensionare un’opportuna rete per il trattamento e lo smaltimento sia delle acque nere che delle acque bianche.

La rete di acque nere, oltre che dalle tubazioni, è completata da opportuni pozzetti di raccordo e dal degrassatore posto in prossimità dell’edificio ristorazione. La rete di scarico delle acque bianche oltre che da tubazioni in pvc è completata da pozzetti d’ispezione e da caditoie in ghisa carrabili.

Per ognuna delle aree di cantiere di tipo logistico-operativo, è individuato il recapito finale delle acque che hanno subito il processo di trattamento e depurazione. Nel successivo capitolo 4.1.1, sono riportati i dimensionamenti idraulici specifici relativamente ad ogni campo base.

2.4.1.2 Aree di stoccaggio per il deposito temporaneo dei materiali inerti

Nella seguente Tabella 2.4-2 si elenca l’ubicazione ed il riferimento dell’elaborato in cui sono rappresentati i dettagli realizzativi delle aree di cantierizzazione denominate “aree di stoccaggio”.

AMBITO N°	N. cantieri	Superficie (m ²)	Localizzazione	Elab. di riferimento
1	1-D.1	15.204	Area in prossimità della spalla ovest del ponte sul Cavo Parmigiana-Moglia pk 1+911 (Provincia di Reggio Emilia, Comune di Rolo)	PD1A00AKK000KKFS01 – TAV. 14
	1-D.2	12.816	Area in prossimità della spalla est del ponte sul Cavo Lama pk 6+880 (Provincia di Modena, Comune di Novi)	PD1A00AKK000KKFS01 – TAV. 18
	1-D.3	17.810	Area inclusa nel reliquato compreso fra l’opera di collegamento C03 ed il sedime autostradale di progetto pk 9+360 (Provincia di Modena, Comune di Concordia sulla Secchia)	PD1A00AKK000KKFS01 – TAV. 22
	1-D.4	10.533	Area interclusa fra sedime di progetto, via Diversivo Burana e via Baccarella pk 15+715 (Provincia di Modena, Comune di Mirandola)	PD1A00AKK000KKFS01 – TAV. 26
	1-D.5	17.264	Area di servizio ad est del sottovia strada Viazzolo Picca pk 20+500 (Provincia di Modena, Comune di San Felice sul Panaro)	PD1A00AKK000KKFS01 – TAV. 30
	1-D.6	20.522	Area in prossimità dell’attuale SP8 a nord del sedime autostradale di progetto alla pk 24+400 (Provincia di Modena, Comune di San Felice sul Panaro)	PD1A00AKK000KKFS01 – TAV. 34

AMBITO N°	N. cantieri	Superficie (m ²)	Localizzazione	Elab. di riferimento
2	2-D.1	10.730	Area ad est del sottovia Salde Entrà pk 30+200 (Provincia di Modena, Comune di Finale Emilia)	PD2A00AKK000KKFS01 – TAV. 14
	2-D.2	22.755	Area di servizio Panaria Nord alla pk 34+050 (Provincia di Modena, Comune di Finale Emilia)	PD2A00AKK000KKFS01 – TAV. 18
	2-D.3	17.111	Area fra ponte sul canale emissario Acque Basse e il sottovia SP41 alla pk 38+840 (Provincia di Modena, Comune di Finale Emilia)	PD2A00AKK000KKFS01 – TAV. 22
	2-D.4	13.812	Area ad est del campo base 2-B.1 alla pk 44+660 (Provincia di Ferrara, Comune di Sant'Agostino)	PD2A00AKK000KKFS01 – TAV. 26
	2-D.5	22.830	Area ad est del sottovia di via Riolo alla pk 51+600 (Provincia di Ferrara, Comune di Poggio Renatico)	PD2A00AKK000KKFS01 – TAV. 30
	2-D.6	22.154	Area nell'ambito del recupero dell'area umida in località Poggio Renatico alla pk 55+400 (Provincia di Ferrara, Comune di Poggio Renatico)	PD2A00AKK000KKFS01 – TAV. 34

TABELLA 2.4-2 – CODICE E LOCALIZZAZIONE DELLE AREE DI STOCCAGGIO

Le aree di cantiere in oggetto sono destinate all'accumulo temporaneo del materiale proveniente dalle cave e che non è posto direttamente in opera sul sedime di progetto. Per ogni ambito operativo si prevede, in media, un'area di stoccaggio ogni 5 km, al fine di garantire la compatibilità di queste superfici anche con i flussi di ingresso/uscita dei materiali inerti provenienti dagli scavi previsti lungo l'estesa di progetto. Per tali materiali, infatti, è necessario predisporre gli opportuni protocolli di caratterizzazione secondo quelle che sono le disposizioni della normativa vigente (vedasi anche il successivo paragrafo 3.2.1).

Le superfici individuate, quindi, sono in grado di garantire la continuità delle lavorazioni per le condizioni di scavo medie, in ragione dei tempi di caratterizzazione.

Le attività previste in tali ambiti di cantiere, quindi, sono essenzialmente di accumulo e movimento materiali, attività per le quali non si prevedono impianti fissi. L'organizzazione funzionale della presente tipologia di area di cantierizzazione, pertanto, si caratterizza per la presenza di:

- un ufficio a due locali;
- wc chimici;
- elementi prefabbricati in c.a. (altezza circa 5 m), predisposti per il contenimento del materiale inerte.

Si precisa, infine, che l'area di stoccaggio 2-D.4, in ragione dell'ubicazione geografica, assolve la sua funzione operativa a supporto anche della viabilità di Adduzione ricompresa nell'Ambito Operativo n°2: D04-D08 (ex 1FE) – *Raccordo Bondeno-Cento- Autostrada Cispadana* (si veda al proposito la relativa sezione progettuale prevista per l'opera nell'ambito del presente Progetto Definitivo).

In tutte le aree di cantiere di questo tipo, è stata prevista un'apposita piazzola, ubicata nei pressi dell'uscita principale del cantiere, in cui avverrà il lavaggio dei pneumatici e dei mezzi operativi, dotata di opportuna cisterna per la raccolta dei reflui. Tale operazione consente di scongiurare la possibilità di un'eventuale dispersione da parte dei mezzi d'opera di materiale polveroso sulle viabilità ordinarie.

2.4.1.3 Aree operative

Nella seguente Tabella 2.4-3 si elenca l'ubicazione delle aree di cantierizzazione denominate "aree operative" (identificate attraverso la relativa progressiva del tracciato autostradale di progetto).

AMBITO OPERATIVO 1		AMBITO OPERATIVO 2	
AREE OPERATIVE	PROGRESSIVA	AREE OPERATIVE	PROGRESSIVA
1-S.1	-0+121	2-S.1	31+805
1-S.2	1+926	2-S.2	32+952
1-S.3	2+900	2-S.3	33+860
1-S.4	4+000	2-S.4	34+727
1-S.5	4+877	2-S.5	35+952
1-S.6	6+153	2-S.6	36+353
1-S.7	6+927	2-S.7	37+147
1-S.8	7+735	2-S.8	38+300
1-S.9	8+757	2-S.9	38+820
1-S.10	9+722	2-S.10	39+609
1-S.11	10+729	2-S.11	40+512
1-S.12	12+900	2-S.12	40+787
1-S.13	14+110	2-S.13	42+737
1-S.14	15+755	2-S.14	46+137
1-S.15	17+972	2-S.15	47+702
1-S.16	18+522	2-S.16	50+219
1-S.17	19+373	2-S.17	51+375
1-S.18	21+472	2-S.18	52+830
1-S.19	22+573	2-S.19	54+111
1-S.20	23+110	2-S.20	54+866
1-S.21	26+000	2-S.21	56+362
1-S.22	27+304	2-S.22	61+053
1-S.23	28+934		
1-S.24	30+100		

TABELLA 2.4-3 – CODICE E LOCALIZZAZIONE DELLE AREE OPERATIVE

Tutte le aree operative saranno posizionate in un ambito sub-pianeggiato prevalentemente in sedimi a destinazione agricola, nelle immediate vicinanze del nuovo tracciato autostradale ovvero di opere d'arte. L'ubicazione di tali aree è graficizzata negli elaborati PD1A00AKK000KKFS01 - TAVV. 36-49 e PD2A00AKK000KKFS01 - TAVV. 36-49. Questa tipologia di cantiere si caratterizza per le attività di deposito attrezzature e ricovero dei mezzi d'opera al termine del turno lavorativo e saranno all'uopo allestite aree per il parcheggio e il ricovero dei mezzi di cantiere (vedasi successiva Figura 2.4-5).

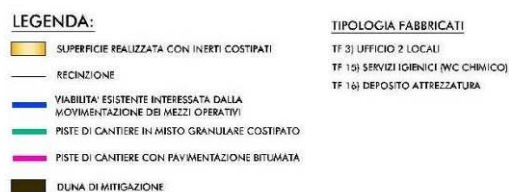


FIGURA 2.4-5 – LAYOUT TIPOLOGICO AREA OPERATIVA

La superficie di ogni singola area operativa 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 attrezzature;
- un parcheggio per i mezzi impiegati nei lavori (3 stalli).

Un'altra tipologia di superfici che si prevede di utilizzare sono le aree propedeutiche alla risoluzione delle interferenze con sottoservizi (vedasi anche elab. PD0A00AKK000KKP512 e PD0A00AKK000KKP513). In tali aree le attività di cantiere, che presentano un modesto interessamento dello strato superficiale del terreno, saranno limitate alla realizzazione delle opere necessarie per la risoluzione dell'interferenza fra il tracciato autostradale e le reti tecnologiche presenti sul territorio. La presente tipologia di superficie, in particolare, è utilizzata solo per la risoluzione delle interferenze con la linea Gasdotti SNAM e i relativi oneri per il ripristino sono individuati nei costi di risoluzione delle interferenze.

2.4.2. 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 tre distinte tipologie di aree di cantierizzazione.

La prima, più complessa, è denominata "campo base". In queste aree di tipo logistico-operativo troveranno collocazione, quindi, gli uffici tecnici dell'impresa esecutrice e gli uffici della Direzione Lavori; sono inoltre previste le attrezzature di supporto, quali l'officina meccanica, il magazzino minuterie e ricambi, le cisterne per il deposito degli oli esausti.

Il posizionamento dei vari fabbricati all'interno delle aree 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.

Al fine di garantire una capacità produttiva giornaliera coerente alla programmazione dei lavori, è stato individuato il numero di addetti e la consistenza delle attrezzature da impiegare.

I parametri dimensionali maggiormente significativi, infatti, risultano essere il numero di addetti (variabili da 200-250 unità fisse di pertinenza a seconda della fase operativa) e la capacità di produzione di calcestruzzi (con picchi di circa 1500 m³/giorno).

Il piano viabile dei percorsi di servizio e dei piazzali interni alle aree di cantierizzazione, sarà realizzato attraverso la posa in opera di uno strato di misto stabilizzato dello spessore di 15 cm (vedasi anche elab. PD00000KK000KKAB01 – TAV. 23 di cui si riporta uno stralcio nella successiva Figura 2.4-6).



FIGURA 2.4-6 – PARTICOLARE DELLA PAVIMENTAZIONE DELLE AREE DI CANTIERE

Nelle zone in cui si verifica il potenziale rischio di sversamenti accidentali, quali le aree ove sono localizzati gli impianti di confezionamento cls e bitumi e le aree limitrofe alle officine, alle cisterne, ai punti di rifornimento e in corrispondenza delle zone di lavaggio dei mezzi operativi, oltre a porre in opera una pavimentazione impermeabile (strato di binder dello spessore di 3 cm), occorrerà prevedere una delimitazione con cordoli rialzati, al fine di consentire la raccolta delle acque meteoriche ed il relativo smaltimento.

Tale accorgimento viene esteso anche ai depositi dei casseri e delle armature, qualora l'area di cantierizzazione si trovi all'interno di zone con terreni caratterizzati da un'elevata permeabilità e quindi con particolare sensibilità al rischio di inquinamento delle falde.

Sarà posizionato nei pressi del laboratorio un anemometro, al fine di valutare la direzione e la velocità del vento nel corso delle ore lavorative. Qualora si verificassero condizioni di vento superiore ai 5 m/s il materiale di pezzatura grossolana, stoccato in cumuli, sarà opportunamente umidificato. Inoltre, sempre nelle aree di cantiere operativo sono previsti impianti idrici a pioggia, posizionati presso l'area di accumulo degli inerti per il cls ed il misto cementato. Tutti i materiali da cantiere allo stato solido polverulento (cemento ecc.) saranno stoccati in sili e movimentati tramite trasporti pneumatici presidiati da opportuni filtri in grado di garantire valori d'emissione di 10 mg/Nm³. I filtri saranno dotati di sistemi di controllo dell'efficienza (con dispositivo d'allarme). Gli eventuali nastri trasportatori di materiale sfuso o secco, di ridotte dimensioni granulometriche, degli impianti di produzione di cls e misto cementato saranno dotati di protezioni opportune.

In tutte le aree di cantiere di questo tipo, è stata prevista un'apposita piazzola, ubicata nei pressi dell'uscita principale del cantiere, in cui avverrà il lavaggio dei pneumatici e dei mezzi operativi. Tale operazione consente di scongiurare la possibilità di un'eventuale dispersione da parte dei mezzi d'opera di materiale polveroso sulle viabilità ordinarie.

La zona "logistica", poi, ospita i blocchi prefabbricati destinati al ricovero e pernottamento delle maestranze.

Questa sarà separata e protetta dalle restanti zone del cantiere per mezzo di una duna in terra, avente funzioni di barriera acustica ed antipolvere.

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 PD00000KK000KKAB01 "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 due 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 singoli, di larghezza pari a 2.40 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;
- prefabbricati componibili di grandi dimensioni; rientrano in questa categoria l'edificio ad uso mensa e cucina, i dormitori e gli uffici del cantiere logistico. Queste strutture richiedono un modesto basamento a platea o a plinti in calcestruzzo su cui vengono poggiati gli elementi portanti verticali; sugli elementi verticali vengono assemblati, mediante nodi standardizzati, gli elementi di pannello costituenti le pareti o gli orizzontamenti.

La seconda tipologia di area prevista nel presente processo di cantierizzazione, è un'area tecnica di deposito temporaneo dei materiali inerti definita "area di stoccaggio". La configurazione di tali aree si presenta sicuramente più semplice e contenuta nelle dimensioni rispetto alla precedente tipologia, avendo funzione di movimentazione e deposito temporaneo dei materiali inerti. Anche la pavimentazione è caratterizzata da materiali costipati, quindi non impermeabilizzata, per questo non necessita di particolari sistemi di raccolta delle acque. Anche in questo caso, all'interno dell'area di cantiere, sarà posizionato un anemometro, al fine di valutare la direzione e la velocità del vento nel corso delle ore lavorative, accompagnato da impianti idrici a pioggia, posizionati presso l'area di accumulo degli inerti da utilizzarsi per la realizzazione dei rilevati di progetto. Tutti i materiali da cantiere allo stato solido polverulento (calce, cemento, ecc.) saranno stoccati in opportuni silos.

La terza tipologia di area, infine, prevista nel presente processo di cantierizzazione, è un'area tecnica di servizio definita "operativa".

La configurazione di tali aree si presenta sicuramente più semplice e contenuta nelle dimensioni (circa 500 m²), rispetto alle precedenti tipologie, avendo funzione unicamente di deposito materiali ed attrezzature (casseri, ponteggi, armature, ecc.). Anche la pavimentazione è caratterizzata da materiali costipati, quindi non impermeabilizzata, per questo non necessita di particolari sistemi di raccolta delle acque.

Tutte le tipologie di cantiere saranno dotate di un'ideale 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, i soli cantieri principali, 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 provvederà al servizio di vigilanza delle aree. Ai fini della sicurezza nel cantiere 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.

2.4.2.1 Reti tecnologiche a servizio delle aree di cantiere

I cantieri, a seconda delle differenti tipologie previste, saranno dotati delle reti di distribuzione interna qui sotto elencate:

- rete di alimentazione e distribuzione elettrica;
- impianto d'illuminazione esterna (al fine di permettere le lavorazioni sul doppio turno di lavoro di 16 ore);
- rete idrica potabile;
- impianti di telecomunicazione;
- impianto di distribuzione del gas;
- rete fognaria ;
- rampa per il lavaggio dei mezzi le cui acque di scarico dovranno essere idoneamente trattate, attraverso un impianto di trattamento costituito da pozzetto disoleatore e pozzetto di sedimentazione disposti in cascata, per opportuna chiarificazione prima della reimmissione nella fognatura comunale;
- area per rifornimento mezzi di cantiere.

L'impiantistica di cantiere, inoltre, è completata da:

- gruppo di pompaggio, costituito da 2 pompe una in riserva all'altra e relativi accessori, atto al sollevamento e l'allontanamento delle acque di drenaggio di piazzale in conferimento al collettore di scarico;
- condotte, tubazioni e canalizzazioni principali/secondarie per la regimazione delle acque di piattaforma sia della rampa di collegamento che delle piazzole definitive e del cantiere ad esso dedicato;
- gruppo elettrogeno 75 KVA destinato alla riserva di alimentazione del gruppo di pompaggio.

2.4.2.2 Descrizione delle singole attività presenti in cantiere

Nella presente sezione si propone una descrizione delle attività principali che si prevede si sviluppino nelle differenti aree di cantiere:

- lavaggio autoveicoli;
- distributore carburante;
- magazzino generale;
- ristorazione;
- servizi;
- spogliatoi;
- pesa a ponte;
- gruppo elettrogeno containerizzato;
- impianto di depurazione acque lavaggio.

Lavaggio autoveicoli. È previsto un impianto di lavaggio per tutti gli automezzi che operano nella realizzazione delle opere in argomento; inoltre periodicamente tutti i mezzi che operano all'interno del cantiere oltre che a regolari controlli manutentivi saranno completamente lavati presso l'impianto. L'impianto di lavaggio consiste in un'area pavimentata in calcestruzzo delle dimensioni di 18,00x6,00 m e per facilitare le operazioni di pulizia degli automezzi vengono realizzate sulla platea due rampe in calcestruzzo per sollevare gli stessi fino ad una altezza di 70 cm rispetto al piano carrabile. L'area pavimentata in calcestruzzo è realizzata con pendenze idonee in modo da far confluire tutte le acque in una griglia di raccolta e quindi convogliare le stesse all'impianto di trattamento acque tecnologiche, come meglio specificato nel paragrafo specifico della depurazione delle acque. Non vi sono né strutture, né apparecchiature fisse esterne. Il lavaggio avviene tramite un'idropulitrice mobile la quale è normalmente collocata all'interno dell'officina.

Distributore di carburanti. Si prevede la predisposizione di un'area per il rifornimento dei carburanti, all'interno dell'area del campo base nel rispetto delle norme vigenti (DMI 19-3-1990) e previo l'ottenimento dei permessi necessari, caratterizzata dall'installazione di una cisterna per il gasolio con relativa pompa per l'alimentazione dei mezzi da cantiere. Come da normativa citata, per l'installazione del contenitore/distributore dovranno essere osservate le seguenti istruzioni:

- dovrà avere capacità geometrica non superiore a 9.000 litri;
- dovrà essere del tipo approvato dal ministero dell'Interno ai sensi di quanto previsto dal titolo I, n° XVII, del Decreto del Ministro dell'Interno 31-7-1934;
- dovrà essere trasportato scarico in cantiere e dovrà essere bonificato prima della dismissione del cantiere;
- dovrà essere provvisto di bacino di contenimento di capacità almeno pari alla metà della capacità geometrica del contenitore, di tettoia a protezione degli agenti atmosferici realizzata in materiale incombustibile e provvista di idonea messa a terra;
- dovrà avere su tutti i lati una distanza di protezione non inferiore a m 3,00 (misurati dalla sagoma del contenitore-distributore);
- una fascia di protezione non inferiore a m 3,00 dovrà essere sgombra e priva di qualsiasi tipo di vegetazione che possa costituire pericolo d'incendio;
- dovranno essere osservati i divieti e le limitazioni previsti dal già sopra citato decreto del 31-7-1934;
- in prossimità dell'impianto dovranno installarsi almeno 3 estintori portatili di tipo approvato dal Ministero degli Interni per classi di fuoco A-B-C con capacità estinguente non inferiore a 39A-144B-C, idonei anche all'utilizzo su apparecchi sotto tensione elettrica;
- gli impianti e le apparecchiature elettriche dovranno essere realizzate in conformità a quanto stabilito dalla legge 1/3/1968 n° 186: in particolare trattandosi di impianti elettrici in luoghi con pericolo di esplosione ed incendio, dovrà essere osservata la norma CEI EN 60079-10 (31-30) CEI 64-2 app. C;
- in prossimità del contenitore-distributore dovranno essere installati segnali ben visibili indicanti la presenza di liquido infiammabile, il divieto di fumare e di usare fiamme libere, la posizione degli estintori, il divieto di usare acqua per spegnere eventuali incendi.

In base a quanto descritto si dovrà provvedere a recintare l'area con rete plastica stampata di colore arancione sorretta da montanti in ferro infissi e traverse in legno solidali ad una barriera new-jersey.

Infine, dovranno installarsi almeno 3 estintori di cui uno in prossimità dell'accesso all'area di rifornimento ed un altro in prossimità dell'uscita.

Trattasi di impianto ad uso privato a servizio dei mezzi operanti nel cantiere. L'impianto, completamente containerizzato in monoblocco da 15' di dimensioni 2,20 x 4,50 x 2,25, sarà ubicato nel piazzale in posizione prossima all'area di stoccaggio ed il servizio sarà gestito dal magazziniere.

Il deposito risulta così costituito:

- bacino di contenimento metallico a forma rettangolare, in lamiera di acciaio al carbonio sp. 3.0 mm, dim. 2,10 x 4,00, dotato di anello superiore di rinforzo, attacchi di messa a terra e verniciato previo trattamento al primer;
- serbatoi Diesel Tank di forma cilindrica ad asse orizzontale da m³ 9.0 omologato M.I. ad asse orizzontale, sorretto da selle di appoggio con piedini antirrotolamento, spessore del serbatoio 3.0 mm dim. dia. 190 x 300, corredato da passo d'uomo flangiato dia. 420 completo di dispositivo di sfiato, indicatore di livello, attacco di messa a terra ; il gruppo erogatore del suddetto serbatoio risulta composto da armadietto box con porta lucchettabile, filtro in aspirazione, elettropompa autoadescante portata 70 l/min con filtro e by-pass, conta litri ad uso privato con totalizzatore progressivo, tubo flessibile e pistola di erogazione automatica con attacco snodato, dispositivo di avviamento e arresto pompa in cassetta IP55.

Magazzino generale. Il magazzino è realizzato mediante un prefabbricato metallico delle dimensioni esterne 16.70 x 10.00 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 scaffali trattandosi di prodotti correnti per la manutenzione e riparazione dei mezzi meccanici presenti in cantiere (guarnizioni, camere d'aria, pneumatici, cinghioni 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 magazzino è diviso in tre zone:

- area di magazzino;
- area di magazzino generale;
- area distribuzione.

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.

Ristorazione. Il servizio ristorazione è garantito attraverso un'opportuna struttura prefabbricata predisposta in tutti i campi base. Le dimensioni dei locali destinati a mensa sono tali da assicurare la ricettività per 200 persone, in ragione di ciò il servizio di ristorazione è organizzato su un doppio turno.

La struttura è organizzata con una cucina, la sala ristoro e i servizi per consentire la pulizia degli operai prima del relativo accesso alla sala ristoro.

Servizi. 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.

Spogliatoi. Gli spogliatoi sono costituiti da due prefabbricati metallici aventi struttura in acciaio e tamponamenti con pannelli termoisolanti i sandwich. Gli spogliatoi vengono forniti, dalla ditta costruttrice, corredati dell'impianto elettrico, idrico-sanitario, riscaldamento e termico (termoconvettori elettrici) nel rispetto della normativa vigente. Si tratta di un prefabbricato delle dimensioni 2.30 x 12.20 m e con altezza interna h = 2.70 m, le superfici finestrate hanno una dimensione tale da rispettare i rapporti aeroilluminanti di legge; la pavimentazione è realizzata interamente in mattonelle di monocottura; il riscaldamento è garantito da un numero adeguato di termoconvettori elettrici. Questo locale è suddiviso in n. 2 ambienti; uno destinato a spogliatoio ed uno ai servizi igienici che sono costituiti da n°3 W.C., da n°3 docce e da n°2 lavabi doppi. All'esterno di tale spogliatoio è previsto un pulisci stivali. Lo spogliatoio è corredato di armadietti per abiti sporchi ed abiti puliti, l'acqua sanitaria calda è fornita da un boiler elettrico da 200 l.

Le docce avranno le pareti rivestite in materiale facilmente lavabile fino ad una altezza di m 2.00 per rispettare uno standard di elevati requisiti igienici; tutta il prefabbricato sarà pavimentato in monocottura o idoneo materiale di elevati requisiti igienici e facilmente lavabile. Nel caso in cui si dovesse, nel corso dei lavori, rendere necessario un numero maggiore di addetti esterni verranno realizzate ulteriori spogliatoi delle medesime caratteristiche.

2.4.2.3 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.

2.4.3. 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), per la realizzazione di fondazioni profonde (pali e diaframmi) 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 e di un'attrezzatura per l'esecuzione di pali di fondazione e diaframmi e macchine per l'infissione delle palancole.

Tra le attrezzature speciali incluse nelle dotazioni di cantiere, sono da ricomprendersi gli impianti di recupero/trattamento mobile per la frantumazione dei materiali provenienti dalle demolizioni. Tali impianti saranno posizionati lungo i fronti di avanzamento mobile dei lavori in ragione di uno ogni 15 km di tracciato 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.

Di seguito si fornisce un elenco dei mezzi che si prevede di utilizzare in funzione della differente tipologia di lavorazioni previste.

LAVORI DI ASFALTATURA

Attrezzatura:

- Impianti di produzione conglomerato bituminoso presente nel territorio con i relativi mezzi di servizio (vedi elenco.);
- N° 3 vibrofinitrice (tipo VOGELE SUPER 1803 con larghezza minima 8 metri e capacità di 700 tonn/ora);
- circa 10 camion con capacità superiore a 20 ton. (tipo Astra HD8 84.44 o similare);
- N° 2 rulli min 10 ton. (modello CATERPILLAR CB534).

PILE DEI VIADOTTI

Attrezzatura:

- impianti del calcestruzzo presenti nei cantieri con i relative mezzi di servizio;
- n° 2 autogrù tipo LTM 1080/1 per la movimentazione del ferro e dei casseri;
- n° 2 camion (tipo Astra HD8 84.44 o similare) per il trasporto delle armature e dei casseri;
- n° 2 set di casseri per la realizzazione delle pile;
- n° 2 pompa di calcestruzzo con capacità minima di 25 m³/h (tipo CIFA PC607 D);
- circa 4 betoniere (modello CIFA SLA 7);
- 1 set di vibrator per calcestruzzo.

IMPALCATI DEI VIADOTTI

Attrezzatura:

- impianti del calcestruzzo presenti nei cantieri con i relativi mezzi di servizio;
- N° 2 autogrù per il varo degli impalcati e per la posa del ferro e delle predalles;
- N° 2 cestello (tipo Manitou Maniscopic MVT 675T);
- n° 2 camion (tipo Astra HD8 84.44 o similare) per il trasporto delle armature e dei casseri;

- n° 1 pompa di calcestruzzo con capacità minima di 25 m³/h (tipo CIFA PC607 D)
- circa 4 betoniere (modello CIFA SLA 7);
- 1 set di vibratori per calcestruzzo.

SOTTOPASSI

Attrezzatura:

- impianti del calcestruzzo presenti nei cantieri con i relativi mezzi di servizio;
- n° 3 autogrù tipo LTM 1080/1 per la movimentazione del ferro e dei casseri;
- n° 3 camion (tipo Astra HD8 84.44 o similare) per il trasporto delle armature e dei casseri;
- n° 3 set di casseri per la realizzazione dei piedritti e delle solette;
- n° 1 pompa di calcestruzzo con capacità minima di 25 m³/h (tipo CIFA PC607 D);
- n° 1 infissore palancoati;
- circa 4 betoniere (modello CIFA SLA 7);
- 1 set di vibratori per calcestruzzo;

PALI E PLINTI

Attrezzatura:

- impianti del calcestruzzo presenti nei cantieri con i relativi mezzi di servizio;
- n° 2 escavatore (tipo CAT 323D) for lo scavo ed il carico dei camion;
- n° 1 camion (tipo Astra HD8 84.44 o similare) per il trasporto del terreno;
- n° 2 macchina per la realizzazione dei pali tipo SOILMEC 930;
- n° 2 autogrù tipo LTM 1080/1 per la movimentazione del ferro e dei casseri;
- n° 1 demolitore idraulico tipo Komatsu JTHB 150 per la scapitozzatura dei pali;
- n° 2 set di casseri per la realizzazione dei plinti;
- n° 1 pompa di calcestruzzo con capacità minima di 25 m³/h (tipo CIFA PC607 D);
- circa 3 betoniere (modello CIFA SLA 7);
- 1 set di vibratori per calcestruzzo;
- n° 1 infissore palancoati;

MOVIMENTI TERRA - SCAVO TRINCEE

Attrezzatura:

- n° 3 escavatore (tipo CAT 323D) for lo scavo ed il carico dei camion;
- n° 1 pala caricatrice (tipo Caterpillar 924H);
- n° 10 camion (tipo Astra IID8 84.44 o similare) per il trasporto del terreno;
- n° 1 compattatore (tipo Caterpillar CS56);

MOVIMENTI TERRA - REALIZZAZIONE RILEVATI

Attrezzatura:

- n° 3 escavatore (tipo CAT 323D);
- n° 3 pala caricatrice (tipo Caterpillar 924H);
- n° 30 camion (tipo Astra HD8 84.44 o similare) per il trasporto del terreno;
- n° 3 compattatore (tipo Caterpillar CS56);
- n° 3 Grader (tipo Caterpillar D6T);
- n° 2 Bulldozer (tipo Caterpillar 120 M);
- n° 1 auto (montata su camion Astra IID8 84.44 o similare);
- mixer;
- n° 1 terna (tipo Caterpillar 430 D).

3. MATRICE SUOLO E SOTTOSUOLO

3.1. 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.

3.1.1. 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;
- *inerti pregiati*: costituiti da ghiaie di buona qualità, destinati alla produzione di calcestruzzi, conglomerati bituminosi e stabilizzati, previa frantumazione.

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

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

Segue una breve descrizione delle classi sopra descritte.

3.1.1.1 Inerti 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 circa 11.900.000 m³.

3.1.1.1.1 Stabilizzazione a calce

Le modalità operative per la realizzazione dei rilevati con la tecnica della stabilizzazione a calce sono descritti nel precedente capitolo 2.1.

A tal proposito **si evidenzia che la tecnologia della stabilizzazione a calce e/o cemento, laddove vi sia disponibilità di rilevanti quantità di materiale idoneo al trattamento (come nel caso del presente progetto autostradale), risulta essere una valida alternativa al consumo di materiali granulari di fornitura esterna.** Tale assunzione progettuale è inoltre consona al soddisfacimento delle verifiche di stabilità interne e globali dei rilevati.

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

La stabilizzazione ha lo scopo principale di ridurre la sensibilità dei materiali a prevalente comportamento coesivo alle variazioni stagionali di umidità e di migliorarne le prestazioni a medio e lungo termine.

La stabilizzazione delle terre con leganti ha in particolare lo scopo di migliorare le proprietà fisiche e meccaniche dei terreni determinando principalmente:

- aumento delle resistenze a trazione e compressione;
- riduzione della plasticità e di conseguenza del rigonfiamento/ritiro;
- stabilità e riduzione della suscettibilità all'acqua.

Secondo le indicazioni bibliografiche e raccomandazioni tecniche, sono generalmente sottoposti a stabilizzazione a calce i terreni argillosi e limosi che abbiano un indice di plasticità superiore al 10% (A2-6, A2-7, A6 ed A7 secondo la UNI11531-1). Allo stesso modo possono essere trattati a cemento o a calce+cemento materiali limosi sabbiosi con indice di plasticità compreso tra 6 e 10 (A4 e A5).

Nei terreni prevalentemente limoso-argillosi l'azione stabilizzante, adottando un'opportuna percentuale di calce, consiste in un processo chimico-fisico che in prima fase (flocculazione delle argille) tende ad agglomerare le micro-particelle di argilla formando delle macro-particelle estremamente stabili e fornendo al materiale trattato un buon assortimento granulometrico e una ridottissima sensibilità all'acqua. In seconda fase invece si attivano i processi pozzolanici secondo i quali la calce residua (non coinvolta nei processi di flocculazione) sfrutta l'acqua presente nella miscela per creare legami tra le macro-particelle con un conseguente miglioramento delle caratteristiche meccaniche della miscela. Il processo di stabilizzazione ha pertanto come effetto il miglioramento delle caratteristiche meccaniche con aumento della capacità portante, dei parametri di resistenza al taglio e della resistenza all'azione dell'umidità e del gelo.

3.1.1.2 Materiali per dreni

La realizzazione di rilevati di altezze significative su terreni coesivi poco addensati rende necessario prevedere la realizzazione di dreni verticali, per consentire la dissipazione sufficientemente rapida delle pressioni interstiziali. Per favorire lo sfogo in superficie di tali pressioni alla base del rilevato verrà realizzato, laddove ritenuto necessario, uno strato drenante dello spessore di 30 cm. Il materiale utilizzato sarà sabbia grossolana, la cui curva granulometrica dovrà essere compresa entro i limiti espressi in Tabella 3.1-1.

Apertura – Vaglio UNI (mm)	Passante %	
	Min	Max
0.075	0	3
0.40	0	10
2.00	15	45
5	35	75
10	70	100

TABELLA 3.1-1 – CURVA GRANULOMETRICA DEI MATERIALI DA UTILIZZARE PER IL MATERASSO DRENANTE

Materiali a prevalente granulometria sabbiosa dovranno inoltre essere utilizzati per i rinfianchi di scavi minori, quali quelli realizzati per la posa di tombini idraulici o per il passaggio della fauna.

Il fabbisogno complessivo di sabbie grossolane per i drenaggi ed i rinfianchi assomma a circa 612.000 m³.

3.1.1.3 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 circa 1.700.000 m³.

3.1.1.4 Terreno vegetale

Il terreno vegetale è impiegato per la ricopertura e l'inerbimento delle scarpate. Questo materiale proverrà completamente direttamente dallo scotico del terreno di imposta del rilevato, sia dell'asse autostradale che delle opere di adduzione. In effetti nel bilancio del solo corpo autostradale si evidenzia un esubero di terreno pari a 12.400 m³, che però verrà soddisfatto mediante l'utilizzo di materiale proveniente dallo scotico delle viabilità di adduzione.

3.1.2. Bilancio materiali e quadro riepilogativo dei fabbisogni di inerti

Nella tabella seguente vengono riportati i fabbisogni di materia prima suddivisi sia per tipologie, così come definite nel paragrafo precedente, relativamente alle opere del tracciato autostradale.

La tabella riporta nelle prime quattro righe (A-D) i fabbisogni globali suddivisi per i due ambiti operativi in cui è stata suddivisa l'opera. Le due righe successive (E-F) individuano i materiali che potranno essere recuperati nell'ambito degli scavi da realizzarsi per l'opera stessa. Le quattro righe successive (G-L) riportano le quantità di materiale che dovranno essere fornite da provenienza esterna al cantiere, calcolata mediante la compensazione tra fabbisogni e scavi (possibile solo per inerti da rilevato e vegetale).

				Ambito operativo 1	Ambito operativo 2	Totale
Fabbisogni totali	A	Materiale da rilevato	m ³	6.847.191	6.334.144	13.181.335
	B	Vegetale	m ³	404.899	308.603	713.501
	C	Materiale per dreni e rinfianchi	m ³	245.792	339.873	585.665
	D	Calcestruzzi e conglomerati bituminosi	m ³	824.651	683.511	1.508.162
	M	Stabilizzato	m ³	131.706	89.797	221.503
Inerti provenienti dagli scavi	E	Materiale da rilevato	m ³	1.439.571	1.448.976	2.888.546
	F	Vegetale	m ³	417.714	340.760	758.474
Fornitura esterna	G (A-E)	Materiale da rilevato	m ³	5.407.620	4.885.168	10.292.789
	H (B-F)	Vegetale	m ³	-12.815	-32.157	-44.973
	I	Materiale per dreni e rinfianchi	m ³	245.792	339.873	585.665
	L	Calcestruzzi e conglomerati bituminosi	m ³	824.651	683.511	1.508.162
	N	Stabilizzato	m ³	131.706	89.797	221.503

TABELLA 3.1-2 – FABBISOGNI DI MATERIALI SUDDIVISI PER TIPOLOGIA

3.2. LOCALIZZAZIONE E DESCRIZIONE DELLE TIPOLOGIE DI CAVA

L'infrastruttura autostradale 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 0270_ PD_0_0000_KK00_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 e per sabbie destinate a dreni sono state individuate 14 cave, inserite nella pianificazione vigente.

PROVINCIA	DENOMINAZIONE CAVA	QUANTITATIVI PIANIFICATI	INERTI DA RILEVATO			INERTI PER DRENI E RINFIANCHI
			ARGILLA	LIMI ARGILLOSI	LIMI - LIMI SABBIOSI	SABBIA
		m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
REGGIO EMILIA	REPO015	274.726 m ³	-	103.570 m ³	171.156 m ³	-
	REPO107	561.739 m ³	-	-	-	561.739 m ³
MODENA	MO 15	700.000 m ³	-	-	700.000 m ³	-
	MO 17	1.906.761 m ³	1.369.987 m ³	-	-	-
	MO 23	1.800.000 m ³	-	1.800.000 m ³	-	-
	MO 26	1.200.000 m ³	-	1.200.000 m ³	-	-
	MO 27	800.000 m ³	-	800.000 m ³	-	-
	MO 28	1.600.000 m ³	-	1.600.000 m ³	-	-
	MO 29	600.000 m ³	-	600.000 m ³	-	-
FERRARA	FE 5	610.677 m ³	-	-	-	360.677 m ³
	FE 6	1.000.000 m ³	368.718 m ³	-	-	-
	FE 9/VM	412.602 m ³	-	-	-	412.602 m ³
	FE 9/FE	1.000.000 m ³	-	-	-	820.216 m ³
	FE 12	1.000.000 m ³	1.000.000 m ³	-	-	-
TOTALE		13.466.505 m³	2.738.705 m³	6.103.570 m³	871.156 m³	2.155.234 m³
			9.713.431 m³			

TABELLA 3.2-1 – POLI ESTRATTIVI PROPOSTI

Inerti pregiati

I calcestruzzi saranno prodotti di norma presso i campi base. Gli inerti pregiati per queste produzioni verranno acquistati sul mercato, presso vari impianti di frantumazione.

Nella Relazione Approvvigionamento materiali sono stati individuati 31 impianti che potrebbero fornire il materiale necessario. L'elenco di tali impianti è riportato in Tabella 3.2-2.

CODICE	DENOMINAZIONE IMPIANTO	COMUNE	ESERCENTE
IP RE01	FLU.MAR	Boretto (RE)	FLU.MAR S.r.l.
IP RE02	BACCHI	Boretto (RE)	Bacchi S.p.a.
IP RE03	BACCHI	Boretto (RE)	Bacchi S.p.a.
IP RE04	Corradini (sede di Salvaterra)	Casalgrande (RE)	Calcestruzzi Corradini S.p.a.
IP RE05	Corradini (sede di Villalunga)	Casalgrande (RE)	Calcestruzzi Corradini S.p.a.
IP RE06	Emiliana conglomerati	Casalgrande (RE)	Emiliana conglomerati S.p.A.
IP RE07	Emiliana conglomerati	Luzzara (RE)	Emiliana conglomerati S.p.A.
IP MO01	Calcestruzzi Corradini	Campogalliano (MO)	Calcestruzzi Corradini S.p.a.
IP MO02	Inerti Pederzona	Formigine (MO)	Inerti Pederzona S.r.l.
IP MO03	Granulati Donnini	Marano S/P (MO)	Granulati Donnini S.p.a.
IP MO04	Frantoio Fondovalle	Marano S/P (MO)	Frantoio Fondovalle S.r.l.
IP MO05	Turchi Cesare	Modena (MO)	Turchi Cesare S.r.l.
IP MO06	Granulati Donnini (Marzaglia)	Modena (MO)	Granulati Donnini S.p.a.
IP MO07	Granulati Donnini (San Damaso)	Modena (MO)	Granulati Donnini S.p.a.
IP MO08	Frantoio Fondovalle	Modena (MO)	Granulati Donnini S.p.a.
IP MO09	Granulati Donnini (San Cesario)	S.Cesario S/P (MO)	Granulati Donnini S.p.a.
IP MO10	Granulati Donnini (Ex-Lamces)	S.Cesario S/P (MO)	Granulati Donnini S.p.a.
IP MO11	Frantoio Fondovalle (Vezzali)	Spilamberto (MO)	Frantoio Fondovalle S.r.l.
IP MO12	Frantoio Fondovalle (Rio Beton)	Spilamberto (MO)	Frantoio Fondovalle S.r.l.
IP MN01	Emiliana Conglomerati	Gonzaga (MN)	Emiliana Conglomerati S.p.A.
IP MN02	Superbeton	Poggiorusco (MN)	Superbeton S.p.A.
IP MN03	Vezzola	Pegognaga (MN)	Vezzola S.p.A.
IP BO01	Consorzio Cave Bologna	Bologna (BO)	Consorzio Cave Bologna S.c.r.l.
IP BO02	Cave Nord	Calderara di Reno (BO)	Cave Nord S.r.l.
IP FE01	Beton Veneta	Ferrara (FE)	Beton Veneta S.r.l.
IP FE02	Unical	Ferrara (FE)	Unical S.p.A.
IP RO01	Beton Veneta	Occhiobello (RO)	Beton Veneta S.r.l.

TABELLA 3.2-2 – IMPIANTI DI FRANTUMAZIONE PER MATERIALI PREGIATI PER CONGLOMERATI CEMENTIZI

I conglomerati bituminosi invece verranno forniti direttamente dagli impianti esistenti in zona. L'elenco di tali impianti è riportato in Tabella 3.2-3.

CODICE	DENOMINAZIONE IMPIANTO	COMUNE	ESERCENTE
CB RE01	Corradini (sede di Salvaterra)	Casalgrande (RE)	Calcestruzzi Corradini S.p.a.
CB MO01	Frantoio Fondovalle	Marano S/P (MO)	Frantoio Fondovalle S.r.l.
CB MO02	Turchi Cesare	Modena (MO)	Turchi Cesare S.r.l.
CB MN01	Superbeton	Poggiorusco (MN)	Superbeton S.p.A.
CB MN02	Vezzola	Pegognaga (MN)	Vezzola S.p.A.
CB BO01	Cave Nord	Calderara di Reno (BO)	Cave Nord S.r.l.
CB BO02	Frantoio Fondovalle	Bologna (BO)	Frantoio Fondovalle S.r.l.
CB FE01	Sintexcal	Ferrara	Sintexcal S.p.A.
CB FE02	Superbeton	Ferrara	Superbeton S.p.A.
CB RO01	Asfalti Busco	Fiesso Umbertiano (RO)	Asfalti Busco S.r.l.

TABELLA 3.2-3 – IMPIANTI DI PRODUZIONE CONGLOMERATI BITUMINOSI

3.2.1. Indicazioni in merito al piano di gestione dei materiali

Il progetto definitivo è corredato dai documenti PD_0_000_0KK00_0_CD_RT_02_B, PD_0_000_0KK00_0_CD_RT_03_A, PD_0_000_0KK00_0_CD_RT_04_A, PD_0_000_0KK00_0_CD_RT_05_A, PD_0_000_0KK00_0_CD_RT_06_A “Piano di gestione operativa delle terre e rocce da scavo” relativi all’asse e viabilità di adduzione, volti a definire nel dettaglio le modalità di produzione, caratterizzazione, gestione, ecc. dei materiali derivanti dagli scavi condotti nell’ambito della costruzione dell’Autostrada regionale Cispadana , in modo che siano conformi alla normativa di settore di riferimento (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 3.2-4.

TIPOLOGIA	ORIGINE	GRUPPO	RIUTILIZZO PREVISTO
Terreno Vegetale/Scotico	Materiale di sbancamento superficiale.	A	Suolo allo stato naturale che, previo eventuale deposito temporaneo, è riutilizzato nell'ambito del medesimo sito di scavo per rivestimento scarpate, dune, rimodellazioni
		B	Terre da scavo che, previo eventuale deposito temporaneo, sono riutilizzate nell'ambito del medesimo progetto ma in siti differenti da quello di scavo, per rivestimento scarpate, dune, rimodellazioni (*)
Terreno da scavo	Materiale naturale ottenuto da scavi, inclusi materiali da scavo di fondazioni dirette e profonde nonché di opere di sostegno dei terreni/protezione idraulica, escluso terreno vegetale/scotico, compresa la bonifica geotecnica dei piani di posa dei rilevati/trincee	C1	Terre da scavo che, previo eventuale deposito temporaneo, sono riutilizzate nell'ambito del medesimo sito di scavo per dune, rinterrati, riempimenti, rimodellazioni.
		C2	Terre da scavo che, previo eventuale deposito temporaneo, sono riutilizzate nell'ambito del medesimo sito di scavo per bonifica del piano di posa dei rilevati stradali/trincee, realizzazione corpo rilevati stradali, dune, rinterrati, riempimenti, rimodellazioni previa stabilizzazione a calce o calce+cemento,
		D	Terre da scavo che, previo eventuale deposito temporaneo, sono riutilizzate nell'ambito del medesimo progetto ma in siti differenti da quello di scavo, per rilevati stradali, dune, rinterrati, riempimenti, rimodellazioni. previa stabilizzazione a calce o calce+cemento dove previsto,
		E	Sottoprodotti per aggregati

TABELLA 3.2-4 – TIPOLOGIE DELLE TERRE DA SCAVO

Le terre delle classi A e C1 rientreranno tra i materiali esclusi dal campo di applicazione della Parte Quarta del D.Lgs. 152/06 (non saranno considerate, quindi, né rifiuto, né sottoprodotto). Le terre delle classi B, C2 e D verranno invece trattate come sottoprodotti, destinate al riutilizzo per bonifica del piano di posa dei rilevati stradali/trincee, realizzazione corpo rilevati stradali, dune, rinterrati, riempimenti, rimodellazioni, eventualmente previa stabilizzazione a calce o calce+cemento. Al fine di verificarne la riutilizzabilità per gli scopi previsti le terre da scavo verranno sottoposte ad adeguati controlli ed analisi di caratterizzazione ambientale da eseguire preliminarmente alla fase di progettazione esecutiva. Si prevedono inoltre indagini di caratterizzazione ambientale in corso d'Opera, da eseguirsi nelle aree di deposito temporaneo all'interno delle aree di cantiere, sui cumuli di terreno derivante dagli scavi delle fondazioni profonde e delle fondazioni superficiali con notevole approfondimento. In base a quanto illustrato, la gestione delle terre da scavo che verranno riutilizzate direttamente o previa stabilizzazione a calce/calce+cemento per la costruzione dell'Opera, richiede lo stoccaggio temporaneo delle medesime nel sito di scavo o in apposite aree, identificate nell'ambito del progetto di cantierizzazione come "aree di accumulo provvisorio"; distinguendo le tipologie di materiali illustrati in Tabella 3.2-4.

3.2.2. Considerazioni in merito alla possibile ottimizzazione localizzativa e/o produttiva dei poli estrattivi

Il quadro conoscitivo analizzato nell'attuale fase progettuale (Progetto Definitivo), atto ad indagare la disponibilità dei materiali necessari alla realizzazione dell'Autostrada Regionale Cispadana, si è sviluppato con riferimento alla Pianificazione vigente in materia di attività estrattive, relativamente al territorio delle Province di Reggio Emilia, Modena e Ferrara, individuando in tale ambito l'intero fabbisogno, comparando i volumi di materiali necessari per le diverse opere da realizzare, con la disponibilità di offerta presente nei diversi poli estrattivi ad oggi pianificati nei PIAE vigenti. In base alle disponibilità della pianificazione vigente, risulta evidente che la copertura del fabbisogno deve ricorrere, necessariamente, anche a poli estrattivi che si collocano ad una distanza significativa rispetto al sedime delle nuove infrastrutture, determinando una maggiore incidenza dei quadri emissivi prodotti dalla mobilità operativa di cantiere. La pianificazione di nuovi poli estrattivi in prossimità al tracciato di progetto, se non addirittura contigui, come auspicato dallo Studio di Fattibilità del 2006, nel successivo livello preliminare della progettazione del 2008 e successive revisioni e nel Progetto Definitivo del 2012, ed al contempo l'implementazione delle previsioni estrattive nei poli già pianificati in prossimità della nuova infrastruttura (ad es. attraverso l'incremento dei quantitativi attualmente autorizzati), potrebbe prefigurare uno scenario progettuale di riferimento ulteriormente ottimizzato, in termini ambientali ed operativi, rispetto a quello sviluppato nell'ambito del Progetto Definitivo, sebbene valutato sostenibile in sede di Studio di Impatto Ambientale, garantendo altresì un considerevole potenziamento delle superfici rinaturalizzate, ad integrazione e completamento delle opere di mitigazione ecosistemica attualmente previste.

Preme ricordare infatti che già il Progetto Preliminare auspicava la modifica della pianificazione al tempo vigente, allo scopo di individuare aree di prelievo molto prossime al tracciato autostradale in fase di realizzazione.

A tal proposito si evidenzia che la Commissione Tecnica di verifica dell'impatto ambientale – VIA e VAS ha comunicato alla Direzione Generale per le Valutazioni Ambientali del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, con nota prot. CTVA-2013-0002050 del 10/06/2013 acquisita al prot. DVA-2013-0013618 del 12/06/2013, che a seguito delle attività di analisi e valutazione della documentazione presentata per il progetto dell'Autostrada Regionale Cispadana, nell'ambito della procedura di VIA attivata dalla società ARC, ha ritenuto necessario richiedere integrazioni e chiarimenti in merito alla possibilità di una nuova ubicazione delle cave, a servizio del processo realizzativo della nuova Autostrada Regionale Cispadana, tale da individuare poli di fornitura prossimi al sedime di progetto.

In particolare il Ministero dell'Ambiente e delle Tutela del Territorio e del Mare (MATTM) con lettera prot. DVA-2013-0014126 del 17/06/2013 relativamente al procedimento di VIA in oggetto, ha formulato una richiesta di integrazione, inserita nel capitolo "**Cantierizzazione e terre da scavo e materiali inerti**" ed individuata con il numero **3.6** nella nota della CTVA sopracitata, che riporta le seguenti indicazioni:

“Si richiede l'individuazione dei siti di cava per la coltivazione del materiale inerte, necessario alla realizzazione della Cispadana, che comportano, complessivamente, il minor impatto possibile. Si richiede siano indagate le soluzioni per reperire il materiale inerte necessario, in poli prossimi al tracciato stradale”.

Il Concessionario, al fine di ottemperare a quanto riportato nella richiesta in oggetto, ha risposto, mediante **specificata documentazione integrativa** coerente con gli obiettivi ed indirizzi già formulati nell'ambito dell'Appendice II dello SIA, fornendo una **proposta di perimetrazione di poli estrattivi e la relativa valutazione ambientale preliminare**. Ciò premesso si ritiene significativo riportare altresì, in questa sezione, una sintesi degli effetti migliorativi sulle principali componenti ambientali, oltre ad una serie di ottimizzazioni prestazionali relative alla fase di ripristino, contenuti nella proposta dei nuovi ambiti estrattivi. In particolare, per quanto riguarda le differenti componenti ambientali, rispetto alla configurazione dei poli di approvvigionamento pianificati, si evidenziano le seguenti ottimizzazioni:

1. percorsi di approvvigionamento:

- incisive variazioni in diminuzione della differenza di lunghezza degli sviluppi dei percorsi di approvvigionamento dei mezzi d'opera per i singoli tratti del sedime di progetto;
- **riduzione dello sviluppo complessivo dei percorsi utilizzati dai mezzi d'opera per l'approvvigionamento dei materiali inerti, pari al 41% di quello riscontrabile nella configurazione di poli presenti nella pianificazione vigente;**

2. emissioni in atmosfera:

- riduzione delle emissioni di NO_x, PM₁₀, PM_{2.5}, composti organici reattivi (ROG) e CO su base giornaliera pari al 41%;

3. emissioni acustiche:

- riduzione dei valori di energia sonora emessa per km (espressa in Joule/giorno), causato dal trasporto dei materiali inerti, pari al 59%. Trasformata in dB, tale riduzione di emissione è quantificabile con una diminuzione del livello sonoro di circa 3,9 dB(A);

4. consumi energetici:

- riduzione del fabbisogno giornaliero di gasolio pari a 6.350 l/giorno (corrispondente a circa il 59% del fabbisogno giornaliero nella configurazione del Progetto Definitivo);
- riduzione della quantità di CO₂ emessa pari a 18.900 kg/giorno corrispondente, per un anno, ad un valore equivalente di 361.500 alberi, che si traduce in una superficie di 1.205 ha.

La nuova ubicazione dei poli proposti, inoltre, si inserisce in un più ampio quadro di obiettivi specifici, legati alla fase di ripristino degli ambiti di coltivazione, che ottimizzano l'intero sistema di relazioni esistenti fra ambiti estrattivi, processo realizzativo dell'infrastruttura di progetto e relative attività di mitigazione.

A tali obiettivi sono associati criteri progettuali che consentono di orientare gli interventi legati al recupero dell'ambito estrattivo, al fine di garantire la realizzazione di un intervento integrato e multifunzionale (naturalistico, di fruizione, di accumulo a fini irrigui, di laminazione, ecc.). A tal proposito di seguito si evidenziano, per le principali componenti ambientali i corrispondenti criteri progettuali di ripristino e più precisamente:

a. Idraulica.

Traguardando l'assetto idraulico del territorio che, come è noto, è caratterizzato da una rete idrografica fortemente artificializzata e gestita prevalentemente in modo promiscuo per le azioni di scolo ed irrigazione, la realizzazione di cave può essere sfruttata, in fase di recupero, per finalità di sicurezza idraulica e di recupero e riuso della risorsa idrica. I più significativi obiettivi di natura idraulica sul ripristino multifunzionale delle cave sono:

- aumentare la sicurezza idraulica del territorio (conformazioni morfologiche e funzionali tali da consentire il raggiungimento di funzioni laminative);
- ridurre i prelievi idrici favorendo il recupero di acque meteoriche ai fini irrigui (le ex-cave si configurano come invasi e possono essere destinati allo stoccaggio delle acque meteoriche precipitate durante le stagioni autunnali ed invernali per renderle poi disponibili nei periodi di tempo asciutto).

b. Ambiente natura e paesaggio.

Dal punto di vista naturalistico-ambientale risulta importante adottare criteri progettuali volti a favorire ed accelerare i processi evolutivi naturali della vegetazione (successioni ecologiche) che saranno interrotte al momento dell'inizio dell'attività estrattiva. A tal fine si ritiene che tali ambiti di cava possano rappresentare un'opportunità per perseguire l'obiettivo di creare, durante la fase di ripristino, alcuni dei "Nodi Ecologici" previsti dalla rete ecologica provinciale, in modo da creare aree di elevata biodiversità in cui prevedere, oltre alla tutela del patrimonio naturale, anche aree per la fruizione naturalistica.

In ragione di ciò è possibile prevedere:

- soluzioni progettuali di ripristino che favoriscano morfologie naturaliformi e con pendenze di sponde eterogenee ed irregolari;
- interventi di ripristino volti a creare una prevalenza di habitat acquatici di interesse comunitario, diversificati in base all'escursione stagionale della falda;
- impiego, negli interventi di piantumazione, di specie baccifere utili per l'alimentazione della fauna;

- creazione di ambienti differenziati con presenza di aree destinate alla tutela naturalistica ed aree adibite alla fruizione sostenibile che siano interconnesse con il sistema della mobilità lenta.

Tutti gli interventi di recupero naturalistico, solitamente, si prefiggono lo scopo di raggiungere un miglioramento complessivo del valore ambientale delle superfici interessate dall'intervento e, in generale, dall'area in cui tale intervento è stato realizzato. Cogliendo uno degli aspetti fondamentali che concorrono a specificare nel dettaglio il significato di valore ambientale, anche negli interventi di rinaturalizzazione delle cave previste in questo progetto ci si pone, come obiettivo primario, di ottenere un consistente aumento della biodiversità. Per ottenere tale scopo è possibile realizzare una tipologia complessa di recupero naturalistico basata sulla ricostituzione di una **zona umida** nella quale, grazie ad un'accurata modellazione delle sponde, si possa ricostituire una geoserie vegetazionale igrofila tipica dei bacini meso-eutrofici di pianura (vedasi anche documento 7076_PD_0_000_00000_0_IA_RG_11_A "Appendice II: proposta di indirizzo per l'attivazione di una variante specifica ai piani di settore vigenti in materia di attività estrattive – Relazione" - cap. 7.2.1).

Si evidenzia altresì che la **prescr. N°5 del Decreto VIA n°0000190 del 25/07/17**, indica:

"Con riferimento al tema dell'approvvigionamento dei materiali inerti, qualora il Proponente voglia, nel Progetto Esecutivo, prendere in considerazione altre soluzioni rispetto a quelle previste dalla pianificazione vigente, le stesse dovranno essere poste in verifica di ottemperanza al MATTM".

In ragione della suddetta prescrizione, pertanto, le ottimizzazioni in merito all'ubicazione dei poli di approvvigionamento degli inerti saranno dettagliatamente sviluppate nella successiva fase progettuale (Progetto Esecutivo), in funzione delle proposte di perimetrazione e degli indirizzi di salvaguardia ambientale già tracciati dalle integrazioni sopracitate.

Si precisa, inoltre, che nella redazione dell'aggiornamento del Computo Metrico Estimativo operata in questa fase, il fabbisogno di materiali per la realizzazione dei rilevati autostradali, in ossequio a quanto già previsto nella versione 2012 del Progetto Definitivo e in coerenza con quanto indicato in sede di Progetto Preliminare, viene integralmente soddisfatto da potenziali aree di prelievo dedicate, attivabili a seguito della modifica della pianificazione vigente, poste in prossimità dell'asse autostradale (entro 5 km di distanza dalla destinazione finale); conseguentemente non sono stati previsti oneri aggiuntivi per il "*trasporto di materiale da cava oltre 5 km*".

4. MATRICE ACQUE SUPERFICIALI E SOTTERRANEE

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.

4.1. ACQUE SUPERFICIALI

I potenziali impatti in fase di cantiere sulla componente delle acque superficiali possono interessare:

1. il 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 di attraversamento di corsi d'acqua (ponti e tombini), dei viadotti, dei cavalcavia esterni, delle opere di mitigazione ambientale, delle pavimentazioni, del sistema di evacuazione delle acque di piattaforma;
2. le aree di cantiere dove si sviluppano le attività: logistiche e direzione lavori, confezionamento dei calcestruzzi, confezionamento conglomerati bituminosi, confezionamento travi prefabbricate, ricovero e ristoro del personale; lavaggio mezzi, rifornimento e riparazione mezzi operativi ed autovetture.

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

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.

4.1.1.1 Tipologia e caratteristiche delle acque utilizzate nei cantieri

La costruzione prevede l'attivazione di due ambiti idroesigenti:

- fronte cantiere, per la costruzione del rilevato e dei manufatti lungo il quale è necessario il rifornimento idrico;
- aree di cantiere, dove si svolgono le funzioni logistiche e di confezionamento materiali che richiedono costante e continuato rifornimento idrico.

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; particolare attenzione è stata rivolta al riutilizzo dell'acqua soprattutto nelle fasi di lavaggio dei mezzi e degli impianti industriali.

La domanda idrica igienico-sanitaria viene sostenuta con allacci alla rete acquedottistica presente in prossimità dell'area di cantiere. In caso di impossibilità di allaccio all'acquedotto si procederà al rifornimento tramite autobotte per gli usi igienico-sanitari e per gli usi alimentari verrà utilizzata acqua confezionata in bottiglie.

La domanda idrica industriale 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. È prevista la compensazione dei prelievi di punta mediante stoccaggio in serbatoi nelle aree di cantiere se necessario.

4.1.1.2 Sistemi di approvvigionamento e distribuzione nei cantieri

4.1.1.2.1 Approvvigionamento acque potabili

Fronte cantiere e Aree operative. 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. Gli eventuali servizi igienici nelle Aree operative e sul Fronte di cantiere saranno di tipo chimico.

Aree di cantiere. Sono previste le seguenti modalità di approvvigionamento per acqua potabile:

- allaccio alla rete acquedottistica presente lungo le viabilità fronte cantiere a servizio delle aree abitative e artigianali presenti; l'allaccio alla rete esterna e la distribuzione idrica all'interno del cantiere avverranno con tubazioni di diametro variabile tra 90 e 140 mm; le condotte sono dimensionate in funzione dei massimi consumi attesi, previsti al mattino ed alla sera alla fine dei turni di lavoro dove si ha anche la coincidenza, al mattino con le attività di pulizia ed alla sera con quelle della preparazione dei pasti. In caso di pressione insufficiente nella rete si provvederà alla realizzazione di stazioni di pompaggio per il rilancio delle acque dall'acquedotto fino al cantiere.

L'allaccio ed il prelievo dalla rete acquedottistica pubblica dovrà essere autorizzato dall'ente gestore, nell'ambito di tale autorizzazione verrà dichiarata dall'Ente la portata massima che potrà essere fornita dalla rete;

- pozzi;
- in caso di impossibilità di allaccio all'acquedotto la domanda idrica per usi igienico-sanitari sarà sostenuta da serbatoi di stoccaggio;
- rifornimento di acque minerali in bottiglia: per il consumo umano, sia giornaliero sia in mensa, verrà utilizzata acqua confezionata in bottiglie.

4.1.1.2.2 Approvvigionamento Acque non potabili

Fronte cantiere e Aree operative. Il fronte di cantiere e le aree operative saranno sostenute nella domanda idrica non potabile mediante:

- prelievi dalle falde superficiale attraverso pozzi; saranno prelevate acque ad uso non potabile da pozzi superficiali di nuova costruzione realizzati in corrispondenza o in prossimità delle aree operative aventi le seguenti caratteristiche: pozzi trivellati attrezzati con tubazioni $\varnothing=8''$, profondità $H=40$ m, portate di punta $q=10$ l/s, finestratura del tubo per captazione acque da falda confinata estesa da 25 m a 40 m. Il contenimento della portata prelevata avverrà con stoccaggio in serbatoi di cantiere che consentiranno di distribuire la domanda nelle ventiquattro ore e ridurre la pressione sulla falda;
- in caso la qualità delle acque non risulti compatibile con le esigenze delle produzioni di cantiere, si provvederà tramite allaccio alla rete acquedottistica esistente che dovrà essere autorizzato dall'ente gestore.

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 di cantiere. Sono previste le seguenti modalità di approvvigionamento per acque di lavorazione:

- prelievi dalle falde superficiale attraverso pozzi; saranno prelevate acque ad uso non potabile da pozzi superficiali di nuova costruzione aventi le seguenti caratteristiche: pozzi trivellati attrezzati con tubazioni $\varnothing=8''$, profondità $H=40$ m, portate di punta $q=10$ l/s, finestratura del tubo per captazione acque da falda confinata estesa da 25 m a 40 m. Il contenimento della portata prelevata avverrà con stoccaggio in serbatoi di cantiere che consentiranno di distribuire la domanda nelle ventiquattro ore e ridurre la pressione sulla falda; i massimi consumi sono attesi durante il confezionamento dei calcestruzzi per i quali l'impianto previsto può richiedere un portata idrica di $15 \text{ m}^3/\text{ora}$;

- prelievi da corsi d'acqua; potranno essere prelevate acque da corsi d'acqua superficiali per le funzioni di bagnatura delle piste di servizio; il prelievo dovrà essere autorizzato dall'Amministrazione Provinciale e dal Consorzio di Bonifica competente e regolamentato con concessione temporanea. Il prelievo dovrà sempre avvenire nel rispetto nel Deflusso Minimo Vitale e del rispetto delle concessioni già attive;
- ricarica di cisterne con autobotti; ogni cantiere sarà attrezzato con cisterne per lo stoccaggio di acque non potabili per la compensazione delle portate di emungimento; in casi di emergenza per interruzione del pompaggio da pozzo o per attività di pulizia e manutenzione la domanda sarà sostenuta dai serbatoi di stoccaggio alimentati con autobotte;
- utilizzo delle acque reflue provenienti dagli impianti di depurazione e dalle vasche di sedimentazione: le acque reflue devono presentare all'uscita dall'impianto delle caratteristiche fisico-chimiche che ne consentano il rilascio previsto nella rete fognaria pubblica; in caso di impossibilità di recapito in rete fognaria, le acque dovranno essere ulteriormente trattate al fine di raggiungere caratteristiche fisico-chimiche e biologiche adeguate al recapito nella rete idrica superficiale; spesso tali caratteristiche risultano compatibili con altri usi quali il confezionamento di calcestruzzi, il lavaggio degli automezzi e macchinari, la bagnatura dei piazzali, ecc... pertanto si potrà eventualmente provvedere al riutilizzo di tale risorsa attraverso lo stoccaggio nelle cisterne.

4.1.1.2.3 Distribuzione acque

La distribuzione della risorsa idrica all'interno dell'area di cantiere avverrà con tubazioni interrato. Ogni cantiere sarà attrezzato con cisterne di stoccaggio e centrale di pressurizzazione, l'area sarà recintata ed accessibile dal responsabile incaricato e dalle autobotti per il rifornimento. Le cisterne saranno separate e segnalate differenzialmente per acque potabili e non potabili.

Il riutilizzo dei reflui industriali per usi non pregiati è previsto per gli impianti di lavaggio dei mezzi operativi ed automezzi che sono dotati di vasca di recupero che riutilizza per il 90% le acque usate e per il 10% acque di nuova fornitura; analogamente l'impianto di confezionamento dei calcestruzzi è dotato di ricircolo delle acque di lavaggio.

4.1.1.3 Volumi e portate richieste

Il calcolo dei volumi idrici richiesti è stato condotto in modo specifico per ciascun cantiere considerando sia la domanda idrica a sostegno delle attività logistiche e lavorazioni che si sviluppano nel campo base sia la domanda idrica proveniente dal fronte cantiere e area operativa la cui fornitura avverrà dal campo base. 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 è stata determinata facendo riferimento al personale addetto presente in cantiere ed alle attività che ne richiedono l'uso: servizi igienici, spogliatoi e docce, uffici, servizio mensa e ristorazione, servizio alloggio, fornitura di acqua calda, pulizia dei locali. I fabbricati di cantiere ad uso logistico saranno attrezzati con servizi igienici ed impianti alimentati con acqua potabile fornita dalla centrale di pressurizzazione che preleva dal pozzo potabile.

La domanda si basa sui seguenti quantitativi:

- fabbisogno umano; è valutato in 250 l/gg e comprende il fabbisogno alimentare, l'igiene personale, l'acqua calda;
- servizio mensa; è valutata in funzione dei pasti serviti e pari a 20 l/pasto, essa comprende tutte le attività di confezionamento e riscaldamento dei pasti;
- pulizia locali residenziali; è valutato in 1 l/m²*gg si considera infatti che la pulizia avvenga, per tutti i locali residenziali (uffici, spogliatoi, dormitori, bagni, infermeria, mensa, ecc..), una volta al giorno effettuata con idropultrici a ricircolo per le quali il consumo di acqua è pari ad un litro per ogni metro quadro lavato.

Acqua non potabile - La quantità di acqua non potabile per usi industriali è stata determinata con riferimento agli impianti previsti ed alle loro caratteristiche di produttività, alle attività di costruzione, alle bagnature ed alle attività di manutenzione; a ciascuna area di cantiere si sono associate le attività costruttive del fronte che da esso dipendono. La domanda si basa sui seguenti quantitativi:

- confezionamento calcestruzzi; è valutato in 250 l/m³ e comprende la bagnatura dell'inerte, il confezionamento del calcestruzzo, il lavaggio dell'impianto; si prevede l'uso di impianti di produzione massima pari a 600 m³/gg con produzione di punta di 60 m³/ora; il lavaggio dell'impianto avviene con ricircolo delle acque;
- prefabbricazione: è valutata in 10 l/m³ di materiale in maturazione, il consumo è relativo alla umidificazione delle travi durante la stagione secca; la produzione del calcestruzzo necessario alla prefabbricazione avviene dall'impianto di confezionamento di cantiere;
- trattamento materiale da rilevati: è valutata in un consumo medio di 15 l/m³ necessario per la umidificazione del materiale da rilevato durante la posa e lavorazione;
- rifornimento autobetoniere: è valutato in 500 l/carico comprende il mantenimento dell'umidità del calcestruzzo ed il lavaggio della botte, si considera che due carichi esauriscano il serbatoio dell'autobotte generalmente di almeno 1000 l;
- lavaggio automezzi: è valutato in 150 l/cad realizzato con impianti automatizzati dotati di depuratore chimico-fisico e recupero delle acque per almeno il 70%; si considera 1 lavaggio al giorno per ogni autovettura, pulmino o fuoristrada necessario durante le stagioni invernali;

- lavaggio mezzi operativi: è valutato in 600 l/cad realizzato con impianti automatizzati dotati di depuratore chimico-fisico e recupero delle acque per almeno il 70%; si considera 1 lavaggio alla settimana per ogni autocarro, autobotte, autobetoniera, pompa;
- bagnatura piazzali e strade: è valutato un consumo di 2 l/m²*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/m²;
- pulizia locali tecnologici: è valutato in 0.2 l/m²*gg relativo alla pulizia di officina e magazzino considerando 1 lavaggio settimanale per il quale si utilizzano 1l/m².

Nelle successive Tabella 4.1-1, Tabella 4.1-2, Tabella 4.1-3 e Tabella 4.1-4 si riporta, per ciascun campo base, il fabbisogno idrico giornaliero.

AREA DI CANTIERIZZAZIONE	1-B.1 REGGIOLO					
TIPOLOGIA	CAMPO BASE - AREA OPERATIVA 1					
FUNZIONE	LOGISTICO-OPERATIVA					
N. ADDETTI MEDI	200					
SUPERFICIE AREA LOGISTICA (m ²)	12212					
SUPERFICIE AREA OPERATIVA (m ²)	12205					
USI E ATTIVITA'	RIFERIMENTO		CONSUMI SPECIFICI		CONSUMO TOTALE	
	Quantità	UM	Quantità	UM	POTABILE l/gg	NON POT. (l/gg)
Impianto di prefabbricazione (stagionatura prefabbricati)	50	m ³ /gg	10	l/m ³	-	500
Confezionamento calcestruzzi (produzione di punta 60 m ³ /ora)	270	m ³ /gg	250	l/m ³	-	67500
Trattamento materiale da rilevati (umidificazione)	3020	m ³ /gg	15	l/m ³	-	45300
Rifornimento autobetoniere (1/2 serbatoio da 1000 l per ogni viaggio)	27	n/gg	500	l/n	-	13500
Lavaggio automezzi (1 lavaggio al giorno per ogni automezzo)	60	n/gg	150	l/n	-	9000
Lavaggio mezzi operativi (1 lavaggio al giorno per ogni mezzo operativo)	40	n/gg	600	l/n	-	24000
Bagnatura piazzali e strade (2 lavaggi al giorno in estate)	24417	m ²	2	l/m ² gg	-	48834
Dotazione idrica personale residenziale (non comprende gli usi della mensa)	200	n.	250	l/gg AE	50000	-
Servizio mensa (cucina, lavaggio stoviglie, toilette)	600	pasti/gg	20	l/pasto	12000	-
Pulizia locali residenziali (1 lavaggio al giorno per ogni locale)	4000	m ²	1	l/m ² gg	4000	-
Pulizia locali tecnologici (1 lavaggio alla settimana)	400	m ²	0.2	l/m ² gg	-	80
Arrotondamenti						86
TOTALI					66000	208800

TABELLA 4.1-1 – FABBISOGNO IDRICO CAMPO BASE 1-B.1

AREA DI CANTIERIZZAZIONE	1-B.2 MIRANDOLA					
TIPOLOGIA	CAMPO BASE - AREA OPERATIVA 1					
FUNZIONE	LOGISTICO-OPERATIVA					
N. ADDETTI MEDI	200					
SUPERFICIE AREA LOGISTICA (m ²)	11900					
SUPERFICIE AREA OPERATIVA (m ²)	42964					
USI E ATTIVITA'	RIFERIMENTO		CONSUMI SPECIFICI		CONSUMO TOTALE	
	Quantità	UM	Quantità	UM	POTABILE l/gg	NON POT. (l/gg)
Impianto di prefabbricazione (stagionatura prefabbricati)	50	m ³ /gg	10	l/m ³	-	500
Confezionamento calcestruzzi (produzione di punta 60 m ³ /ora)	270	m ³ /gg	250	l/m ³	-	67500
Trattamento materiale da rilevati (umidificazione)	3020	m ³ /gg	15	l/m ³	-	45300
Rifornimento autobetoniere (1/2 serbatoio da 1000 l per ogni viaggio)	27	n/gg	500	l/n	-	13500
Lavaggio automezzi (1 lavaggio al giorno per ogni automezzo)	60	n/gg	150	l/n	-	9000
Lavaggio mezzi operativi (1 lavaggio al giorno per ogni mezzo operativo)	40	n/gg	600	l/n	-	24000
Bagnatura piazzali e strade (2 lavaggi al giorno in estate)	54864	m ²	2	l/m ² gg	-	109728
Dotazione idrica personale residenziale (non comprende gli usi della mensa)	200	n.	250	l/gg AE	50000	-
Servizio mensa (cucina, lavaggio stoviglie, toilette)	600	pasti/gg	20	l/pasto	12000	-
Pulizia locali residenziali (1 lavaggio al giorno per ogni locale)	4000	m ²	1	l/m ² gg	4000	-
Pulizia locali tecnologici (1 lavaggio alla settimana)	400	m ²	0.2	l/m ² gg	-	80
Arrotondamenti						86
TOTALI					66000	269694

TABELLA 4.1-2 – FABBISOGNO IDRICO CAMPO BASE 1-B.2

AREA DI CANTIERIZZAZIONE	2-B.1 S. AGOSTINO					
TIPOLOGIA	CAMPO BASE - AREA OPERATIVA 2					
FUNZIONE	LOGISTICO-OPERATIVA					
N. ADDETTI MEDI	200					
SUPERFICIE AREA LOGISTICA (m ²)	40899					
SUPERFICIE AREA OPERATIVA (m ²)	21950					
USI E ATTIVITA'	RIFERIMENTO		CONSUMI SPECIFICI		CONSUMO TOTALE	
	Quantità	UM	Quantità	UM	POTABILE l/gg	NON POT. (l/gg)
Impianto di prefabbricazione (stagionatura prefabbricati)	50	m ³ /gg	10	l/m ³	-	500
Confezionamento calcestruzzi (produzione di punta 60 m ³ /ora)	310	m ³ /gg	250	l/m ³	-	77500
Trattamento materiale da rilevati (umidificazione)	4060	m ³ /gg	15	l/m ³	-	60900
Rifornimento autobetoniere (1/2 serbatoio da 1000 l per ogni viaggio)	31	n/gg	500	l/n	-	15500
Lavaggio automezzi (1 lavaggio al giorno per ogni automezzo)	60	n/gg	150	l/n	-	9000
Lavaggio mezzi operativi (1 lavaggio al giorno per ogni mezzo operativo)	40	n/gg	600	l/n	-	24000
Bagnatura piazzali e strade (2 lavaggi al giorno in estate)	62849	m ²	2	l/m ² gg	-	125698
Dotazione idrica personale residenziale (non comprende gli usi della mensa)	200	n.	250	l/gg AE	50000	-
Servizio mensa (cucina, lavaggio stoviglie, toilette)	600	pasti/gg	20	l/pasto	12000	-
Pulizia locali residenziali (1 lavaggio al giorno per ogni locale)	4000	m ²	1	l/m ² gg	4000	-
Pulizia locali tecnologici (1 lavaggio alla settimana)	400	m ²	0.2	l/m ² gg	-	80
Arrotondamenti						86
TOTALI					66000	313264

TABELLA 4.1-3 – FABBISOGNO IDRICO CAMPO BASE 2-B.1

AREA DI CANTIERIZZAZIONE	2-B.2 FERRARA					
TIPOLOGIA	CAMPO BASE - AREA OPERATIVA 2					
FUNZIONE	LOGISTICO-OPERATIVA					
N. ADDETTI MEDI	200					
SUPERFICIE AREA LOGISTICA (m ²)	23414					
SUPERFICIE AREA OPERATIVA (m ²)	6310					
USI E ATTIVITA'	RIFERIMENTO		CONSUMI SPECIFICI		CONSUMO TOTALE	
	Quantità	UM	Quantità	UM	POTABILE l/gg	NON POT. (l/gg)
Impianto di prefabbricazione (stagionatura prefabbricati)	50	m ³ /gg	10	l/m ³	-	500
Confezionamento calcestruzzi (produzione di punta 60 m ³ /ora)	310	m ³ /gg	250	l/m ³	-	77500
Trattamento materiale da rilevati (umidificazione)	4060	m ³ /gg	15	l/m ³	-	60900
Rifornimento autobetoniere (1/2 serbatoio da 1000 l per ogni viaggio)	31	n/gg	500	l/n	-	15500
Lavaggio automezzi (1 lavaggio al giorno per ogni automezzo)	60	n/gg	150	l/n	-	9000
Lavaggio mezzi operativi (1 lavaggio al giorno per ogni mezzo operativo)	40	n/gg	600	l/n	-	24000
Bagnatura piazzali e strade (2 lavaggi al giorno in estate)	29724	m ²	2	l/m ² gg	-	59448
Dotazione idrica personale residenziale (non comprende gli usi della mensa)	200	n.	250	l/gg AE	50000	-
Servizio mensa (cucina, lavaggio stoviglie, toilette)	600	pasti/gg	20	l/pasto	12000	-
Pulizia locali residenziali (1 lavaggio al giorno per ogni locale)	4000	m ²	1	l/m ² gg	4000	-
Pulizia locali tecnologici (1 lavaggio alla settimana)	400	m ²	0.2	l/m ² gg	-	80
Arrotondamenti						86
TOTALI					66000	247014

TABELLA 4.1-4 – FABBISOGNO IDRICO CAMPO BASE 2-B.2

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

4.1.2.1 Attività e lavorazioni previste nei cantieri

La costruzione del nuovo asse autostradale si sviluppa in:

- fronte cantiere e aree operative per la costruzione del rilevato stradale, dei manufatti di superamento delle interferenze, per la costruzione di cavalcavia, ponti e tombini, opere di sicurezza e opere di mitigazione ambientale;
- aree di cantiere (campi base) che comprendono gli ambiti perimetrati entro cui si sviluppano le attività direzionali, logistiche ed operative.

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 aree di cantiere, ove necessario, saranno attrezzate con rete fognaria duale, separata per acque bianche e acque nere; il Fronte cantiere e le Aree operative saranno attrezzati con vasche temporanee di raccolta reflui industriali successivamente trasferiti nelle aree di cantiere per la depurazione. Le acque reflue saranno sottoposte a controllo quali-quantitativo mediante depurazione e laminazione e lo scarico avverrà in forma controllata; se possibile i reflui saranno convogliati a pubblica fognatura realizzando collettori di allaccio. In caso tale allaccio non sia possibile si provvederà ad attrezzare il cantiere con impianti di depurazione differenziati per i reflui civili ed industriali.

Gli eventuali impianti di depurazione dei reflui domestici saranno del tipo ad ossidazione totale realizzati in monoblocco prefabbricato, singoli od in parallelo, dimensionati in funzione del numero medio di addetti previsto in cantiere con scarico controllato nella rete idrica superficiale. Gli impianti di trattamento delle acque reflue industriali prodotte dal confezionamento dei calcestruzzi e dagli impianti di lavaggio sono di tipo chimico-fisico con recupero delle acque e scarico nella rete fognaria di acque bianche del cantiere.

Le acque meteoriche di dilavamento sono suscettibili di inquinamento e pertanto saranno sottoposte a trattamento per la frazione di prima pioggia in impianti tecnologici dimensionati secondo i parametri di legge; il by-pass di seconda pioggia e lo scarico degli impianti avvengono nella vasca di laminazione.

Tali acque meteoriche trattate saranno recapitate alla pubblica fognatura o, in caso di impossibilità, rilasciate nella rete idrica superficiale con controllo della portata effluente.

Tutti gli eventuali scarichi nel reticolo idrico dovranno essere autorizzati dalle competenti Amministrazioni Provinciali per gli aspetti qualitativi e quantitativi; per quest'ultimi occorrerà l'autorizzazione anche da parte dell'Ente gestore generalmente Consorzi di Bonifica.

Si individuano nel seguito le tipologie di lavorazioni realizzate sul fronte e nelle aree di cantiere in relazione all'impatto che le stesse 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 e diaframmi, 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 di cantiere: direzione dei lavori, controllo e sorveglianza tecnica; riparazioni automezzi ed attività di officina; rifornimenti di carburante ed oli; movimentazione e deposito di inerti, carpenterie, ferri per armatura, manufatti in calcestruzzo prefabbricato, malte, cementi e additivi; confezionamento malte e calcestruzzi e conglomerati bituminosi; lavaggio impianti, automezzi e mezzi operativi; emungimento acque non potabili da pozzi superficiali, stoccaggio acque, caricamento autobotti; depurazione acque reflue domestiche e acque di prima pioggia; ristoro e ricovero del personale operativo, attività della mensa, dormitori, servizi, ecc. I rifornimenti di carburante ed oli saranno ammessi solo presso le apposite piazzole di rifornimento all'interno dell'area di cantiere attrezzate con serbatoi di raccolta degli sversamenti od in aree di rifornimento pubbliche. Il lavaggio degli automezzi e mezzi d'opera nonché delle autobetoniere potrà essere svolto solo nelle aree di cantiere e non sul fronte.

4.1.2.2 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.

La raccolta avviene con rete fognaria di acque nere alla quale saranno conferiti tutti gli scarichi provenienti dai fabbricati, dai servizi igienici e dalle cucine opportunamente attrezzati con sifoni e con conferimento alla rete fognaria pubblica o, in alternativa, al depuratore di cantiere.

Acque reflue industriali: provengono dalle aree di lavorazione e lavaggio della centrale di betonaggio e dei mezzi meccanici in genere, dagli impianti di confezionamento calcestruzzi, dai lavaggi di autobetoniere, autocarri, carrozzerie e ruote, dal dilavamento di pavimentazioni esterne adibite a depositi di materiali e dalle aree di rifornimento carburante; i reflui 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 in modo separato per gli impianti e per le aree di lavaggio; entrambi vengono attrezzati con sistema di raccolta indipendente e relativo convogliamento ad impianti dedicati di depurazione chimico-fisica dotato di ricircolo delle acque. Le acque in uscita dagli impianti di depurazione vengono scaricate nella rete fognaria di acque bianche.

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. La raccolta avviene con rete fognaria di acque bianche che convoglia la prima pioggia ad impianti di trattamento tecnologico dotati di sedimentazione e disoleazione mentre la seconda pioggia e le acque chiarificate sono scaricate nella vasca di laminazione per il controllo quantitativo.

Linea acque nere domestiche: è realizzata con allacci dei fabbricati, dai quali esce un unico fognolo, collegati mediante sifone alla rete fognaria costituita da collettori principali che raccolgono i vari contributi e li convogliano alla rete fognaria pubblica o, in alternativa, al depuratore di cantiere e quindi al reticolo idrico superficiale.

Le tubazioni saranno di tipo plastico in PVC SN4 per fognature (colore arancio), conformi alle norme per condotte di fognatura (Circolare Ministero Lavori Pubblici n° 11633 del 7/01/1977 e ss.mm.ii.). I pozzetti di allaccio saranno realizzati con elementi circolari di dimensioni adeguate ad ospitare le tubazioni e all'interno dei quali il tubo è corrente e dotato di sifone tipo "Firenze". Le camerette di ispezione, poste ad interasse dell'ordine di 50-100 m, sono di tipo prefabbricato in calcestruzzo armato di forma quadrata o circolare e dimensioni adeguate ai tubi, in esse il tubo è corrente e dotato di tappo a vite per ispezione; in sommità è posizionato il raccordo che termina con passo d'uomo circolare e chiusino carrabile.

Linea acque nere industriali: è realizzata separatamente per le aree di lavaggio dei mezzi e per l'impianto calcestruzzi; in corrispondenza di tali aree le acque sono raccolte con caditoie direttamente dagli impianti e piazzole di lavaggio e sono convogliate all'unità depurativa chimico-fisica interna agli impianti. Le caditoie sono allacciate con fognoli dotati di sifone tipo "Firenze" ed allacciati all'impianto e le tubazioni saranno di tipo plastico, conformi alle norme per condotte di fognatura.

Linea acque bianche: la cattura delle acque bianche avviene mediante caditoie in ghisa installate su pozzetti prefabbricati in calcestruzzo ed attrezzate con sifone tipo "Firenze" allacciate ai collettori con tubazioni di tipo plastico per fognature (colore arancio); l'area drenata da ciascuna caditoia è variabile fino ad un massimo di A=20x20 m adeguata idraulicamente alle dimensioni previste. I collettori sono realizzati con dorsali principali di diametro variabile in tubazioni conformi alle norme per condotte di fognatura bianca. Le camerette di ispezione sono ubicate in corrispondenza delle confluenze delle varie dorsali secondarie e principali e comunque ad interesse dell'ordine di 50-100 m; le ispezioni sono realizzate con pozzetti prefabbricati in calcestruzzo armato di forma quadrata o circolare e dimensioni adeguate ai tubi in entrata ed uscita, all'interno della cameretta il tubo è interrotto e la continuità idraulica ottenuta con fondello idraulico prefabbricato o riportato in opera. L'ispezione è dotata di raccordo e torrino raggiungiquota che termina con passo d'uomo circolare e chiusino carrabile.

Oli e idrocarburi: le aree di rifornimento oli e carburanti sono delimitate da cordolature ed impermeabilizzate con raccolte delle fuoriuscite direttamente in serbatoi a tenuta, smaltiti saltuariamente presso centri autorizzati.

Le acque di dilavamento, in tutte le aree di cantiere pavimentate con materiali impermeabili, saranno interamente raccolte ed inviate a depurazione (vasca di decantazione) per la frazione di prima pioggia.

4.1.2.3 Sistema di raccolta e trasporto dei reflui

4.1.2.3.1 **Rete di raccolta acque nere**

Il sistema acque nere raccoglie le acque reflue di tipo civile provenienti sia dalle aree logistiche che operative dei quattro campi base e ne prevede il collettamento sino alla rete fognaria pubblica esterna al cantiere o, in caso di impossibilità di allaccio, sino al depuratore di cantiere con recapito finale nel reticolo idrico superficiale.

Il numero di abitanti equivalenti è determinato per le singole installazioni servite associando 1 A.E. rispettivamente:

- per ogni posto letto negli alloggi;
- ogni 3 persone della capacità ricettiva della mensa;
- ogni tre postazioni/addetti per gli uffici;

- ogni due postazioni/addetti per i locali produttivi.

Si ricava complessivamente, per ciascun campo base, un numero di A.E. pari a 210.

La dotazione idrica è posta, cautelativamente, pari a 300 l/giorno/Ab.

Per il calcolo del carico di punta, è stata usata la formula indicata dal "Committee of the American Society of Civil Engineers" e dalla "Water Pollution Control Federation"

$$C_p = 20 \cdot A.E.^{-0.2}$$

che è strettamente legata al numero di abitanti equivalenti che gravano sulla rete.

La portata delle acque nere è stata calcolata tramite la seguente formula

$$Q = \frac{\varepsilon \cdot D \cdot C_p \cdot A.E.}{86400}$$

dove:

Q è la portata delle acque nere di punta della fogna, in l/sec

D è la dotazione idrica giornaliera pro-capite, l/abitante/giorno

A.E. è il numero di abitanti equivalenti serviti dalla fogna

C_p è il coefficiente di punta

ε è un coefficiente riduttivo che tiene conto dell'acqua dispersa per evaporazione ed infiltrazione nel suolo, posto cautelativamente pari a 1.

La portata massima al colmo si realizza in condizioni di punta ovvero dove il carico idraulico si concentra in poco tempo; per il caso specifico dove il carico di punta risulta pari al coefficiente C_p=6.86. Data l'elevata concomitanza nelle attività quotidianamente eseguite dal personale all'interno del cantiere, tale valore del coefficiente di punta viene, cautelativamente, elevato sino a 10.

La portata massima vale pertanto:

$$Q_{\max} = Q_0 \times C_p$$

Con i dati di progetto si ottiene una portata media giornaliera pari a 63 m³/giorno ed una portata massima allo scarico pari a

$$Q_{\max} = 7.29 \text{ l/s}$$

La verifica dei diametri adottati per le diverse reti evidenzia l'adeguatezza rispetto sia alle portate complessive generate che rispetto alle portate interessate le diverse porzioni delle reti di raccolta. Non conoscendo le esatte quote di recapito finale delle acque nere, è stata assunta una pendenza di progetto non inferiore allo 0.5%. In via cautelativa, la rete è quindi stata verificata anche per diminuzioni locali delle pendenze sino allo 0.2%, come illustrato nella tabella seguente:

Diam m	l	c m1/3sec-1	v msec-1	Q lsec-1
0.160	0.20%	40.00	0.21	4.30
0.200	0.20%	40.00	0.24	7.78

TABELLA 4.1-5 – VERIFICA DELLE RETI FOGNARIA ACQUE NERE PER I CAMPI BASE

La scelta dei tubi in plastica, con pozzetti ispezionabili a perfetta tenuta idraulica, consente di avere la massima garanzia di resistenza alle perdite e quindi l'assenza di interazioni con la falda o con le acque di scorrimento superficiale. Gli allacci dovranno essere in linea, realizzati tramite opportune braghe al fine di avere la massima continuità.

Ciascuno scarico della cucina delle mense sarà corredato, prima di immettersi nel circuito, di un degrassatore dimensionato per minimo 100 abitanti equivalenti e dal rispettivo pozzetto di ispezione.

4.1.2.3.2 Rete di raccolta acque bianche

La rete acque bianche di ciascun campo base raccoglie le acque meteoriche di piattaforma e le acque pre-trattate provenienti dagli impianti di cantiere, e le convoglia verso la vasca di decantazione in grado di trattare le acque di processo e la frazione di prima pioggia delle acque meteoriche. In caso di evento pluviometrico intenso, la restante quota parte delle precipitazioni viene deviata tramite by-pass alla vasca di laminazione. Successivamente al trattamento e alla laminazione, le acque bianche vengono convogliate verso la rete fognaria acque bianche pubblica. In caso di impossibilità di allaccio, lo scarico avverrà nel reticolo idrico superficiale.

Data la durata prevista per le lavorazioni, pari a circa 44 mesi, la rete è stata progettata per drenare le portate generate da eventi pluviometrici con TR 5 anni, con durata compresa tra 15 minuti e 24 ore, mantenendo un congruo franco di sicurezza anche per l'evento maggiormente critico.

La massima portata istantanea recapitata dalle superfici pavimentate di ciascuna area operativa e della viabilità di ingresso ai cantieri si verifica per un evento pluviometrico di durata pari a 15 minuti.

Il dimensionamento della rete è stato effettuato mediante l'analisi idrologica dell'area in esame, con la finalità di definire le portate generate dalle aree di intervento nello stato di progetto in funzione del "tempo di ritorno" (TR) e della durata dell'evento di pioggia. La determinazione della relazione fra altezza (h) e durata (t) dell'evento di pioggia in funzione del tempo di ritorno fa riferimento alla legge probabilistica che meglio si adatta al campione di dati utilizzato. Nel caso delle stazioni pluviometriche in questione la determinazione della relazione fra altezza (h) e durata (t) dell'evento di pioggia, in funzione del Tempo di Ritorno (TR), è stata ottenuta tramite la legge probabilistica di Gumbel, stimandone i parametri a(T) ed n(T), al fine di ottenere le curve di possibilità pluviometrica nella forma:

$$h = a(T)t^{n(T)}$$

Per la definizione della curva di possibilità pluviometrica sono state utilizzate serie storiche di valori delle piogge intense massime annuali relative alla stazione pluviometrica interessata (dati desunti dagli Annali Idrologici pubblicati dall'Ufficio Idrografico per il Po), ed avente serie storiche di dati pluviometrici sufficientemente lunghe.

Nel caso in esame si è fatto riferimento alla stazione pluviometrica più prossima ai diversi cantiere, poste in località Pegognaga, Mirandola, S. Agostino e Ferrara rispettivamente per i campi base 1-B.1, 1-B.2, 2-B.1 e 2-B.2. L'analisi integrata idrologica e idraulica delle reti acque bianche e delle previste opere di laminazione è stata effettuata tramite il codice di calcolo *Storm Water Management Model* (SWMM – versione 5.0) dell'*U.S. Environmental Protection Agency* (EPA). Il modello SWMM descrive quantitativamente la trasformazione delle piogge in deflussi superficiali sulla estensione di un bacino imbrifero e in correnti idriche che confluiscono e si propagano lungo i suoi collettori drenanti. Fra le varie potenzialità del codice, in questa occasione è stata sfruttata soprattutto quella di valutare la formazione del ruscellamento superficiale e il suo trasferimento al reticolo di correnti monodimensionali lungo la rete drenante. Nel caso in esame, sono state considerate totalmente impermeabili tutte le superfici pavimentate dell'area operativa.

Le successive Figura 4.1-1, Figura 4.1-2, Figura 4.1-3 e Figura 4.1-4 illustrano la schematizzazione modellistica della rete di scolo acque bianche di ciascun cantiere.

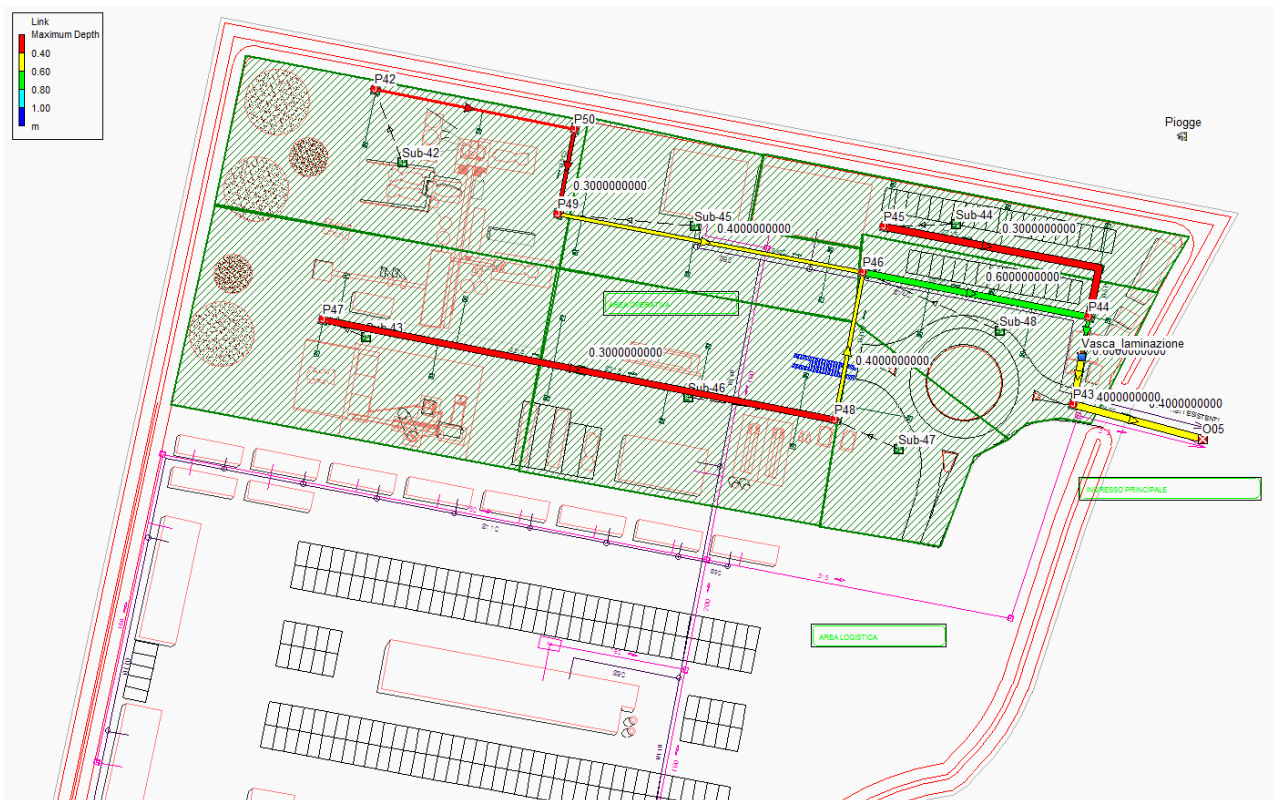


FIGURA 4.1-1 – SCHEMATIZZAZIONE MODELLISTICA DELLA RETE DI DRENAGGIO E LAMINAZIONE ACQUE BIANCHE DEL CAMPO BASE 1-B.1 (STRALCIO DELL'ELABORATO PD1A00AKK000KKFS01 – TAV. 6.2)

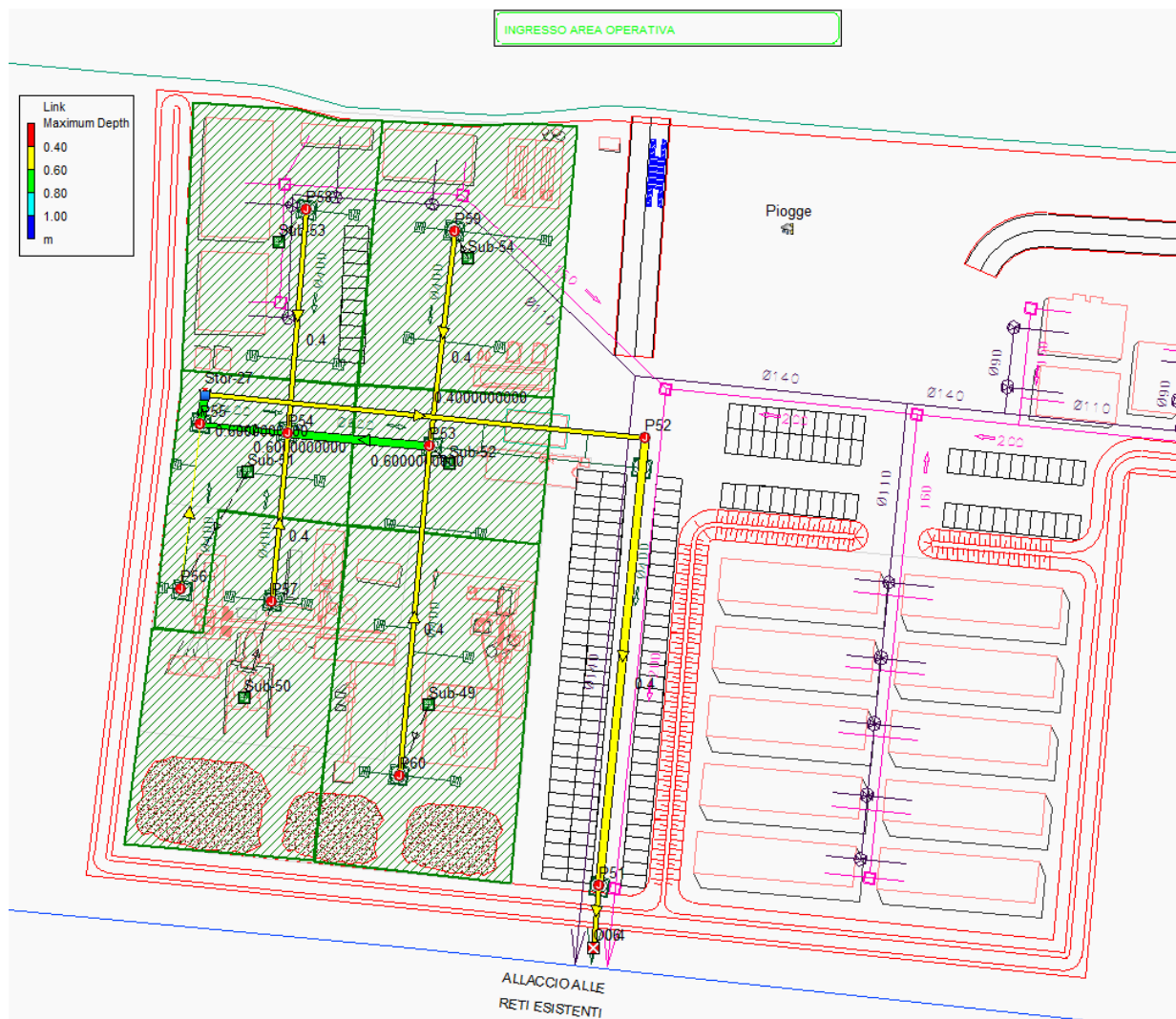


FIGURA 4.1-2 – SCHEMATIZZAZIONE MODELLISTICA DELLA RETE DI DRENAGGIO E LAMINAZIONE ACQUE BIANCHE DEL CAMPO BASE 1-B.2 (STRALCIO DELL'ELABORATO PD1A00AKK000KKFS01 – TAV. 10.2)

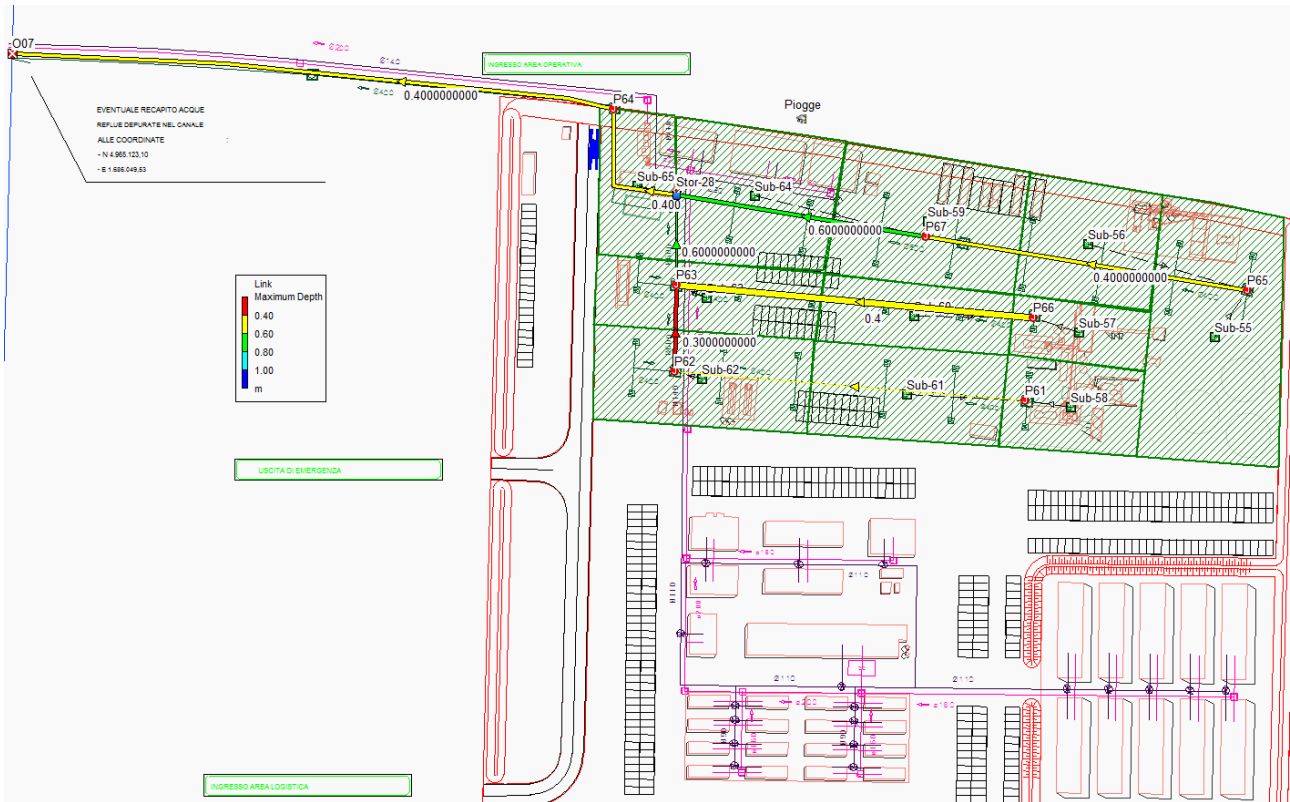


FIGURA 4.1-3 – SCHEMATIZZAZIONE MODELLISTICA DELLA RETE DI DRENAGGIO E LAMINAZIONE ACQUE BIANCHE DEL CAMPO BASE 2-B.1 (STRALCIO DELL'ELABORATO PD2A00AKK000KKFS01 – TAV. 6.2)

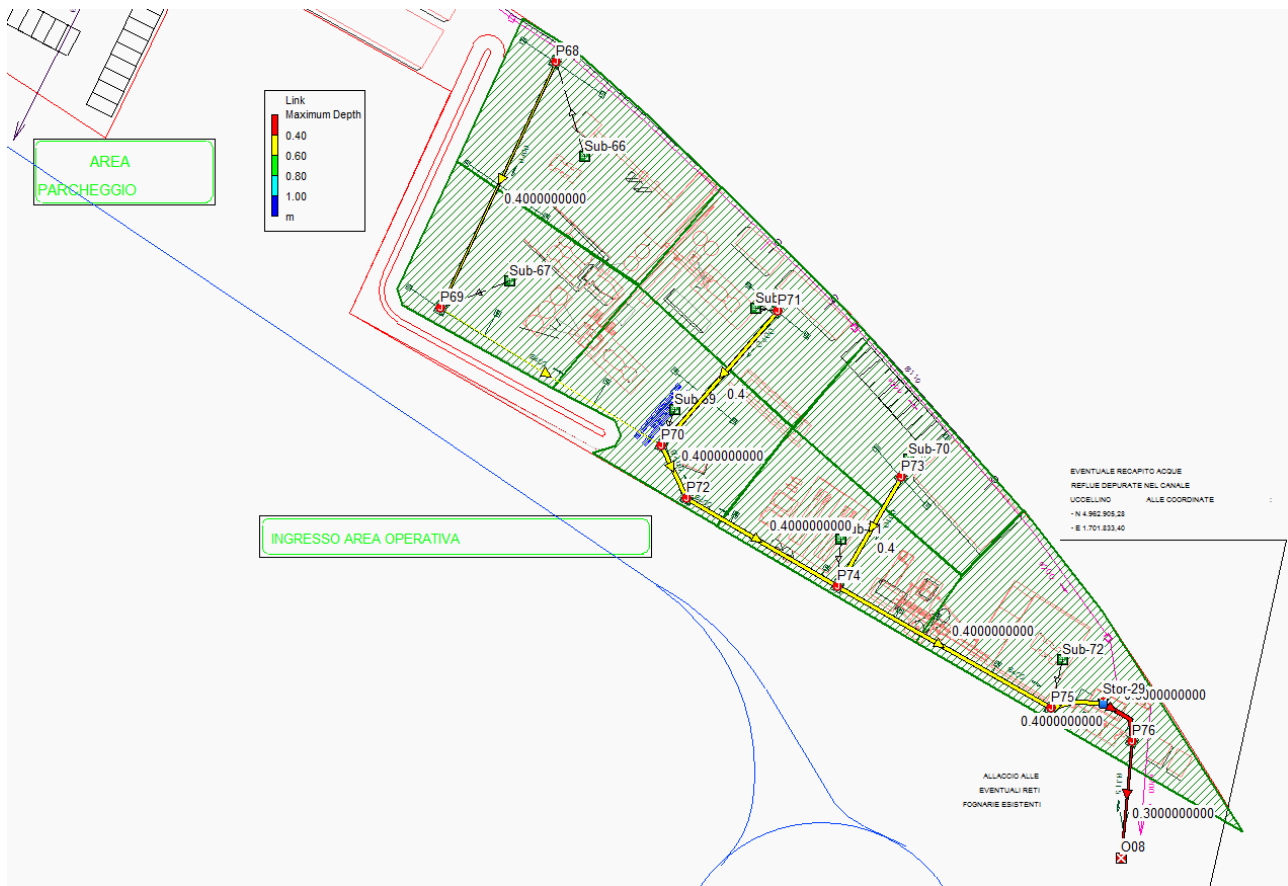


FIGURA 4.1-4 – SCHEMATIZZAZIONE MODELLISTICA DELLA RETE DI DRENAGGIO E LAMINAZIONE ACQUE BIANCHE DEL CAMPO BASE 2-B.2 (STRALCIO DELL'ELABORATO PD2A00AKK000KKFS01 – TAV. 10.2)

Il modello utilizza un numero elevato di parametri idrologici e idraulici, distribuiti su ogni sottobacino e collettore drenante; i loro valori numerici dovrebbero essere assegnati sulla base del confronto tra il valore delle grandezze misurate (portate o livelli) in alcuni tratti della rete ed il valore delle medesime grandezze ottenuto come risultato del modello di simulazione, con riferimento ad uno o più eventi di pioggia reali monitorati. I valori dei principali parametri del modello SWMM dopo la calibrazione, sono i seguenti:

- lama d'acqua di detenzione superficiale su superficie impermeabile (mm): 0.05;
- coefficiente di scabrezza secondo Manning su superficie impermeabile ($m^{-0.33} s$): 0.011.

Il metodo di calcolo utilizzato, per l'implementazione del modello, è il Dynamic Wave, ossia definizione dei parametri idraulici della rete in moto vario e quindi tenendo conto sia degli effetti di laminazione che delle condizioni di monte e valle dinamiche in ogni nodo della rete.

La valutazione degli idrogrammi di riferimento in testa ai tratti simulati delle condotte, procede dall'iterazione della modellazione idrologica per ciascuno degli eventi pluviometrici.

Seguendo le metodologie sopra esposte, sono stati stimati gli idrogrammi defluenti da ciascun sottobacino per tutti gli eventi pluviometrici assegnati (al variare della durata di pioggia) e quindi la portata in transito istante per istante in ogni collettore ed il carico piezometrico all'interno di ciascun nodo della rete.

La condizione di valle è rappresentata dall'ipotesi che il sistema scarichi nel ricettore finale (rete fognaria pubblica) in condizioni di moto uniforme, con conseguente incremento dei profili di rigurgito lungo l'intera condotta drenante all'aumentare delle portate drenate. Non conoscendo le quote esatte del ricettore finale, la rete è stata dimensionata per una pendenza minima di progetto pari allo 0.5% e, cautelativamente, verificata anche per una locale riduzione di pendenza sino allo 0.2%. Per la durata di pioggia di 15 minuti, come anticipato, si verifica la massima portata istantanea drenata dai diversi rami delle reti di scolo, e conseguentemente il maggior grado di riempimento delle condotte. In ogni caso le reti sono state dimensionate con diametri compresi tra 315 mm e 600 mm al fine di garantire un congruo franco di sicurezza rispetto ad eventuali fenomeni di insufficienza e di operare, insieme alle rispettive vasca di laminazione finale, una adeguata laminazione delle portate al colmo.

Nelle successive Figura 4.1-5, Figura 4.1-6, Figura 4.1-7 e Figura 4.1-8 si riporta il calcolo dei profili di rigurgito ottenuti lungo il tratto maggiormente sollecitato di ciascuna rete di drenaggio all'istante di massimo riempimento, per ciascuno dei campi base.

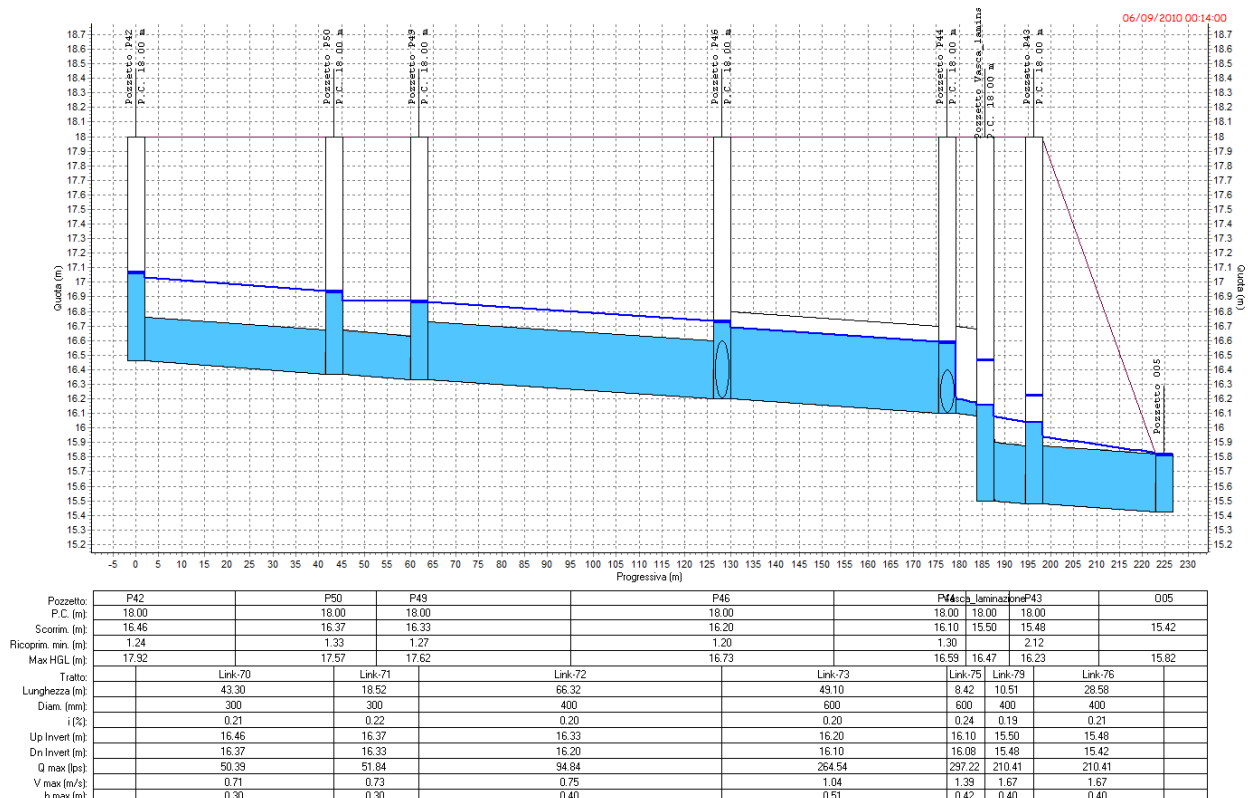
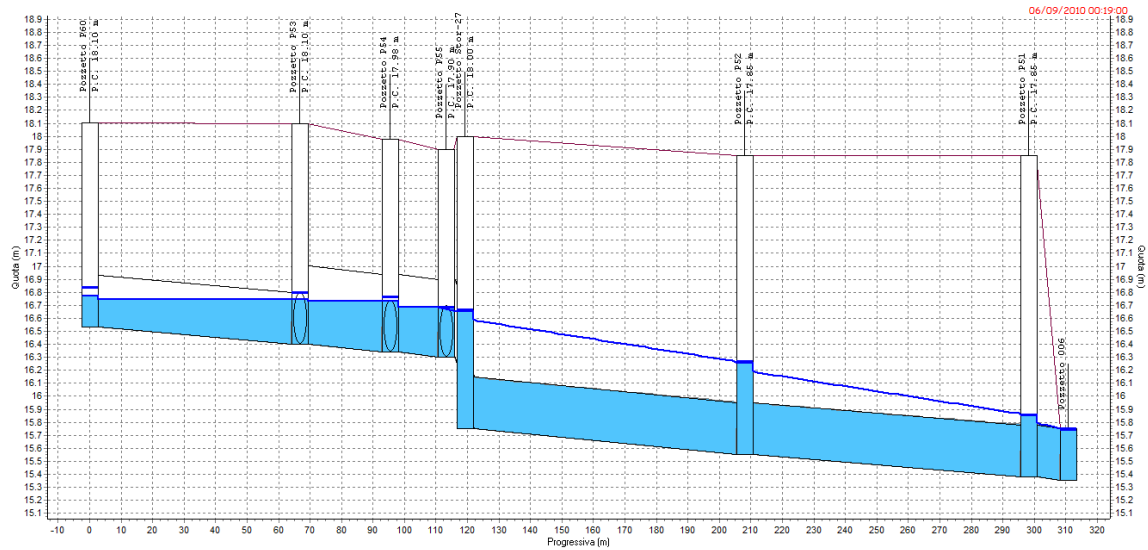
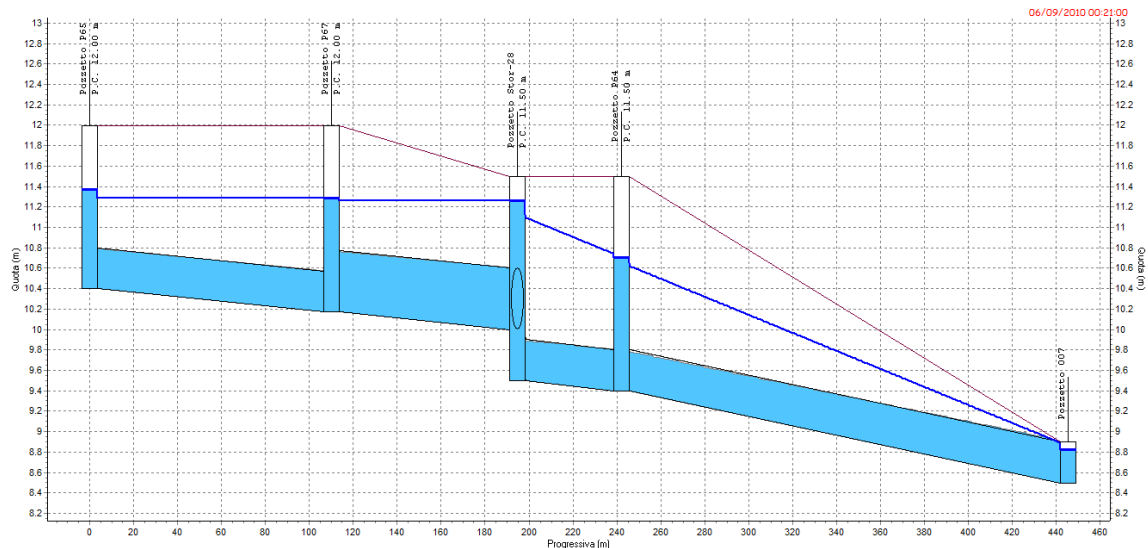


FIGURA 4.1-5 – PROFILO DI RIGURGITO TRA I POZZETTI P42 E LO SCARICO NELLA RETE FOGNARIA PUBBLICA (CAMPO BASE 1-B.1) ALL'ISTANTE DI MASSIMO RIEMPIMENTO PER UNA DURATA DI PIOGGIA DI 15 MINUTI E TR 5 ANNI



Pozzetto:	P60	P53	P54	P55	P52	P51	006
P.C. (m)	18.10	18.10	17.99	17.99	17.85	17.85	15.35
Scomin. (m)	16.53	16.40	16.34	16.25	15.55	15.38	15.35
Ricopim. min. (m)	1.17	1.10	1.04	1.01	1.90	2.07	1.57
Max HGL (m)	16.84	16.80	16.77	16.68	16.92	15.97	15.75
Traffo:	Link-86	Link-82	Link-81	Link-83	Link-90	Link-84	Link-89
Lunghezza (m)	66.76	28.71	17.71	5.96	88.89	90.25	12.50
Diam. (mm)	400	600	600	600	400	400	400
i (‰)	0.19	0.21	0.23	0.84	0.22	0.19	0.24
Up Invert (m)	16.53	16.40	16.34	16.30	15.75	15.55	15.38
Down Invert (m)	16.40	16.34	16.30	16.25	15.55	15.38	15.35
Q max (lps)	50.09	122.04	213.27	257.89	134.91	134.91	134.91
V max (m/s)	0.52	0.59	1.03	1.61	1.07	1.07	1.07
h max (m)	0.35	0.41	0.39	0.41	0.40	0.40	0.40

FIGURA 4.1-6 – PROFILO DI RIGURGITO TRA I POZZETTI P60 E LO SCARICO NELLA RETE FOGNARIA PUBBLICA (CAMPO BASE 2-B.2) ALL'ISTANTE DI MASSIMO RIEMPIMENTO PER UNA DURATA DI PIOGGIA DI 15 MINUTI E TR 5 ANNI



Pozzetto:	P65	P67	Star 28	P64	P07
P.C. (m)	12.00	12.00	11.50	11.50	8.50
Scomin. (m)	10.40	10.17	9.50	9.40	8.50
Ricopim. min. (m)	1.20	1.23	1.70	1.70	1.70
Max HGL (m)	12.00	12.00	11.26	11.50	8.83
Traffo:	Link-95	Link-98	Link-96	Link-97	
Lunghezza (m)	109.94	84.95	47.32	203.29	
Diam. (mm)	400	600	400	400	
i (‰)	0.00	0.00	0.00	0.00	
Up Invert (m)	10.40	10.17	9.50	9.40	
Down Invert (m)	10.17	10.00	9.40	9.50	
Q max (lps)	101.82	196.26	215.97	203.69	
V max (m/s)	0.82	1.10	1.72	1.70	
h max (m)	0.40	0.60	0.40	0.36	

FIGURA 4.1-7 – PROFILO DI RIGURGITO TRA I POZZETTI P65 E LO SCARICO (CAMPO BASE 2-B.1) ALL'ISTANTE DI MASSIMO RIEMPIMENTO PER UNA DURATA DI PIOGGIA DI 15 MINUTI E TR 5 ANNI

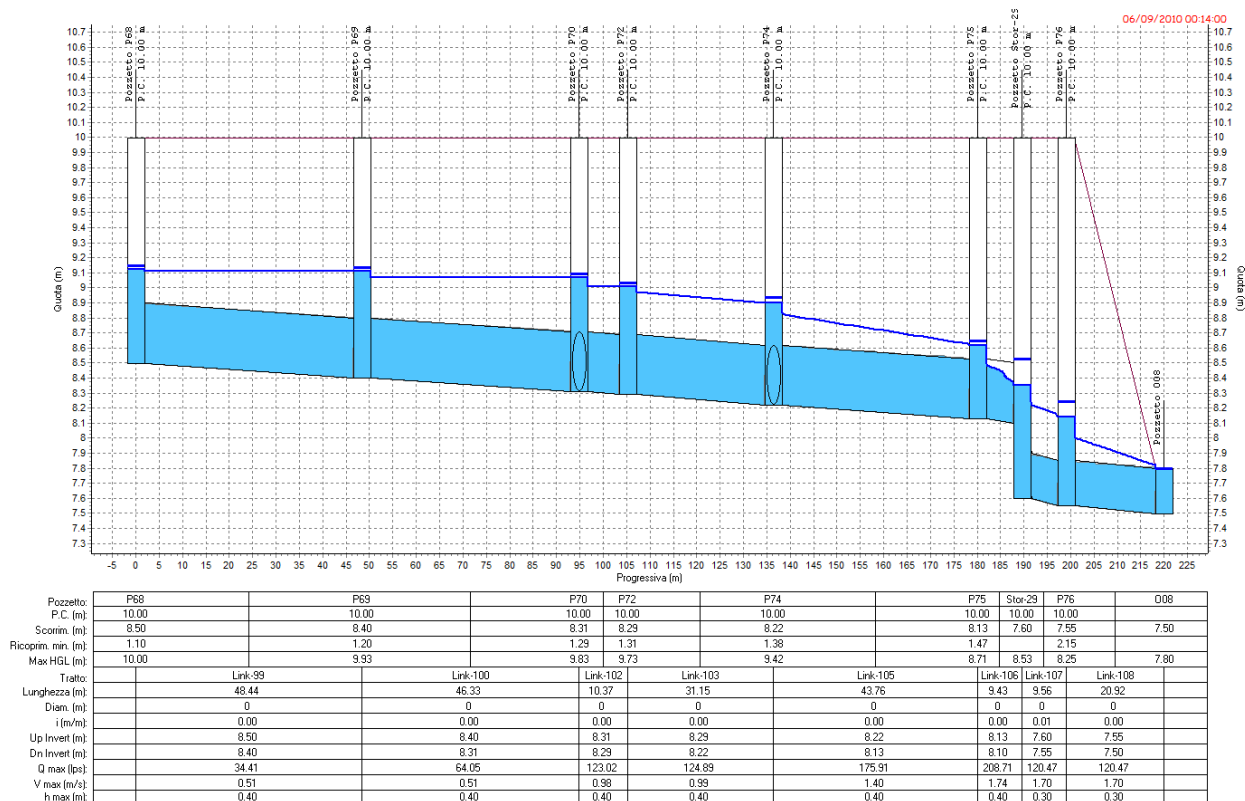


FIGURA 4.1-8 – PROFILO DI RIGURGITO TRA I POZZETTI P68 E LO SCARICO (CAMPO BASE 2-B.2) ALL'ISTANTE DI MASSIMO RIEMPIMENTO PER UNA DURATA DI PIOGGIA DI 15 MINUTI E TR 5 ANNI

4.1.2.3.3 Impianti di depurazione per acque reflue domestiche

In caso di eventuale impossibilità di recapito alla rete fognaria pubblica, sarà necessario prevedere impianti in grado di garantire il trattamento depurativo dei reflui di origine domestica prodotti quotidianamente. Potranno essere adottati impianti di diversa tipologia, dovranno comunque essere attrezzati con una fossa Imhoff. Gli scarichi delle cucine dovranno, in ogni caso, essere dotati di appositi degrassatori. Gli impianti di trattamento previsti sono quelli ad ossidazione totale nell'ambito dei quali il processo depurativo si sviluppa nelle seguenti fasi.

Grigliatura iniziale: viene installata in un pozzetto apposito una griglia a barre verticali il cui scopo è quello di trattenere i corpi grossolani presenti nel liquame. La pulizia della stessa avviene manualmente durante le normali fasi di manutenzione e controllo.

Ossidazione biologica: le acque vengono convogliate nel comparto di ossidazione biologica dove la sostanza organica inquinante viene consumata e trasformata da una specifica popolazione batterica che in vasca di ossidazione trova le ideali condizioni per formarsi e per crescere permettendo l'eliminazione della sostanza organica eccedente. Il dimensionamento persegue l'obiettivo di creare condizioni di ossidazione totale del liquame in modo da avere, in uscita, un fango stabilizzato e non maleodorante.

L'ossigeno necessario al processo viene fornito insufflando aria sul fondo della vasca di ossidazione mediante diffusori porosi realizzati in materiale plastico in grado di trasformare l'aria proveniente dalla centrale di compressione in bollicine in grado di consentire un intimo contatto tra l'ossigeno atmosferico contenuto e la popolazione batterica in sospensione nella massa di acqua e fango presente in vasca. La compressione dell'aria avviene con una soffiante a canali laterali. In fango in esubero verrà saltuariamente estratto mediante autobotte ed inviato a discarica autorizzata.

Sedimentazione finale: è un comparto nel quale la flora batterica viene separata dal liquame attraverso una sedimentazione sul fondo in condizioni di calma idraulica, i fiocchi di fango attivo sono composti, oltre che dalla popolazione batterica, anche dai solidi sospesi presenti nel liquame che vengono trattenuti attraverso il fenomeno della bioflocculazione. Dalla superficie di tale decantatore viene raccolta l'acqua ormai depurata che, prima di essere scaricata, viene sottoposta ad un successivo trattamento di disinfezione.

Ricircolo fanghi attivi: il fango sedimentato nella vasca viene estratto in continuo mediante un idroietto ad aria adatto per l'impiego con i fanghi e quindi per evitarne l'intasamento, i fanghi vengono rimessi in circolo nel comparto precedente.

Disinfezione: questo trattamento avviene nel comparto terminale con lo scopo di disinfettare le acque depurate distruggendo i microrganismi patogeni ancora eventualmente presenti. Prevede l'impiego di una soluzione di ipoclorito di sodio opportunamente miscelata con il liquame e lasciata reagire con esso per un tempo sufficiente a garantire l'effetto desiderato. La soluzione d'ipoclorito viene stoccata in apposito serbatoio plastico opacizzato per protezione dai raggi solari. Il dosaggio avviene mediante una pompa dosatrice a portata variabile manualmente.

Pozzetto d'ispezione finale: a valle dell'impianto e prima del rilascio verrà ubicato un pozzetto d'ispezione accessibile per il prelievo dei campioni e per gli eventuali controlli sull'abbattimento del carico inquinante delle acque trattate.

Grigliatura iniziale per reflui cucine: viene inserita in un pozzetto iniziale una griglia fine del tipo a lamiera forata con pulizia automatica a spazzole per trattenere le numerose particelle solide provenienti dalle cucine.

Degrassatori per reflui cucine: viene realizzato uno scomparto specifico di sgrassatura e deoleatura del tipo ad aria insufflata con raccolta superficiale del materiale flottato. Viene spillata aria dal circuito di areazione e diffusa all'interno della massa liquida in modo da creare un flusso rotatorio dal basso verso l'alto e viceversa in grado di rilasciare in un'apposita zona di calma superficiale, le particelle di grasso ed olio che aderiscono alle microbolle di aria. Il materiale flottato verrà saltuariamente fatto sfiorare in un adiacente pozzetto di raccolta da cui sarà prelevato per l'invio allo smaltimento controllato.

I depuratori previsti sono di tipo prefabbricato; essi dovranno essere conformi alle norme costruttive per impianti fognari e tali da garantire uno scarico conforme ai limiti della Tabella 3, Allegato 5 del D.Lgs 152/99 e s.m.i..

L'uscita del depuratore è attrezzata con specifico pozzetto prelievo campioni al quale potranno accedere gli organi di vigilanza per i campionamenti di legge.

Il trattamento delle acque nere avviene in caso di recapito nella rete idrica superficiale e dovrà essere autorizzato dall'Amministrazione Provinciale competente ai sensi del D.Lgs 152/99 e s.m.i..

4.1.2.3.4 Impianti di depurazione per acque reflue industriali

Sono impianti di trattamento per la purificazione delle acque provenienti da lavorazioni di cantiere, dal confezionamento dei calcestruzzi, dal lavaggio di magazzini ed officine, dalla pulizia dei mezzi operativi e di trasporto, dalle acque di dilavamento dei piazzali e depositi impermeabilizzati. Gli elementi inquinanti sono dovuti principalmente alla presenza di:

- materiali sedimentabili ed in sospensione: la loro presenza nelle acque, oltre a renderle ovviamente inutilizzabili per gli impieghi civili e per quelli industriali, provoca sia la formazione di melme con pericolo di intasamenti ed instaurazione di regimi putrefattivi, sia un'azione inibitrice, spesso determinante, sulla funzione clorofilliana delle piante acquatiche;
- oli minerali: la loro presenza inibisce i processi di autodepurazione delle acque poiché, rivestendo con un sottile velo impermeabile le biomaterie, impedisce il contatto con l'ossigeno richiesto per la demolizione delle sostanze organiche, provocando l'asfitticità dell'ambiente e la contaminazione delle aree limitrofe;
- tensioattivi: la loro presenza nelle acque favorisce la formazione di nocive emulsioni altamente "stabili" ed impossibili da separare anche nei disoleatori a gravità. In pratica si può quindi dire che, all'interno dell'effluente, essi si comportano sempre come pericolosi "portatori sani" di olii minerali.

L'impianto consiste in una prima vasca di calma idraulica ove gli oli ed i grassi minerali verranno flottati e fatti sfiorare in serbatoi di accumulo saltuariamente prelevati per lo smaltimento controllato. Successivamente, nella seconda vasca, avviene per calma idraulica la sedimentazione dei solidi più pesanti. Infine è previsto un trattamento chimico-fisico di chiariflocculazione che consiste nell'additivare l'acqua con prodotti chimici flocculanti in dosaggio controllato aventi la funzione di coagulare le più piccole particelle solide (e con esse anche gli additivi) che appesantiti si separeranno per sedimentazione. Al fine di favorire tale processo l'impianto potrà essere dotato di un agitatore. Il fango sedimentato sul fondo delle vasche verrà saltuariamente prelevato mediante autospurgo ed inviato a discarica.

Le acque trattate saranno re-imesse nel circuito degli impianti di lavaggio per la loro riutilizzazione che avverrà con recupero di almeno il 60% dell'acqua utilizzata.

Lo scarico delle acque chiarificate dai lavaggi impianti e mezzi avverrà direttamente nella rete di acque bianche del cantiere che, successivamente, le convoglia alla vasca di laminazione decantazione.

4.1.2.3.5 Impianti di depurazione per acque di prima pioggia (vasca di decantazione)

Le aree di cantiere sono soggette alla frequente ed intensa movimentazione di materiali e mezzi con conseguente deposito sul pavimentato di solidi, metalli pesanti, oli, idrocarburi ecc. che durante il dilavamento meteorico vengono rimossi e trasferiti in fognatura ed allo scarico; si è pertanto attrezzato ciascun cantiere con un impianto di depurazione delle acque di prima pioggia.

La tipologia di vasche scelta è quella detta di "cattura" essa viene a costituire un accumulo temporaneo tale per cui una volta riempita non è più interessata dalle acque successive che, tramite uno sfioratore, sono inviate alla vasca di laminazione o al ricettore. Trascorse 24 ore la vasca inizia a svuotarsi lentamente tramite un piccolo impianto di sollevamento che dalla vasca fa transitare le acque all'interno di un manufatto di disoleazione. Tale svuotamento avverrà in 24 ore, così che dopo complessivamente 48 ore la vasca di prima pioggia è pronta ad accogliere le acque di un nuovo evento pluviometrico. Subito dopo il processo di disoleazione le acque vengono successivamente inviate al corpo idrico ricettore. Con tale sistema la vasca di prima pioggia ha la funzione di trattenere le acque più inquinanti, consentire un minimo di sedimentazione, e fare da laminazione per il sistema di disoleazione, dato che il disoleatore funziona in maniera più efficace ricevendo una portata bassa e costante, che non una portata molto intensa direttamente dalle aree pavimentate. La vasca di prima pioggia è strutturata in modo tale da avere un volume "morto" nel quale si potranno depositare i sedimenti accumulati e che favorirà le successive operazioni di pulizia e manutenzione. Le vasche di prima pioggia sono realizzate in opera con struttura in cemento armato; gli elementi geometrico-funzionali caratteristici delle vasche sono:

- vasche di forma rettangolare modulari in funzione del volume da raccogliere;
- ingresso tubazione con valvola a galleggiante verticale per la chiusura degli afflussi;
- il fondo della vasca è sagomato con pendenza verso l'area di accumulo dei sedimenti;
- comparto di accumulo sedimenti (volume morto) ribassato di 50 cm rispetto al fondo vasca ed in grado di raccogliere 3 m³ di materiale;
- comparto di alloggiamento delle pompe di sollevamento in cui trovano spazio due pompe (esercizio e riserva) separate dal resto della vasca per evitare il pescaggio torbido;
- copertura è realizzata con solaio in lastre dotata di due botole di ispezioni attrezzate con scalette per l'accesso del personale di manutenzione; apertura per il sollevamento delle pompe;
- vasca di disoleazione esterna in cemento armato con setti interni in lamiera, canaletta di raccolta oli e filtro a coalescenza sul tubo di scarico;
- pozzetto di conferimento acque chiarificate con sonda di allarme per la segnalazione della presenza oli.

4.1.2.3.6 **Serbatoi di raccolta idrocarburi, oli e bitumi**

Gli idrocarburi, oli e grassi minerali, tensioattivi e solidi sedimentabili richiedono particolari operazioni di trattamento depurativo che non potranno essere realizzate all'interno dei cantieri. I quantitativi prodotti sia per sversamento, sia per lavaggio di officine ed aree di lavoro saranno raccolti in serbatoi a tenuta da cui verranno saltuariamente prelevati con autobotte ed inviati ad un centro specializzato di trattamento.

Le aree di rifornimento carburanti ed oli, le officine ed i luoghi ove è prevista la produzione di queste tipologie di reflui verranno pavimentati e delimitati al fine di impedire l'uscita del refluo che verrà raccolto e stoccato nei serbatoi di accumulo.

4.1.2.3.7 **Sistemi di raccolta delle acque reflue prodotte 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, essendo a contatto con additivi ed inquinanti, verranno 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 per essere depurate negli impianti per reflui industriali.

4.1.2.4 Sistemi di depurazione dei reflui civili ed industriali

Reflui industriali: gli impianti di trattamento per reflui industriali sviluppano l'azione depurativa attraverso processi di tipo chimico-fisico che seguono alla fase di sedimentazione per calma idraulica dei sedimenti più grossolani. Il dimensionamento degli impianti è basato sulla funzionalità necessaria a garantire l'espletamento dei lavaggi previsti durante i periodi di punta. Per l'impianto di confezionamento dei calcestruzzi è necessario un depuratore chimico-fisico di portata tale da garantire la funzione di lavaggio dell'impianto per tutta la produzione giornaliera; essendo il depuratore associato all'impianto lo stesso sarà approfonditamente dimensionato in fase costruttiva. L'impianto di lavaggio dei mezzi dovrà consentire il lavaggio del parco autoveicoli e mezzi operativi in servizio al cantiere nell'arco della giornata; è quindi necessario un impianto da 100 cicli/giorno con impianto di depurazione con processo chimico-fisico di portata 10 m³/gg.

Reflui civili: gli eventuali impianti di depurazione per i reflui civili sono del tipo ad ossidazione totale a fanghi attivi con aerazione prolungata; i parametri utilizzati per il dimensionamento sono quelli standard della progettazione igienico sanitaria; il numero di AE è determinato dalle effettive presenze in cantiere come illustrato per il dimensionamento della rete fognaria acque nere.

I parametri caratteristici per il dimensionamento degli impianti adottati sono: dotazione idrica giornaliera per abitante = 350 l/AE gg; coefficiente di portata massima = 10; carico organico specifico BOD₅ = 60 gr/AE gg; concentrazione BOD₅ = 250 mg/l; carico di SS totali specifico = 90 gr/AE gg; concentrazione SS = 90 mg/l. Nel dimensionamento della ossidazione biologica si è tenuto conto che, oltre alla eliminazione del B.O.D. nei limiti delle efficienze depurative richieste, è da conseguire anche un elevato livello di nitrificazione dell'azoto ammoniacale presente nel liquame.

Il valore massimo della richiesta di Ossigeno viene calcolato secondo la teoria di Vosloo, in base al fattore di richiesta massimo di ossigeno della sola frazione carboniosa, Fomax, che varia con il fattore di carico organico con $F_c = \text{kg BOD5/kg SSMA giorno}$.

L'aerazione avviene tramite diffusori a candela. La concentrazione di ossigeno disciolto nella miscela aerata è di 2 mg/l e la portata massima dei diffusori 20 m³/h. La grandezza principale che caratterizza la produzione di fango di supero è l'indice di produzione del fango (I), definito come il peso di fango di supero prodotto per unità di peso di BOD rimosso nell'impianto (kg SS prodotti / kg BOD rimosso). La produzione specifica giornaliera, in peso secco, di fango di supero è di 20 gr/AE gg. Il liquame contenente fiocchi formati per l'attività batterica viene immesso al centro della vasca di sedimentazione al fine di ottenere la sedimentazione e quindi la separazione del surnatante, cioè del liquame depurato, dai fiocchi di fango. La superficie ed il volume del sedimentatore vengono calcolati in modo tale da evitare eccessive velocità di risalita in tempo di pioggia che provocherebbero la fuoriuscita di fango. Il fango che si estrae dal fondo della vasca, è ricco di flora batterica e deve essere riportato nella vasca di ossidazione per mantenere costante la concentrazione delle SSMA. La parte in esubero, i fanghi di supero, vengono stoccati e smaltiti periodicamente. Al termine dell'impianto è prevista una vasca di clorazione per la disinfezione delle acque in uscita che sarà dotata di dosatore ad impulsi in modo da garantire l'efficienza della disinfezione senza danneggiare le acque del corpo ricettore.

Acque meteoriche: la qualità delle acque meteoriche che dilava le aree di cantiere si deteriora a tal punto da richiedere una depurazione prima del rilascio nella rete idrica superficiale; gli impianti di trattamento sono di tipo chimico-fisico e comprendono le fasi di sedimentazione e disoleazione. Il dimensionamento avviene in funzione del volume di prima pioggia, definita in 5 mm di precipitazione meteorica, pari ad un contributo, in volume, di 50 m³/ha. Sono previsti impianti composti da un manufatto selezionatore delle portate che, per stramazzone laterale, convoglia le prime piogge alla vasca di sedimentazione e che si ottura, con valvola a galleggiante, quando la vasca è piena; le seconde piogge by-passano l'impianto e sono convogliate alla laminazione. La vasca di sedimentazione ha dimensioni volumetriche variabili e ad essa è associata una pompa che convoglia portate da 5 l/s al disoleatore; da quest'ultimo le acque vengono re-immesse nella rete e quindi convogliate al ricettore finale.

CANTIERE			PRODUZIONE REFLUI		DEPURAZIONE	
COD	tipologia	AE	tipo	Causa	trattamento	portata (m ³ /gg)
1-B.1 REGGIOLO	CAMPO BASE	200	domestico	personale, servizi igienici, dormitori, mensa e cucine	biologico ossidazione totale	60
			industriale	impianto CLS, lavaggio automezzi, lavaggio ruote	chimico-fisico	10
			prima pioggia	dilavamento piazzali, aree di lavorazione e viabilità interna	chimico-fisico	610
			idrocarburi	magazzino, officina, cisterne carburati ed oli, compressore	stoccaggio	-
1-B.2 MIRANDOLA	CAMPO BASE	200	domestico	personale, servizi igienici, dormitori, mensa e cucine	biologico ossidazione totale	60
			industriale	impianto CLS, lavaggio automezzi, lavaggio ruote	chimico-fisico	10
			prima pioggia	dilavamento piazzali, aree di lavorazione e viabilità interna	chimico-fisico	610
			idrocarburi	magazzino, officina, cisterne carburati ed oli, compressore	stoccaggio	-
2-B.1 S. AGOSTINO	CAMPO BASE	200	domestico	personale, servizi igienici, dormitori, mensa e cucine	biologico ossidazione totale	60
			industriale	impianto CLS, lavaggio automezzi, lavaggio ruote	chimico-fisico	10
			prima pioggia	dilavamento piazzali, aree di lavorazione e viabilità interna	chimico-fisico	610
			idrocarburi	magazzino, officina, cisterne carburati ed oli, compressore	stoccaggio	-
2-B.2 FERRARA	CAMPO BASE	200	domestico	personale, servizi igienici, dormitori, mensa e cucine	biologico ossidazione totale	60
			industriale	impianto CLS, lavaggio automezzi, lavaggio ruote	chimico-fisico	10
			prima pioggia	dilavamento piazzali, aree di lavorazione e viabilità interna	chimico-fisico	610
			idrocarburi	magazzino, officina, cisterne carburati ed oli, compressore	stoccaggio	-

TABELLA 4.1-6 – DIMENSIONAMENTO IMPIANTI DI DEPURAZIONE DEI CANTIERI

4.1.2.5 Laminazione delle acque di cantiere scaricate

L'impermeabilizzazione delle aree operative di cantiere favorisce la cattura dell'intero volume di precipitazione meteorica e ne trasferisce le portate al ricettore limitrofo dando però origine al rilascio di contributi che, quantitativamente, potrebbero non essere compatibili con l'idraulica del ricettore stesso, sia esso una rete fognaria che il reticolo idrico superficiale. Ogni cantiere necessita quindi di una vasca volano in grado di "assorbire" i picchi di portata rilascio solo le quantità ammesse dai ricettori.

Il progetto delle vasche di laminazione è legato essenzialmente alla determinazione della capacità di invaso, ovvero al volume disponibile per l'accumulo.

Il dimensionamento idraulico è stato sviluppato mirando ad ottenere l'invarianza idraulica delle aree pavimentate, operando laminando sia lungo la rete di drenaggio che tramite apposita vasca di laminazione.

I grafici seguenti mostrano l'andamento dei volumi di invaso all'interno del manufatto di laminazione di ciascun cantiere.

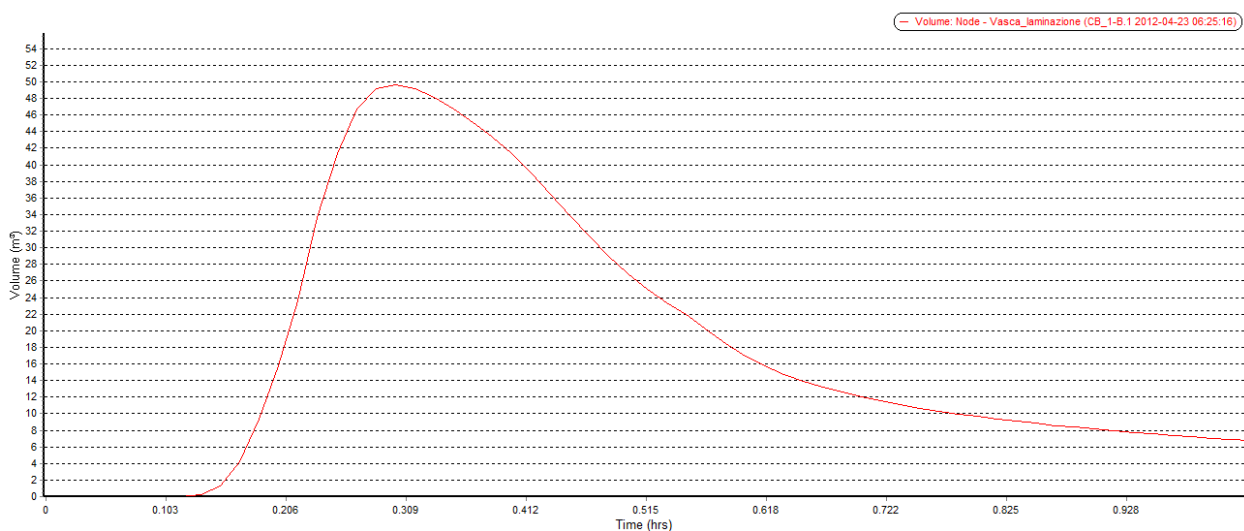


FIGURA 4.1-9 – ANDAMENTO DEI VOLUMI DI INVASO PER L'EVENTO PLUVIOMETRICO CRITICO PER TR 5 ANNI ALL'INTERNO DELLA VASCA DI LAMINAZIONE DEL CAMPO BASE 1-B.1

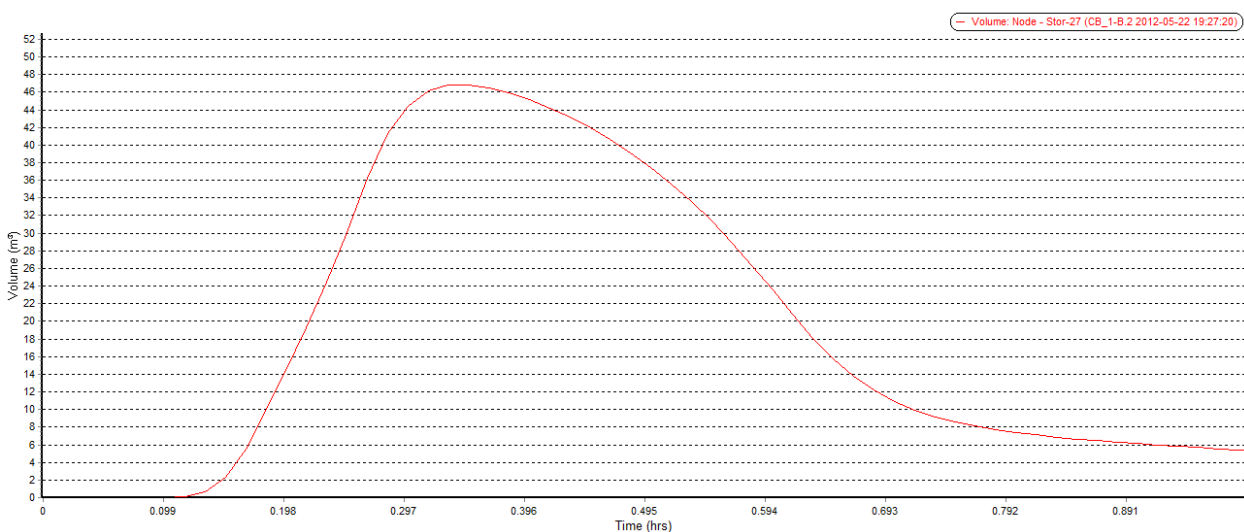


FIGURA 4.1-10 – ANDAMENTO DEI VOLUMI DI INVASO PER L'EVENTO PLUVIOMETRICO CRITICO PER TR 5 ANNI ALL'INTERNO DELLA VASCA DI LAMINAZIONE DEL CAMPO BASE 1-B.2

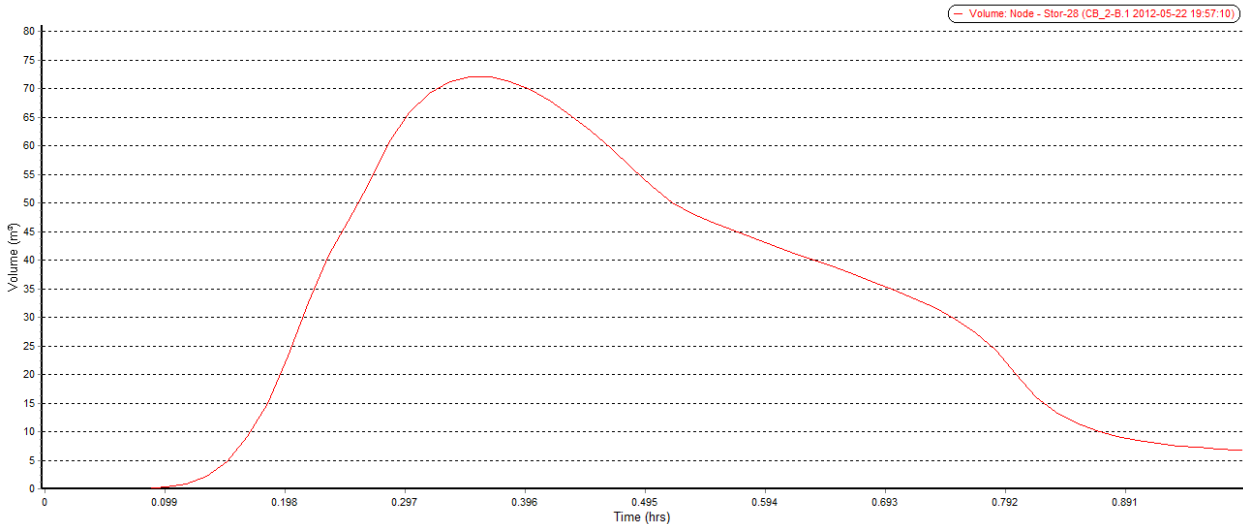


FIGURA 4.1-11 – ANDAMENTO DEI VOLUMI DI INVASO PER L’EVENTO PLUVIOMETRICO CRITICO PER TR 5 ANNI ALL’INTERNO DELLA VASCA DI LAMINAZIONE DEL CAMPO BASE 2-B.1

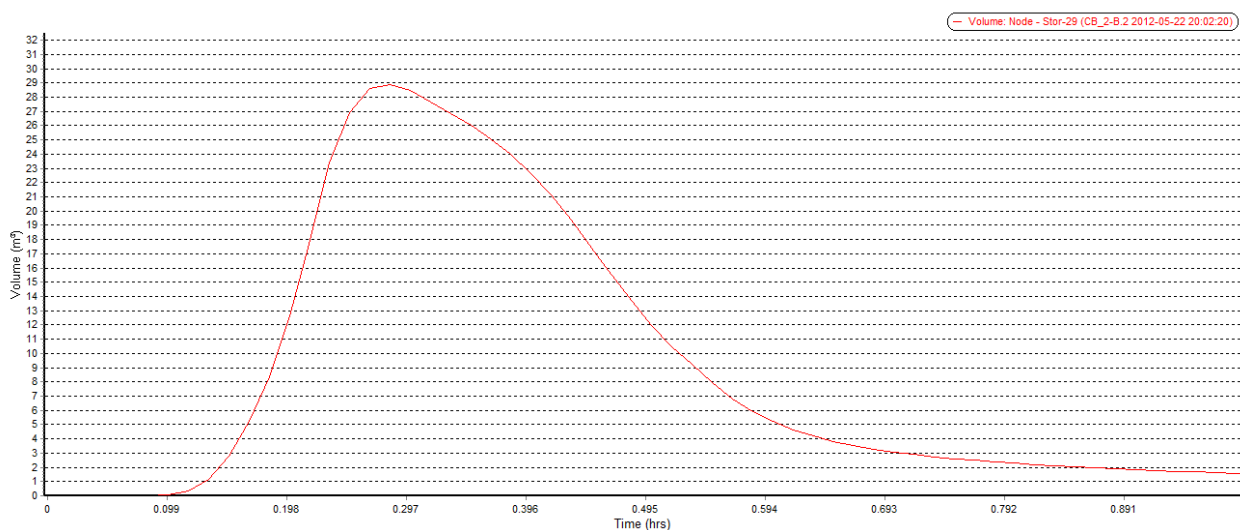


FIGURA 4.1-12 – ANDAMENTO DEI VOLUMI DI INVASO PER L’EVENTO PLUVIOMETRICO CRITICO PER TR 5 ANNI ALL’INTERNO DELLA VASCA DI LAMINAZIONE DEL CAMPO BASE 2-B.2

La tabella seguente riporta le caratteristiche di laminazione previste per ciascuna rete acque bianche in funzione dello scarico adottato. Eventuali variazioni o prescrizioni su quest’ultimo parametro condurranno, in fase di progettazione esecutiva, alla verifica ed eventuale modifica dei volumi di invaso necessari per garantire l’efficienza idraulica delle reti di scolo meteorico.

CANTIERE	tipologia	Area impermeabile	Volume invaso vasca laminazione (m ³)	Tubazione scarico (mm)
1-B-1 REGGIOLO	CAMPO BASE	12.205	50	400
1-B.2 MIRANDOLA	CAMPO BASE	11900	50	400
2-B.1 S. AGOSTINO	CAMPO BASE	21950	70	400
2-B.2 FERRARA	CAMPO BASE	6310	30	315

TABELLA 4.1-7 – DIMENSIONAMENTO DELLE VASCHE DI LAMINAZIONE DI CANTIERE

4.1.3. Schede di sintesi degli scarichi

Ogni scarico in uscita dalle aree di cantiere dovrà essere autorizzato dall'Amministrazione Provinciale competente in caso di recapito nel reticolo idrico o dall'ente gestore in caso di recapito in pubblica fognatura.

Il tipo di recapito a cui destinare le acque di cantiere impone il tipo di trattamento depurativo da adottare. La scelta adottata è stata quella di conferire, ove possibile, i reflui a pubblica fognatura in modo da minimizzare l'impatto sul reticolo idrico superficiale. In caso tale possibilità di recapito, ove prevista, venga meno si renderà necessario prevedere il trattamento depurativo, oltre che delle acque bianche, anche delle acque nere, come descritto nei paragrafi precedenti.

Per le aree di cantiere si sono definiti i principali parametri che caratterizzano lo scarico:

- reflui domestici: volume annuo scaricato (determinato considerando un periodo lavorativo di 300 gg/anno), portate massime scaricate (determinate con coefficiente di punta pari a 3 per la condizione di massimo utilizzo), portate medie scaricate (calcolate suddividendo i volumi giornalieri massimi per le 12 ore/gg);
- reflui industriali: volume annuo scaricato (determinato considerando un periodo lavorativo di 300 gg/anno), portate massime scaricate (calcolate suddividendo i volumi giornalieri massimi in 4 ore/gg), portate medie scaricate (calcolate suddividendo i volumi giornalieri massimi per le 12 ore/gg);
- acque prima pioggia: volume annuo scaricato (determinato considerando un periodo di piogge di 200 gg/anno), portate massime scaricate (calcolate suddividendo i volumi giornalieri massimi in 8 ore/gg), portate medie scaricate (calcolate suddividendo i volumi giornalieri massimi per le 24 ore/gg);
- i serbatoi di stoccaggio per idrocarburi saranno prelevati dalle Ditte autorizzate a serbatoio pieno.

Le quantità complessive risultanti ed i rispettivi ricettori finali per gli scarichi provenienti dai cantieri vengono riepilogati nella tabella seguente.

CANTIERE COD	CARATTERISTICHE DELLO SCARICO						RICETTORE	
	tipo refluo	tipo depuraz.	frequenza scarico	volumi scaricati (m ³)	portate massime (m ³ /h)	portate medie (m ³ /h)	fognatura/ corso d'acqua	Località Comune (Prov.)
1-B.1 REGGIOLO	CIV	-	continua	9500	7.88	2.63	Fognatura	Zona ind. Rame Reggiolo (RE)
	IND	CF	continua	2000	1.67	0.56		
	PP	CF	periodica	12000	7.50	2.50		
	IDR	-	periodica	-	-	-		
1-B.2 MIRANDOLA	CIV	-/OT	continua	9500	7.88	2.63	Fognatura/ Dugale Ceresa	Loc. La Buca Mirandola (MO)
	IND	CF	continua	2000	1.67	0.56		
	PP	CF	periodica	12000	7.50	2.50		
	IDR	-	periodica	-	-	-		
2-B.1 S. AGOSTINO	CIV	-/OT	continua	9500	7.88	2.63	Fognatura/ Scolo Chiodarolo Nuovo	Loc. S. Maria Bonazza S. Agostino (MO)
	IND	CF	continua	2000	1.67	0.56		
	PP	CF	periodica	22000	13.75	4.58		
	IDR	-	periodica	-	-	-		
2-B.2 FERRARA	CIV	-/OT	continua	8900	7.45	2.48	Fognatura/ Scolo Uccellino Nord	Loc. Prati Nuovi Ferrara (FE)
	IND	CF	continua	2000	1.67	0.56		
	PP	CF	periodica	7000	4.38	1.46		
	IDR	-	periodica	-	-	-		

CIV: reflui domestici - IND: reflui industriali – PP: acque prima pioggia - IDR: idrocarburi
 OT impianto ossidazione totale a fanghi attivi - CF impianto chimico fisico

TABELLA 4.1-8 – INDIVIDUAZIONE SCARICHI DI CANTIERE

4.1.4. Potenziali impatti in fase di cantiere

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 di attraversamento di corsi d’acqua (ponti e tombini), dei viadotti, dei cavalcavia esterni, delle opere di mitigazione ambientale, delle pavimentazioni, del sistema di evacuazione delle acque di piattaforma;
2. “aree di cantiere”, dove si sviluppano le attività di confezionamento dei calcestruzzi, confezionamento conglomerati bituminosi, confezionamento travi prefabbricate, ricovero e ristoro del personale; lavaggio mezzi, rifornimento e riparazione mezzi operativi ed autovetture.

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 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.

I potenziali impatti, invece, nelle aree di cantiere sono schematizzabili in:

- rilascio accidentale di acque reflue domestiche od industriali non sufficientemente depurate;
- 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;
- rilascio accidentale di portate di acque chiarificate, in uscita dal cantiere, in quantitativi non compatibili con i ricettori.

I relativi accorgimenti e mitigazioni al fine di evitare i potenziali impatti di cui al punto precedente sono descritti nel successivo paragrafo 10.2.1.

4.2. ACQUE SOTTERRANEE

Nel seguito si illustreranno i principali impatti previsti per le acque sotterranee in fase di cantiere in riferimento alle lavorazioni ed alle opere previste, oltre che alle differenti caratteristiche idrogeologiche del sottosuolo incontrate lungo il tracciato in progetto.

4.2.1. Potenziali impatti in fase di cantiere

In particolare, al fine di valutare correttamente gli impatti occorre distinguere tra la circolazione che avviene nei terreni più superficiali, appartenenti al complesso acquifero A0, e quella relativa agli orizzonti sabbiosi più profondi, appartenenti al complesso acquifero A1. Allo scopo, dal punto di vista idrogeologico il tracciato autostradale può essere suddiviso in due macrozone, al cui interno le caratteristiche idrogeologiche possono essere considerate sostanzialmente uniformi.

4.2.1.1 Macrozona 1

La macrozona 1 si estende da inizio intervento sino al km 30 circa dell'autostrada in progetto. Essa è sostanzialmente connotata dalla presenza di una copertura superficiale di terreni fini, a litologia prevalentemente limosa e/o argillosa e poco permeabili, e presenta uno spessore variabile tra i 5 e i 15 m circa dal piano campagna, crescente procedendo da W verso E.

Solo localmente, sono presenti lenti costituite da materiali, più grossolani, con abbondanti percentuali di sabbie e, quindi, più permeabili.

In questi terreni, in cui ha sede l'acquifero superficiale A0, la circolazione idrica risulta strettamente condizionata dall'assetto litostratimetrico locale: le falde hanno sede nei piccoli corpi acquiferi lentiformi, mentre nei terreni che li circondano l'acqua si infiltra con tempi estremamente lunghi. La soggiacenza del livello di falda è comunque prossima al piano campagna e risente fortemente di fenomeni locali (corsi d'acque, emungimenti, ecc..) e con escursioni stagionali talora ampie.

Al di sotto di tali depositi argillosi si rinvengono, sino alle massime profondità indagate (50 m) i depositi sabbiosi sedimentati dal fiume Po, che costituiscono un elemento continuo che contraddistingue tutto il settore occidentale del tracciato autostradale. In relazione all'elevata permeabilità di questi depositi, l'orizzonte sabbioso è sede di una buona circolazione idrica (acquifero A1), con livelli di soggiacenza della falda variabili in relazione alle variazioni altimetriche della superficie topografica: in ogni caso risulta sempre compresa nei primi 10 m di profondità. In questo tratto è prevista la realizzazione di numerose opere d'arte principali, tra cui autostazioni, ponti e viadotti per il superamento delle principali interferenze idrografiche ed infrastrutturali e una trincea con muri nei pressi di San Giacomo Roncole (trincea di S.Possidonio).

Inoltre, oltre ai rilevati per la realizzazione della sede autostradale, sono previsti una serie d'interventi sulle infrastrutture attraversate dall'autostrada al fine di garantirne la continuità, tra i quali risultano significativi, ai fini della valutazione sugli impatti in fase di cantiere, i sottovia delle strade poderali e comunali.

I maggiori impatti sulla falda del Complesso Acquifero A0 saranno indotti dalla realizzazione delle opere in sotterraneo. In fase di escavazione delle trincee e delle gallerie, infatti, si dovrà abbattere il livello della falda fino alla base degli scavi. Solo a tergo di alcune tipologie di opere provvisoriale sono presenti interventi come well point atti ad abbassare il livello di falda al fine di ridurre le azioni sull'opera stessa. La bassa permeabilità dei depositi tuttavia farà sì che l'abbassamento della falda si farà risentire per pochi metri a lato degli scavi. L'asportazione del suolo per la realizzazione del tracciato comporterà un minimo aumento della vulnerabilità naturale dell'acquifero A0, mentre in genere risulta trascurabile l'effetto sull'acquifero A1.

Gli scavi in sotterraneo non interesseranno mai direttamente il ben più significativo Complesso Acquifero A1. Tale acquifero sarà invece interessato dalla realizzazione delle opere di fondazione profonde, che sicuramente andranno ad intestarsi nelle sabbie.

L'impatto indotto dalla realizzazione dei pali potrà essere ridotto evitando l'utilizzo di fanghi bentonitici, utilizzando quindi per il sostegno degli scavi esclusivamente fanghi polimerici biodegradabili.

Gli acquiferi A0 ed A1 saranno inoltre interessati dalla realizzazione di dreni verticali profondi per consentire una più rapida consolidazione del terreno sotto i rilevati autostradali. I dreni verticali verranno a costituire una via di comunicazione tra la falda superficiale e quella profonda, con conseguente commistione di acque di diversa qualità e degrado della qualità delle acque dell'acquifero A1. Inoltre, la presenza dei dreni determinerà anche un aumento della vulnerabilità intrinseca dell'acquifero profondo.

4.2.1.2 Macrozona 2

La macrozona 2 è individuata nel settore orientale della tratta autostradale in progetto, estendendosi a partire all'incirca dal km 30 sino a fine intervento.

Dal punto di vista litostratigrafico, il tratto in esame è caratterizzato dalla presenza diffusa, fino alle massime profondità indagate, di terreni fini argillosi e argilloso-limosi, talora argille a bassa consistenza e argille organiche, entro cui si individuano isolate lenti e corpi limoso-sabbiosi e sabbiosi, di spessore da metrico a plurimetrico, generalmente di limitata continuità laterale, ad eccezione di un esteso orizzonte incoerente individuato all'incirca tra i km 38 e 47 a partire da 15,0÷18,0 di profondità e rinvenibile fino a circa 25,0÷30,0 metri dal piano di campagna.

Dal punto di vista idrogeologico, nel settore in esame manca un vero e proprio acquifero profondo (Complesso Acquifero A1), mentre la circolazione idrica superficiale è strettamente condizionata dall'assetto litostratigrafico descritto: le falde hanno sede nei piccoli corpi acquiferi lentiformi, mentre nei terreni argillosi circostanti l'acqua si infiltra con tempi estremamente lunghi. La soggiacenza del livello di falda è comunque prossima al piano campagna e risente fortemente di fenomeni locali (corsi d'acque, emungimenti, ecc..) e con escursioni stagionali talora ampie. In sostanza è presente il solo acquifero A0.

In questo tratto è prevista la realizzazione di numerose opere d'arte principali, tra cui autostazioni, ponti e viadotti per il superamento delle principali interferenze idrografiche ed infrastrutturali.

Gli impatti sul Complesso Acquifero A0 saranno del tutto analoghi a quelli previsti per la macrozona 1.

In relazione alle basse permeabilità in gioco, la realizzazione delle opere di fondazione profonde, che non interesseranno alcun acquifero significativo, produrrà impatti trascurabili sulla falda freatica; andranno comunque utilizzati fanghi polimerici per il sostegno degli scavi per la realizzazione dei pali al fine di minimizzare comunque gli impatti.

Allo stesso modo, il basso grado di permeabilità dei terreni conterrà gli effetti indotti dalla realizzazione dei dreni verticali profondi, non alterando significativamente, nel suo complesso, la circolazione idrica superficiale.

In entrambe le macrozone, in fase di cantiere, un ulteriore fattore di rischio è rappresentato dall'eventuale inquinamento delle falde ad opera di reflui o rifiuti prodotti durante le lavorazioni o per l'utilizzo del cantiere, nonché per lo sversamento di sostanze inquinanti. Si tratta, in ogni caso di un rischio molto basso in quanto è previsto che i piazzali siano asfaltati e che siano realizzati appositi impianti di trattamento.

Passando agli aspetti quantitativi, un'altra interferenza, seppur stimabile di breve durata e di lieve entità, in rapporto alle potenzialità dei serbatoi acquiferi presenti in zona, sarà dovuta ai prelievi idrici che saranno effettuati in fase di cantierizzazione: sia a servizio del personale che per le lavorazioni (in particolare, per l'esercizio degli impianti di betonaggio per la produzione dei calcestruzzi necessari alla realizzazione delle opere in progetto). A riguardo, è importante che, per gli usi che non richiedano una particolare qualità delle acque, si utilizzino dei pozzi intestati nella prima falda, da considerarsi meno pregiata. I prelievi dalla falde profonde, invece, dovranno essere limitati ai soli scopi idropotabili.

4.2.1.3 Valutazioni sui prelievi da falda

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 delle tre aree operative 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 seguito si analizza la potenziale interferenza derivante dal prelievo di acque di falda ad usi produttivi, tramite pozzi superficiali all'interno dei cantieri, con il regime dei pozzi esistenti e tuttora attivi in prossimità degli stessi campi base. In particolare, come illustrato nelle figure seguenti, i cantieri 1-B.1 e 2-B.2 risultano ubicati in prossimità di pozzi attivi, potenzialmente interferibili a seguito degli abbassamenti dei livelli piezometrici in corrispondenza dei pozzi superficiali previsti per il prelievo di acque destinate alle lavorazioni in progetto. Tali interferenze sono state valutate in prima approssimazione sulla base delle informazioni disponibili relative ai pozzi esistenti, ricavate dall'apposito censimento effettuato lungo tutto il tracciato delle opere viarie in progetto, e alla idrogeologia dei luoghi, risultante dalle campagne geognostiche effettuate, che vanno ad integrare il quadro conoscitivo idrogeologico dell'area desumibile dalla relazione geologica.

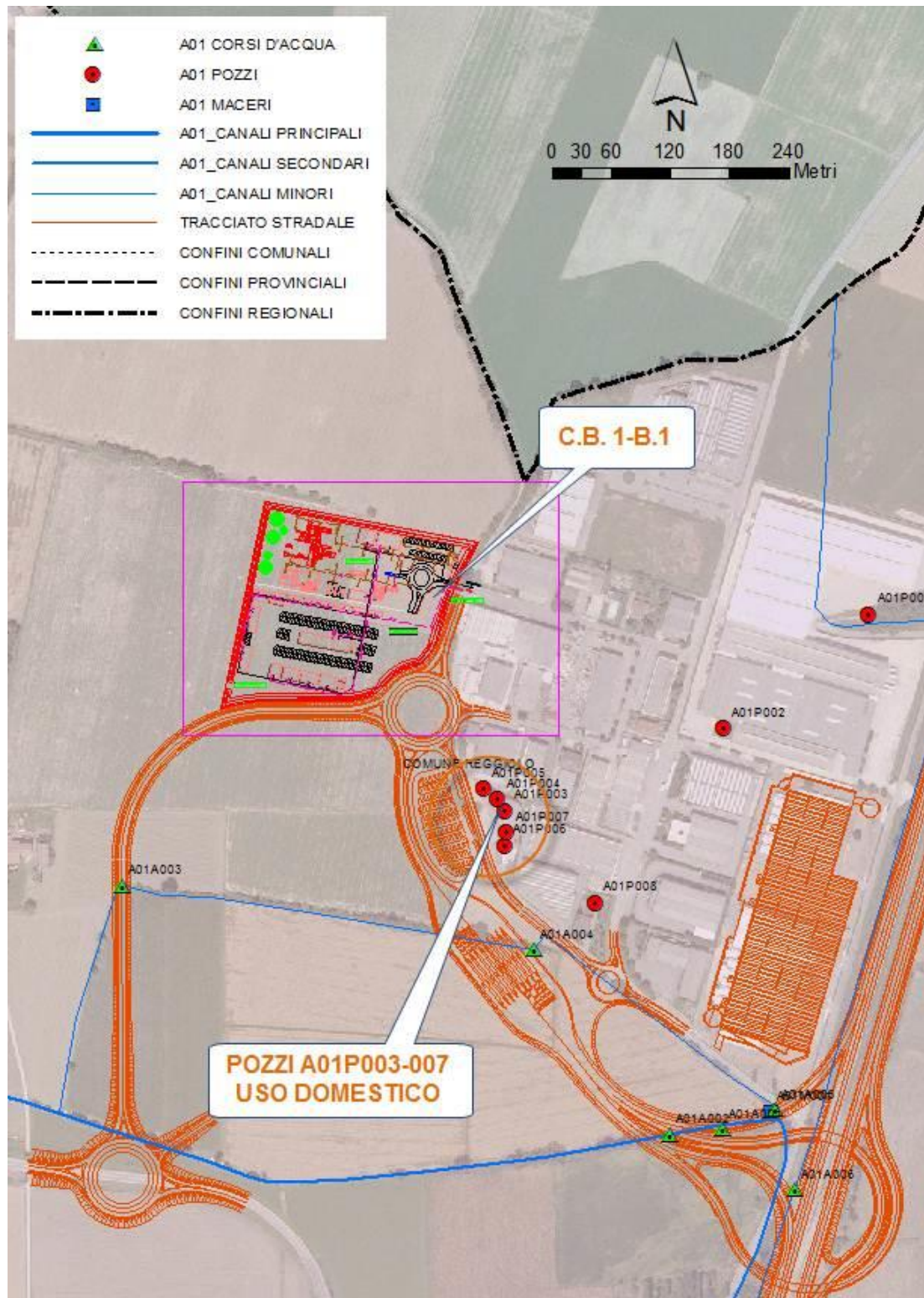


FIGURA 4.2-1 – POSIZIONAMENTO DEI POZZI PIÙ PROSSIMI AL C.B. 1-B.1

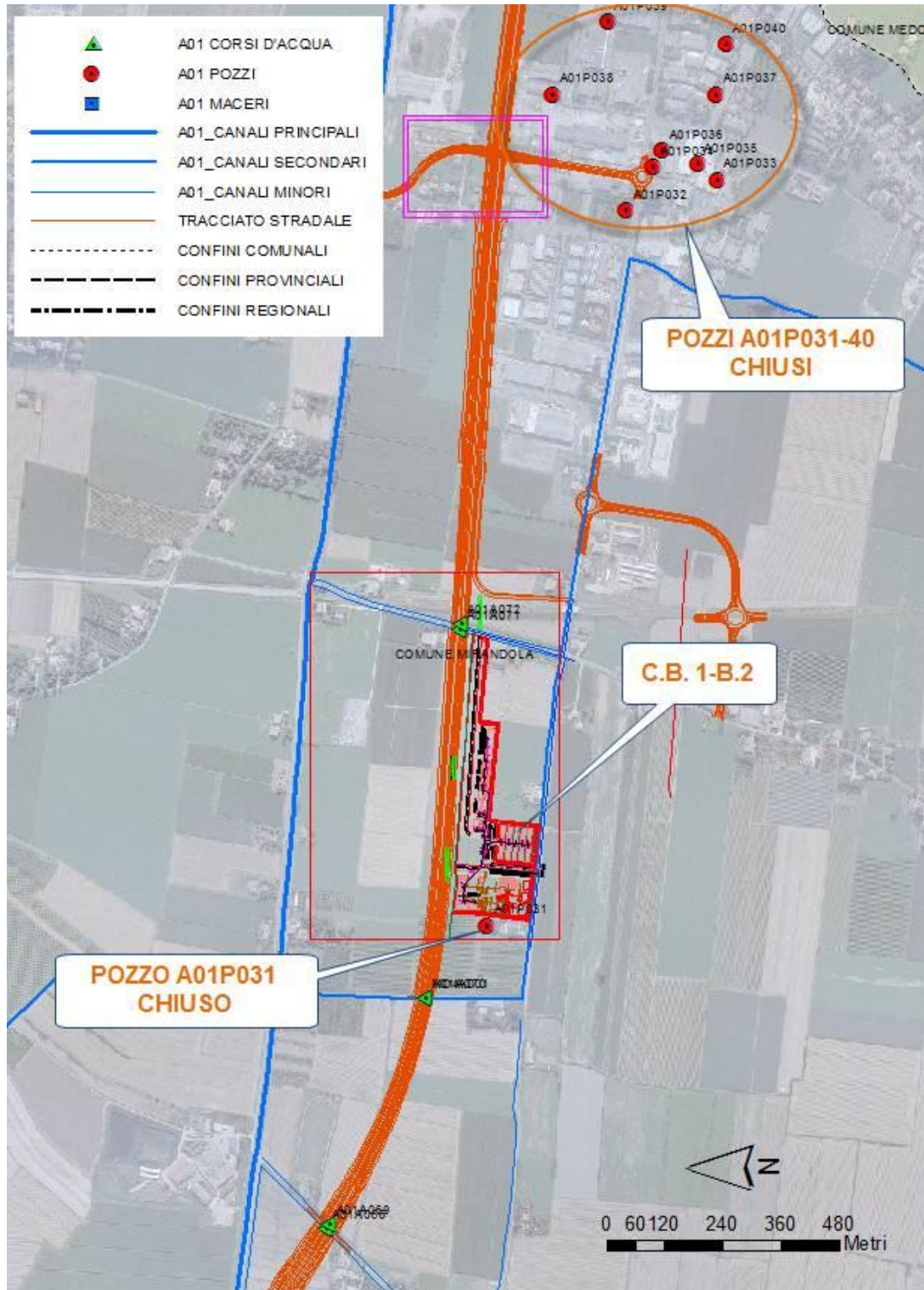


FIGURA 4.2-2 – POSIZIONAMENTO DEI POZZI PIÙ PROSSIMI AL C.B. 1-B.2.

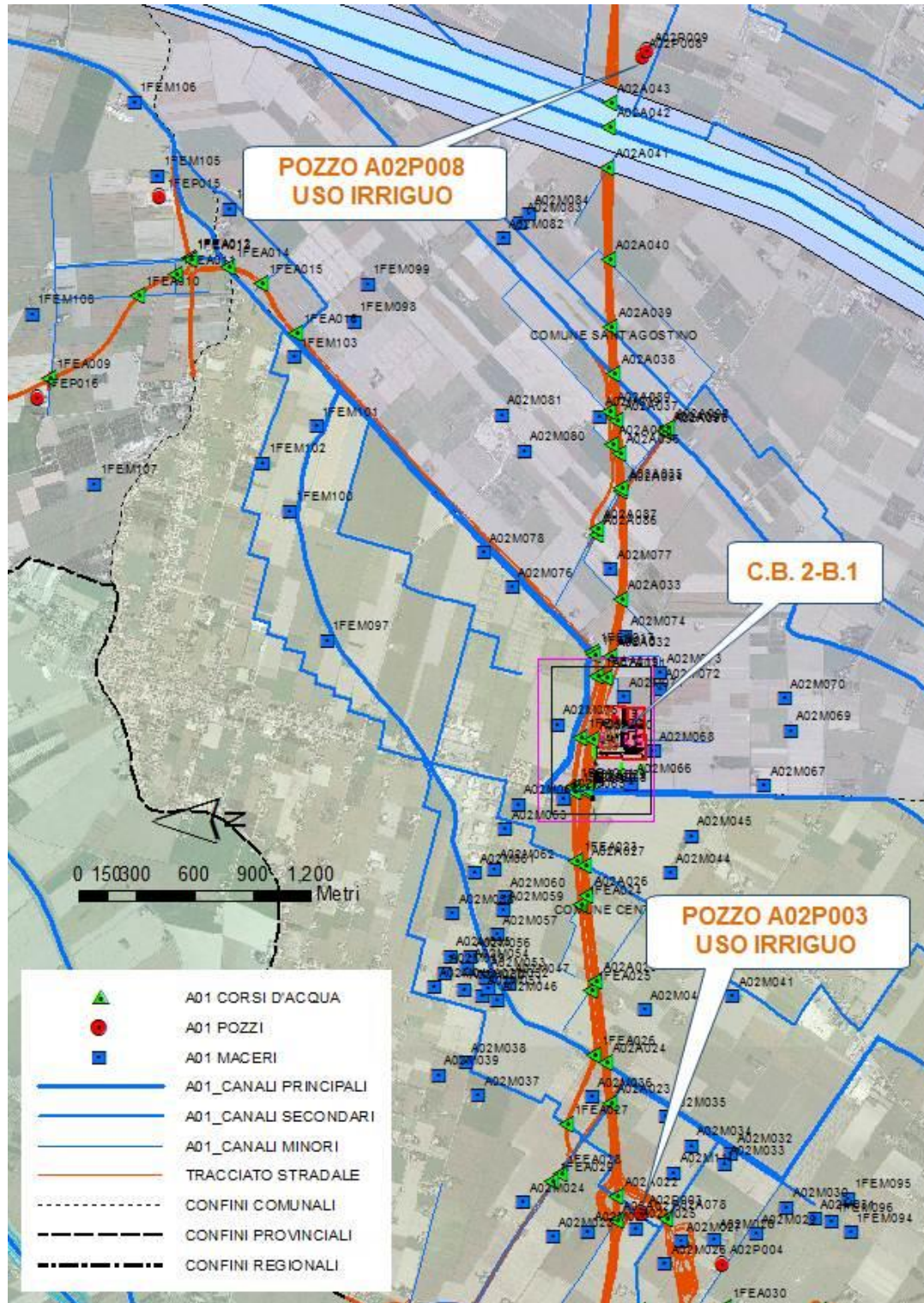


FIGURA 4.2-3 – POSIZIONAMENTO DEI POZZI PIÙ PROSSIMI AL C.B. 2-B.1.

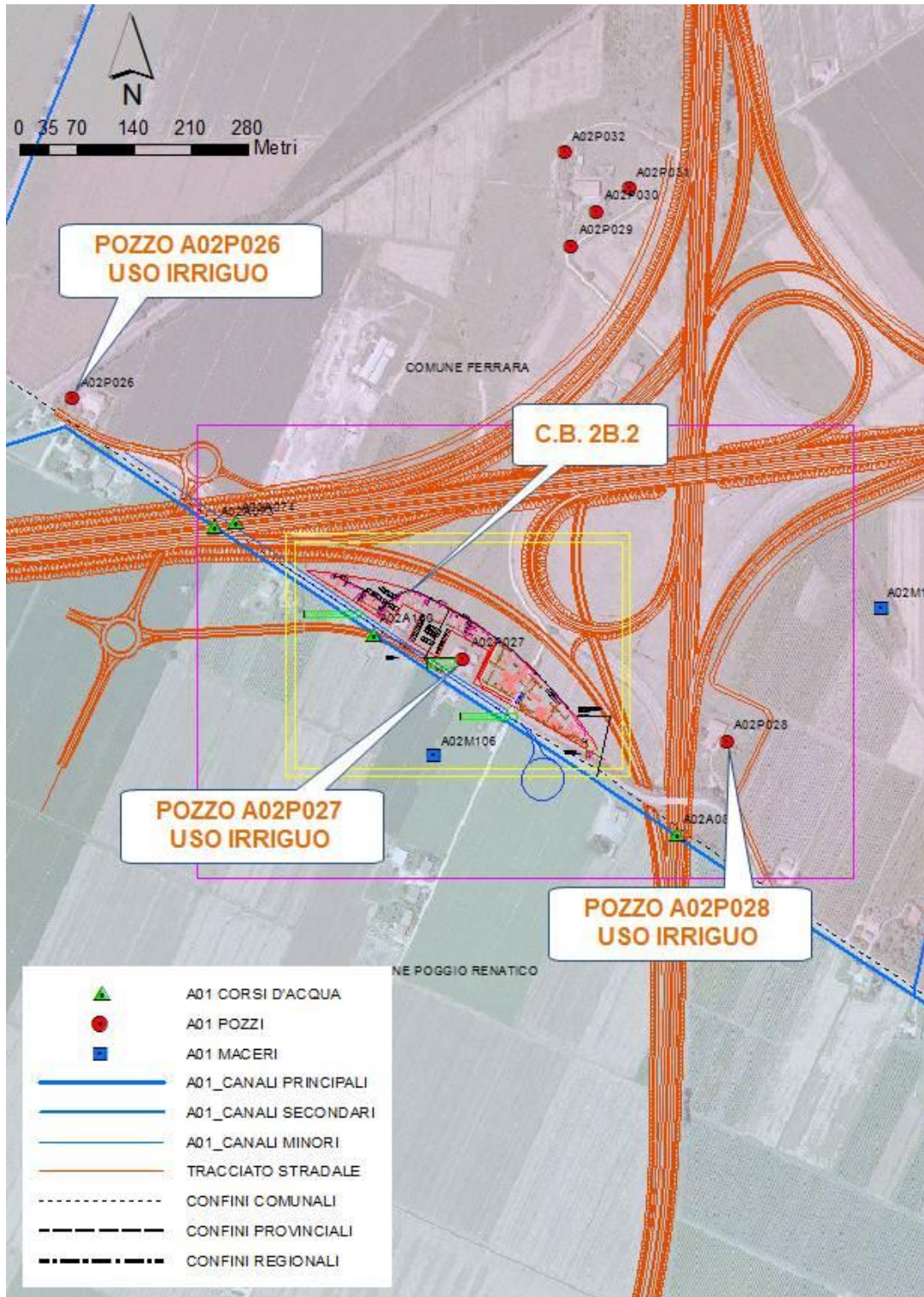


FIGURA 4.2-4 – POSIZIONAMENTO DEI POZZI PIÙ PROSSIMI AL C.B. 2-B.2

In particolare, si è innanzitutto individuata la zona di richiamo di ciascun pozzo, assumendo per i pozzi ad uso irriguo un periodo stagionale di funzionamento pari a 180 giorni consecutivi e per i restanti, ad uso domestico o produttivo, un periodo di funzionamento continuo pari a 365 giorni.

A tale aree è, successivamente, stata aggiunta un'ulteriore fascia di protezione legata all'area di influenza dei nuovi pozzi da realizzare in ambito di cantiere.

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:

$$\tau = \xi + \ln (\sin \theta / \sin (\theta + \eta))$$

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;

La portata media di captazione dei pozzi esistenti, laddove non risulti nota dal censimento effettuato, viene stimata per le captazioni ad uso agricolo considerando un emungimento di 35 ore a settimana nella stagione irrigua e un valore di 2 l/s-ha, considerando cautelativamente una superficie asservita da ciascun pozzo pari a 50 ha. Da tali considerazioni si ricava un emungimento medio costante pari a 1800 m³/giorno per ciascun pozzo ad uso agricolo, per la durata di 180 giorni consecutivi.

Per i pozzi ad uso produttivo o domestico per i quali non è nota la portata media di emungimento, è stata considerata la massima portata censita tra i pozzi attigui aventi il medesimo utilizzo, ricavata pari a 450 m³/giorno per ciascun pozzo.

Per la determinazione iterativa delle aree di influenza di ciascun pozzo, anche in relazione alla reciproca influenza tra i pozzi esistenti, si è fatto ricorso al modello *WhAEM2000 (Wellhead Analytic Element Model)* dell'*U.S. Environmental Protection Agency (U.S. EPA)*, specificamente sviluppato per lo studio idrogeologico del sottosuolo finalizzato all'individuazione interattiva della zona di influenza del pompaggio da pozzi. La modellazione idrogeologica in condizioni di regime di pompaggio in falda condotta con tale software permette di tenere conto di limiti idrogeologici (fiumi, zone di ricarica) discontinuità geologiche, disomogeneità locali di trasmissività, etc. Nel caso in esame è stato considerato il metodo di calcolo che fa riferimento alla presenza di più pozzi in condizioni di moto di falda uniforme.

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 .

A tale superficie si è, successivamente, sommata una fascia di protezione che tiene conto del possibile raggio di influenza del nuovo pozzo da realizzare in corrispondenza o in prossimità di ciascuna area operativa di cantiere.

Facendo riferimento alla prima interferenza riscontrata, il campo base 1-B.1 si trova ad una distanza di circa 200 m dal gruppo di pozzi codificati da A01P003 ad A01P007, utilizzati per fini domestici (consumo umano) e aventi una profondità di 110 m dal piano campagna. Fa eccezione il pozzo A01P006, posto a circa 250 m dal cantiere, avente destinazione irrigua ed una profondità di 36 m dal piano campagna.

Le caratteristiche dei due pozzi attigui e dei rimanenti pozzi esistenti nell'area di interesse, desunti dal censimento effettuato in data 14/07/2011, vengono riportati nella tabella seguente.

CODICE	LOCAL.	COMUNE	PROV.	GB_X	GB_Y	STATO	DIAM. (cm)	PROF. (m)	SOLL.	USI	PERIODO	Q_MAX (l/s)
A01P001	Villanova di Reggiolo	Reggiolo	RE	1646257 .015	4976144 .422	Attivo	16	38	Esistente - dati non noti	Agricolo- irriguo	Stagionale	nr
A01P002	Villanova di Reggiolo	Reggiolo	RE	1646109 .916	4976029 .341	Attivo	10.5	96	Esistente - dati non noti	Vario	Tutto l'anno	4
A01P003	Villanova di Reggiolo	Reggiolo	RE	1645889 .433	4975946 .284	Attivo	0	110	Esistente - elettropom- a sommersa - dati non noti	Uso domestic o - consumo umano	Tutto l'anno	nr
A01P004	Villanova di Reggiolo	Reggiolo	RE	1645881 .695	4975957 .406	Attivo	0	110	Esistente - elettropom- a sommersa - dati non noti	Uso domestic o - consumo umano	Tutto l'anno	nr
A01P005	Villanova di Reggiolo	Reggiolo	RE	1645866 .941	4975968 .287	Attivo	0	110	Esistente - elettropom- a sommersa - dati non noti	Uso domestic o - consumo umano	Tutto l'anno	nr
A01P006	Villanova	Reggiolo	RE	1645888 .381	4975910 .697	Attivo	5.2	36	Esistente - pompa elettrica non sommersa aspirante - dati non noti	Agricolo- irriguo	Stagionale	nr
A01P007	Villanova di Reggiolo	Reggiolo	RE	1645890 .815	4975923 .957	Attivo	0	110	Esistente - elettropom- a sommersa - dati non noti	Uso domestic o - consumo umano	Tutto l'anno	nr
A01P008	Villanova di Reggiolo	Reggiolo	RE	1645980 .125	4975853 .104	Attivo	14	28	Esistente - dati non noti	Agricolo- irriguo	Stagionale	nr

TABELLA 4.2-1 – CARATTERISTICHE DEI POZZI ESISTENTI IN PROSSIMITÀ DEL C.B. 1-B.1

Applicando la procedura di calcolo sopra illustrata, per il gruppo di pozzi da A01P003 ad A01P007, gli inviluppi delle isocrone di riferimento si trovano ad una distanza massima dai pozzi medesimi di circa 180 metri.

Nell'immagine seguente si riportano i risultati grafici della modellazione effettuata per i pozzi prossimi al C.B. 1-B.1, con indicate le linee di richiamo e il fronte di influenza delle opere di captazione esistenti per le isocrone di riferimento.

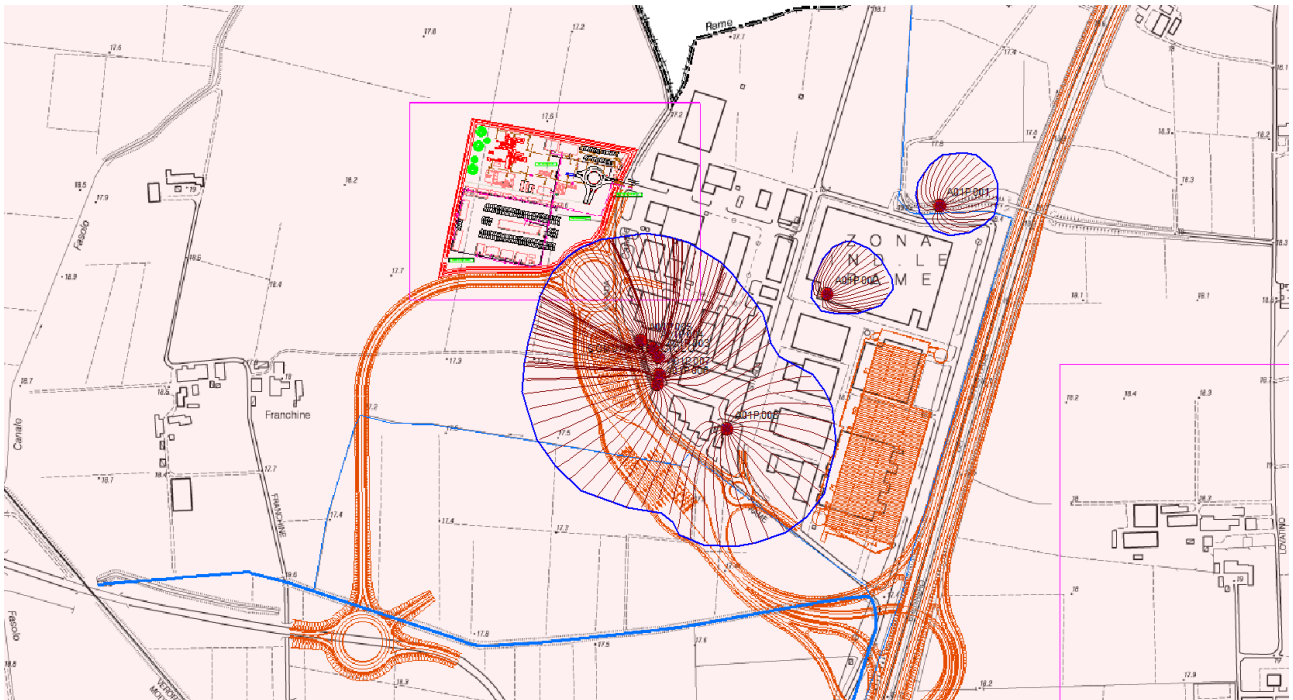


FIGURA 4.2-5 – MODELLAZIONE DELLE AREE DI INFLUENZA DEI POZZI ESISTENTI IN PROSSIMITÀ DEL C.B. 1-B.1

Passando ad analizzare le interferenze potenziali del C.B. 2-B.2, l'area operativa del campo base si trova ad una distanza di circa 50 m dal pozzo A02P027, utilizzato a fini irrigui e di cui non è nota la profondità dal P.C. I rimanenti pozzi maggiormente prossimi (A02P026 e A02P028) si trovano ad una distanza superiore a 450 m.

Le caratteristiche dei due pozzi attigui all'area di interesse, desunti dal censimento effettuato in data 14/07/2011, vengono riportati nella tabella seguente.

CODICE	LOCAL.	COMUNE	PROV.	GB_X	GB_Y	STATO	DIAM. (cm)	PROF. (m)	SOLL.	USI	PERIODO	Q_MAX (l/s)
A02P026	via Imperiali e 37	Ferrara	Ferrara	1701197	4963370	trasformato domestico	60	nr	esistente - fisso - dati non noti	servizi generali e irrigazione agricola	stagionale	nr
A02P027	via Imperiali e 41	Ferrara	Ferrara	1701673	4963052	attivo	120	nr	esistente - fisso - dati non noti	irrigazione agricola	stagionale	nr
A02P028	via Imperiali e 59	Ferrara	Ferrara	1701995	4962951	attivo	120	nr	esistente - fisso - dati non noti	irrigazione agricola	stagionale	nr

TABELLA 4.2-2 – CARATTERISTICHE DEI POZZI ESISTENTI IN PROSSIMITÀ DEL CAMPO BASE 2-B.2

Applicando la procedura di calcolo sopra illustrata, gli involuipi delle isocrone di riferimento si trovano ad una distanza massima di circa 320 m dal pozzo A02P027.

Nell'immagine seguente si riportano i risultati grafici della modellazione effettuata per i pozzi prossimi al C.B. 2-B.2, con indicate le linee di richiamo e il fronte di influenza delle opere di captazione esistenti per le isocrone di riferimento.

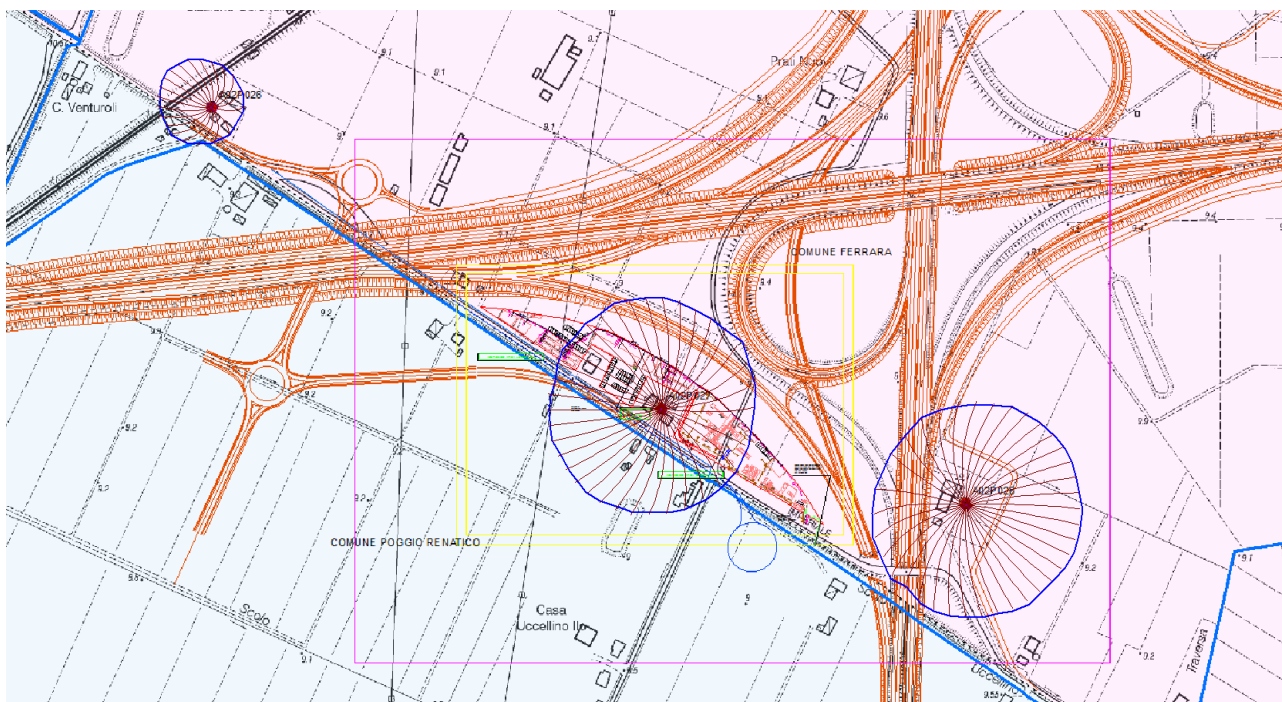


FIGURA 4.2-6 – MODELLAZIONE DELLE AREE DI INFLUENZA DEI POZZI ESISTENTI IN PROSSIMITÀ DEL C.B. 2-B..2

Al fine di escludere la possibilità di sovrapposizione con gli areali di influenza delle nuove opere di captazione da realizzarsi in ambito di cantiere, alle perimetrazioni individuate si aggiunge un'ulteriore fascia di protezione di 200 m che tiene conto in maniera cautelativa del fronte di influenza dei nuovi pozzi funzionali ai due campi base, caratterizzati da portate medie dell'ordine di 210 m³/giorno per il C.B. 1-B.1 e 250 m³/giorno per il C.B. 2-B.2, più contenute rispetto a quelle stimate per gli emungimenti irrigui e a quelle considerate per gli emungimenti industriali. Un ulteriore grado di cautela della procedura adottata deriva, nel caso del C.B. 1-B.1, dal fatto che il gruppo di pozzi esistente da A01P003 a A01P007 più prossimo al cantiere, sia costituito da un'unica captazione (A01P006) ad una profondità analoga a quella del pozzo in progetto (40 m dal P.C.), mentre i rimanenti pozzi sono ubicati ad una profondità di 110 m dal P.C., andando quindi a prelevare dall'acquifero più profondo. Sulla base delle analisi e delle considerazioni esposte è, quindi, possibile determinare con un accettabile grado di cautela le fasce di protezione, riportate graficamente nell'Allegato 1 (Tavola 01 per il C.B. 1-B.1 e Tavola 02 per il C.B. 2-B.2), all'esterno delle quali la realizzazione delle nuove opere di captazione in progetto non determini impatti sui pozzi esistenti.

L'eventuale grado di approssimazione della metodologia di analisi illustrata verrà avviato in fase esecutiva mediante un opportuno monitoraggio piezometrico dei pozzi da A01P003 a A01P007 e A02P027, al fine di verificare l'effettiva assenza di effetti indotti dalle opere di captazione in ambito di cantiere.

Le modalità e la frequenza di monitoraggio sono descritte nel Piano di Monitoraggio Ambientale (metodica H5 - rilievi del livello piezometrico e campionamenti per le analisi in situ e di laboratorio).

5. MATRICE ATMOSFERA

Nella presente sezione si descrive la valutazione dell'impatto delle attività di realizzazione dell'autostrada regionale Cispadana in relazione alla matrice atmosfera: 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 dei potenziali inquinanti.

5.1. IMPOSTAZIONE E METODOLOGIA DI ANALISI

La metodologia di analisi prevede in prima istanza l'individuazione delle principali sorgenti di emissioni in atmosfera direttamente imputabili alle attività di cantiere. Una volta individuate le tipologie di sorgenti se ne descrivono i principali meccanismi emissivi ai fine di avere informazioni utili per le strategie di contenimento più adeguate. Infine attraverso l'impiego di adeguate valutazioni modellistiche vengono quantificate le concentrazioni di PM₁₀ e NO_x sul sistema riceettore potenzialmente impattato dalle attività.

5.1.1. Individuazione delle sorgenti di emissione

Dall'analisi delle attività necessarie alla realizzazione dell'opera oggetto di approfondimento le principali sorgenti di potenziali emissioni di sostanze inquinanti in atmosfera sono le seguenti:

- emissioni mezzi d'opera;
- emissioni da transito lungo piste asfaltate e non asfaltate;
- emissioni dalle aree di stoccaggio di terre ed inerti;
- emissioni da attività di scavo, carico e movimento terra o di movimento e posa di terre;
- emissioni da attività di realizzazione di pali;
- emissioni da attività di demolizione con martello frantumatore idraulico (scapitozzatura);
- emissioni da attività di frantumazione inerti o macerie con frantoi mobili;
- emissioni da attività di stabilizzazione di terreni a calce;
- emissioni da attività di posa del manto stradale (asfaltatura);
- emissioni da attività di conduzione di impianti di betonaggio.

Nella maggioranza dei casi le sostanze emesse sono costituite da particolato aerodisperso, fa eccezione la prima tipologia sorgenti (emissioni mezzi d'opera) per la quale, oltre alle polveri, sono prevedibili tutti gli inquinanti tipici delle emissioni veicolari (NOx, CO, VOC,).

5.1.2. Emissioni da mezzi d'opera

La maggior parte dei macchinari alimentati a combustibile operanti all'interno dei cantieri prevedono l'impiego di motori diesel che, a fronte di indubbi vantaggi in termini di prestazioni e consumo di carburante, presentano lo svantaggio di emettere quantità non trascurabili di particolato per la maggior parte caratterizzato da ridotte dimensioni (95% presenta diametro aerodinamico inferiore a 1µm). La struttura chimica di tale particolato è costituita da nuclei di materiale carbonioso sui quali sono adsorbiti idrocarburi, tra i quali gli IPA, i nitro-IPA e altre sostanze organiche, acqua, solfati e materiali inorganici generati dall'usura delle parti meccaniche del motore. In ragione della presenza di sostanze di natura mutagena e cancerogena, lo IARC classifica il particolato diesel, nel suo complesso, come cancerogeno per l'uomo (gruppo 1).

Nella **Tabella 5.1-1** tratta dalla Monografica IARC "Diesel and Gasoline Engine Exhausts and some nitroarenes – Volume 105", si riporta l'elenco delle sostanze chimiche e dei metalli presente nel gas esausti dei motori diesel e a benzina e la rispettiva valutazione di cancerogenicità in base alla classificazione IARC: gruppo 1 - cancerogeno per l'uomo, gruppo 2A - probabilmente cancerogeno per l'uomo, gruppo 2B – possibilmente cancerogeno per l'uomo, gruppo 3 – non classificabile in relazione alla sua cancerogenicità per l'uomo, gruppo 4 - probabilmente non cancerogeno per l'uomo.

Oltre alle emissioni di particolato i motori diesel sono caratterizzate dall'emissione di Ossidi Azoto, Monossido di Carbonio, Composti Organici Volatili.

Agent	CAS No.	Evaluation	Volume (reference)
<i>Metals</i>			
Antimony compounds	1309-64-4 (Trioxide)	2B	47 (IARC, 1989b)
Arsenic and inorganic arsenic compounds	007440-38-2	1	100C (IARC, 2012a)
Beryllium and beryllium compounds	007440-41-7	1	100C (IARC, 2012a)
Cadmium and cadmium compounds	007440-43-9	1	100C (IARC, 2012a)
Chromium (VI)	018540-29-9	1	100C (IARC, 2012a)
Cobalt and cobalt compounds	007440-48-4	2B	52 (IARC, 1991)
Lead compounds	Inorganic/organic	2A/3	87 (IARC, 2006)
Nickel	Metallic/compounds	2B/1	100C (IARC, 2012a)
<i>Organic chemicals</i>			
1,3-Butadiene	106-99-0	1	100F (IARC, 2012b)
Acetaldehyde	75-07-0	2B	71 (IARC, 1999)
Benzene	71-43-2	1	100F (IARC, 2012b)
Bis(ethylhexyl)phthalate	117-81-7	2B	101 (IARC, 2012c)
Ethylbenzene	100-41-4	2B	77 (IARC, 2000)
Formaldehyde	50-00-0	1	100F (IARC, 2012b)
Propylene oxide	75-56-9	2B	60 (IARC, 1994)
<i>Halogenated and other chemicals</i>			
Dioxin/dibenzofurans	1746-01-6 (TCDD)	1	100F (IARC, 2012b)
<i>Polycyclic aromatic hydrocarbons</i>			
Benz[<i>a</i>]anthracene	56-55-3	2B	92 (IARC, 2010)
Benzo[<i>b</i>]fluoranthene	205-99-2	2B	92 (IARC, 2010)
Benzo[<i>k</i>]fluoranthene	207-08-9	2B	92 (IARC, 2010)
Benzo[<i>a</i>]pyrene	5-32-8	1	100F (IARC, 2012b)
Chrysene	218-01-9	2B	92 (IARC, 2010)
Dibenz[<i>a,h</i>]anthracene	53-70-3	2A	92 (IARC, 2010)
3,7-Dinitrofluoranthene	105735-71-5	2B	This volume
3,9-Dinitrofluoranthene	22506-53-2	2B	This volume
1,3-Dinitropyrene	75321-20-9	2B	This volume
1,6-Dinitropyrene	42397-64-8	2B	This volume
1,8-Dinitropyrene	42397-64-9	2B	This volume
Indeno[1,2,3- <i>cd</i>]pyrene	193-39-5	2B	92 (IARC, 2010)
Naphthalene	91-20-3	2B	82 (IARC, 2002)
3-Nitrobenzanthrone	17 117-34-9	2B	This volume
6-Nitrochrysene	7496-02-8	2A	This volume
2-Nitrofluorene	607-57-8	2B	This volume
1-Nitropyrene	5522-43-0	2A	This volume
4-Nitropyrene	57835-92-4	2B	This volume
Styrene	100-42-5	2B	82 (IARC, 2002)

TCDD, 2,3,7,8-tetrachlorodibenzodioxin

TABELLA 5.1-1 – ELENCO DELLE SOSTANZE CHIMICHE E DEI METALLI PRESENTE NEL GAS ESAUSTI DEI MOTORI DIESEL E A BENZINA E LA RISPETTIVA VALUTAZIONE DI CANCEROGENICITÀ IN BASE ALLA CLASSIFICAZIONE IARC

5.1.3. Emissioni da attività di transito mezzi lungo piste asfaltate e non asfaltate

5.1.3.1 *Analisi del fenomeno*

Le cause che originano emissioni diffuse di polveri fuggitive da parte di una pista o di un piazzale di cantiere sono suddivisibili in tre categorie:

- cause maggiormente riscontrabili su vie/aree di transito sterrate o non pavimentate/asfaltate;
- cause maggiormente riscontrabili su vie/aree di transito pavimentate/asfaltate;
- cause riscontrabili sia su vie/aree di transito sterrate sia su vie/aree di transito pavimentate/asfaltate.

L'emissione diffusa di polveri fuggitive da vie/aree di transito non asfaltate è una delle più importanti sorgenti di polverosità ed in particolare di PM10: nel settore minerario contribuisce al 78-97% delle polveri di tipo PM10 complessivamente emesse con conseguenze non solo per i ricettori potenzialmente esposti, ma anche per le postazioni di lavoro poste in prossimità (entro 30 m o comunque sottovento) con concentrazioni che, in postazioni di lavoro poste a ridosso dei punti costituenti la sorgente diffusa, hanno raggiunto anche 21.5 mg/m³ di polveri respirabili. La dimensione delle polveri emesse dal transito di veicoli o dall'azione del vento su vie/aree di transito sterrate varia tra 1000 e 0.01 µm ma la maggior parte di esse è compresa tra 1000 ed 1 µm. Mentre l'entità delle concentrazioni di polveri fuggitive emesse da vie/aree di transito non asfaltate dipende dall'entità del traffico (la maggior parte delle polveri fuggitive è generata dalle sollecitazioni delle ruote degli automezzi sulla superficie di transito e dalla turbolenza creata dal passaggio dei veicoli), la composizione dimensionale ed in particolare la presenza di particelle di dimensioni maggiori dipende fortemente dall'entità dei valori di velocità del vento in prossimità della sorgente. In ogni caso la frazione respirabile è solo una piccola percentuale della polvere complessivamente emessa: in base ai dati riportati dalla letteratura, derivanti da misure effettuate in prossimità di vie/aree di transito non asfaltate, il PM10 risulta essere circa il 15% delle polveri emesse.

5.1.3.2 *Piste e piazzali di transito sterrati o non pavimentati/asfaltati*

Le emissioni sono dovute a:

Presenza dell'agente materiale di pericolo:

- presenza, nello strato superficiale di materiale costituente il piazzale o la pista non pavimentata, di materiale di dimensioni aerodispersibili (in genere si intende presenza di silt intendendo con ciò materiale di dimensioni inferiori ai 75 µm);
- presenza, nello strato superficiale di materiale costituente il piazzale o la pista non pavimentata, di materiale soggetto a comminazione vista la natura e la quantità delle attività di trasporto materiale o movimento mezzi che lo sollecitano;
- dispersione, da parte di mezzi, di materiale che, comminuito a causa dell'urto e del passaggio di altri mezzi si modifica in forma disponibile all'aerodispersione (secondaria);

- trasporto e deposizione, da parte del vento e della pioggia, di materiale dai terreni confinanti con la pista o con il piazzale. Il materiale viene poi aerodisperso o ricominuto ed aerodisperso da parte delle cause di aerodispersione presenti.

Presenza di cause di aerodispersione:

- passaggio di mezzi (numero, massa e velocità),
- trasporto, erosione e trasporto, da parte di correnti d'aria e vento.

5.1.3.3 Piste e piazzali di transito pavimentati/asfaltati e viabilità pubblica

Le emissioni sono dovute a:

Presenza dell'agente materiale di pericolo:

- dispersione, da parte di mezzi, di materiale che, cominuto a causa dell'urto e del passaggio di altri mezzi si modifica in forma disponibile all'aerodispersione (secondaria);
- trasporto e deposizione, da parte del vento e della pioggia, di materiale dai terreni confinanti con la pista o con il piazzale. Il materiale viene poi aerodisperso o ricominuto ed aerodisperso da parte delle cause di aerodispersione presenti.

Presenza di cause di aerodispersione:

- passaggio di mezzi (numero, massa e velocità).

5.1.4. Emissioni da aree di stoccaggio, da attività di costituzione cumuli e ripresa di materiale da cumuli

Lo stoccaggio di materiali da cantiere, materiali di scavo, materie prime, additivi, ecc. può essere concettualmente diviso nelle seguenti tipologie:

- stoccaggio in cumuli all'aperto;
- stoccaggio in sacchi e sacche per grandi masse di materiale;
- stoccaggio in silos e depositi;
- stoccaggio in imballaggi per materiali pericolosi.

Lo stoccaggio all'esterno in cumuli è utilizzato per grandi quantità di materiali solidi ed è funzionale:

- alla costituzione di riserve di materiali ubicate tra il luogo dove il materiale è estratto e l'impianto che lo deve processare;
- alla costituzione di sistemi polmone tra due operazioni distinte che operano in tempi diversi o con diverse quantità di materiale;

- alla necessità di miscelare diverse tipologie di materiali;
- alla necessità di omogeneizzare un flusso di materiale;
- alla necessità di effettuare un trasferimento di materiale tra sistemi di trasporto differenti,
- alla

Gli stoccaggi in cumulo all'aperto sono adatti, dal punto di vista della necessità di ridurre erosione del materiale ed emissione di polvere, per materiali appartenenti alle classi di dispersività di polvere di tipo:

- S4 – moderatamente sensibili alla aero dispersione e bagnabili;
- S5 – non sensibili o solo leggermente sensibili alla aero dispersione.

Gli stoccaggi in cumulo in sistemi chiusi quali capannoni, cupole semi aperte alla base sono adatti per materiali appartenenti alla classe di dispersività S3 ossia moderatamente sensibili alla aero dispersione e non bagnabili.

Gli stoccaggi in sistemi chiusi quali bunker, capannoni, cupole totalmente chiuse, silos-tramoggia con sistemi di adduzione e ripresa chiusi sono adatti per materiali appartenenti alla classi di dispersività di tipo:

- S1 – altamente sensibili alla aero dispersione e non bagnabili;
- S2 – altamente sensibili alla aero dispersione e bagnabili.

Gli stoccaggi in sistemi chiusi o in sacche ("big bags") a doppio involucro sono adatte per materiali polverulenti o contenenti materiale in polvere ed in fibre pericoloso per la salute degli esposti in caso di aerodispersione.

Ovviamente il contesto ambientale è importante nella individuazione della necessità di adottare sistemi di stoccaggio maggiormente capaci di garantire basso rischio di emissione di polvere: aree ventose o con presenza di ricettori, in particolare se sensibili, in prossimità di aree di stoccaggio non ubicabili in altro luogo richiedono sistemi di stoccaggio più contenitivi anche per materiali appartenenti a classi di dispersività più alte.

Relativamente allo stoccaggio all'aperto, un cumulo è considerato attivo quando il materiale viene continuamente alimentato e ripreso dal cumulo viceversa è considerato inattivo quando non viene alimentato o ripreso del materiale per lunghi periodi. Tutte le tipologie di cumuli, considerando lo stoccaggio in cumuli come sistema composto da un cumulo attivo e dai sistemi/attività di alimentazione e ripresa possono essere cause di ingenti emissioni di polveri.

La generazione di emissioni di polveri da operazioni di stoccaggio in cumuli è dovuta:

- alle attività di formazione di un nuovo cumulo:

- il vento o l'aria richiamata intercettano il flusso di materiale in caduta separando e disperdendo la parte di materiale a granulometria fine da quella grossolana;
- nel momento in cui il materiale in caduta raggiunge un cumulo si forma una nube di polvere;
- all'azione erosiva del vento su un cumulo formato.

La quantità di emissione di polveri delle aree di deposito dipende dal volume movimentato dello stoccaggio, dal grado di umidità degli inerti, dal contenuto di frazione fine e dall'età dell'accumulo.

Le fasi iniziali di conferimento all'area di deposito di nuovo materiale sono caratterizzate dal massimo potenziale di impatto: le particelle più fini possono essere facilmente disperse in atmosfera sia ad opera del vento, sia durante la movimentazione del materiale. Quando gli accumuli sono formati, il potenziale di dispersione si riduce decisamente a causa dell'aggregazione e della cementificazione delle particelle fini determinate dall'umidità; l'eventuale successiva esposizione a piogge contribuisce a mantenere umido l'ammasso di inerti.

In presenza di sistemi di stoccaggio chiusi le emissioni di polveri si possono verificare esclusivamente nelle fasi di carico e scarico.

5.1.5. Emissioni da attività di scavo e movimento terra

Dal punto di vista delle potenziali sorgenti di polverosità le attività di scavo, sbancamento, scotico, condotte con escavatori ed autocarri non differiscono da attività di carico, trasporto e scarico condotte mediante escavatori, pale ed autocarri.

Il grosso delle emissioni deriva dall'aerodispersione di materiale fine che può o costituire il terreno da scavare, sbancare, scoticare oppure, in seguito alla sollecitazione del materiale, o prodursi e rimanere adeso a pezzi di terreno/roccia di dimensioni maggiori. Le sorgenti di polverosità sono pertanto:

- emissione al punto di sollecitazione dell'utensile con il terreno;
- emissione per perdita di materiale dal sistema di sollevamento del materiale scavato (sostanzialmente dalla benna);
- emissione dovuta allo scarico del materiale dalla benna al cumulo o al cassone dell'autocarro usato per il trasporto;
- emissione al punto di scarico del materiale dal cassone dell'autocarro al cumulo temporaneo da cui il materiale viene prelevato per essere sistemato laddove deve essere eseguito il rinterro o il riempimento.

La movimentazione del materiale all'interno di un'area di cantiere può avvenire in modo discontinuo o continuo. Le movimentazioni discontinue sono normalmente attuate mediante autocarri viceversa lo strumento di più frequente impiego per le movimentazioni continue è rappresentato dai nastri trasportatori.

Le sorgenti di polverosità dovute a trasporto mediante movimentazione discontinua con autocarri di materiale più o meno polverulento sono le seguenti:

- emissione di polvere dal materiale caricato nel cassone dell'autocarro,
- emissione di polvere da materiale depositato sulla carrozzeria del mezzo,
- emissione di polvere dalla strada o dal piazzale su cui transita il mezzo per effetto del passaggio del mezzo stesso.

La principale sorgente di emissioni associata a movimentazione di materiale discontinua con autocarri è ascrivibile ai fenomeni di risollevario determinati dal transito di mezzi pesanti o su superfici non asfaltate o trattate o su superfici asfaltate ma non pulite. Queste problematiche sono trattate nel paragrafo relativo alle piste e ai piazzali. Infatti in presenza di superfici asfaltate il transito dei mezzi pesanti, se non adeguatamente controllato (pulizia pneumatici, perdite di carico), può rappresentare una fonte significativa di materiale depositato sul manto stradale potenzialmente aereodisperso da ulteriori transiti.

Non si analizzano le problematiche legate alla movimentazione in continuo in quanto non si prevede l'impiego di tale tecnologia durante le fasi di cantiere oggetto di analisi. La presenza di nastri per l'eventuale movimentazioni in galleria o per l'alimentazione del miscelatore dell'impianto di betonaggio sarà affrontata nei rispettivi capitoli.

5.1.6. Emissioni da attività di realizzazione di pali

L'attività di realizzazione di pali viene effettuata con un perforatrici di grosse dimensioni in genere in fasi discontinue. La fase di perforazione del palo comporta in genere la contemporanea infissione del rivestimento di sostegno per cui l'attacco del foro avviene con testa perforante isolata rispetto all'ambiente esterno dal primo tratto di rivestimento. Il detrito da fondo foro viene evacuato in modo discontinuo facendolo precipitare in una tramoggia di scarico. Il detrito accumulato al suolo viene caricato su autocarro mediante pala frontale o escavatore a benna rovescia.

Le potenziali fasi di emissione di polvere sono:

- la fase di scarico del detrito al suolo mediante tramoggia;
- la conseguente fase di evacuazione del detrito mediante caricamento su autocarro con pala o escavatore;
- la debole emissione di polvere da boccaforo in relazione al movimento della testa e delle aste.

5.1.7. Emissioni da attività di demolizioni con martello demolitore idraulico (scapitozzatura pali e/o fondazioni)

La scapitozzatura di pali o fondazioni effettuata con martellone è una lavorazione discontinua che prevede le seguenti fasi polverigene:

- abbattimento delle porzioni di palo o di fondazioni: emissione al punto di sollecitazione del fronte di roccia, emissione dal materiale in caduta, emissione all'impatto del materiale con il terreno;
- carico su autocarro del materiale abbattuto: emissione in fase di presa del materiale e scarico sul cassone dell'autocarro;

5.1.8. Emissioni da attività di frantumazione inerti e/o macerie con frantoi mobili

Le sorgenti di emissione di polveri in relazione ad attività di comminazione effettuate con frantoi sono legate allo schema operativo, al tipo di macchinario ed alle infrastrutture disponibili o eseguibili. In assenza di informazioni dettagliate, ipotizzando l'utilizzo di un frantoio primario a mascelle a doppia ginocchiera dotato di nastro lanciatore allo scarico e di nastro trasversale deferrizzatore, le sorgenti di polverosità sono connesse alle seguenti fasi lavorative e sono descritte nei seguenti punti:

- punto di scarico del materiale da demolire nel cumulo/i del materiale da lavorare;
- punto di sollecitazione del materiale mediante pinze in relazione alla prefrantumazione ed all'eventuale movimentazione del ferro;
- trasporto del materiale mediante pala e scarico nel cumulo costituente l'alimentazione del frantoio mobile;
- carico del materiale nelle bocca di frantumazione;
- movimento delle mascelle tra una fase di carico ed altro;
- scarico sul nastro lanciatore;
- scarico dal nastro lanciatore sul cumulo del frantumato;
- carico del materiale frantumato su autocarro.

5.1.9. Emissioni da attività di stabilizzazione a calce dei rilevati

Un'attività che può determinare, se non attentamente condotta, significative emissioni di polveri fini è rappresentata dalla necessità di stabilizzare a calce i rilevati. La necessità di operare con materiale particolarmente fine può determinare significative emissioni.

Le fasi maggiormente critiche sono rappresentate da:

- miscelazione di terreno e prodotto stabilizzante a base di calce,
- stoccaggio e movimentazione del materiale;

- spandimento dello stabilizzante a base di calce;
- spandimento del terreno già miscelato con lo stabilizzante a base di calce,
- aratura e rimescolamento del materiale una volta sparso.

5.1.10. Emissioni da attività di posa del manto stradale

Per “asfalto” o “conglomerato bituminoso” si intende una miscela (naturale o artificiale) di bitume ed elementi litici di varia granulometria (materiale inorganico inerte). Il “bitume” è un materiale legante naturalmente presente in natura e ottenuto in raffineria dalla lavorazione del petrolio greggio. Esso contiene composti organici di origine prevalentemente idrocarburica, con tracce di zolfo, azoto, ossigeno, nichel, ferro e vanadio. In particolare tra i composti organici ad alto peso molecolare sono prevalenti gli idrocarburi con un numero di atomi di carbonio maggiore di 25 e con un alto valore del rapporto C/H, tra cui gli idrocarburi policiclici aromatici. Si tratta di un materiale di colore bruno o nerastro, con comportamento termoplastico, solido o semisolido, non volatile a temperatura ambiente, non solubile in acqua. In commercio si trova oltre che in forma semisolido (che è quella più adoperata), anche sottoforma di bitume liquido o emulsione bituminosa. Lo stato di bitume liquido o di emulsione è provvisorio, desiderato per esigenze applicative ed ottenuto lavorando il bitume con acqua alcalinizzata, additivi e solventi.

Le strade risultano tendenzialmente costituita da tre strati:

- strato di usura a diretto contatto con le ruote dei veicoli,
- strato di collegamento tra lo strato di usura e la fondazione (base),
- fondazione.

L'insieme di questi strati nelle pavimentazioni in conglomerato bituminoso è chiamato “manto”. In particolare gli strati più superficiali sono realizzati con conglomerati bituminosi, mentre le fondazioni possono essere realizzate se rigide con calcestruzzo di cemento, se flessibili con una massicciata di pietrame o con ghiaia cilindrata o con un manto di terra stabilizzata oppure con strati di scorie, macerie, misti di cava.

Si definisce sottofondo il terreno sul quale è poggiata la sovrastruttura e il più direttamente interessato dall'azione dei carichi esterni. Esso può essere formato da terreno di scavo o di riporto, spesso trattato allo scopo di ottenere un aumento della capacità portante ed una riduzione della sensibilità all'azione dell'acqua e del gelo. La superficie che delimita superiormente il terreno di sottofondo costituisce il piano di posa della sovrastruttura.

In estrema sintesi le fasi di lavoro in cui può essere scomposta l'attività di asfaltatura di una strada di nuova costruzione (che pertanto esclude fresatura del vecchio asfalto) possono essere riassunte nel seguente flow chart pubblicato dall'ISPESL nel suo profilo di rischio sull'asfaltatura:



FIGURA 5.1-1 – FLOW CHART OPERAZIONI DI ASFALTATURA (FONTE: ISPESL DIPARTIMENTO DOCUMENTAZIONE, FORMAZIONE, INFORMAZIONE - - B1/N°2/DOC/05 -I PROFILI DI RISCHIO NEI COMPARTI PRODUTTIVI DELL'ARTIGIANATO, DELLE PICCOLE E MEDIE INDUSTRIE E PUBBLICI ESERCIZI: ASFALTATORI – MARZO 2009)

Per produrre il conglomerato bituminoso si deve procedere alla miscelazione a caldo di bitume e inerti in opportune proporzioni. Più dettagliatamente la ricetta dell'asfalto prevede quantità percentuali in peso di aggregati lapidei pari al 90%, di filler al 3-10%, di bitume al 4-7%, di additivi allo 0-2%.

I materiali litici vengono adoperati sotto forma di elementi frantumati di varie dimensioni, in modo da ottenere un ammasso granulare di elevata densità, ove i vuoti che rimangono tra gli elementi più grossi vengono riempiti da elementi più piccoli.

Mediante l'utilizzo di crivelli e setacci, vengono distinti i vari assortimenti granulometrici (ciottolo, ghiaia, ghiaietto, ghiaino, sabbia).

Il filler è il materiale polverulento con granulometria più bassa, inferiore a 0,075 mm; esso all'interno degli asfalti svolge la duplice funzione di completamento del fuso granulometrico (con aumento della stabilità), e di stabilizzazione del legante bituminoso (con riduzione della suscettibilità termica).

Gli additivi sono prodotti naturali o artificiali che, se aggiunti alla ricetta consentono di migliorare le prestazioni dei conglomerati bituminosi, modificandone le caratteristiche fisiche e meccaniche. In particolare gli additivi di più comune utilizzo sono polimeri, attivanti di adesione, additivi flussanti, pigmenti.

Variando la granulometria e la natura degli aggregati litici, il contenuto di bitume e aggiungendo additivi è possibile ottenere svariati tipi di conglomerati bituminosi destinati ad impieghi quanto mai vari.

Prima della fase di asfaltatura vera e propria la superficie di stesa, se costituita da calcestruzzo, deve essere trattata mediante applicazione di emulsioni bituminose, allo scopo di garantire un'adeguata adesione all'interfaccia tra fondazione e nuovo manto d'usura.

Questa operazione non è necessaria se il nuovo manto d'usura va apposto su vecchi strati in conglomerato bituminoso. L'emulsione bituminosa può essere spruzzata a caldo o a freddo sul fondo stradale, sia meccanicamente mediante apposito diffusore posto dietro ad un mezzo-cisterna sia manualmente.

L'asfalto deve essere acquistato in impianti di produzione in genere non troppo distanti dal cantiere di stesa. La distanza tra impianto di confezionamento e cantiere è vincolata dal fatto che la temperatura del conglomerato, che all'uscita dall'impianto è di 150-170°C, alla stesa deve essere di almeno 120 °C (le temperature sono superiori di almeno 20°C quando vengono adoperati i bitumi modificati). Esso viene generalmente trasportato a mezzo di autocarri a cassone posteriore ribaltabile forniti di copertura allo scopo di evitare raffreddamenti superficiali eccessivi. In una stessa giornata vengono effettuati più carichi in base alla dimensione della superficie da asfaltare.

Le operazioni di stesa consistono nell'applicazione di più strati di conglomerato bituminoso mediante macchina vibro-finitrice stradale. La finitrice stradale è fornita di un vano anteriore di carico, che può appoggiare su cingoli o ruote gommate, e l'avanzamento è ottenuto mediante un motore diesel. Gli autocarri che trasportano l'asfalto, procedendo a marcia indietro, si devono collocare in posizione tale da poter provvedere al carico diretto della finitrice, ribaltando posteriormente il cassone e rovesciando il conglomerato all'interno della tramoggia. Questa lo immette tramite un movimento di scorrimento del fondo, in un distributore posto verso l'estremità posteriore della vibrofinitrice. È lì che sono collocate le coclee, che hanno la funzione di spandere in maniera uniforme il conglomerato su tutta la larghezza prefissata. Quindi il conglomerato appena distribuito sul piano di posa viene disteso omogeneamente e addensato da opportuni organi di livellamento.



FIGURA 5.1-2 – A SX APPLICAZIONE DI EMULSIONE BITUMINOSA, A DX VIBROFINITRICE

Segue a questo punto la fase di compattazione del conglomerato bituminoso, ancora caldo, mediante rulli compattatori con operatore a bordo. Essi hanno un peso non inferiore a 2 tonnellate (in genere tra 8 e 10 tonnellate) e sono dotati di uno o più corpi cilindrici.

La cilindatura viene eseguita da un operatore alla guida del rullo, procedendo dai fianchi della pavimentazione verso la mezzera e per strisce successive sempre parzialmente sovrapposte. Dopo la normale cilindatura in senso longitudinale si agisce tuttavia anche secondo le diagonali e quando possibile anche in senso trasversale.

L'operazione di compattamento ha lo scopo di addensare lo strato di conglomerato appena steso rendendo la superficie stradale omogenea e priva di irregolarità, prevenire eventuali scorrimenti di uno strato rispetto al sottostante e di evitare la comparsa di fessurazioni.

La fase di stesa dell'asfalto produce emissioni di COV (composti organici volatili) ed IPA (Idrocarburi policiclici aromatici).

L'emissione di COV e IPA avviene durante le operazioni di posa dei diversi strati componenti la superficie asfaltata e soprattutto dalla strada stessa dopo le operazioni di posa, sia a riposo sia durante le operazioni di compattazione della superficie asfaltata. In realtà il livello di IPA, in particolare di Benzo[a]pirene, misurato alla sorgente (sui lavoratori impiegati in prossimità del cantiere di asfaltatura) da ISPESL nell'ambito dei lavori che hanno portato alla redazione del profilo di rischio solo in limitate situazioni si è mostrato superiore al valore guida indicato in Italia per la popolazione generale (1 ng/m³): valore mediano di 0,4 ng/m³, 5° percentile di 0,1 ng/m³ e 95° percentile di 1,1 ng/m³.

5.1.11. Emissioni da attività di conduzione di impianti di betonaggio

Le emissioni di particolato degli impianti di betonaggio sono costituite, dal punto di vista qualitativo prevalentemente da:

- polveri di cemento e pozzolana (classificate in classe di dispersività S1 ovvero altamente sensibili alla dispersione e non bagnabili);
- polveri di componenti minerali di sabbia e di inerti: aventi dimensioni granulometrico aerodinamiche tali da renderle sollevabili durante le fasi di sollecitazione o che per comminazione, durante i trasferimenti le raggiungono;
- metalli in tracce.

La maggior parte delle emissioni sono di carattere fugitivo e solo alcune sono di tipo puntuale.

Afferiscono alla categoria sorgenti puntuali:

- qualsiasi punto di trasferimento o di carico di materiale in cui la aerodispersione di polveri è gestita con approccio secondario costituito da sistemi di aspirazione localizzata connessi a stadi di abbattimento (mediamente costituiti da filtri a maniche in batteria dotati di sistemi di pulizia automatizzati), in particolare:

- i punti di trasferimento tra nastri trasportatori
- le aspirazioni alla corona anulare delle tubazioni di carico piene e telescopizzate di camion o betoniere (prodotti secchi)
- i sistemi di aspirazione connessi alle tramogge di scarico dotate di lamine antipolvere;
- lo scarico di qualsiasi sistema di trasporto pneumatico in aspirazione;
- gli sfiati in filtrazione di qualsiasi silo alimentato da sistema di trasporto pneumatico in pressione con linea di ritorno dell'aria.

Afferiscono alla categoria sorgenti fuggitive:

- scarico prodotti per la costituzione di cumuli: l'operazione può avvenire con diverse tecniche, scarico camion su tramoggia e da questa a scivolo di trasferimento, scarico da camion su nastro lanciatore, etc;
- azione erosiva del vento sulle componenti più fini dei prodotti stoccati su cumuli;
- azione erosiva del vento sulle componenti più fini di piste e piazzali non asfaltati
- azione erosiva del vento sui materiali persi dai mezzi di trasporto (sia dai sistemi di carico sia dai copertoni), depositatisi su piste e piazzali non oggetto di pulizia;
- azione erosiva del vento su materiali persi dai sistemi di trasporto, di carico e di trasferimento ed accumulatisi su parti di impianto compresi piste e piazzali;
- polveri risollevate dal traffico dei veicoli da piste e piazzali non asfaltati;
- risollevarimento di materiale polverulento perso da sistemi di trasporto, di carico o di trasferimento su piste e piazzali (asfaltati e non) o su parti di impianto da parte dei movimenti d'aria dovuti al traffico dei veicoli;
- trasferimento materiali da cumuli in tramoggia o in silo di stoccaggio;
- trasferimento materiali dalle tramogge o dai silo di stoccaggio ad altri sistemi di trasporto interni (nastri, alimentatori);
- caricamento silos;
- caricamento miscelatori;
- caricamento finale dei prodotti secchi su camion o betoniera.

L'entità delle emissioni dovute a sorgenti fuggitive risulta fortemente condizionata dalla presenza di umidità nei diversi materiali movimentati, stoccati, costituenti piste e piazzali, o persi su piste, piazzali e parti di impianto.

Nella FIGURA 5.1-3, tratta dall'Inventario delle Emissioni dell'EPA (AP-42) è schematizzato il processo di produzione del cemento evidenziati i possibili punti di emissione di particolato.

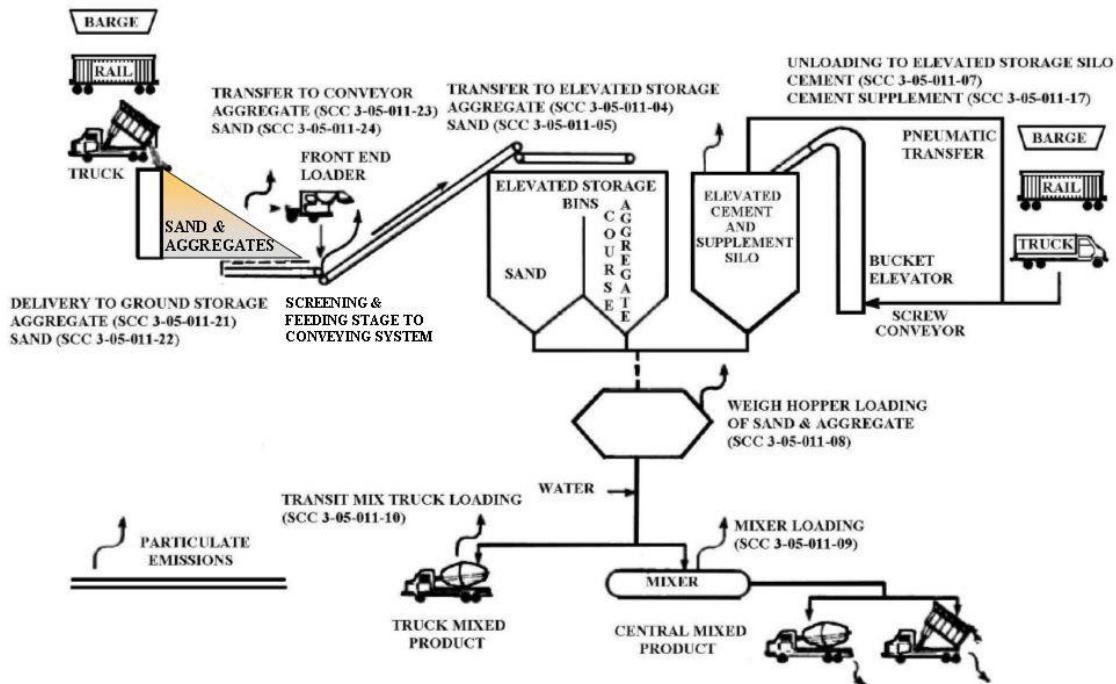


FIGURA 5.1-3 – SCHEMA DEI POTENZIALI PUNTI EMISSIVI DI UN IMPIANTO DI BETONAGGIO

5.1.12. Stima quantitativa delle emissioni in atmosfera e valutazione modellistica delle concentrazioni al suolo

5.1.12.1 Stima delle emissioni

La metodologia di stima delle emissioni da opere stradali in fase di cantiere combina il procedimento utilizzato dal Road Construction Emission Model, sviluppato dal Sacramento Metropolitan Air Quality Management District e aggiornato al settembre 2016 (versione 8.1.0 - <http://airquality.org/>), con il calcolo delle emissioni esauste prodotte dai mezzi di trasporto materiale, basato sui fattori di emissione in funzione della distanza da essi percorsa derivanti dal modello COPERT V considerando mezzi pesanti conformi alle direttive emissive EURO V.

Attraverso i dati disponibili si sono stimati i seguenti 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 PM_{2.5}, risollevarimento di polveri generate dai lavori e depositate sulla superficie di cantiere;

- *esauste*, prodotte dalla combustione nei veicoli a motore che raggiungono/si allontanano dall'area (camion per il trasporto di materiali).

Le emissioni delle **macchine da cantiere** dipendono 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 **risollevamento** 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
- drenaggio e opere accessorie
- scavo
- pavimentazione

Il calcolo è stato eseguito considerando un limitato numero di dati in ingresso, di tipo aggregato:

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

La valutazione delle **emissioni esauste dell'attività di trasporto dei materiali** (materiali da costruzione in ingresso nel cantiere e materiali scavati in uscita dal cantiere per essere smaltiti) è invece basata sulla disponibilità di conteggi giornalieri riferiti ad alcuni tratti di viabilità esterna all'area. La stima di queste emissioni viene pertanto associata a sorgenti lineari spazialmente distribuite e viene effettuata sulla base del numero di viaggi, la loro lunghezza e l'emissione inquinante dai camion per unità di percorso (g/km).

5.1.12.2 *Modello di simulazione*

Le valutazioni modellistiche sono effettuate con il modello CALINE, costituito da una catena di modelli diffusivi per la valutazione della qualità dell'aria per sorgenti lineari sviluppati da CALTRANS (California Department of Transportation).

Il modello si basa sull'equazione di diffusione Gaussiana e utilizza il concetto di zona di mescolamento (mixing layer) per caratterizzare la dispersione di inquinante sopra la carreggiata stradale. L'obiettivo è valutare gli effetti sulla qualità dell'aria in prossimità delle infrastrutture stradali.

Date le emissioni, la geometria del sito ed i parametri meteorologici, il modello è in grado di stimare in modo realistico le concentrazioni di inquinanti atmosferici nell'ambito di interazione sorgente/ricettore, ragionevolmente stimabile in alcune centinaia di metri.

Le previsioni possono essere fatte per diversi agenti inquinanti, tra i quali anche il PM10 e gli NOx.

Il modello è applicabile per ogni direzione di vento, orientazione della strada e locazione dei ricettori.

I singoli tratti stradali, denominati links, sono suddivisi in una serie di elementi dai quali vengono calcolati i singoli contributi di concentrazione; la stima della concentrazione totale (C) in corrispondenza del singolo ricettore considerato è data dalla somma di tutti i singoli contributi infinitesimali "dC" attribuiti al segmento infinitesimale di emissione "dy" e ripetendo l'operazione per tutti i tratti elementari in cui è scomposta la linea di emissione.

Il codice di calcolo considera il contributo congiunto dei segmenti di emissione contenuti entro la distanza di $\pm 3\sigma_y$ dal punto ricettore, in quanto i contributi al di fuori di tale range non sono in grado di apportare un contributo significativo. La concentrazione totale in corrispondenza di un singolo ricettore è data da:

$$C = \frac{1}{\sqrt{2\pi}u} * \sum_{i=1}^n \left\{ \frac{1}{SGZ_i} * \sum_{k=-CNT}^{CNT} \left[\exp\left(\frac{-(Z-H+2*k*L)^2}{Z*SGZ_i^2}\right) + \exp\left(\frac{-(Z+H+2*k*L)^2}{Z*SGZ_i^2}\right) \right] * \sum_{j=1}^5 (WT_j * QE_i * PD_{ij}) \right\}$$

dove:

n = numero totale di elementi;

CNT = numero di riflessioni multiple richieste per la convergenza

u = velocità del vento

L = altezza della "mixing zone"

SGZ_i = parametro di dispersione verticale iniziale internamente alla "mixing zone"

σ_{zi} = parametro di dispersione verticale per l'elemento i-esimo

QE_i = fattore di emissione parte centrale dell'elemento i-esimo

WT_j = parametro di correzione del fattore di emissione

H = altezza della sorgente di emissione (variabile da -10 a +10 metri)

PD_{ij} = funzione della densità di probabilità

Z = altezza del punto ricettore

Inoltre, il codice di calcolo considera i seguenti tre fattori per il computo della concentrazione totale:

FACT 1: considera la diluizione e la dispersione verticale determinate dal vento e da σ_z

FACT 2: considera la dispersione orizzontale σ_y

FACT 3: considera i fenomeni di riflessione multipla del pennacchio che si originano in presenza di un'altezza ridotta dello strato di rimescolamento.

La zona denominata “*mixing layer*” è interessata da fenomeni dispersivi indotti sia da turbolenza meccanica (moto veicolare), sia termica (scarichi gassosi a temperatura elevata), ed è definita come la regione al di sopra del manto stradale, aumentata di tre metri per ciascun lato della carreggiata, al fine di tenere conto della iniziale dispersione orizzontale creata dalla scia dei veicoli e la conseguente diluizione degli inquinanti.

I parametri di dispersione utilizzati dal codice di calcolo CALINE sono rappresentati dalla dispersione verticale σ_z e da quella orizzontale σ_x , raccordati da due curve espresse da funzioni di potenze che tengono conto della rugosità e del flusso di calore sensibile generato dagli scarichi degli automezzi.

La rugosità, nel caso oggetto di studio, in considerazione alla tipologia di copertura superficiale delle aree attraversate dalle infrastrutture e in un'ottica cautelativa, si ricorda che all'aumentare della rugosità aumentano anche i fenomeni turbolenti e la conseguente diluizione, è stata posta pari a 0.1 m.

La dispersione verticale è direttamente proporzionale al tempo di permanenza dell'inquinante all'interno della mixing zone, ed inversamente proporzionale alla velocità del vento.

Le curve di dispersione verticale utilizzate sono costruite usando un valore di σ_z finale (a 10 Km di distanza) uguale a quello che si verifica in condizioni di stabilità atmosferica per un rilascio passivo; inoltre, i valori di σ_z considerano la rugosità e il flusso di calore sensibile prodotto dagli scarichi degli automezzi.

Il parametro di dispersione orizzontale σ_y sottovento alla sorgente deriva dal metodo di Draxler.

Le simulazioni numeriche saranno effettuate utilizzando l'implementazione online del modello EPA originale disponibile sulla piattaforma di calcolo plan2run e raggiungibile all'indirizzo <http://www.plan2run.eu>.

La piattaforma consente l'interfacciamento diretto con i sistemi GIS nelle fasi di input e output dei dati modellistici e garantisce il costante aggiornamento del modello alla versione corrente disponibile sul sito EPA.

In ragione della tipologia delle sorgenti emissive che caratterizzano il cantiere (flussi di mezzi lungo la viabilità, azione dei mezzi operativi lungo il fronte di avanzamento con emissioni ad altezza del suolo dovuti agli scarichi dei mezzi e/o ai fenomeni di risollevarimento innescati dai mezzi stessi quali transito lungo piste non asfaltate, movimentazione terre, ...) il modello risulta applicabile al caso oggetto di studio con l'obiettivo di avere una prima stima quantitativa delle concentrazioni sui ricettori potenzialmente interferiti.

5.1.12.3 Scenario meteoclimatico

Per una caratterizzazione delle condizioni meteoclimatiche necessarie alla ricostruzione dello scenario meteoclimatico utilizzato nelle valutazioni modellistiche si è ritenuto opportuno analizzare gli andamenti dei parametri che caratterizzano la capacità dell'atmosfera di innescare fenomeni di rimescolamento e, di conseguenza, diluizione degli inquinanti.

La fonte più autorevole che gestisce gli archivi dei dati meteorologici in grado di rispondere alle esigenze dei principali modelli simulazione è il Servizio IdroMeteoClima della Regione Emilia Romagna. L'ARPA-SIM è in grado di fornire dati provenienti da due Dataset indipendenti:

- CALMET-SIM: prodotto utilizzando il post-processore meteorologico CALMET; copre il Nord Italia e ha dati a partire dal 1/1/2000;
- LAMA: prodotto utilizzando il modello meteorologico ad area limitata COSMO (ex Lokal Modell); copre tutta l'Italia e ha dati a partire dal 1/4/2003.

Nello specifico le serie di dati analizzati riguardano l'intero anno 2018 del dataset LAMA relativi a 8 punti rappresentativi degli altrettanti ambiti di simulazioni considerati. In **Figura 5.1-4** si riporta il tracciato oggetto di approfondimento, l'ubicazione degli 8 ambiti di simulazione considerati e, per ognuno di essi, il punto di ricostruzione dei campi di vento i cui dati sono stati implementati nel modello di calcolo.

I dati disponibili sono stati rappresentati in forma sintetica e mediante elaborazioni grafiche al fine di avere alcune indicazioni preliminari in merito alla capacità dell'atmosfera di innescare fenomeni di dispersione e, di conseguenza, di diluizione degli inquinanti. In particolare, nelle **Figura 5.1-5** ÷ **Figura 5.1-12**, sono stati rappresentati i seguenti parametri:

- Temperatura: andamento delle temperature medie orarie calcolate dal modello nel punto di controllo in gradi Kelvin.
- Classe di stabilità: analisi statistica delle classi di stabilità su base oraria calcolate dal modello nel punto di controllo. Attraverso istogrammi viene rappresentata l'incidenza percentuale delle classi di stabilità (A, B, C, D, E, F) sulla totalità dell'anno e sulle 4 stagioni climatiche (estate: giugno, luglio, agosto; autunno: settembre, ottobre, novembre; inverno: dicembre, gennaio, febbraio; primavera: marzo, aprile, maggio).
- Altezza di rimescolamento: Analisi statistica dell'altezza di rimescolamento su base oraria calcolata dal modello nel punto di controllo. Attraverso istogrammi viene rappresentata l'incidenza percentuale dell'altezza di rimescolamento discretizzata in classi di variabilità (0-50 m, 50-100 m, 100-200 m, 200-400 m, 400-800 m, 800-1600 m, >1600 m) sulla totalità dell'anno e sulle 4 stagioni climatiche (estate: giugno, luglio, agosto; autunno: settembre, ottobre, novembre; inverno: dicembre, gennaio, febbraio; primavera: marzo, aprile, maggio).
- Velocità del vento: Analisi statistica della velocità media oraria del vento calcolata dal modello nel punto di controllo. Per 7 classi di velocità (< 0.5 m/s; 0.5-1 m/s; 1-2 m/s; 2-4 m/s; 4-6 m/s; 6-8 m/s; > 8 m/s) si riporta la percentuale di accadimento su base annuale suddividendo, attraverso differenti cromatismi, l'incidenza su ogni classe delle diverse stagioni climatiche.

- Rosa dei venti: Analisi statistica della direzione prevalente di provenienza del vento su base oraria calcolata dal modello nel punto di controllo. Gli esiti sono rappresentati attraverso un diagramma radar orientato coerentemente ai punti cardinali considerando le 16 direzioni principali (N, NNE, NE, ENE, E; SSE, SE, S; SSO, SO, OSO, O, ONO, NO, NNO). Per ogni direzione viene riportata la percentuale di accadimento su base annuale suddividendola, attraverso differenti cromatismi, per le diverse stagioni climatiche.
- Radiazione visibile netta: Andamento orario medio nelle diverse stagioni climatiche della radiazione visibile netta, espressa in W/m^2 , calcolata dal modello nel punto di controllo.

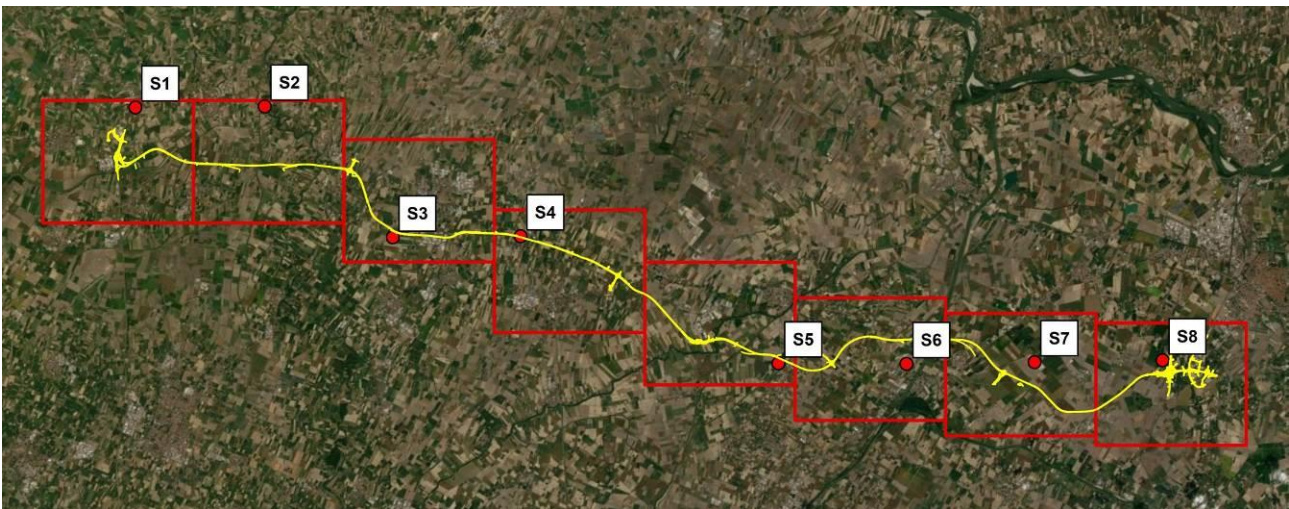


FIGURA 5.1-4 – LOCALIZZAZIONE PUNTI DI RICOSTRUZIONE DEI CAMPI DI VENTO

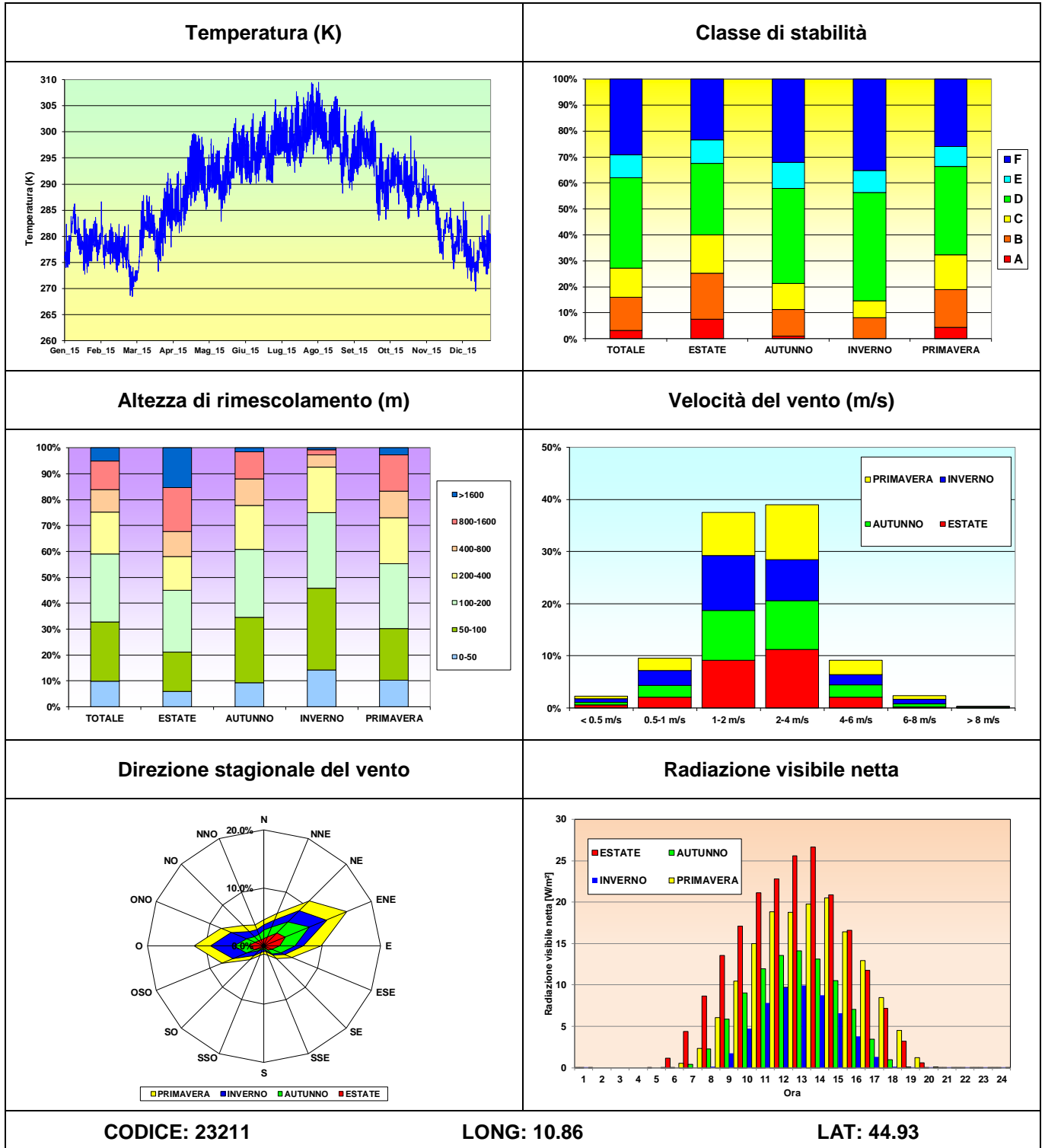


FIGURA 5.1-5 – SINTESI DATI METEOCLIMATICI PUNTO S1

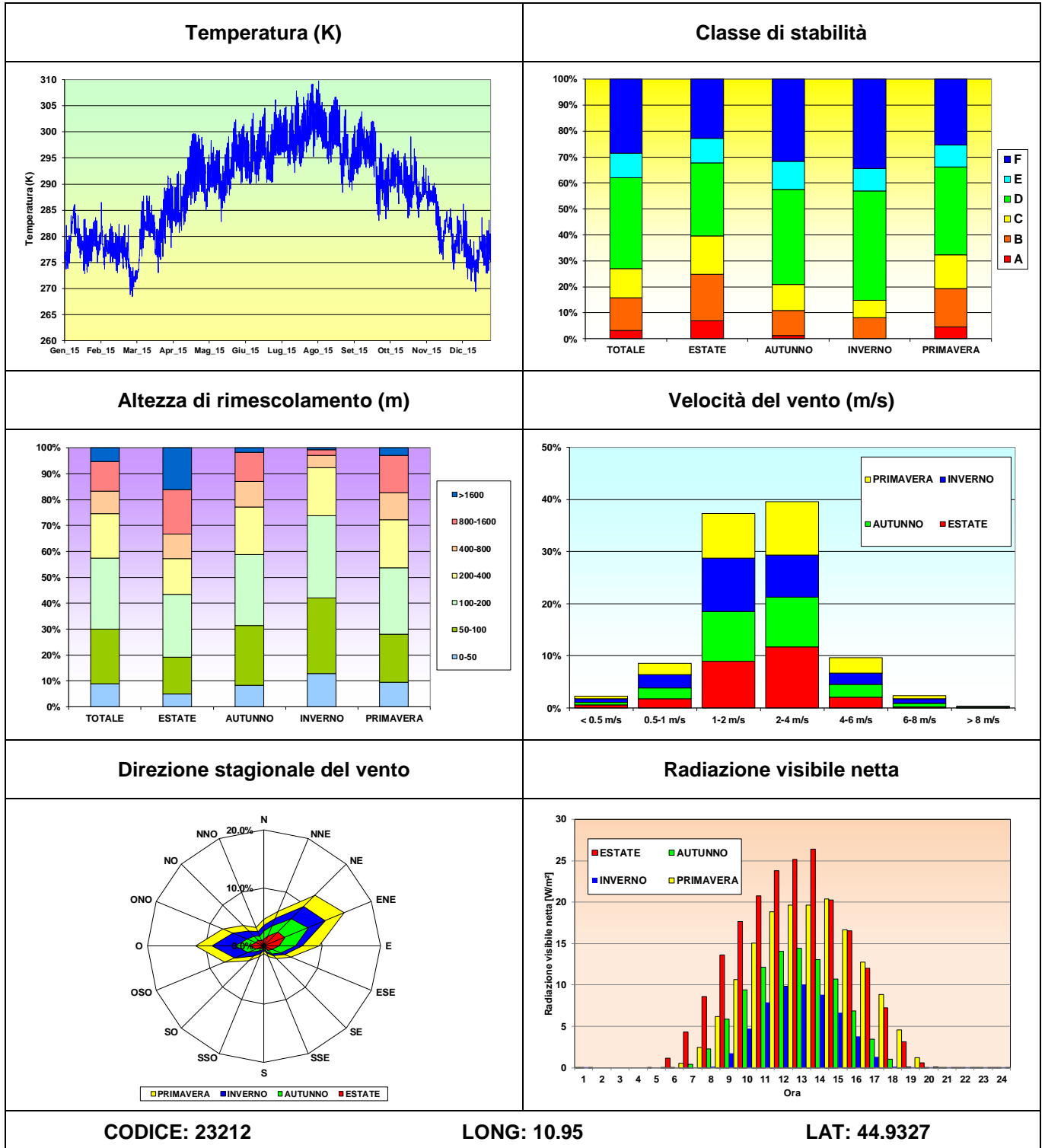


FIGURA 5.1-6 – SINTESI DATI METEOCLIMATICI PUNTO S2

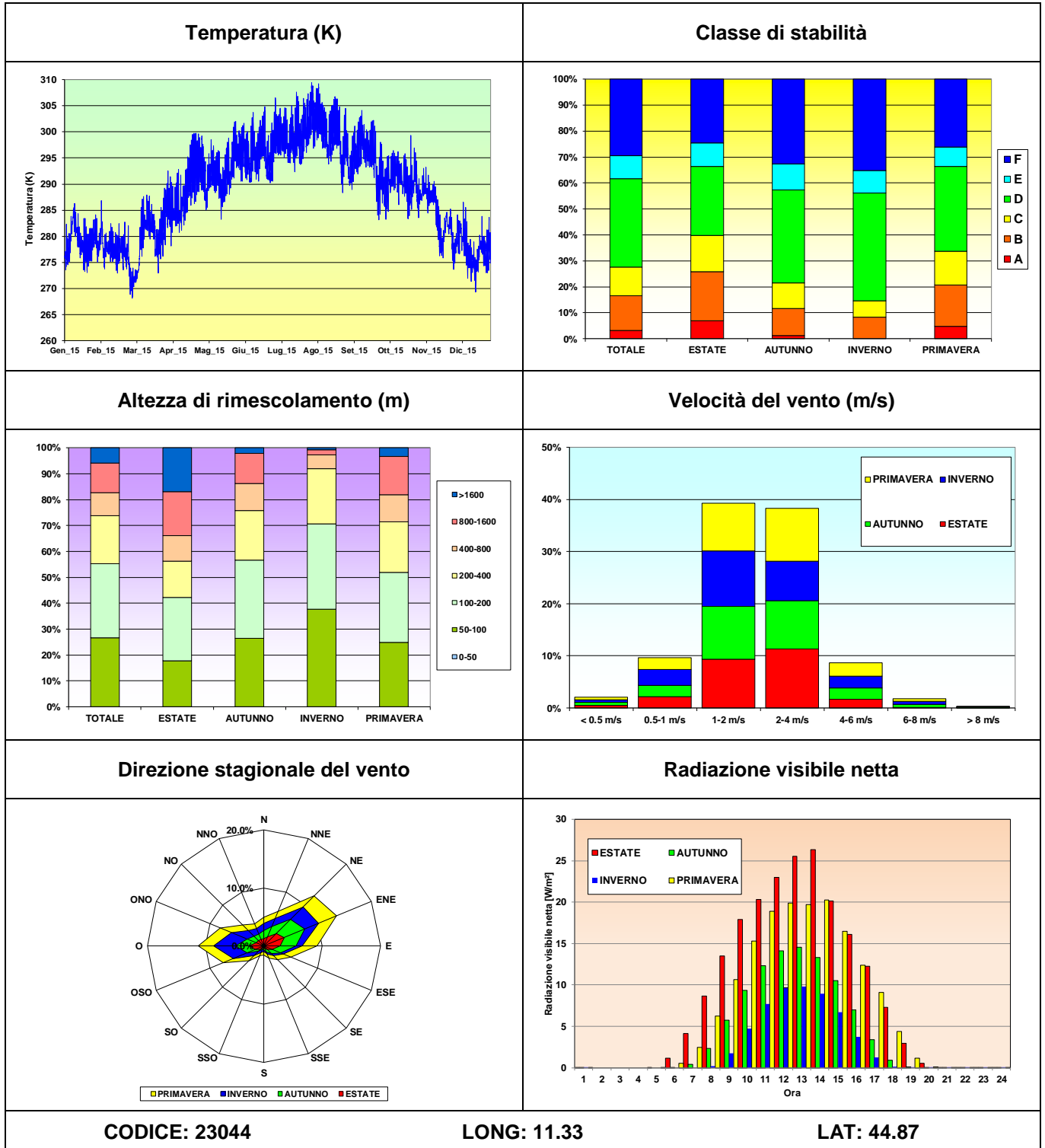


FIGURA 5.1-7 – SINTESI DATI METEOCLIMATICI PUNTO S3

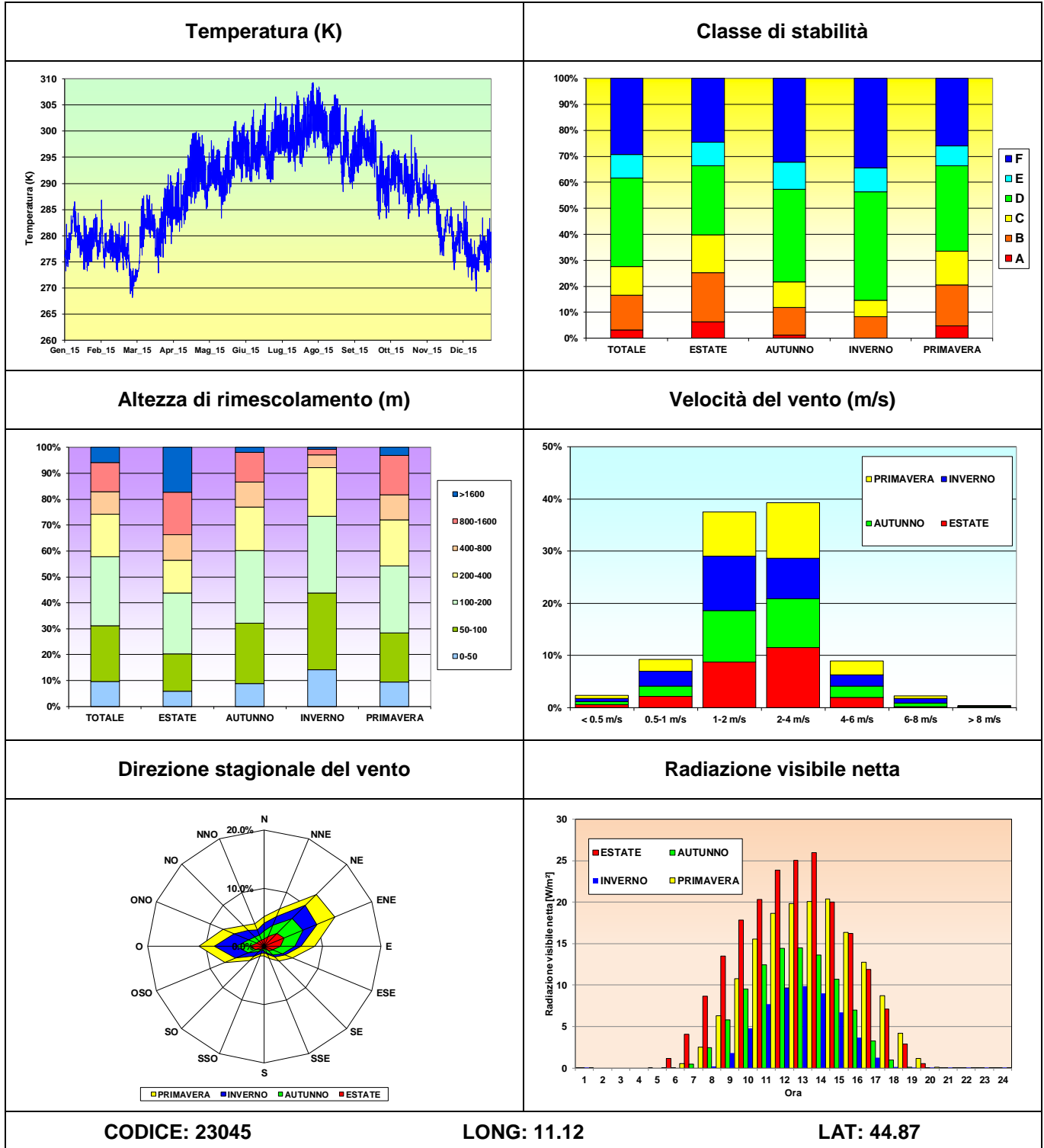


FIGURA 5.1-8 – SINTESI DATI METEOCLIMATICI PUNTO S4

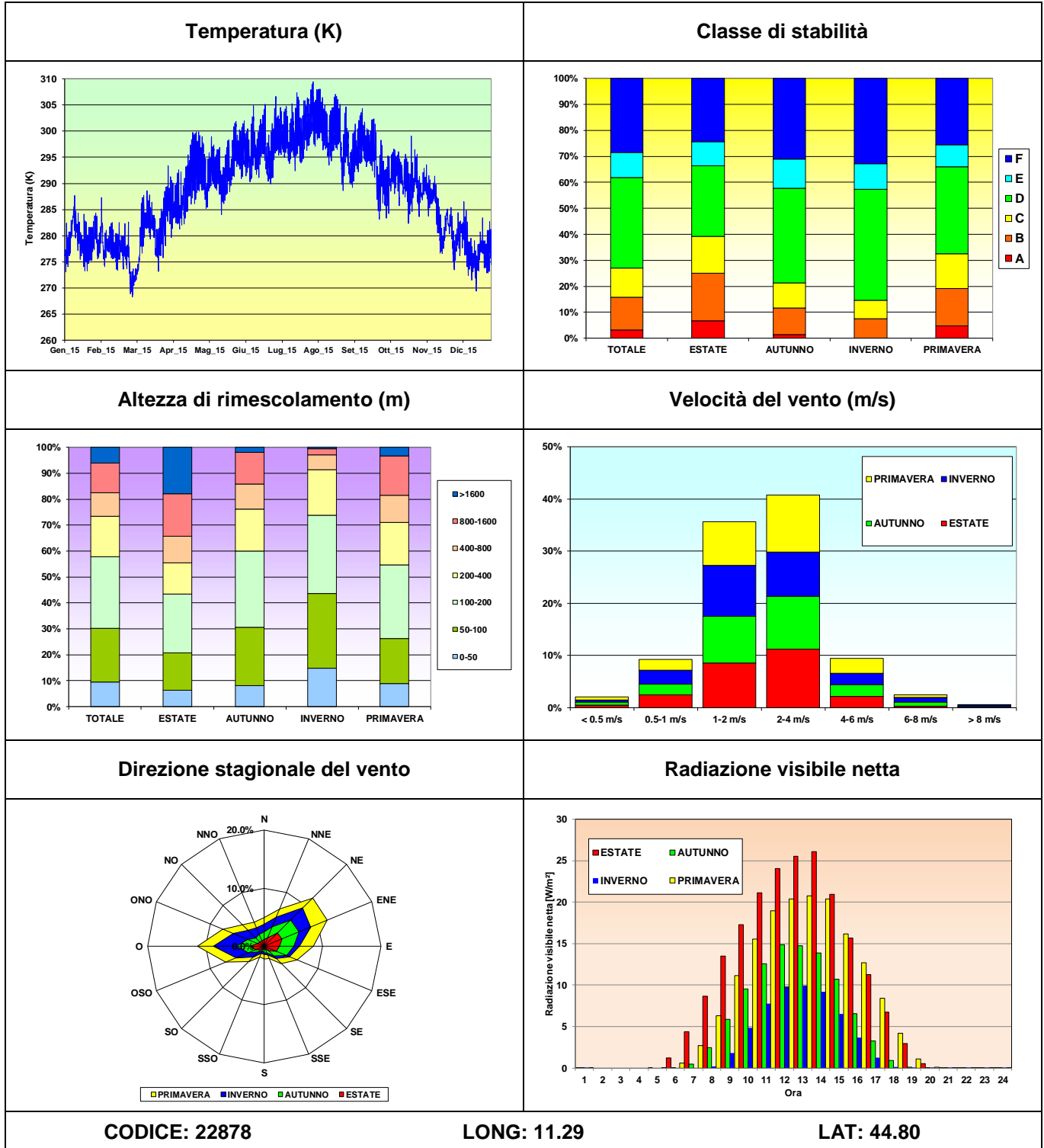


FIGURA 5.1-9 – SINTESI DATI METEOCLIMATICI PUNTO S5

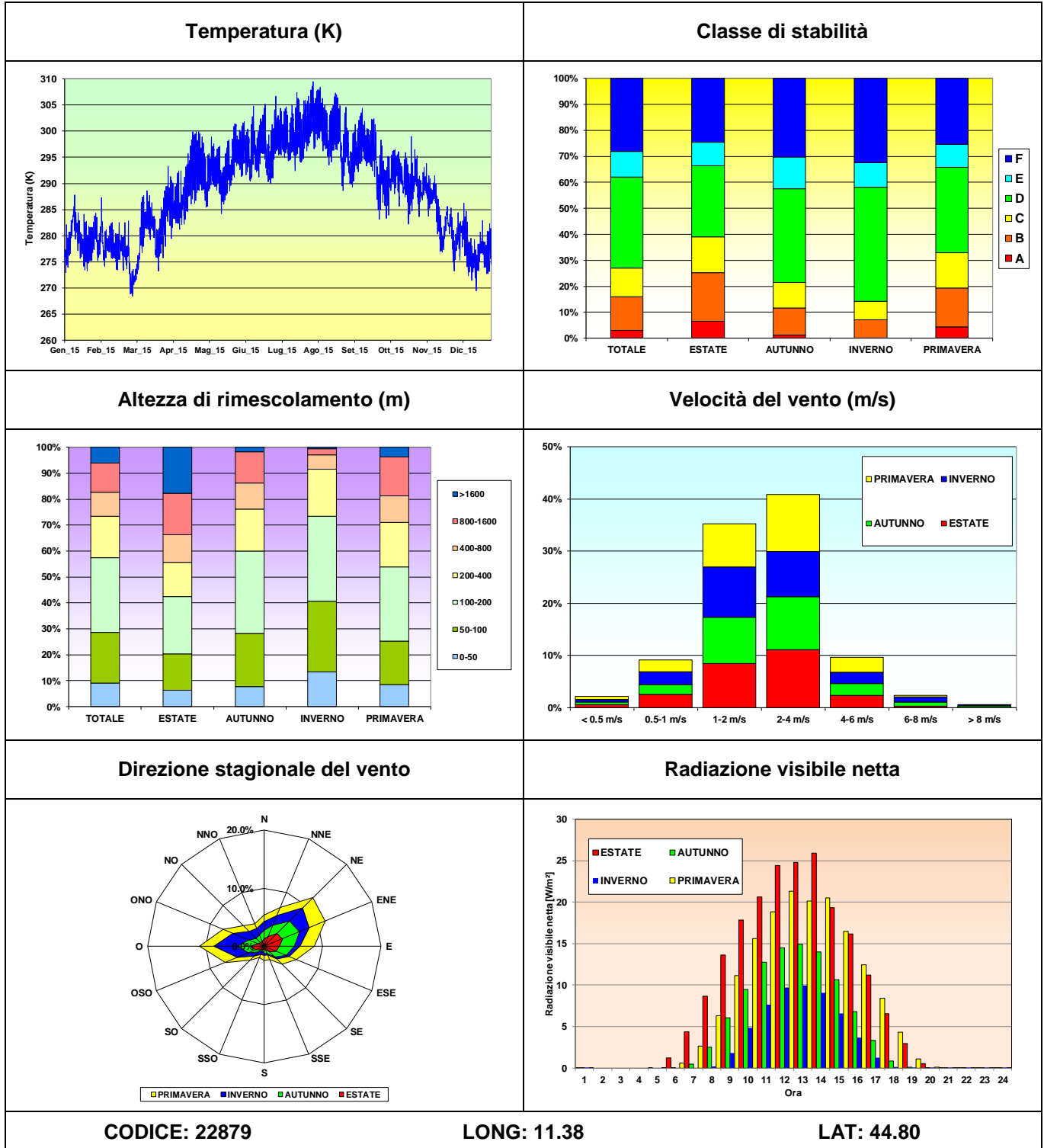


FIGURA 5.1-10 – SINTESI DATI METEOCLIMATICI PUNTO S6

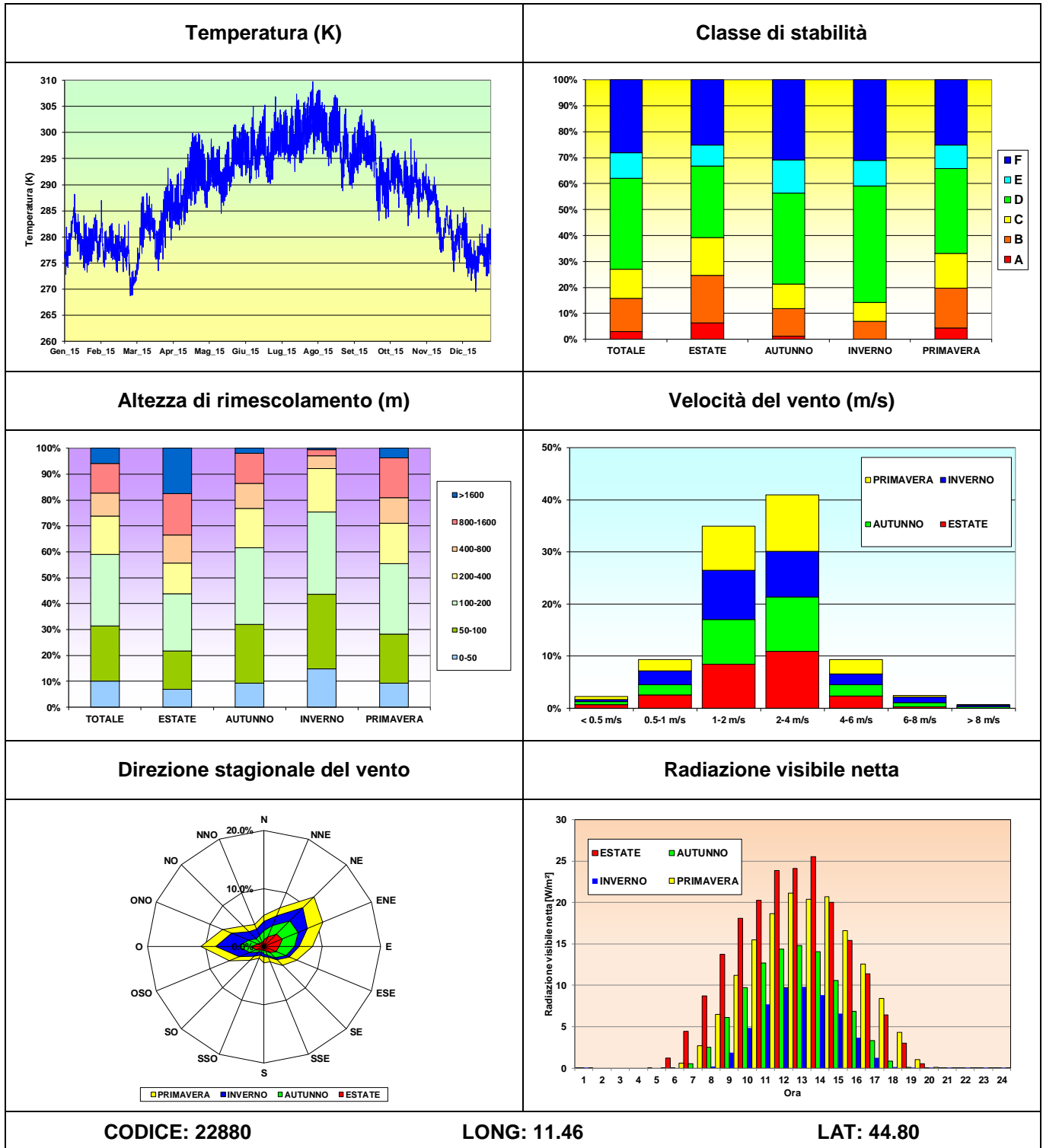


FIGURA 5.1-11 – SINTESI DATI METEOCLIMATICI PUNTO S7

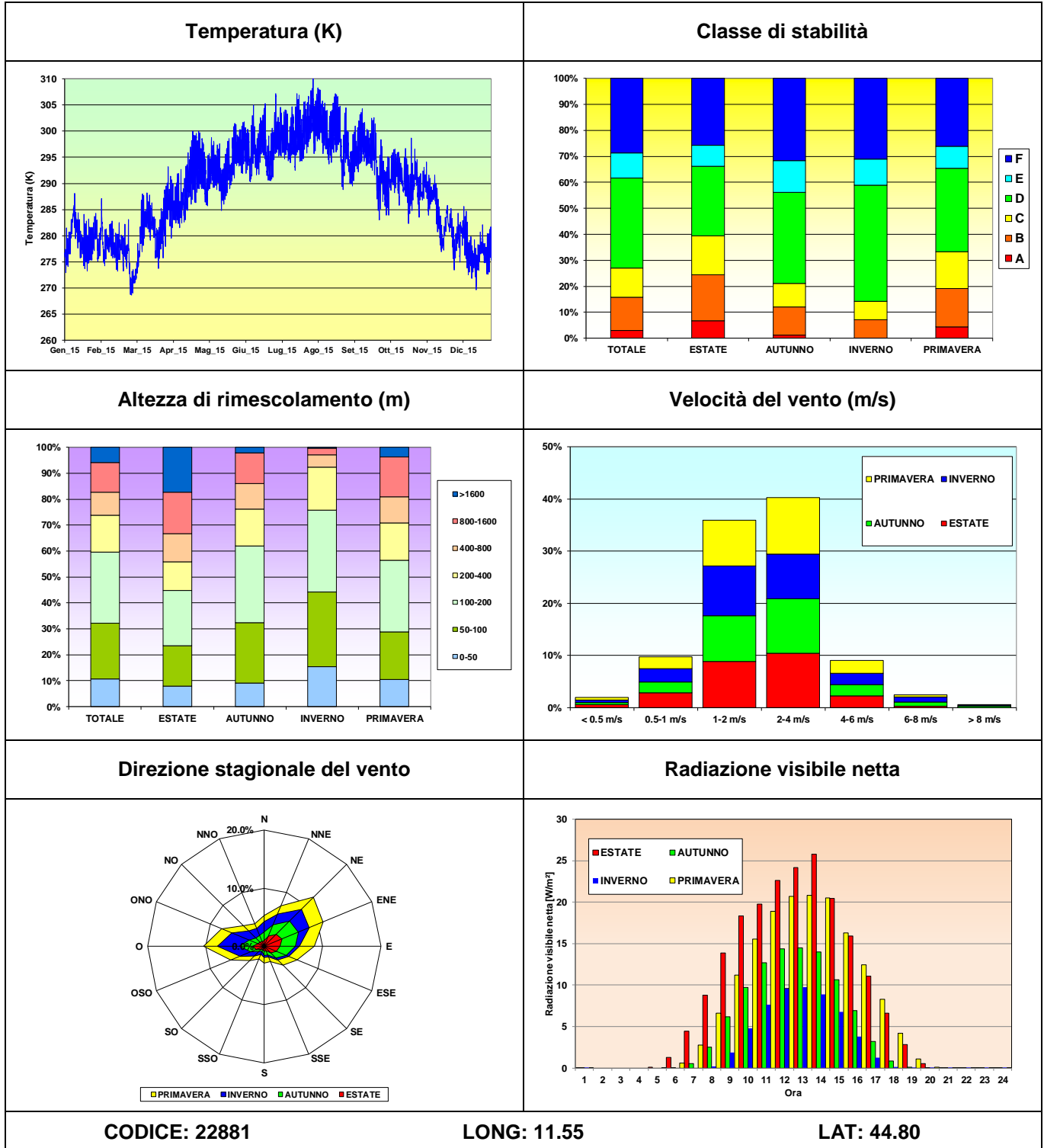


FIGURA 5.1-12 – SINTESI DATI METEOCLIMATICI PUNTO S8

5.2. EMISSIONI IN ATMOSFERA DOVUTE ALLE AZIONI DI CANTIERE

La tabella seguente presenta i risultati delle emissioni di NO_x, PM₁₀, PM_{2.5}, composti organici reattivi (ROG) e CO, su base giornaliera e annuale.

Daily Emission Estimates for -> CISPADANA																																																							
Project Phases (Pounds)	ROG (lbs/day)	CO (lbs/day)	NOx (lbs/day)	PM 10 (lbs/day)	PM 10 (lbs/day)	PM 10 (lbs/day)	PM 2.5 (lbs/day)	PM 2.5 (lbs/day)	PM 2.5 (lbs/day)	SOx (lbs/day)	CO2 (lbs/day)	CH4 (lbs/day)	N2O (lbs/day)	CO2e (lbs/day)																																									
Grubbing/Land Clearing	18.82	333.03	131.45	1,546.87	8.82	1,538.06	325.13	5.21	319.92	1.22	122,752.75	13.51	2.89	123,950.27																																									
Grading/Excavation	64.54	1,094.84	348.59	1,561.39	23.34	1,538.06	332.85	12.93	319.92	3.96	399,252.58	52.68	8.97	403,243.78																																									
Drainage/Utilities/Sub-Grade	45.97	936.29	152.66	1,547.91	9.85	1,538.06	327.30	7.38	319.92	1.83	176,887.03	31.19	2.16	178,309.36																																									
Paving	15.99	385.43	63.97	3.43	3.43	0.00	3.15	3.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00																																									
Maximum (pounds/day)	64.54	1,094.84	348.59	1,561.39	23.34	1,538.06	332.85	12.93	319.92	3.96	399,252.58	52.68	8.97	403,243.78																																									
Total (tons/construction project)	5.62	104.02	27.84	204.87	1.85	203.02	43.35	1.12	42.23	0.31	30,751.26	4.28	0.62	31,042.15																																									
Notes:																																																							
Project Start Year -> 2020																																																							
Project Length (months) -> 12																																																							
Total Project Area (acres) -> 154																																																							
Maximum Area Disturbed/Day (acres) -> 154																																																							
Water Truck Used? -> Yes																																																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Phase</th> <th colspan="2">Total Material Imported/Exported Volume (yd³/day)</th> <th colspan="4">Daily VMT (miles/day)</th> </tr> <tr> <th>Soil</th> <th>Asphalt</th> <th>Soil Hauling</th> <th>Asphalt Hauling</th> <th>Worker Commute</th> <th>Water Truck</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Grubbing/Land Clearing</td> <td>13293</td> <td>0</td> <td>19,950</td> <td>0</td> <td>7,080</td> <td>1,240</td> </tr> <tr> <td>Grading/Excavation</td> <td>41,950</td> <td>0</td> <td>62,940</td> <td>0</td> <td>16,680</td> <td>1,240</td> </tr> <tr> <td>Drainage/Utilities/Sub-Grade</td> <td>4,213</td> <td>0</td> <td>6,330</td> <td>0</td> <td>16,400</td> <td>640</td> </tr> <tr> <td>Paving</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>10,280</td> <td>640</td> </tr> </tbody> </table>															Phase	Total Material Imported/Exported Volume (yd ³ /day)		Daily VMT (miles/day)				Soil	Asphalt	Soil Hauling	Asphalt Hauling	Worker Commute	Water Truck	Grubbing/Land Clearing	13293	0	19,950	0	7,080	1,240	Grading/Excavation	41,950	0	62,940	0	16,680	1,240	Drainage/Utilities/Sub-Grade	4,213	0	6,330	0	16,400	640	Paving	0	0	0	0	10,280	640
Phase	Total Material Imported/Exported Volume (yd ³ /day)		Daily VMT (miles/day)																																																				
	Soil	Asphalt	Soil Hauling	Asphalt Hauling	Worker Commute	Water Truck																																																	
Grubbing/Land Clearing	13293	0	19,950	0	7,080	1,240																																																	
Grading/Excavation	41,950	0	62,940	0	16,680	1,240																																																	
Drainage/Utilities/Sub-Grade	4,213	0	6,330	0	16,400	640																																																	
Paving	0	0	0	0	10,280	640																																																	
<small>PM10 and PM2.5 estimates assume 50% control of fugitive dust from watering and associated dust control measures if a minimum number of water trucks are specified. Total PM10 emissions shown in column F are the sum of exhaust and fugitive dust emissions shown in columns G and H. Total PM2.5 emissions shown in Column I are the sum of exhaust and fugitive dust emissions shown in columns J and K. CO2e emissions are estimated by multiplying mass emissions for each GHG by its global warming potential (GWP), 1, 25 and 298 for CO2, CH4 and N2O, respectively. Total CO2e is then estimated by summing CO2e estimates over all GHGs.</small>																																																							

TABELLA 5.2-1 – EMISSIONI DEL CANTIERE, IN KG/GIORNO E TOTALI COMPLESSIVI DELL'INTERO PERIODO.

In base alle emissioni e alla meteorologia discusse, sono state eseguite le simulazioni per la fase di cantiere, i cui risultati sono riportati in **Allegato 3**. Per una corretta interpretazione dei risultati si ritiene opportuno sottolineare che le emissioni considerano la corretta implementazione dei sistemi di mitigazione per le emissioni direttamente riconducibili alle attività dettagliatamente descritti nel **paragrafo 10.3**, la cui efficacia è stata cautelativamente ipotizzata pari ad una riduzione delle emissioni del 50% (per alcuni sorgenti l'impiego corretto del sistema mitigativo ipotizzato potrebbe garantire riduzioni superiori al 80%). Inoltre si è ipotizzato l'impiego di mezzi per il trasporto dei materiali conformi alle direttive emissive EURO V. L'eventuale impiego di mezzi più recenti (EURO VI) garantirebbe un ulteriore riduzione del carico emissivo.

Le valutazioni risultano ragionevolmente rappresentative del primo anno di attività in cui si concentrano le fasi maggiormente impattanti, soprattutto relativamente alle polveri, associate alla movimentazione terre e preparazioni del corpo stradale. I livelli di concentrazione ottenuti sono, come prevedibile, non trascurabili ma lontani dal contribuire al superamento dei limiti di legge. Per quanto concerne gli ossidi di azoto, si deve oltretutto tener conto del fatto che i limiti di legge si riferiscono al solo inquinante NO₂ e non all'intera miscela NO_x; vicino alle sorgenti inquinanti una stima cautelativa della frazione di NO₂ in NO_x non supera il 50%. Pur considerando le condizioni fortemente cautelative della simulazione, basate sulla somma delle concentrazioni massime dovute ai cantieri con quelle massime di riferimento, assunte come concentrazione di fondo, si ottengono valori sempre al di sotto dei limiti di legge.

Le ricadute maggiori si verificano nelle strette vicinanze del cantiere con valori medi annuali inferiori 5 µg /m³ per l'NO_x e ai 10 µg /m³ per il PM10. Per le concentrazioni massime orarie degli NO_x i valori massimi risultano inferiori, anche nelle immediate vicinanze delle aree di attività a 25 µg/m³.

Infine le concentrazioni massime giornaliere di PM10, anche in questo caso in prossimità delle aree di cantiere, non superano i 20 µg/m³. Gli esiti delle valutazioni evidenziano pertanto la compatibilità ambientali delle attività previste a patto che le attività stesse vengano svolte ponendo in essere scrupolosamente gli interventi mitigativi individuati.

6. MATRICE RUMORE E VIBRAZIONI

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

6.1. 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 ⁽⁴⁾, ⁽⁵⁾.

⁴ 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.

⁵ 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_000_0MA00_0_AC_RG_01.

Si rammenta che il programma Citymap può essere scaricato dal sito web dell'autore, ed utilizzato gratuitamente da parte delle Pubbliche Amministrazioni per i propri fini istituzionali.

Traguardando la successione delle varie fasi di cantiere descritte nei precedenti capitoli, si è individuata nella fase I quella più problematica, per 3 diversi fattori:

1. durante questa fase il territorio viene interessato per la prima volta dalle attività di costruzione dell'opera, e pertanto la popolazione residente manifesta la tipica reazione iniziale conseguente al mutamento del "clima acustico" in cui sinora hanno vissuto;
2. durante questa fase si ha la massima movimentazione di materiali inerti, concentrata in un periodo di tempo estremamente ridotto e conseguentemente si sviluppa un traffico di veicoli pesanti molto cospicuo, che si riversa sia sulla rete di piste di cantiere e viabilità di accesso alle stese, ma anche sulla circostante rete di strade "normali", risultando molto impattante laddove le stesse sono attualmente percorse solo da modesto traffico locale.
3. poiché si sta ancora realizzando la viabilità di accesso alle zone di lavorazione, non è possibile prevedere che siano già operative schermature antirumore: esse verranno installate (anche con scopo di recinzione e funzioni antipolvere, ed ovviamente solo laddove necessarie) al termine della fase I, ma il grosso del rumore prodotto durante la fase I stessa non potrà dunque venire mitigato.

A fronte delle tre suddette cause di maggior criticità dal punto di vista acustico nella fase I, si deve dire che la stessa ha una durata temporale limitata. Pertanto, valutando la cosa dalla prospettiva di un singolo ricettore (edificio residenziale posto lungo il tracciato o lungo la viabilità di accesso allo stesso), la fase di intensa rumorosità durerà al più qualche decina di giorni, forse un mese o due, ma sicuramente meno di tre mesi.

Una durata delle lavorazioni potenzialmente più critiche dal punto di vista emissivo inferiore ai tre mesi rende possibile la concessione di deroghe ai limiti di rumorosità vigente, deroghe che ovviamente non potranno venire concesse per l'intero sviluppo dell'opera e per l'intera durata della fase I, ma che andranno invece richieste, comune per comune, limitatamente alle tratte impattate, ed al segmento temporale previsto dal cronoprogramma in cui in esse avranno effettivamente luogo le lavorazioni e/o i transiti veicolari.

È comunque ovvio che, nella maggior parte dei regolamenti comunali, si prevede che è possibile chiedere deroghe solo allorché non esiste alcun accorgimento tecnico in grado di garantire il rispetto dei limiti di immissione. Il meccanismo delle deroghe pertanto non è alternativo all'installazione di opere di mitigazione, ma ne è consequenziale.

Nella successiva valutazione della Fase II delle attività di cantiere non si pensa invece di poter richiedere deroghe, in quanto si tratta di attività di lungo periodo, che vanno dunque mitigate sistematicamente in modo da evitare impatti acustici sui ricettori.

Fondamentale risulta a tale scopo la sinergia con le attività previste nel Piano di Monitoraggio Ambientale, la cui finalità è di verificare sistematicamente l'effettiva rumorosità nei punti di immissione (cioè presso i ricettori più esposti) e di determinare l'attivazione di eventuali procedure di mitigazione aggiuntiva allorché si riscontrassero livelli sonori troppo elevato.

I risultati del calcolo previsionale del rumore in fase di cantiere (fase I e II) vengono valutati con due differenti metodologie:

- per confronto con la rumorosità ante-operam, già valutata nello studio acustico (documento PD_0_000_0MA00_0_AC_RG_01_A);
- 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 necessario individuare le tipologie di macchinari impiegati, le loro modalità di utilizzo e l'entità dei livelli sonori da essi prodotti.

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 Tabella 6.1-1 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)
Frantumazione	CPP	107,6	112,6	114,9	113,8	112,4	110,3	105,4	98,8	125,1	117,6
Impianto Betonaggio (cls)	RS	104,0	115,1	110,9	111,3	106,5	105,6	103,8	97,5	118,6	113,4
Impianto conglomerati bituminosi	RS	/	/	/	/	/	/	/	/	107,5	102,0
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
Autogrù	CPP	107,9	104,5	102,4	102,3	103,7	101,3	95,8	87,2	112,5	107,6
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 6.1-1 – EMISSIONI SONORE IN FREQUENZA DELLE SORGENTI PRINCIPALI
Note:

CPP = Conoscere per prevenire n° 11 – La valutazione 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

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 rumore di fondo.

Per quanto riguarda il "Fronte Avanzamento Lavori", il punto di emissione non ha una posizione fissa, ma si sposta con le lavorazioni. Tuttavia, al fine della valutazione di impatto acustico, ciascun F.A.L. è stato posizionato nel punto di massimo impatto prevedibile, ovvero nella posizione più prossima ai ricettori 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 documento "Conoscere per prevenire – La valutazione dell'inquinamento acustico prodotto dai cantieri edili", che viene qui riportata in Tabella 6.1-2:

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	

TABELLA 6.1-2 – FAL SCHEDA N. 38 “MOVIMENTAZIONE TERRA PER RILEVATO”

Durante la fase II, all'attività di movimento terra suddetta si aggiunge quella di un “fronte avanzamento lavori secondario”, che segue quello principale, finalizzato alla costruzione e finitura del manto stradale in conglomerato bituminoso.

Le attività e le macchine coinvolte in questa lavorazione sono descritte in Tabella 6.1-3.

La presenza di Aree Operative per lo stoccaggio temporaneo degli inerti è stata valutata sulla base delle emissioni sonore “tipiche” delle macchine in attività (per 8h sulle 16h del periodo diurno, quindi con una attenuazione di -3 dB) riportate in Tabella 6.1-4.

N.	Macchina	Lw (dBA)	Riduzione per frazione del tempo di utilizzo (dBA)
2	Pala Gommata	107.4	-3 (8h/16h)
2	Camion da cantiere	106.1	-3 (8h/16h)

TABELLA 6.1-4 – EMISSIONI SONORE DELLE MACCHINE IN ATTIVITÀ NELLE AREE OPERATIVE

La presenza di Aree Operative secondarie è stata invece trascurata, in quanto si tratta di aree in cui non si svolgono lavorazioni significativamente rumorose: l'emissione sonora dei mezzi che si recano o sostano in tali aree viene già compiutamente valutata come “traffico di cantiere”, descritto nel successivo capitolo. Sono state prese in considerazione, come sorgenti fisse, le quattro aree di cantiere coincidenti con i campi base, previsti dal progetto di cantierizzazione (vedasi il precedente paragrafo 2.4.1.1).

La rumorosità prodotta dai 4 cantieri fissi è stata stimata facendo riferimento sempre al citato documento “Conoscere per Prevenire”, ed in particolare, le 6 sorgenti principali attive in ciascun cantiere sono indicate in Tabella 6.1-5:

N.	Macchina	Lw (dBA)	Riduzione per frazione del tempo di utilizzo (dBA)
1	Impianto Confezionam. CLS	113.4	-3 (8h/16h)
1	Lavaggio Betoniere	103	-3 (8h/16h)
1	Impianto misto cementato	108	-3 (8h/16h)
1	Compressore	99.8	-6 (4h/16h)
1	Gruppo elettrogeno	98.8	-6 (4h/16h)
1	Vasca lavaggio mezzi	99	-6 (4h/16h)

TABELLA 6.1-5 – EMISSIONI SONORE DELLE MACCHINE IN ATTIVITÀ NEI CAMPI BASE

Sono presenti, infine, due aree, una per ciascun ambito operativo, destinate a campo prova della stabilizzazione a calce, collocate in zone poi destinate a divenire aree di servizio.

La rumorosità prodotta in queste aree è caratterizzata dallo stesso tipo di macchine (2 pale gommate, 2 camion da cantiere) previste nelle aree di stoccaggio, cui si aggiungono la Pulvimixer per la stabilizzazione a calce e due silos per la calce. Tali sorgenti risultano attive per una frazione ridotta di tempo all'interno del periodo di riferimento diurno, stimabile in 2 ore su 16, con conseguente riduzione del valore di Leq pari a -9 dB.

N.	Macchina	Lw (dBA)	Riduzione per frazione del tempo di utilizzo (dBA)
2	Pala Gommata	107.4	-9 (2h/16h)
2	Camion da cantiere	106.1	-9 (2h/16h)
1	Pulvimixer	106.0	-9 (2h/16h)
2	Silos	104.0	-9 (2h/16h)

**TABELLA 6.1-6 – MACCHINARI ED EMISSIONI SONORE DELLE MACCHINE
IN ATTIVITÀ NEI CAMPI PROVA DELLA STABILIZZAZIONE A CALCIO**

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, per i due Ambiti Operativi 1 e 2 come indicato in Tabella 6.1-7 ÷ Tabella 6.1-10.

Durata Complessiva	365 giorni naturali e consecutivi	Fattore aumento volume	Totale materiale m ³	Capacità trasporto m ³	Numero transiti giornalieri N	
Bilancio movimentazione inerti da rilevato						
1431669 m ³		1,2	1718003	20	563	Da cave al sedime autostradale
Durata fase	305 gg					
Bilancio scotico (tarreno vegetale da riutilizzare)						
6965 m ³		1,2	8358	20	3	Dal sedime autostradale ad aree di ripristino
Durata fase	305 gg					
Materiale derivante da demolizioni varie						
22662 m ³		1	22662	15	10	Da aree di dismissione al sedime autostradale
Durata fase	305 gg					
Bilancio movimentazione drenaggi						
65628 m ³		1,2	78754	20	26	Da impianti al sedime autostradale
Durata fase	305 gg					
Bilancio movimentazione stabilizzato						
35167 m ³		1,2	42200	20	14	Da impianti a campo base e poi al sedime autostradale
Durata fase	305 gg					
Bilancio movimentazione calcestruzzi						
92656 m ³		1	92656	10	51	Da campo base al sedime autostradale
Durata fase	365 gg					
					666	**
Totale transiti giornalieri					666	**
Traffico orario medio					83	

* 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 6.1-7 – FREQUENZA MEZZI OPERATIVI: AMBITO OPERATIVO 1 – FASE 1

Durata Complessiva	365 giorni naturali e consecutivi	Fattore aumento volume	Totale materiale m ³	Capacità trasporto m ³	Numero transiti giornalieri N	
Bilancio movimentazione inerti da rilevato						
1304506 m ³		1,2	1565407	20	513	Da cave al sedime autostradale
Durata fase						
305 gg						
Bilancio scotico (tarreno vegetale da riutilizzare)						
12090 m ³		1,2	14508	20	5	Dal sedime autostradale ad aree di ripristino
Durata fase						
305 gg						
Materiale derivante da demolizioni varie						
30181 m ³		1	30181	15	13	Da aree di dismissione al sedime autostradale
Durata fase						
305 gg						
Bilancio movimentazione drenaggi						
91766 m ³		1,2	110119	20	36	Da impianti al sedime autostradale
Durata fase						
305 gg						
Bilancio movimentazione stabilizzato						
24245 m ³		1,2	29094	20	10	Da impianti a campo base e poi al sedime autostradale
Durata fase						
305 gg						
Bilancio movimentazione calcestruzzi						
61058 m ³		1	61058	10	33	Da campo base al sedime autostradale
Durata fase						
365 gg						
					610	*/**
Totale transiti giornalieri						
Traffico orario medio					76	

* 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 6.1-8 – FREQUENZA MEZZI OPERATIVI: AMBITO OPERATIVO 2 – FASE 1

Durata Complessiva	975 giorni naturali e consecutivi	Fattore aumento volume	Totale materiale m³	Capacità trasporto m³	Numero transiti giornalieri N	
Bilancio movimentazione inerti da rilevato						
3975952 m ³		1,2	4771142	20	612	Da cave al sedime autostradale
Durata fase 780 gg						
Bilancio scotico (tarreno vegetale da riutilizzare)						
5850 m ³		1,2	7020	20	1	Dal sedime autostradale ad aree di ripristino
Durata fase 780 gg						
Materiale derivante da demolizioni varie						
59598 m ³		1	59598	15	10	Da aree di dismissione al sedime autostradale
Durata fase 780 gg						
Bilancio movimentazione drenaggi						
180163 m ³		1,2	216196	20	27	Da impianti al sedime autostradale
Durata fase 790 gg						
Bilancio movimentazione stabilizzato						
96539 m ³		1,2	115847	20	15	Da impianti a campo base e poi al sedime autostradale
Durata fase 790 gg						
Bilancio movimentazione conglomerati bituminosi						
477635 m ³		1	477635	20	60	Da impianti al sedime autostradale
Durata fase 790 gg						
Bilancio movimentazione calcestruzzi						
254360 m ³		1	254360	10	52	Da campo base al sedime autostradale
Durata fase 975 gg						
					778	*/**
Totale transiti giornalieri					778	*/**
Traffico orario medio					97	

* 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 6.1-9 – FREQUENZA MEZZI OPERATIVI: AMBITO OPERATIVO 1 – FASE 2

Durata Complessiva	975 giorni naturali e consecutivi	Fattore aumento volume	Totale materiale m ³	Capacità trasporto m ³	Numero transiti giornalieri N	
Bilancio movimentazione inerti da rilevato						
3580662 m ³		1,2	4296795	20	472	Da cave
Durata fase						al sedime autostradale
910 gg						
Bilancio scotico (tarreno vegetale da riutilizzare)						
20067 m ³		1,2	24081	20	3	Da aree di scotico
Durata fase						al sedime autostradale
910 gg						
Materiale derivante da demolizioni varie						
77609 m ³		1	77609	15	11	Da aree di dismissione
Durata fase						al sedime autostradale
910 gg						
Bilancio movimentazione drenaggi						
248108 m ³		1,2	297729	20	38	Da impianti
Durata fase						al sedime autostradale
790 gg						
Bilancio movimentazione stabilizzato						
65552 m ³		1,2	78662	20	10	Da impianti a campo base
Durata fase						e poi al sedime autostradale
790 gg						
Bilancio movimentazione conglomerati bituminosi						
457371 m ³		1	457371	20	58	Da impianti
Durata fase						al sedime autostradale
790 gg						
Bilancio movimentazione calcestruzzi						
165082 m ³		1	165082	10	34	Da campo base
Durata fase						al sedime autostradale
975 gg						
					626	*/**
Totale transiti giornalieri						
Traffico orario medio					78	

* 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 6.1-10 – FREQUENZA MEZZI OPERATIVI: AMBITO OPERATIVO 2 – FASE 2

6.2. PRODUZIONE DI RUMORE IN FASE DI CANTIERE

6.2.1. Traffico veicolare di cantiere

La stima dei flussi dei veicoli leggeri e pesanti “di cantiere”, nelle due fasi, è stata fatta sulla base dei dati di movimento terra già presentati al precedente capitolo.

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.

Le seguenti figure mostrano il grafo delle reti stradali utilizzati per la simulazione del rumore di cantiere nelle fasi I e II.

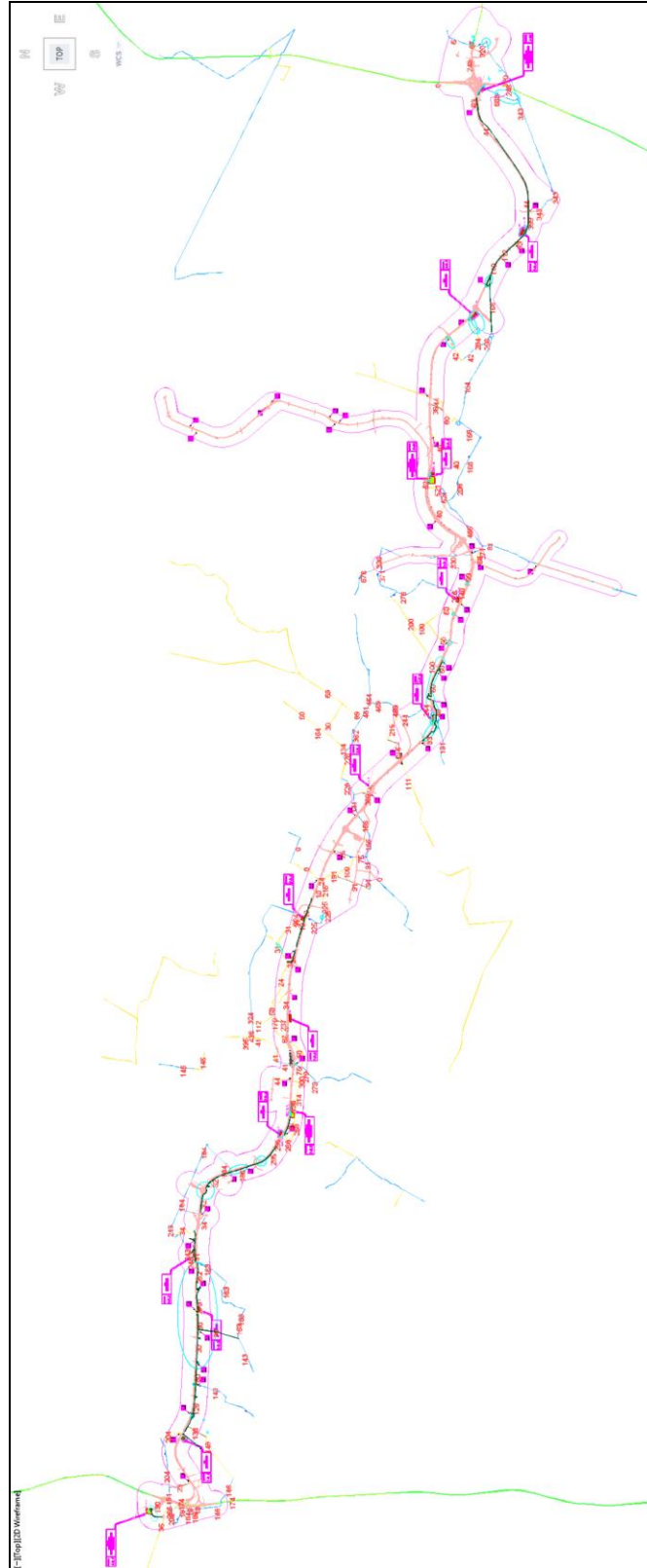


FIGURA 6.2-1 –GRAFO DELLA VIABILITÀ DI CANTIERE – AUTOSTRADA CISPADANA – FASE I

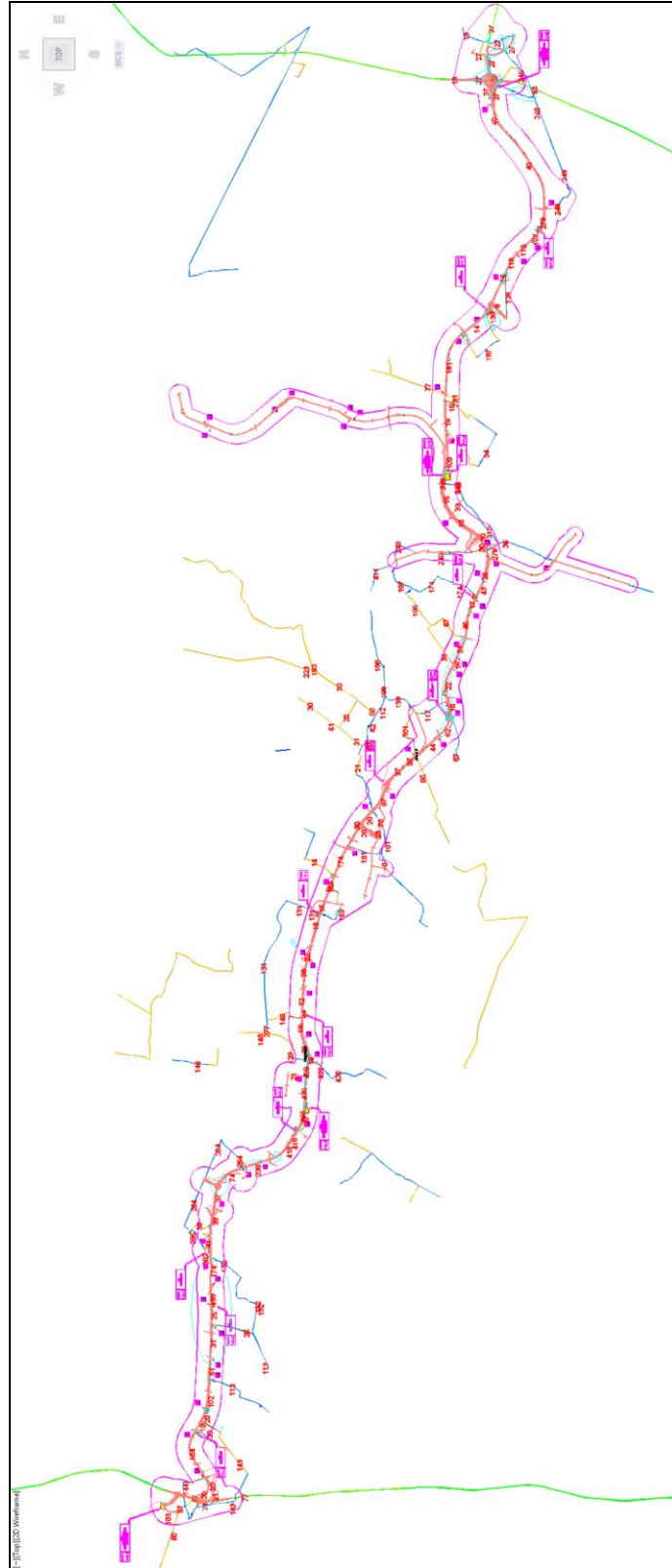


FIGURA 6.2-2 –GRAFO DELLA VIABILITÀ DI CANTIERE – AUTOSTRADA CISPADANA – FASE II

Nelle figure sovrastanti 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).

La simulazione degli scenari di cantiere è stata condotta tenendo conto sia delle suddette emissioni generate dal cantiere stesso, sia delle emissioni prodotte dal normale traffico veicolare sulla rete "ante operam", modificata come qui spiegato per tener conto della redistribuzione dei flussi conseguente alla chiusura del tratto finale della attuale Cispadana.

6.2.2. 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 descritti 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 dell'autostrada regionale Cispadana (documento PD_0_000_0MA00_0_AC_RG_01).

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

Negli scenari di cantiere sono già state considerate implementate le opere di mitigazione descritte nel successivo cap. 10.4.1.

La Tabella 6.2-1 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.	N.	Ricett.	Limiti Ante Operam	Livelli Calcolati Ante Operam	Livelli Calcolati Cantiere Mitigato + Ante Operam	
			Leq,day (dBA)	Leq,day (dBA)	F.I Leq,day (dBA)	F.II Leq,day (dBA)
3	251	RG031	65	57.5	57.8	57.8
3	252	RG032	65	60.8	60.9	60.9
1	253	RG033	60	55.9	56.3	56.3
5	254	RG034	60	56.7	57.0	57.0
1	255	RG035	60	56.5	56.9	56.9
3	256	RG036	60	57.0	57.3	57.3
3	257	RG037	60	56.4	56.8	56.8
3	258	RG038	60	55.6	56.1	56.1
1	259	RG039	60	56.0	56.6	56.6
3	260	RG040	60	55.4	56.1	56.1
4	261	RG041	60	56.0	56.9	56.8
3	262	RG042	60	56.2	57.2	57.1
1	263	RG043	70	65.7	65.9	65.8
1	264	RG044	70	65.1	65.2	65.2
1	265	RG045	70	66.3	66.5	66.4
3	266	RG046	70	66.9	67.1	67.1
3	267	RG047	70	67.6	67.8	67.8
1	268	RG048	70	67.8	67.9	67.9
1	269	RG049	70	68.9	69.0	69.0
1	270	RG050	70	69.7	69.8	69.7
6	271	RG051	70	75.0	75.2	75.2

Cod.	N.	Ricett.	Limiti Ante Operam	Livelli Calcolati Ante Operam	Livelli Calcolati Cantiere Mitigato + Ante Operam	
			Leq,day (dBA)	Leq,day (dBA)	F.I Leq,day (dBA)	F.II Leq,day (dBA)
6	272	RG052	70	72.6	72.7	72.7
3	273	RG053	70	68.8	69.0	69.0
3	274	RG054	70	69.5	69.6	69.6
3	275	RG055	70	70.1	70.2	70.2
3	276	RG056	70	68.4	68.5	68.5
3	277	RG057	70	71.2	71.3	71.3
3	278	RG058	70	71.1	71.2	71.2
3	279	RG059	70	71.5	71.6	71.6
6	280	RG060	70	73.2	73.3	73.3
1	281	RG061	70	73.8	74.2	74.0
5	282	RG062	70	74.8	74.8	74.8
5	283	RG063	70	76.2	76.2	76.3
3	284	RG064	70	70.0	70.2	70.2
6	285	RG065	70	68.5	68.6	68.6
1	286	RG066	70	69.5	69.7	69.7
1	287	RG067	70	72.2	72.6	72.6
1	288	RG068	70	70.6	70.8	70.8
1	289	RG069	70	72.9	73.1	73.0
1	290	RG070	70	72.2	72.4	72.3
1	291	RG071	70	75.1	75.2	75.2
3	292	RG072	70	76.5	76.5	76.5
1	293	RG073	70	58.9	60.8	60.2
3	294	RG074	70	59.8	60.8	60.4
3	295	RG075	70	60.6	61.2	61.0
3	296	RG076	70	62.4	62.7	62.6
3	297	RG077	70	60.5	63.2	60.8
3	298	RG078	70	58.1	63.5	61.7
3	299	RG079	70	57.6	65.1	60.5
3	300	RG080	70	59.3	60.6	60.3
6	301	RG081	70	57.8	60.8	59.8
1	302	RG082	70	59.5	60.3	60.2
3	303	RG083	70	59.4	60.0	59.9
3	304	RG084	70	62.7	63.2	62.8
3	305	RG085	70	63.4	63.6	63.5
1	306	RG086	70	60.9	61.4	61.3
3	307	RG087	70	61.8	62.1	62.0
1	308	RG088	70	63.4	63.9	63.5
1	309	RG089	70	61.5	61.8	61.8
3	310	RG090	70	63.4	63.6	63.5
3	311	RG091	70	63.4	63.5	63.5
3	312	RG092	70	63.4	63.5	63.5
3	313	RG093	70	63.4	63.5	63.5
3	314	RG094	70	63.3	63.5	63.5
3	315	RG095	70	62.8	63.0	62.9
1	316	RG096	70	63.4	63.6	63.5
3	317	RG097	70	62.8	62.9	62.9
3	318	RG098	70	62.6	62.8	62.7
3	319	RG099	70	63.1	63.2	63.2
3	320	RG100	70	66.9	67.2	66.9
3	321	RG101	70	67.7	67.8	67.8
3	322	RG102	70	67.4	67.4	67.4
3	323	RG103	70	67.4	67.5	67.4
3	324	RG104	70	72.8	72.9	72.8
3	325	RG105	70	67.7	67.7	67.7
3	326	RG106	70	72.5	72.5	72.5
3	327	RG107	70	75.3	75.3	75.3
3	328	RG109	70	76.7	76.7	76.7
5	329	RG110	70	77.4	77.4	77.4
3	330	RG111	70	76.0	76.0	76.0
4	331	RG112	70	72.8	72.8	72.8
1	332	RG113	70	76.5	76.6	76.5

Cod.	N.	Ricett.	Limiti Ante Operam	Livelli Calcolati Ante Operam	Livelli Calcolati Cantiere Mitigato + Ante Operam	
			Leq,day (dBA)	Leq,day (dBA)	F.I Leq,day (dBA)	F.II Leq,day (dBA)
1	333	RG114	70	72.4	72.5	72.5
1	334	RG115	70	74.4	74.5	74.5
1	335	RG116	70	73.7	73.8	73.8
1	336	RG117	70	71.9	72.0	72.0
3	337	RG118	70	73.2	73.3	73.3
3	338	RG119	70	72.3	72.4	72.4
1	339	RG120	70	72.1	72.2	72.2
4	340	RG121	70	70.4	70.5	70.5
1	341	RG122	70	71.0	71.2	71.1
1	342	RG123	70	69.3	69.4	69.4
1	343	RG124	70	67.7	67.9	67.8
1	344	RG125	70	68.6	69.0	68.9
6	345	RG126	70	69.8	70.3	70.2
6	346	RG127	70	69.2	69.7	69.6
6	347	RG128	70	70.9	71.9	71.7
6	348	RG129	70	68.5	69.3	69.2
6	349	RG130	70	67.6	68.3	68.3
6	350	RG131	70	66.3	66.6	66.6
6	351	RG132	65	64.8	65.1	65.1
6	352	RG133	70	63.8	64.1	64.0
2	353	RG134	50	60.7	61.0	60.9
3	354	RG135	70	77.5	77.5	77.5
1	355	RG136	70	77.9	77.9	77.9
1	356	RG137	70	74.9	74.9	74.9
1	357	RG138	70	73.0	73.0	73.0
3	358	RG139	65	71.1	71.1	71.1
3	359	RG140	65	71.6	71.6	71.6
1	360	RG141	65	70.1	70.2	70.2
1	361	RG142	65	68.5	68.5	68.5
1	362	RG143	65	67.2	67.2	67.2
4	363	RG144	65	65.3	65.3	65.3
1	364	RG145	65	65.4	65.4	65.4
6	365	RG146	65	64.7	64.7	64.7
6	366	RG147	60	63.5	63.5	63.5
6	367	RG148	60	62.1	62.1	62.1
6	368	RG149	60	55.5	56.0	57.0
6	369	RG150	60	55.0	55.7	57.7
3	370	RG151	60	54.3	54.9	56.6
1	371	RG152	60	54.0	54.8	57.5
1	372	RG153	60	53.9	54.7	57.8
3	373	RG154	60	53.7	54.4	57.1
1	374	RG155	65	53.3	53.8	53.9
3	375	RG156	65	52.9	53.4	53.5
1	376	RG157	70	50.2	51.2	52.8
3	377	RG158	70	51.1	52.0	53.2
3	378	RG159	70	66.8	66.9	66.9
1	379	RG160	60	66.2	66.2	66.2
3	380	RG161	60	65.7	65.7	65.7
1	381	RL001	70	72.6	72.8	72.8
1	382	RL002	70	77.9	77.9	77.9
3	383	RL003	70	76.6	76.7	76.7
1	384	RL004	70	77.6	77.6	77.6
3	385	RL005	70	75.7	75.7	75.7
1	386	RL006	70	78.2	78.2	78.2
4	387	RL007	65	46.0	56.1	55.8
3	388	RL008	65	46.6	57.1	56.8
1	389	RL009	65	46.8	56.8	51.2
3	390	RL010	65	46.5	56.3	51.4
1	391	RL011	65	45.4	53.0	49.2
1	392	RL012	65	44.7	51.7	48.5
1	393	RL013	65	69.2	69.3	69.3



Cod.	N.	Ricett.	Limiti Ante Operam	Livelli Calcolati Ante Operam	Livelli Calcolati Cantiere Mitigato + Ante Operam	
			Leq,day (dBA)	Leq,day (dBA)	F.I Leq,day (dBA)	F.II Leq,day (dBA)
3	394	RL014	65	49.3	51.0	50.6
1	395	NV001	60	42.7	48.6	48.1
1	396	NV002	60	42.6	48.1	48.1
3	397	NV003	60	42.6	48.3	48.1
3	398	NV004	60	42.7	48.3	48.0
1	399	NV005	60	42.4	49.9	54.6
3	400	NV006	60	42.3	47.7	49.2
4	401	NV007	60	42.3	49.8	54.2
5	402	NV008	60	41.9	48.0	46.6
5	403	NV009	60	42.5	47.1	46.7
5	404	NV010	60	42.7	46.8	46.4
5	405	NV011	60	42.6	47.4	46.9
3	406	NV012	70	53.1	55.0	54.8
3	407	NV013	70	49.3	52.1	51.8
5	408	NV014	70	53.8	58.7	58.7
1	409	NV015	60	42.5	46.6	46.8
3	410	NV016	60	42.6	46.5	46.7
3	411	NV017	60	40.5	45.9	46.2
4	412	NV018	60	41.5	50.6	49.6
4	413	NV019	60	41.3	53.2	48.9
4	414	NV020	60	41.2	52.1	49.9
6	415	NV021	60	45.9	47.3	47.2
5	416	NV022	60	43.2	47.9	46.7
5	417	NV023	60	39.0	43.0	43.6
1	418	NV024	60	39.1	43.6	44.1
1	419	NV025	60	39.2	44.6	44.9
3	420	NV026	60	38.2	49.1	47.9
1	421	CN001	60	44.5	48.4	47.4
1	422	CN002	65	55.4	56.5	56.4
6	423	CN003	70	57.8	58.6	58.5
3	424	CN004	65	49.5	51.7	51.4
3	425	CN005	65	50.3	52.3	52.0
1	426	CN006	65	51.6	53.3	53.2
3	427	CN007	65	51.0	53.0	52.8
3	428	CN008	70	60.6	61.3	61.2
1	429	CN009	70	60.6	61.5	61.3
1	430	CN010	70	60.1	61.1	60.9
1	431	CN011	70	69.3	69.8	69.7
1	432	CN012	70	64.6	65.2	65.1
1	433	CN013	70	64.5	65.1	65.0
3	434	CN014	70	61.4	62.1	62.0
1	435	CN015	70	72.3	72.7	72.6
1	436	CN016	70	61.4	62.2	62.1
3	437	CN017	70	57.6	58.7	58.6
4	438	CN018	70	58.9	60.0	59.9
1	439	CN019	70	59.9	62.6	61.7
1	440	CN020	70	66.9	67.8	67.9
1	441	CN021	65	55.2	56.6	56.6
1	442	CN022	70	66.6	67.5	67.7
1	443	CN023	70	63.1	64.2	64.4
6	444	CN024	60	52.2	53.5	53.6
3	445	CN025	70	68.3	69.2	70.7
5	446	CN026	70	61.6	62.9	63.1
1	447	CN027	70	58.0	59.5	59.7
3	448	CN028	70	57.6	60.5	61.1
1	449	CN029	70	58.5	60.3	60.6
1	450	CN030	70	63.6	64.5	64.6
1	451	CN031	70	60.6	61.7	61.9
1	452	CN032	70	61.4	62.6	62.8
1	453	CN033	70	66.1	67.0	67.2
1	454	CN034	70	63.7	64.5	64.8

Cod.	N.	Ricett.	Limiti Ante Operam	Livelli Calcolati Ante Operam	Livelli Calcolati Cantiere Mitigato + Ante Operam	
			Leq,day (dBA)	Leq,day (dBA)	F.I Leq,day (dBA)	F.II Leq,day (dBA)
1	455	CN035	70	61.7	62.5	62.9
1	456	CN036	70	61.2	62.2	62.4
1	457	CN037	70	62.9	63.9	64.0
1	458	CN038	70	63.8	64.8	64.8
1	459	CN039	70	61.1	62.1	62.4
1	460	CN040	70	64.0	64.9	65.3
1	461	CN041	70	59.6	60.6	61.0
1	462	CN042	65	45.1	47.1	47.1
3	463	CN043	65	52.3	53.8	53.5
1	464	CN044	65	49.7	53.8	52.0
1	465	CN045	65	50.2	54.2	51.9
4	466	CN046	65	51.4	54.2	52.6
3	467	CN047	65	51.3	54.7	52.5
1	468	CN048	65	48.5	50.8	50.8
1	469	CN049	65	49.1	51.6	51.5
1	470	CN050	65	47.0	48.5	48.4
1	471	CN051	65	45.4	47.1	47.1
3	472	CN052	65	45.5	47.2	47.2
1	473	CN053	60	45.3	47.0	46.9
1	474	CN054	60	45.4	47.0	46.9
1	475	CN055	65	45.6	47.2	47.1
3	476	CN056	60	45.5	47.1	47.0
1	477	CN057	60	47.4	48.6	48.5
1	478	CN058	60	48.6	49.7	49.7
1	479	CN059	60	49.0	50.0	50.0
1	480	CN060	60	48.7	49.7	49.7
1	481	CN061	60	48.9	49.9	49.9
1	482	CN062	65	55.2	56.0	55.7
1	483	CN063	65	54.4	55.4	54.9
1	484	CN064	65	55.3	55.9	55.7
4	485	CN065	65	56.2	56.7	56.6
1	486	CN066	65	57.7	58.1	58.1
1	487	CN067	65	59.1	59.4	59.4
1	488	CN068	65	60.6	60.8	60.8
1	489	CN069	65	63.4	63.7	63.7
1	490	CN070	65	59.5	59.8	59.7
1	491	CN071	65	55.7	56.1	56.1
1	492	CN072	65	55.2	55.5	55.6
1	493	CN073	65	55.1	55.4	55.4
1	494	CN074	65	71.2	71.3	71.3
5	495	CN075	65	65.9	66.1	66.1
6	496	CN076	65	52.4	53.0	53.0
6	497	CN077	65	50.7	51.4	51.4
6	498	CN079	65	50.3	51.0	51.0
3	499	CN080	65	63.4	63.6	63.6
1	500	CN081	65	62.1	62.3	62.3
1	501	CN082	65	61.6	61.8	61.8
1	502	CN083	65	55.6	56.0	59.9
1	503	CN084	65	56.4	56.7	57.6
1	504	CN085	65	62.4	62.6	62.5
1	505	CN086	65	61.4	61.6	61.5
1	506	CN087	65	64.8	64.9	64.8
1	507	CN088	65	62.8	63.0	62.9
3	508	CN089	65	61.9	62.1	61.9
1	509	CN090	65	67.7	67.9	67.8
1	510	CN091	65	61.5	61.7	61.6
1	511	CN092	65	61.6	61.8	61.6
3	512	CN093	65	65.8	66.0	65.8
1	513	CN094	65	62.5	63.0	62.6
4	514	CN095	65	61.2	61.6	61.3
3	515	CN096	70	50.1	51.2	50.8

Cod.	N.	Ricett.	Limiti Ante Operam	Livelli Calcolati Ante Operam	Livelli Calcolati Cantiere Mitigato + Ante Operam	
			Leq,day (dBA)	Leq,day (dBA)	F.I Leq,day (dBA)	F.II Leq,day (dBA)
3	516	CN097	70	51.7	52.8	52.2
3	517	CN098	70	55.3	56.5	55.5
1	518	CN099	70	55.3	56.2	55.6
3	519	CN100	70	53.3	54.3	53.7
3	520	CN101	70	68.1	68.6	68.7
1	521	CN102	70	64.4	64.9	65.0
1	522	CN103	70	67.7	68.1	68.2
3	523	CN104	70	63.2	63.6	63.8
4	524	CN105	70	66.4	66.8	67.0
1	525	CN106	70	64.9	65.4	65.5
3	526	CN107	70	57.6	58.2	58.3
6	527	SP001	60	47.1	48.2	48.2
6	528	SP002	70	53.2	53.6	53.5
6	529	SP003	70	60.0	60.0	60.0
6	530	SP004	70	65.0	65.1	65.1
6	531	SP005	70	64.3	64.4	64.3
6	532	SP006	70	63.6	63.7	63.7
6	533	SP007	65	60.6	60.7	60.7
6	534	SP008	60	57.2	57.3	57.3
1	535	SP009	70	64.1	64.8	65.0
1	536	SP010	70	62.2	62.9	63.0
4	537	SP011	60	47.3	48.8	48.8
1	538	SP012	60	45.9	47.8	47.8
1	539	SP013	60	45.3	47.2	47.4
1	540	SP014	60	45.3	47.3	47.5
5	541	SP015	70	61.9	62.6	62.8
3	542	SP016	70	61.2	61.9	62.0
4	543	SP017	70	62.6	63.3	63.4
4	544	SP018	70	61.5	62.2	62.4
5	545	SP019	70	59.6	60.3	60.5
1	546	SP020	70	62.0	62.6	62.8
4	547	SP021	70	60.2	60.8	61.0
1	548	SP022	70	61.1	61.7	62.0
1	549	SP023	60	48.6	49.7	49.9
6	550	SP024	60	48.3	49.4	49.6
5	551	SP025	60	45.1	47.8	48.9
5	552	SP026	60	45.7	53.4	57.1
5	553	SP027	60	45.9	50.2	52.5
3	554	SP028	60	46.3	51.9	54.8
1	555	SP029	65	59.9	60.0	60.0
1	556	SP030	65	57.5	57.8	57.8
3	557	SP031	65	52.6	53.6	53.6
1	558	SP032	65	55.2	56.1	56.2
4	559	SP033	65	58.8	59.1	59.3
1	560	SP034	65	58.3	58.8	59.1
1	561	SP035	65	59.3	59.9	60.3
1	562	SP036	65	59.3	60.6	61.2
3	563	SP037	65	55.5	57.7	58.0
1	564	SP038	65	48.9	50.8	51.4
3	565	SP039	65	49.5	51.5	52.1
5	566	SP040	70	62.3	65.1	65.3
1	567	SP041	65	64.8	66.0	66.7
3	568	SP042	65	60.3	61.9	62.9
3	569	SP043	65	58.5	60.1	60.8
1	570	SP044	70	53.0	55.1	55.7
3	571	SP045	70	52.7	54.8	55.5
5	572	SP047	70	56.0	57.8	58.3
3	573	SP046	70	57.7	59.5	60.0
1	574	SP048	60	44.4	52.5	51.9
1	575	SP049	55	60.6	60.7	60.7
1	576	MR001	60	45.5	52.1	51.4

Cod.	N.	Ricett.	Limiti Ante Operam	Livelli Calcolati Ante Operam	Livelli Calcolati Cantiere Mitigato + Ante Operam	
			Leq,day (dBA)	Leq,day (dBA)	F.I Leq,day (dBA)	F.II Leq,day (dBA)
3	577	MR002	60	45.6	52.5	51.7
1	578	MR003	60	44.6	51.6	51.1
3	579	MR004	60	44.6	51.9	51.4
3	580	MR005	60	45.1	51.8	53.4
3	581	MR006	60	45.1	52.2	53.9
1	582	MR007	60	44.7	53.1	54.9
1	583	MR008	60	43.7	49.5	50.7
3	584	MR009	60	43.7	49.5	50.7
1	585	MR010	60	47.5	59.1	60.7
6	586	MR011	60	50.7	51.9	51.8
6	587	MR012	60	47.0	49.4	49.1
6	588	MR013	60	46.7	48.9	47.9
6	589	MR014	60	48.5	50.3	49.4
6	590	MR015	60	48.9	54.0	51.4
6	591	MR016	60	49.4	60.6	58.1
6	592	MR017	60	48.4	59.3	56.9
6	593	MR018	60	51.1	62.6	60.1
3	594	MR019	60	45.3	54.2	57.1
1	595	MR020	60	46.3	56.2	60.2
1	596	MR021	65	48.7	59.2	62.6
3	597	MR022	60	49.6	62.6	62.2
6	598	MR023	60	46.4	55.8	50.4
1	599	MR024	60	46.9	53.9	50.4
4	600	MR025	60	51.4	62.6	53.2
1	601	MR026	60	44.3	53.0	54.0
1	602	MR027	60	45.6	57.2	56.0
3	603	MR028	60	44.4	55.1	56.3
5	604	MR029	60	47.8	59.2	54.0
3	605	MR030	60	46.4	57.0	54.3
6	606	MR031	65	46.2	55.9	49.9
1	607	MR032	65	47.0	57.3	50.1
1	608	MR033	65	46.4	56.2	50.9
3	609	MR034	65	50.1	61.8	51.7
1	610	MR035	65	46.3	55.9	51.6
3	611	MR036	65	45.2	53.4	52.6
1	612	MR037	65	46.3	48.3	51.8
3	613	MR038	65	45.5	48.0	53.3
3	614	MR039	65	45.9	48.0	51.9
4	615	MR040	65	46.6	54.9	50.7
1	616	MR042	70	52.0	64.6	53.0
4	617	MR045	70	48.5	57.0	50.8
3	618	MR047	70	50.5	61.9	51.7
6	619	MR048	70	51.5	64.1	52.5
1	620	MR049	70	50.2	60.3	51.4
3	621	MR050	70	48.6	51.1	54.2
4	622	MR051	70	50.9	57.3	52.3
4	623	MR052	70	51.6	59.3	52.7
3	624	MR053	70	50.5	53.7	52.8
3	625	MR054	70	50.5	52.0	55.6
1	626	MR055	70	52.0	53.8	54.1
1	627	MR056	70	53.9	57.3	54.7
1	628	MR057	70	55.3	58.1	55.9
3	629	MR058	70	54.2	55.7	55.3
3	630	MR059	70	54.5	55.3	56.4
3	631	MR060	70	55.4	56.6	56.3
3	632	MR061	70	56.9	57.8	57.5
3	633	MR062	70	56.4	58.3	56.9
3	634	MR063	70	55.6	56.1	58.2
3	635	MR064	70	57.8	58.6	58.3
3	636	MR065	70	58.1	59.2	58.4
1	637	MR066	70	61.4	62.6	61.5

Cod.	N.	Ricett.	Limiti Ante Operam	Livelli Calcolati Ante Operam	Livelli Calcolati Cantiere Mitigato + Ante Operam	
			Leq,day (dBA)	Leq,day (dBA)	F.I Leq,day (dBA)	F.II Leq,day (dBA)
3	638	MR067	70	60.6	61.1	60.9
3	639	MR068	70	61.2	61.5	61.5
3	640	MR069	70	62.7	63.1	62.8
4	641	MR070	70	64.6	65.3	64.6
4	642	MR071	70	61.0	61.2	62.1
5	643	MR072	70	64.0	64.1	64.4
1	644	MR073	65	63.6	63.7	65.5
4	645	MR075	65	62.6	62.7	63.8
1	646	MR076	65	68.7	68.8	68.8
1	647	MR077	70	65.3	65.5	65.5
1	648	MR078	70	66.0	66.2	66.2
3	649	MR080	70	65.2	65.2	65.8
4	650	MR081	70	62.2	62.4	63.8
3	651	MR082	70	62.9	63.1	66.0
1	652	MR083	70	63.4	63.5	64.0
3	653	MR084	70	63.5	63.6	64.5
1	654	MR085	70	61.9	62.1	62.8
1	655	MR086	70	63.8	63.9	64.2
3	656	MR087	70	61.6	61.8	62.2
3	657	MR088	70	64.4	64.7	64.5
3	658	MR089	70	60.5	61.0	60.7
3	659	MR090	70	56.4	56.8	57.8
3	660	MR091	70	54.3	54.7	56.4
3	661	MR092	70	57.7	58.2	58.2
3	662	MR094	70	57.7	58.2	58.2
3	663	MR095	70	55.4	55.8	57.0
3	664	MR096	70	55.5	56.0	56.9
3	665	MR097	70	65.1	65.7	65.3
3	666	MR098	70	66.4	66.7	66.7
3	667	MR099	70	61.1	61.6	61.5
1	668	MR100	70	68.5	68.9	68.7
1	669	MR101	70	72.6	72.9	73.0
3	670	MR102	70	62.4	62.6	63.1
3	671	MR103	70	60.1	60.3	61.1
1	672	MR104	70	74.9	75.3	75.4
3	673	MR105	70	63.9	64.0	64.3
1	674	MR106	70	67.4	67.5	68.2
3	675	MR107	65	65.1	65.2	65.2
1	676	MR108	70	66.6	66.6	66.6
1	677	MR109	70	62.9	63.0	63.7
3	678	MR110	70	59.7	59.9	60.7
3	679	MR111	70	54.6	54.9	55.4
1	680	MR112	65	57.8	58.2	58.1
4	681	MR113	65	56.4	56.8	56.8
1	682	MR115	60	50.3	51.3	51.2
4	683	MR116	60	50.4	53.0	51.2
1	684	MR117	60	50.4	54.0	51.1
1	685	MR118	60	49.3	53.3	50.2
3	686	MR119	60	49.5	52.6	50.4
1	687	MR120	60	46.8	48.4	52.2
3	688	MR121	65	47.6	51.3	49.0
4	689	MR122	65	47.9	50.6	49.2
3	690	MR123	65	47.5	50.5	49.0
1	691	MR124	65	46.5	51.8	48.5
1	692	MR125	65	46.7	55.3	48.4
1	693	MR126	60	45.0	55.0	47.8
1	694	MR127	60	45.0	51.6	47.6
1	695	MR128	60	44.9	54.3	47.5
1	696	MR129	60	45.0	51.4	47.6
6	697	MR130	60	44.9	53.9	47.5
1	698	MR131	60	46.8	52.9	48.9

Cod.	N.	Ricett.	Limiti Ante Operam	Livelli Calcolati Ante Operam	Livelli Calcolati Cantiere Mitigato + Ante Operam	
			Leq,day (dBA)	Leq,day (dBA)	F.I Leq,day (dBA)	F.II Leq,day (dBA)
1	699	MR132	60	47.0	52.6	49.1
1	700	MR133	60	47.4	52.7	49.7
6	701	MR134	70	65.2	65.2	65.2
6	702	MR135	70	62.4	62.5	62.5
6	703	MR136	70	65.4	65.4	65.4
6	704	MR137	70	64.2	64.2	64.2
6	705	MR138	70	64.0	64.0	64.0
6	706	MR139	70	60.1	60.2	60.2
6	707	MR140	55	55.2	55.4	55.4
6	708	MR141	55	54.5	54.7	54.7
6	709	MR142	55	56.0	56.1	56.2
6	710	MR143	55	54.0	54.2	54.2
6	711	MR144	55	52.0	52.3	52.4
6	712	MR145	55	52.8	53.1	53.1
6	713	MR146	55	51.7	52.1	52.1
6	714	MR147	55	51.2	51.6	51.7
6	715	MR148	55	50.6	51.1	51.1
6	716	MR149	55	49.6	50.2	50.2
6	717	MR150	55	49.3	49.9	50.0
6	718	MR151	55	48.5	49.3	49.3
6	719	MR152	55	48.9	49.5	49.6
6	720	MR153	55	48.9	49.6	49.7
6	721	MR154	55	49.3	49.9	50.0
6	722	MR155	55	50.4	50.9	51.0
6	723	MR156	55	50.1	50.6	50.6
6	724	MR157	55	50.5	51.0	51.0
6	725	MR158	60	51.2	51.7	51.7
6	726	MR159	60	52.1	52.5	52.5
6	727	MR160	60	53.6	53.9	53.9
6	728	MR161	60	55.3	55.5	55.5
6	729	MR162	60	56.8	56.9	56.9
6	730	MR163	60	58.4	58.5	58.5
6	731	MR164	60	58.4	58.5	58.5
6	732	MR165	60	55.9	56.0	56.1
6	733	MR166	60	56.0	56.2	56.2
6	734	MR167	60	58.4	58.5	58.5
6	735	MR168	60	58.8	58.8	58.8
6	736	MR169	60	58.7	58.7	58.8
6	737	MR170	60	53.8	54.0	54.1
6	738	MR171	60	54.8	55.0	55.1
6	739	MR172	70	67.7	67.7	67.7
6	740	MR173	60	44.7	46.1	46.2
6	741	MR174	60	44.6	46.0	46.2
6	742	MR175	60	44.6	46.1	46.3
6	743	MR176	60	44.7	46.2	46.5
6	744	MR177	60	44.7	46.3	46.6
6	745	MR178	60	45.1	46.6	46.9
6	746	MR179	60	45.8	47.1	47.6
6	747	MR180	60	46.3	47.5	48.0
6	748	MR181	60	61.5	61.7	61.7
6	749	MR182	60	66.3	66.4	66.4
1	750	MR183	60	46.9	49.4	51.3
1	751	MR184	60	46.6	49.2	51.2
1	752	MR186	60	45.7	48.8	51.2
1	753	MR187	60	45.4	46.9	47.4
1	754	MR188	60	44.6	46.1	46.2
1	755	MR189	60	68.1	68.1	68.1
1	756	MR190	60	47.2	48.2	48.3
1	757	MR191	60	52.6	54.0	53.0
6	758	MD001	70	70.4	70.6	70.6
6	759	MD002	70	65.4	65.6	65.4

Cod.	N.	Ricett.	Limiti Ante Operam	Livelli Calcolati Ante Operam	Livelli Calcolati Cantiere Mitigato + Ante Operam	
			Leq,day (dBA)	Leq,day (dBA)	F.I Leq,day (dBA)	F.II Leq,day (dBA)
3	760	MD003	60	46.7	54.6	48.2
1	761	MD004	60	46.8	56.9	48.3
1	762	MD005	60	46.7	52.1	48.2
3	763	MD006	60	46.8	50.7	48.2
1	764	MD007	60	47.3	50.1	48.6
3	765	MD008	60	47.6	49.8	48.8
1	766	MD009	60	47.1	49.3	48.4
6	767	MD010	60	46.3	48.3	47.8
1	768	SF001	60	43.7	48.1	48.3
1	769	SF002	60	46.3	47.5	47.7
3	770	SF003	60	48.4	49.2	49.3
3	771	SF004	60	49.9	50.4	50.5
1	772	SF005	60	49.9	50.4	50.5
1	773	SF006	60	48.9	49.5	49.7
3	774	SF007	60	51.1	51.5	51.6
1	775	SF008	60	50.6	51.0	51.1
3	776	SF009	60	49.6	50.2	50.3
1	777	SF010	60	49.7	50.3	50.4
3	778	SF011	60	50.8	51.2	51.3
1	779	SF012	60	45.7	47.0	47.3
3	780	SF013	60	52.3	52.6	52.7
1	781	SF014	60	52.8	53.0	53.1
5	782	SF015	60	50.4	50.9	51.0
1	783	SF016	60	48.2	48.9	49.1
1	784	SF017	60	47.6	48.4	48.6
3	785	SF018	65	45.9	47.0	47.3
3	786	SF019	60	48.6	49.2	49.4
1	787	SF020	60	47.4	48.2	48.4
3	788	SF021	60	43.4	45.5	47.0
4	789	SF022	65	43.1	45.6	47.8
3	790	SF023	65	43.1	45.4	47.2
1	791	SF024	60	43.1	45.1	45.8
1	792	SF025	60	43.1	45.1	45.8
3	793	SF026	60	43.0	45.0	45.4
1	794	SF027	60	43.0	45.0	45.4
1	795	SF028	60	43.0	45.0	45.7
1	796	SF029	60	43.0	45.0	45.5
4	797	SF030	60	43.0	44.9	45.3
3	798	SF031	60	43.0	44.9	45.2
1	799	SF032	60	43.0	45.0	45.5
1	800	SF033	60	43.1	45.1	45.4
1	801	SF034	60	43.1	45.1	45.4
3	802	SF035	60	44.7	46.4	46.8
1	803	SF036	60	44.8	46.5	46.9
3	804	SF037	65	45.1	47.0	48.3
3	805	SF038	65	45.7	47.6	48.9
1	806	SF039	65	45.7	47.7	49.8
4	807	SF040	65	46.7	49.5	53.3
1	808	SF041	65	47.2	50.8	52.0
3	809	SF042	65	46.6	48.9	53.8
1	810	SF045	70	62.7	62.7	62.7
1	811	SF046	70	61.4	61.4	61.4
1	812	SF047	70	61.3	61.4	61.4
4	813	SF048	70	66.7	66.7	66.7
1	814	SF049	65	52.6	53.1	53.3
3	815	SF050	65	51.9	52.6	52.9
5	816	SF051	70	56.5	59.2	58.8
4	817	SF052	70	59.6	61.9	61.5
3	818	SF053	70	61.7	63.1	62.8
4	819	SF054	70	61.4	62.7	62.4
3	820	SF055	70	58.9	60.4	60.1

Cod.	N.	Ricett.	Limiti Ante Operam	Livelli Calcolati Ante Operam	Livelli Calcolati Cantiere Mitigato + Ante Operam	
			Leq,day (dBA)	Leq,day (dBA)	F.I Leq,day (dBA)	F.II Leq,day (dBA)
1	821	SF056	65	62.8	64.4	63.6
1	822	SF057	65	60.7	62.4	61.7
1	823	SF058	65	58.2	60.1	59.3
1	824	SF059	60	45.1	47.4	51.0
3	825	SF060	60	45.1	47.4	52.0
3	826	SF061	65	45.2	47.5	53.8
1	827	SF062	60	50.9	61.7	52.1
3	828	SF063	60	47.6	55.8	50.2
1	829	SF064	60	47.1	54.8	50.1
1	830	SF065	60	49.0	58.5	51.0
1	831	SF066	60	46.9	54.4	49.3
1	832	SF067	60	46.8	54.2	49.3
1	833	SF068	60	48.1	57.3	50.2
1	834	SF069	60	52.1	64.8	53.2
1	835	SF070	60	49.6	60.5	51.4
1	836	SF071	60	48.9	59.4	50.9
1	837	SF072	60	47.0	55.0	49.6
3	838	SF073	60	46.7	54.1	49.3
1	839	SF074	60	50.1	62.0	51.8
1	840	SF075	60	47.6	56.6	50.1
1	841	SF076	60	46.1	52.2	50.8
1	842	SF077	60	45.9	51.6	51.5
1	843	SF078	60	46.9	54.4	50.9
3	844	SF079	60	47.0	54.9	51.1
1	845	SF080	60	52.7	63.9	53.8
3	846	SF081	60	49.9	60.3	51.8
1	847	SF082	60	47.5	56.0	50.1
1	848	SF083	60	47.0	54.8	49.6
1	849	SF084	60	47.9	56.4	51.0
3	850	SF085	60	48.2	56.8	50.9
3	851	SF086	60	44.9	47.9	56.8
3	852	SF087	60	44.8	47.5	58.2
1	853	SF088	60	44.7	47.1	54.8
3	854	SF089	60	44.7	47.1	51.6
3	855	SF090	65	44.7	47.3	52.8
4	856	SF091	60	47.8	56.6	50.1
3	857	SF092	60	48.7	58.3	50.5
1	858	SF093	60	46.8	54.2	49.5
3	859	SF094	60	46.3	53.1	49.2
5	860	SF095	65	44.5	46.2	51.8
5	861	SF096	65	44.5	46.2	51.1
1	862	SF097	70	53.4	54.5	57.1
1	863	SF098	70	52.1	53.2	55.9
1	864	SF099	70	51.9	52.8	56.5
3	865	SF100	70	51.2	52.1	56.5
3	866	SF101	70	55.4	55.6	60.0
1	867	SF102	70	52.1	52.5	58.0
5	868	SF103	70	50.6	51.2	60.2
1	869	SF105	70	54.5	54.7	55.9
3	870	SF106	70	54.6	54.8	56.4
3	871	SF107	70	59.5	59.5	59.8
3	872	SF109	70	50.9	52.3	52.7
1	873	SF110	70	50.4	52.8	53.3
3	874	SF111	70	47.4	48.7	49.2
1	875	SF112	65	47.1	48.4	49.0
1	876	SF113	70	47.1	48.4	49.0
4	877	SF114	65	47.0	48.3	48.9
1	878	SF115	65	46.7	48.1	48.7
1	879	SF116	60	44.6	46.2	50.9
1	880	SF117	65	44.4	46.0	52.5
1	881	SF118	65	44.4	46.0	53.4

Cod.	N.	Ricett.	Limiti Ante Operam	Livelli Calcolati Ante Operam	Livelli Calcolati Cantiere Mitigato + Ante Operam	
			Leq,day (dBA)	Leq,day (dBA)	F.I Leq,day (dBA)	F.II Leq,day (dBA)
3	882	SF119	65	44.4	46.0	52.7
5	883	SF120	65	56.2	56.8	56.7
1	884	SF121	65	55.2	55.9	55.8
1	885	SF122	65	55.4	56.0	55.9
4	886	SF123	65	55.3	55.9	55.8
1	887	SF124	65	54.9	55.5	55.5
1	888	SF125	65	54.7	55.4	55.3
3	889	SF126	65	53.9	54.6	54.6
1	890	SF127	65	53.5	54.2	54.2
1	891	SF128	70	61.2	61.8	61.7
5	892	SF129	65	54.5	55.2	55.1
5	893	SF130	65	54.5	55.1	55.1
4	894	SF131	65	53.6	54.3	54.2
1	895	SF132	65	54.3	55.0	54.9
1	896	SF133	70	65.9	66.6	66.3
3	897	SF134	70	63.1	63.7	63.5
3	898	SF135	65	53.0	53.7	53.7
1	899	SF136	65	52.7	53.4	53.4
1	900	SF137	65	50.0	50.9	51.0
1	901	SF137	65	58.6	58.8	58.7
1	902	SF138	65	60.4	60.5	60.5
1	903	SF139	65	60.5	60.6	60.5
1	904	SF140	65	59.9	60.0	60.0
1	905	SF141	65	58.3	58.5	58.4
1	906	SF142	55	57.9	58.2	58.0
1	907	SF143	55	58.3	58.7	58.4
1	908	SF144	55	58.8	59.2	58.9
1	909	SF145	60	63.2	63.7	63.2
4	910	SF146	60	63.2	63.7	63.3
1	911	SF147	55	57.0	57.4	57.2
1	912	SF148	55	56.8	57.1	57.0
1	913	SF149	55	57.2	57.4	57.3
1	914	SF150	65	58.7	59.3	58.8
1	915	SF151	65	62.2	62.5	62.2
1	916	SF152	65	65.8	66.1	65.8
1	917	SF153	60	50.1	54.2	50.9
1	918	SF154	60	48.1	49.0	49.1
1	919	SF155	60	47.5	48.4	48.6
4	920	SF156	60	53.3	56.9	55.1
1	921	SF157	60	50.8	53.5	53.0
3	922	SF158	70	53.2	56.4	57.1
1	923	SF159	60	53.5	57.6	60.3
1	924	SF161	60	43.1	49.8	47.3
1	925	SF162	60	43.0	55.5	46.8
5	926	SF163	60	43.1	54.9	46.9
6	927	SF164	65	59.2	59.3	59.3
1	928	SF165	60	44.8	51.2	46.9
1	929	SF166	60	43.2	48.2	45.8
4	930	SF167	60	43.1	49.5	45.7
3	931	SF168	60	61.8	61.8	61.8
3	932	SF169	60	46.4	50.3	49.7
1	933	SF170	60	56.2	59.4	58.2
1	934	SF171	60	51.1	60.9	52.2
1	935	SF172	60	47.6	55.8	50.2
1	936	SF173	60	52.4	53.3	53.4
1	937	SF174	60	45.9	47.4	47.5
3	938	SF175	60	45.3	46.7	47.9
3	939	SF176	60	46.6	48.1	48.9
1	940	SF177	60	46.3	47.7	48.5
1	941	SF178	60	46.8	48.2	48.9
1	942	FN001	70	60.5	61.1	60.9

Cod.	N.	Ricett.	Limiti Ante Operam	Livelli Calcolati Ante Operam	Livelli Calcolati Cantiere Mitigato + Ante Operam	
			Leq,day (dBA)	Leq,day (dBA)	F.I Leq,day (dBA)	F.II Leq,day (dBA)
1	943	FN002	70	64.9	65.5	65.2
1	944	FN003	70	64.1	64.5	64.4
3	945	FN004	60	53.9	54.6	54.5
3	946	FN005	60	55.1	55.8	55.7
3	947	FN006	60	55.8	56.4	56.3
1	948	FN007	60	54.8	55.4	55.3
3	949	FN008	70	54.3	55.0	55.0
5	950	FN009	70	65.9	66.4	66.2
1	951	FN010	70	65.7	66.3	66.1
3	952	FN011	70	61.7	62.2	62.1
3	953	FN012	70	58.6	59.2	59.2
1	954	FN013	70	61.2	61.8	61.7
1	955	FN014	70	62.5	62.9	63.6
1	956	FN015	70	65.1	65.7	65.3
1	957	FN016	70	65.4	66.0	65.5
1	958	FN017	70	64.9	65.5	65.0
3	959	FN018	65	58.2	58.7	58.6
3	960	FN019	65	58.0	58.5	58.3
1	961	FN020	65	57.4	58.0	57.8
1	962	FN021	65	57.4	57.9	57.7
5	963	FN022	60	46.0	47.5	49.2
5	964	FN023	60	46.5	47.9	49.9
3	965	FN024	65	53.4	54.1	54.2
1	966	FN026	65	54.0	54.6	54.6
1	967	FN025	65	52.9	53.7	53.7
1	968	FN027	60	49.3	50.4	52.1
1	969	FN028	65	44.2	46.3	47.9
1	970	FN029	65	44.4	46.5	48.1
1	971	FN030	65	44.3	46.5	48.3
1	972	FN031	65	46.2	48.0	59.4
1	973	FN032	65	45.6	47.7	55.0
1	974	FN033	65	48.0	49.5	50.9
1	975	FN034	65	48.4	49.9	50.7
6	976	FN036	65	53.4	54.3	53.9
6	977	FN037	65	52.9	53.9	53.5
6	978	FN038	65	54.0	55.4	54.4
6	979	FN039	65	58.7	60.3	58.9
5	980	FN040	70	52.9	63.9	53.4
5	981	FN041	70	56.2	67.4	56.5
5	982	FN042	65	57.9	68.0	58.1
5	983	FN043	70	57.2	60.6	57.4
1	984	FN044	65	41.6	45.4	46.7
1	985	FN045	65	41.8	45.7	46.9
1	986	FN046	65	41.7	45.9	47.0
1	987	FN047	65	41.9	46.4	47.6
1	988	FN048	65	42.3	47.2	48.4
1	989	FN049	65	42.8	48.4	50.2
1	990	FN050	65	44.0	56.9	51.2
1	991	FN051	65	44.0	60.3	51.7
5	992	FN052	65	43.3	57.7	52.5
1	993	FN054	65	43.1	55.0	54.8
3	994	FN055	65	43.3	57.8	53.8
6	995	FN056	65	47.4	58.8	49.5
1	996	FN057	60	41.3	48.0	50.1
1	997	FN058	60	41.2	47.4	50.3
1	998	FN059	60	40.8	44.4	54.2
1	999	FN060	60	40.9	43.8	46.9
1	1000	FN061	65	51.6	63.0	61.0
5	1001	FN062	60	41.0	45.5	46.4
3	1002	FN064	60	43.1	49.2	49.8
1	1003	FN065	60	42.8	49.0	49.1

Cod.	N.	Ricett.	Limiti Ante Operam	Livelli Calcolati Ante Operam	Livelli Calcolati Cantiere Mitigato + Ante Operam	
			Leq,day (dBA)	Leq,day (dBA)	F.I Leq,day (dBA)	F.II Leq,day (dBA)
1	1004	FN066	60	52.2	60.0	57.7
3	1005	FN067	60	43.4	50.6	49.3
6	1006	FN069	60	41.6	46.0	46.2
6	1007	FN070	60	41.9	45.8	46.1
6	1008	FN071	60	42.0	45.8	46.1
6	1009	FN072	60	42.0	45.8	46.1
6	1010	FN073	60	42.2	45.8	46.2
3	1011	FN074	70	47.5	51.2	50.7
6	1012	FN075	70	58.4	59.2	59.1
6	1013	FN076	70	57.6	58.4	58.3
6	1014	FN077	70	60.2	60.9	60.8
6	1015	FN078	70	60.2	60.9	60.8
1	1016	FN079	70	58.8	59.7	59.6
1	1017	FN080	70	56.1	57.4	57.2
6	1018	FN081	60	44.2	46.6	46.9
6	1019	FN082	70	48.2	50.0	49.7
1	1020	FN083	70	64.6	66.1	65.3
4	1021	FN084	70	61.9	63.3	62.6
6	1022	FN085	70	57.2	58.6	58.0
6	1023	FN086	70	59.6	60.9	60.4
3	1024	FN087	60	51.9	56.2	54.2
6	1025	FN088	60	41.0	44.3	44.4
1	1026	FN089	60	45.1	49.1	48.0
6	1027	FN090	60	39.8	43.6	43.8
6	1028	FN091	60	39.8	43.5	43.8
6	1029	FN092	60	42.2	48.1	46.8
1	1030	FN093	60	38.9	44.7	44.3
1	1031	FN094	60	39.0	44.6	44.2
1	1032	FN095	60	38.9	45.0	44.4
1	1033	FN097	60	38.2	47.6	44.8
5	1082	FN147	60	45.0	47.6	48.1
4	1083	FN148	60	44.5	47.3	48.4
3	1084	FN149	60	44.2	47.0	48.6
3	1085	FN151	60	38.8	42.4	43.0
1	1086	FN153	60	38.8	42.4	42.9
3	1087	FN152	60	38.8	42.5	42.9
4	1088	FN154	60	38.7	42.7	44.2
3	1089	FN155	60	38.9	43.2	43.6
4	1090	FN156	60	38.9	43.0	43.2
1	1091	FN159	60	52.9	54.2	53.7
3	1092	FN160	60	63.1	64.9	64.2
4	1093	FN161	60	66.9	69.4	68.4
1	1094	FN162	60	58.5	62.1	61.0
3	1095	FN163	60	65.9	66.2	66.1
1	1096	FN164	60	65.3	65.8	65.6
1	1097	FN165	60	59.8	68.7	66.5
1	1098	FN166	65	62.3	64.1	63.4
6	1099	FN167	60	67.4	69.4	68.0
6	1100	FN168	60	63.8	66.3	64.5
1	1101	FN169	65	57.2	57.6	57.6
6	1102	FN170	60	43.6	46.2	46.5
6	1103	FN171	60	45.4	47.5	47.7
3	1104	FN172	70	61.2	63.0	62.0
3	1105	FN173	70	60.2	62.0	61.1
3	1106	FN174	70	60.5	62.8	61.7
6	1107	FN175	60	41.0	46.8	45.9
6	1108	CT001	65	47.9	49.9	49.5
6	1109	CT002	65	47.9	49.9	49.5
6	1110	CT003	65	50.8	52.4	52.0
1	1111	CT004	65	57.0	57.9	57.7
1	1112	CT005	65	59.7	60.3	60.2

Cod.	N.	Ricett.	Limiti Ante Operam	Livelli Calcolati Ante Operam	Livelli Calcolati Cantiere Mitigato + Ante Operam	
			Leq,day (dBA)	Leq,day (dBA)	F.I Leq,day (dBA)	F.II Leq,day (dBA)
1	1113	CT006	65	64.6	64.9	64.9
5	1114	CT007	65	71.2	71.3	71.3
1	1115	CT008	65	67.4	67.5	67.5
1	1116	CT009	65	60.6	61.3	61.3
1	1117	CT010	65	58.8	60.0	60.0
1	1118	CT011	65	58.2	59.4	59.4
1	1119	CT012	65	56.7	59.3	59.7
1	1120	CT013	65	57.7	59.1	59.0
1	1121	CT014	55	59.5	60.2	60.1
1	1122	CT015	55	61.7	62.0	61.9
1	1123	CT016	55	62.7	62.9	62.9
1	1124	CT017	55	61.1	61.5	61.4
1	1125	CT018	65	67.0	67.1	67.1
3	1126	CT019	65	59.8	60.3	60.2
1	1127	CT020	65	56.6	57.5	57.3
4	1128	CT021	55	56.1	56.9	56.7
3	1129	CT022	55	55.9	56.6	56.5
1	1130	CT023	60	50.2	51.7	51.4
5	1131	CT024	60	47.6	49.6	49.2
5	1132	CT025	60	50.4	51.7	51.5
5	1133	CT026	60	50.6	51.9	51.6
5	1134	CT027	60	49.5	51.0	50.7
1	1135	CT028	60	49.2	50.8	50.5
6	1136	CT029	60	47.4	49.5	49.1
3	1137	CT030	60	47.4	49.5	49.1
1	1138	CT031	60	49.5	51.1	50.7
3	1139	CT032	60	49.8	51.3	51.0
1	1140	CT033	60	49.1	50.8	50.4
6	1141	CT034	60	47.6	49.8	49.3
6	1142	CT035	60	47.9	50.1	49.6
1	1143	CT036	60	49.6	51.2	50.8
1	1144	CT037	60	49.7	51.3	50.9
3	1145	CT038	60	49.9	51.5	51.1
3	1146	CT039	60	48.8	51.0	50.4
6	1147	CT040	60	49.0	51.2	50.6
1	1148	CT041	60	49.7	51.5	51.1
1	1186	CT079	60	52.5	53.4	53.2
1	1187	CT080	60	53.7	54.5	54.3
1	1188	CT081	60	52.5	53.5	53.2
1	1189	CT082	60	53.1	53.9	53.7
3	1190	CT083	70	51.4	52.6	52.3
3	1191	CT084	70	58.0	58.3	58.2
3	1192	CT085	70	58.4	58.7	58.6
3	1193	CT086	70	58.9	59.1	59.0
1	1194	CT087	70	58.5	58.8	58.7
1	1195	CT088	70	58.5	58.8	58.7
1	1196	CT089	55	54.4	55.8	55.3
1	1197	CT090	65	54.8	56.4	55.9
1	1198	CT091	70	61.8	64.4	63.7
3	1199	CT092	70	62.4	63.8	63.2
1	1200	CT093	70	62.9	65.9	65.2
3	1201	CT094	70	56.7	58.8	58.2
1	1202	CT095	70	58.4	60.6	60.0
1	1203	CT096	70	61.2	63.6	62.9
6	1204	CT097	70	57.1	59.2	58.5
1	1205	CT098	70	69.0	69.0	69.0
1	1206	CT099	70	66.3	66.5	66.4
1	1207	CT100	65	68.3	68.4	68.4
1	1208	CT101	70	63.1	64.0	63.7
1	1209	CT102	70	65.4	66.1	65.9
3	1210	CT103	70	65.2	65.8	65.6

Cod.	N.	Ricett.	Limiti Ante Operam	Livelli Calcolati Ante Operam	Livelli Calcolati Cantiere Mitigato + Ante Operam	
			Leq,day (dBA)	Leq,day (dBA)	F.I Leq,day (dBA)	F.II Leq,day (dBA)
3	1211	CT104	70	64.0	65.0	64.7
1	1212	CT105	70	69.4	70.2	70.0
3	1213	CT106	70	66.9	68.8	68.4
1	1214	CT107	65	53.7	55.5	54.9
3	1215	CT108	70	53.8	55.7	55.0
1	1216	CT109	70	68.4	71.4	70.4
5	1217	CT110	65	55.0	57.0	56.3
5	1218	CT111	60	50.4	52.8	51.9
1	1219	CT112	60	53.3	55.2	54.5
3	1220	CT114	60	52.5	54.4	53.8
3	1221	CT115	60	52.6	54.5	53.8
5	1222	CT116	60	45.8	48.8	47.7
3	1223	CT117	60	65.9	65.9	65.9
4	1224	CT118	60	63.0	63.1	63.0
1	1225	CT119	60	47.3	49.3	48.4
1	1226	CT120	60	51.2	52.7	51.9
1	1227	CT121	65	49.1	50.9	50.3
3	1228	CT122	70	52.5	53.8	53.4
3	1229	CT123	70	53.9	55.2	54.8
4	1230	CT124	70	53.8	54.8	54.5
1	1231	CT125	70	58.0	58.5	58.3
3	1232	CT126	70	55.8	56.7	56.4
1	1233	CT127	70	56.7	57.6	57.3
1	1234	CT128	70	57.4	57.9	57.7
3	1235	CT129	70	53.8	55.2	54.8
3	1236	CT130	65	44.6	50.2	49.6
3	1237	CT131	65	62.2	62.3	62.3
3	1238	CT132	65	57.4	57.7	57.6
1	1239	CT133	65	59.8	60.0	59.9
1	1240	CT134	65	60.0	60.2	60.1
1	1241	CT135	65	56.3	56.8	56.6
1	1242	CT136	65	59.1	59.4	59.3
1	1243	CT137	65	60.8	60.9	60.9
1	1244	CT138	65	60.5	60.7	60.6
1	1245	CT139	65	60.4	60.6	60.5
1	1246	CT140	65	60.6	60.8	60.7
3	1247	CT141	65	56.9	57.2	57.1
1	1248	CT142	65	61.8	61.9	61.8
3	1249	CT143	65	57.8	58.1	58.0
1	1250	CT144	65	54.3	54.9	54.7
1	1251	CT145	65	53.0	53.9	53.6
1	1252	CT146	65	47.1	50.2	49.4
1	1253	CT147	65	54.6	55.2	55.0
1	1254	CT148	65	56.4	56.8	56.7
3	1255	CT149	65	58.1	58.3	58.2
3	1256	CT150	65	58.1	58.3	58.2
1	1257	CT151	60	60.8	61.1	61.0
1	1258	CT154	60	58.6	59.0	59.0
3	1259	CT155	60	57.5	57.9	57.9
5	1260	CT156	60	51.6	52.8	52.1
3	1261	CT159	60	46.9	52.0	50.7
4	1262	CT160	60	47.2	52.3	50.9
1	1263	CT161	60	48.5	53.3	52.0
3	1264	CT162	60	48.3	53.1	51.8
1	1265	CT163	60	46.6	50.6	49.9
3	1266	CT164	60	46.7	50.7	49.9
1	1267	CT165	60	48.7	51.9	51.2
3	1268	CT166	60	48.8	52.1	51.3
3	1269	CT167	60	49.0	52.1	51.5
3	1270	CT168	60	64.8	66.0	65.6
1	1271	CT169	60	65.6	66.6	66.2

Cod.	N.	Ricett.	Limiti Ante Operam	Livelli Calcolati Ante Operam	Livelli Calcolati Cantiere Mitigato + Ante Operam	
			Leq,day (dBA)	Leq,day (dBA)	F.I Leq,day (dBA)	F.II Leq,day (dBA)
1	1272	CT170	60	60.7	62.3	61.7
3	1273	CT171	60	56.3	58.7	57.6
1	1274	CT172	60	60.5	62.8	61.7
1	1275	CT173	60	47.7	50.7	49.6
1	1276	CT174	60	47.3	50.5	49.2
1	1277	CT175	65	58.9	61.2	60.5
1	1278	CT176	65	61.3	64.8	63.3
1	1279	CT177	60	59.0	61.9	60.8
1	1280	CT178	65	66.1	67.6	67.4
1	1281	CT179	65	65.2	66.7	66.5
3	1282	CT180	65	60.9	62.9	62.4
1	1283	CT181	65	64.2	65.7	65.5
1	1284	CT182	65	66.1	67.3	67.3
1	1285	CT183	65	60.5	62.3	62.0
1	1286	CT184	65	63.8	65.1	65.0
1	1287	CT185	60	59.1	62.6	61.2
1	1288	CT186	60	58.1	61.5	60.2
3	1289	CT187	60	56.7	59.9	58.7
1	1290	CT188	60	54.6	57.6	56.7
1	1291	CT189	60	53.8	56.8	55.9
1	1292	CT190	60	55.9	59.1	58.4
1	1293	CT191	60	57.0	60.2	59.3
3	1294	CT192	60	52.6	55.6	56.5
1	1295	CT193	60	51.9	54.9	55.6
3	1296	CT194	60	51.5	54.5	55.5
3	1297	CT195	60	52.5	55.4	55.2
1	1298	CT196	60	60.4	62.1	62.0
3	1299	CT197	60	58.7	60.6	60.3
3	1300	CT198	60	57.8	59.8	59.5
4	1301	CT199	65	62.1	68.7	66.8
3	1302	CT200	65	59.7	63.6	62.3
1	1303	CT201	65	60.9	63.9	62.8
5	1304	CT202	65	58.4	61.3	60.3
3	1305	CT203	65	63.9	67.9	66.5
1	1306	CT204	60	53.5	56.4	55.4
1	1307	CT205	60	52.5	55.4	54.4
1	1308	CT206	60	53.1	55.9	54.9
3	1309	CT207	60	52.2	55.0	54.1
3	1310	CT208	65	60.9	65.6	63.3
1	1311	CT209	65	60.4	64.1	62.5
4	1312	CT210	65	58.3	61.7	60.3
1	1313	CT211	65	62.2	68.6	67.1
1	1314	CT212	65	59.4	63.4	62.2
3	1315	CT213	60	60.5	63.7	62.7
1	1316	CT214	60	59.7	62.8	61.8
1	1317	CT215	60	59.0	61.9	60.9
1	1318	CT216	60	56.2	59.0	58.0
1	1319	CT217	65	62.3	66.0	65.0
1	1320	CT218	65	61.5	64.9	63.9
1	1321	CT219	60	56.8	59.6	58.6
3	1322	CT220	60	55.5	58.2	57.2
5	1323	CT221	65	58.7	61.7	60.7
1	1324	CT222	55	62.9	63.0	63.0
1	1325	CT223	55	64.4	64.5	64.5
1	1326	CT224	55	65.2	65.3	65.3
1	1327	CT225	60	50.7	52.9	52.2
3	1328	CT226	60	53.2	56.8	54.8
1	1329	CT227	60	53.0	56.7	54.5
1	1330	CT228	60	49.0	53.1	50.9
1	1331	CT229	60	50.7	55.2	52.3
1	1332	CT230	60	50.6	59.1	51.9

Cod.	N.	Ricett.	Limiti Ante Operam	Livelli Calcolati Ante Operam	Livelli Calcolati Cantiere Mitigato + Ante Operam	
			Leq,day (dBA)	Leq,day (dBA)	F.I Leq,day (dBA)	F.II Leq,day (dBA)
1	1333	CT231	60	48.5	55.0	50.1
1	1334	CT232	60	50.8	59.4	52.1
3	1335	CT233	60	48.2	54.6	50.0
1	1336	CT234	60	49.7	54.9	52.9
1	1337	CT235	60	55.6	59.7	56.3
1	1338	CT236	60	49.6	55.1	52.6
1	1339	CT237	60	53.2	58.3	56.1
1	1340	CT238	60	48.6	54.2	50.1
1	1341	CT239	60	52.7	58.7	53.6
1	1342	CT240	60	51.4	57.2	52.7
1	1343	CT241	60	49.1	54.1	50.6
1	1344	CT242	65	53.9	59.8	54.8
1	1345	CT243	65	50.7	53.3	51.6
1	1346	CT244	60	48.9	53.2	50.3
1	1347	CT246	60	48.2	55.5	50.6
1	1348	CT247	60	46.7	58.2	48.9
1	1349	CT248	60	46.6	57.5	49.0
3	1350	CT249	60	46.6	54.9	49.2
4	1351	CT250	60	46.6	55.0	49.2
1	1352	CT251	60	47.5	60.1	49.5
3	1353	CT252	60	47.8	54.4	50.1
1	1354	CT253	60	48.1	56.6	50.2
3	1355	CT254	60	49.3	57.6	51.0
1	1356	CT255	60	49.6	59.8	51.3
1	1357	CT256	60	51.5	59.3	52.9
3	1358	CT257	60	52.1	60.8	53.5
4	1359	CT258	60	54.3	57.5	55.5
3	1360	CT259	70	54.5	56.8	56.2
1	1361	CT260	60	62.5	62.8	62.9
3	1362	CT261	60	56.1	57.3	58.0
1	1363	CT262	60	55.2	56.9	60.2
3	1364	CT263	60	53.4	54.7	54.8
4	1365	CT264	60	52.7	54.4	54.7
1	1366	CT265	60	50.0	52.2	52.4
4	1367	CT266	60	49.5	51.8	52.1
3	1368	CT267	60	49.1	51.5	51.8
3	1369	CT268	60	49.0	51.2	51.1
1	1370	CT269	60	47.3	50.5	53.4
3	1371	CT270	60	47.0	50.2	51.5
1	1372	CT271	60	46.4	49.4	49.8
1	1373	CT272	60	46.9	49.8	50.8
1	1374	CT273	65	48.5	50.6	51.7
4	1375	CT274	65	48.4	50.5	50.4
3	1376	CT275	65	49.3	51.1	51.4
3	1377	CT276	60	46.2	49.3	48.7
4	1378	CT277	60	45.8	48.7	48.0
3	1491	CT391	60	48.9	50.3	49.4
1	1492	CT392	60	50.1	51.4	50.6
4	1493	CT393	60	51.8	52.9	52.1
1	1494	CT394	70	52.1	52.8	52.3
1	1495	CT395	60	53.6	54.1	53.7
1	1496	CT396	60	51.3	52.0	51.5
3	1497	CT397	70	46.1	48.1	47.0
6	1498	CT398	60	55.3	55.7	55.5
6	1499	CT399	60	56.3	56.6	56.4
6	1500	CT400	60	48.7	50.0	49.4
6	1501	CT401	60	48.7	49.7	49.2
6	1502	CT402	60	48.4	49.4	48.9
6	1503	CT403	60	48.7	49.6	49.2
1	1504	CT405	70	65.4	65.6	65.4
1	1505	CT406	65	58.8	60.7	60.1

Cod.	N.	Ricett.	Limiti Ante Operam	Livelli Calcolati Ante Operam	Livelli Calcolati Cantiere Mitigato + Ante Operam	
			Leq,day (dBA)	Leq,day (dBA)	F.I Leq,day (dBA)	F.II Leq,day (dBA)
1	1506	CT407	65	63.3	65.2	64.5
1	1507	CT408	65	56.0	57.5	57.0
1	1508	CT409	65	64.1	64.3	64.2
3	1509	CT410	65	64.7	64.9	64.8
3	1510	CT411	65	66.9	69.3	68.4
1	1511	CT412	65	65.5	67.3	66.7
3	1512	CT413	65	62.2	63.8	63.3
3	1513	CT414	65	54.7	56.3	55.8
3	1514	CT415	65	55.6	57.2	56.7
3	1515	CT416	65	54.7	56.4	55.8
3	1516	CT417	65	64.6	65.9	65.4
1	1517	CT418	65	64.8	66.0	65.6
1	1518	CT419	65	58.9	60.3	59.8
1	1519	CT420	65	57.7	59.1	58.6
3	1520	CT421	60	53.8	55.2	54.8
1	1521	CT422	60	53.2	54.7	54.1
1	1522	CT423	65	68.6	69.5	69.2
1	1523	CT424	65	58.2	62.8	61.5
1	1524	CT425	65	55.0	57.9	57.0
1	1525	CT426	65	54.2	56.8	56.0
1	1526	CT427	65	57.1	62.0	60.7
1	1527	CT428	65	56.6	61.9	60.5
1	1528	CT429	65	56.0	61.6	60.2
1	1529	CT430	60	45.1	48.8	47.4
1	1530	CT431	60	45.0	48.9	47.3
1	1531	CT432	60	45.0	48.9	47.3
6	1532	CT433	60	45.0	48.7	47.2
6	1533	CT434	60	45.3	48.8	47.4
6	1534	CT436	65	50.3	52.1	51.2
6	1535	CT437	65	49.1	51.2	50.2
6	1536	CT438	70	51.7	52.8	52.3
6	1537	CT439	70	50.8	52.0	51.6
6	1538	CT440	65	51.9	52.8	52.4
6	1539	CT441	65	53.3	54.0	53.7
6	1540	CT442	60	45.7	48.5	47.6
6	1541	CT443	60	46.4	48.9	48.1
6	1542	CT444	60	44.9	48.2	47.2
1	1543	CT445	60	47.2	50.0	48.9
6	1544	CT446	60	47.2	50.4	48.9
1	1545	CT447	60	47.4	50.4	49.2
3	1546	CT448	60	48.1	51.1	49.7
6	1547	CT449	60	48.6	51.4	50.2
6	1548	CT450	60	49.5	51.6	50.9
6	1549	CT451	60	50.9	53.0	52.2
6	1550	CT452	60	52.3	54.1	53.5
6	1551	CT453	60	57.8	58.9	58.7
6	1552	CT454	60	60.0	60.9	60.8
4	1553	CT455	65	62.9	63.6	63.8
6	1554	CT456	60	45.1	48.5	47.4
6	1555	CT457	60	45.4	48.7	47.6
6	1556	CT460	65	62.7	64.1	63.6
6	1557	CT461	65	63.6	63.9	63.8
1	1558	CT462	60	59.3	59.9	59.5
3	1559	CT463	60	45.9	49.1	47.8
2	1560	CT464	50	58.3	59.8	59.8
3	1561	CT465	60	60.5	60.8	60.7
1	1562	CT466	60	64.7	64.8	64.7
1	1563	SG001	60	53.4	56.6	55.7
1	1564	SG002	60	52.1	56.0	55.1
4	1565	SG003	60	47.9	59.1	58.2
3	1566	SG004	60	48.7	58.6	57.9

Cod.	N.	Ricett.	Limiti Ante Operam	Livelli Calcolati Ante Operam	Livelli Calcolati Cantiere Mitigato + Ante Operam	
			Leq,day (dBA)	Leq,day (dBA)	F.I Leq,day (dBA)	F.II Leq,day (dBA)
1	1567	SG006	60	47.0	51.7	53.2
1	1568	SG007	60	47.1	51.2	52.4
1	1569	SG008	60	46.2	49.4	49.6
1	1570	SG012	60	49.1	51.0	50.5
1	1571	SG013	60	51.0	52.5	52.1
1	1572	SG014	60	44.3	47.8	49.1
1	1573	SG015	60	44.6	48.0	49.7
1	1574	SG016	60	44.9	50.7	53.0
1	1575	SG017	60	47.8	50.1	52.4
1	1576	SG018	60	46.8	50.0	52.2
1	1577	SG019	65	48.2	51.9	54.2
1	1578	SG020	60	43.9	47.7	47.1
3	1579	SG021	60	43.9	47.4	47.6
3	1580	SG022	60	43.8	47.6	47.0
4	1581	SG023	60	51.4	52.4	52.6
4	1582	SG024	60	48.3	50.0	50.2
1	1583	SG025	60	47.7	49.4	49.5
1	1584	SG026	60	44.5	52.0	55.5
3	1585	SG027	60	43.9	46.9	46.4
3	1586	SG028	60	44.0	46.9	46.4
3	1587	SG030	60	45.2	47.5	48.0
1	1588	SG031	60	44.3	46.7	46.4
3	1589	SG032	60	44.2	46.6	46.3
3	1590	SG033	60	47.3	49.4	49.0
1	1591	SG036	60	46.9	48.3	49.9
3	1592	SG037	60	47.0	48.4	50.3
1	1593	SG038	60	47.3	48.6	51.5
1	1594	SG039	60	44.7	46.7	48.2
1	1595	SG040	60	44.6	46.6	48.0
1	1596	SG041	60	44.7	46.7	47.6
1	1597	SG045	60	42.6	44.8	46.7
1	1598	SG046	60	42.6	44.8	46.5
6	1599	SG047	60	42.3	44.4	45.3
6	1600	SG048	60	42.3	44.4	45.3
1	1601	SG049	60	42.7	44.9	48.5
1	1602	SG050	60	42.7	44.9	48.4
1	1603	SG051	60	43.1	45.2	57.5
1	1604	SG052	60	43.1	45.1	56.3
3	1605	SG053	60	43.2	45.3	59.1
3	1606	SG054	60	42.6	44.7	48.3
3	1607	SG055	60	42.6	44.6	48.0
6	1608	SG056	65	61.1	61.4	61.9
6	1609	SG057	65	64.8	65.0	65.5
3	1610	SG058	60	45.2	46.5	51.1
3	1611	SG060	60	44.7	46.1	49.7
1	1612	SG061	60	44.4	45.9	48.3
6	1613	SG062	65	64.3	64.5	65.1
1	1614	SG063	65	66.5	66.7	67.2
1	1615	SG064	65	63.2	63.4	64.0
1	1616	SG065	65	63.2	63.4	64.0
1	1617	SG066	65	67.3	67.5	68.1
3	1618	SG067	70	51.4	51.9	55.7
3	1619	SG068	70	50.0	50.6	55.6
1	1620	SG069	70	48.8	49.5	61.6
3	1621	SG070	65	62.5	62.7	63.3
1	1622	SG071	65	65.2	65.4	66.0
1	1623	SG072	65	64.4	64.6	65.2
3	1624	SG073	60	51.2	51.7	52.3
1	1625	SG074	60	50.5	51.0	51.6
1	1626	SG075	60	49.9	50.4	51.1
3	1627	SG076	60	49.3	49.9	50.5

Cod.	N.	Ricett.	Limiti Ante Operam	Livelli Calcolati Ante Operam	Livelli Calcolati Cantiere Mitigato + Ante Operam	
			Leq,day (dBA)	Leq,day (dBA)	F.I Leq,day (dBA)	F.II Leq,day (dBA)
3	1628	SG077	65	59.7	59.9	60.7
1	1629	SG078	65	62.0	62.2	63.0
1	1630	SG079	60	47.4	48.2	49.2
1	1631	SG080	60	48.1	48.7	49.5
3	1632	SG081	60	48.4	49.0	49.8
1	1633	SG082	60	47.4	48.2	48.9
3	1634	SG083	60	45.0	46.4	47.0
6	1635	SG084	60	44.4	53.6	53.3
6	1636	SG085	60	44.7	59.6	59.2
6	1637	SG086	60	44.1	52.7	52.4
6	1638	SG087	60	44.3	57.0	56.5
6	1639	SG088	60	43.9	45.9	47.3
6	1640	SG089	60	44.2	46.1	47.2
6	1641	SG090	55	46.8	47.9	48.7
6	1642	SG091	55	46.8	47.9	49.0
6	1643	SG092	55	47.4	48.3	49.0
6	1644	SG093	55	47.6	48.6	49.3
6	1645	SG094	55	48.4	49.2	49.9
1	1646	SG095	65	56.8	57.1	57.7
1	1647	SG096	65	64.8	65.0	65.7
1	1648	SG097	65	64.8	65.0	65.7
3	1649	SG098	65	65.0	65.1	65.5
5	1650	SG099	65	60.9	61.1	61.5
3	1651	SG100	65	47.0	48.1	48.7
1	1652	SG101	65	46.8	48.0	48.6
1	1653	SG102	65	45.5	54.1	53.6
1	1654	SG103	65	46.0	56.9	55.9
3	1655	SG104	65	45.7	57.2	56.4
1	1656	SG105	60	47.4	48.8	49.2
1	1657	SG106	60	47.7	49.1	49.5
4	1658	SG107	60	47.7	49.0	49.4
3	1659	SG108	60	47.8	49.1	49.4
5	1660	SG109	60	44.6	46.7	46.6
1	1704	SG153	65	57.3	59.3	58.4
1	1705	SG154	65	54.8	56.7	55.9
1	1706	SG155	65	50.9	53.5	52.6
1	1707	SG156	70	57.7	58.0	57.9
4	1708	SG157	70	57.8	58.2	58.1
3	1709	SG158	70	59.7	60.0	59.8
3	1710	SG159	70	62.1	62.3	62.2
5	1796	SG246	60	49.6	50.8	50.4
5	1797	SG247	60	51.6	52.8	52.5
3	1798	SG248	60	49.0	49.1	49.4
1	1799	SG249	60	55.4	55.8	55.6
1	1800	SG250	60	54.0	54.5	54.3
3	1823	MB024	70	58.7	58.7	58.7
1	1824	MB025	70	56.3	56.4	56.4
1	1825	MB026	60	40.7	41.8	42.9
1	1826	PG001	65	42.8	53.0	50.1
1	1827	PG002	65	42.8	52.5	49.7
1	1828	PG004	70	54.5	55.0	55.0
5	1829	PG005	60	51.4	51.8	51.9
1	1830	PG006	60	53.7	54.1	54.1
1	1831	PG007	60	51.8	52.2	52.2
1	1832	PG008	60	52.5	52.9	52.9
3	1833	PG009	60	56.7	57.0	57.0
1	1834	PG010	60	54.7	55.1	55.1
3	1835	PG011	60	53.8	54.1	54.1
1	1836	PG012	60	51.3	51.7	51.8
1	1837	PG013	70	55.3	55.6	55.6
5	1838	PG014	70	54.0	54.3	54.3

Cod.	N.	Ricett.	Limiti Ante Operam	Livelli Calcolati Ante Operam	Livelli Calcolati Cantiere Mitigato + Ante Operam	
			Leq,day (dBA)	Leq,day (dBA)	F.I Leq,day (dBA)	F.II Leq,day (dBA)
3	1839	PG015	70	51.9	52.3	52.3
1	1840	PG016	70	52.3	52.7	52.7
1	1841	PG017	70	52.3	52.7	52.7
1	1842	PG018	70	54.8	55.1	55.1
1	1843	PG019	65	55.7	56.0	56.0
3	1844	PG020	70	55.6	56.0	56.0
5	1845	PG021	60	53.4	54.3	55.2
4	1846	PG023	65	55.6	55.9	56.0
1	1847	PG025	70	64.0	64.0	64.0
1	1848	PG026	70	65.2	65.2	65.2
1	1849	PG027	70	61.5	61.6	61.5
1	1850	PG028	70	60.2	60.4	60.3
1	1851	PG029	70	61.8	62.0	61.9
1	1852	PG030	65	61.5	61.8	61.7
1	1853	PG031	65	63.5	63.7	63.7
1	1854	PG032	70	66.8	66.9	66.9
1	1855	PG033	70	65.0	65.1	65.1
1	1856	PG034	70	62.3	62.5	62.5
3	1857	PG035	70	68.5	68.5	68.5
1	1858	PG036	70	64.4	64.5	64.5
1	1859	PG037	65	63.7	64.1	64.0
1	1860	PG038	70	64.0	64.5	64.3
1	1861	PG039	60	54.1	54.5	54.4
1	1862	PG040	60	54.8	55.2	55.2
1	1863	PG041	60	53.5	54.0	53.9
1	1864	PG042	60	54.6	55.1	55.0
1	1865	PG043	60	56.0	56.5	56.3
1	1866	PG044	60	56.6	57.1	57.0
1	1867	PG045	60	57.4	57.8	57.7
1	1868	PG046	65	59.4	59.8	59.7
1	1869	PG047	70	61.0	61.4	61.3
1	1870	PG048	60	56.7	57.2	57.1
1	1871	PG049	60	57.3	57.8	57.7
1	1872	PG050	65	59.2	59.7	59.6
3	1873	PG051	70	63.3	64.0	63.8
1	1874	PG052	65	59.8	60.3	60.2
1	1875	PG053	60	55.2	55.8	55.7
1	1876	PG054	60	57.3	57.9	57.8
1	1877	PG055	60	55.0	55.6	55.5
1	1878	PG056	60	56.0	56.6	56.4
1	1879	PG057	60	58.6	59.2	59.1
1	1880	PG058	60	56.6	57.3	57.1
1	1881	PG059	60	57.4	58.0	57.8
1	1882	PG060	60	58.2	58.8	58.7
1	1883	PG061	65	59.9	60.5	60.4
1	1884	PG062	65	60.2	60.8	60.7
1	1885	PG063	60	59.4	60.1	59.9
1	1886	PG064	60	60.5	61.2	61.0
1	1887	PG065	60	55.4	56.0	55.9
1	1888	PG066	60	58.1	58.7	58.6
1	1889	PG067	60	59.8	60.4	60.3
1	1890	PG068	65	60.9	61.6	61.4
1	1891	PG069	65	63.1	63.9	63.7
1	1892	PG070	60	60.6	61.3	61.1
1	1893	PG071	60	56.6	57.2	57.1
1	1894	PG072	60	57.3	57.9	57.7
1	1895	PG073	60	58.9	59.6	59.4
1	1896	PG074	70	64.5	65.3	65.1
1	1897	PG075	60	62.8	63.5	63.4
1	1898	PG076	70	65.9	66.6	66.5
1	1899	PG077	65	57.4	57.9	57.8

Cod.	N.	Ricett.	Limiti Ante Operam	Livelli Calcolati Ante Operam	Livelli Calcolati Cantiere Mitigato + Ante Operam	
			Leq,day (dBA)	Leq,day (dBA)	F.I Leq,day (dBA)	F.II Leq,day (dBA)
1	1900	PG078	65	58.7	59.4	59.2
1	1901	PG079	65	58.5	59.0	58.9
1	1902	PG080	65	59.1	59.6	59.5
1	1903	PG081	65	60.5	61.1	61.0
1	1904	PG082	70	68.2	68.9	68.8
1	1905	PG083	65	69.3	70.0	69.9
1	1906	PG084	60	59.5	60.0	59.9
1	1907	PG085	60	60.3	60.8	60.7
1	1908	PG086	60	62.3	62.9	62.8
1	1909	PG087	65	70.1	70.8	70.7
1	1910	PG088	60	61.3	61.9	61.7
1	1911	PG089	65	68.9	69.6	69.5
3	1912	PG090	70	65.8	66.4	66.2
1	1913	PG091	55	58.8	59.4	59.2
1	1914	PG092	60	62.5	63.1	63.0
1	1915	PG093	65	69.6	70.3	70.3
1	1916	PG094	70	63.9	64.5	64.3
1	1917	PG095	70	63.1	63.7	63.6
3	1918	PG096	70	62.3	62.9	62.8
1	1919	PG097	60	63.4	64.0	63.8
1	1920	PG098	55	59.8	60.4	60.3
1	1921	PG099	65	64.7	65.3	65.2
3	1922	PG100	65	62.6	63.2	63.1
1	1923	PG101	65	61.1	61.7	61.6
1	1924	PG102	55	61.1	61.7	61.5
1	1925	PG103	65	65.2	65.9	65.7
1	1926	PG104	70	62.8	63.5	63.3
3	1927	PG105	70	59.5	60.1	59.9
6	1928	PG106	65	63.5	64.1	63.9
1	1929	PG107	65	65.9	66.5	66.3
1	1930	PG108	65	64.3	64.9	64.7
1	1931	PG109	70	58.9	59.6	59.4
1	1932	PG110	70	58.0	58.7	58.5
5	1933	PG111	60	50.9	51.4	51.4
4	1934	PG113	65	53.1	53.4	53.4
3	1935	PG114	70	65.0	65.1	65.1
3	1936	PG115	70	64.2	64.3	64.2
1	1937	PG116	70	62.3	62.4	62.4
1	1938	PG117	70	61.0	61.2	61.2
1	1939	PG118	70	62.5	62.6	62.6
1	1940	PG119	70	67.4	68.0	67.4
4	1941	PG120	70	61.9	62.4	62.1
3	1942	PG121	70	62.4	62.8	63.2
3	1943	PG122	70	62.0	62.3	62.3
3	1944	PG123	70	61.7	63.5	62.3
3	1945	PG124	70	65.3	65.5	65.5
1	1946	PG125	70	65.2	65.4	65.4
6	1947	PG126	70	62.9	63.4	63.3
6	1948	PG127	70	62.7	63.2	63.1
6	1949	PG128	70	62.4	62.8	62.8
6	1950	PG129	70	63.2	63.7	63.6
3	1951	PG130	70	69.0	69.4	69.2
1	1952	PG131	70	69.4	69.8	69.6
1	1953	PG132	70	69.7	70.5	70.2
5	1954	PG133	70	73.2	73.2	73.2
4	1955	PG134	70	74.7	74.7	74.7
5	1976	PG155	60	52.0	52.6	52.5
5	1977	PG156	60	51.0	52.4	52.1
1	1978	PG157	60	70.6	71.2	71.0
1	1979	PG158	60	62.3	62.9	62.8
1	1980	FR001	70	67.0	67.1	67.0

Cod.	N.	Ricett.	Limiti Ante Operam	Livelli Calcolati Ante Operam	Livelli Calcolati Cantiere Mitigato + Ante Operam	
			Leq,day (dBA)	Leq,day (dBA)	F.I Leq,day (dBA)	F.II Leq,day (dBA)
1	1981	FR002	70	65.1	65.5	65.2
1	1982	FR003	70	66.9	67.0	67.0
3	1983	FR004	70	69.7	69.7	69.7
3	1984	FR005	70	60.3	60.6	60.9
1	1985	FR006	70	66.3	66.6	66.5
1	1986	FR007	70	66.1	66.3	66.2
3	1987	FR008	70	67.0	67.3	67.2
1	1988	FR009	70	68.5	68.8	68.7
3	1989	FR010	70	67.0	67.3	67.2
4	1990	FR011	70	69.5	69.6	69.6
4	1991	FR012	70	69.5	69.6	69.6
4	1992	FR013	70	71.0	71.0	71.0
1	1993	FR014	70	67.0	67.0	67.0
1	1994	FR015	70	68.9	68.9	68.9
1	1995	FR016	70	68.5	68.5	68.5
1	1996	FR017	70	67.7	67.7	67.8
4	1997	FR018	60	84.6	84.7	84.6
4	1998	FR019	60	78.3	78.4	78.3
1	1999	FR020	70	75.2	75.2	75.2
1	2000	FR021	70	72.5	72.5	72.6
1	2001	FR022	70	71.8	71.9	72.0
1	2002	FR023	70	68.4	68.4	68.5
1	2003	FR024	70	70.1	70.1	70.2
1	2004	FR025	70	63.9	64.0	64.0
1	2005	FR026	70	64.1	64.2	64.1
1	2006	FR027	70	63.3	63.4	63.4
1	2007	FR028	60	60.0	60.2	60.2
1	2008	FR029	60	60.7	60.8	60.8
1	2009	FR030	60	56.2	56.5	56.6
1	2010	FR031	60	56.2	56.5	56.6
1	2011	FR032	60	56.4	56.7	56.8
1	2012	FR033	60	56.6	56.9	56.9
5	2013	FR034	60	61.8	61.9	61.9
4	2014	FR035	60	62.3	62.4	62.4
1	2015	FR036	70	58.7	58.9	58.9
1	2016	FR037	70	58.9	59.0	59.1
4	2017	FR038	70	58.6	58.7	58.7
1	2018	FR039	70	58.8	58.9	59.0
3	2019	FR040	70	59.5	59.6	59.6
1	2020	FR041	70	60.2	60.2	60.3
1	2021	FR042	70	60.7	60.8	60.9
1	2022	FR043	70	61.2	61.3	61.4
3	2023	FR044	70	60.9	60.9	61.0
1	2024	FR045	70	62.8	62.9	62.9
1	2025	FR046	70	62.7	62.7	62.8
1	2026	FR047	70	68.1	68.8	68.6
1	2027	FR048	70	66.1	66.7	66.6
1	2028	FR049	70	62.8	63.3	63.3
1	2029	FR050	70	61.6	62.1	62.1
1	2030	FR051	70	62.7	63.3	63.2
1	2031	FR052	70	64.5	65.1	65.0
1	2032	FR053	70	64.0	64.6	64.5
1	2033	FR054	70	69.7	70.6	70.3
1	2034	FR055	70	66.7	67.5	67.2
1	2035	FR056	70	65.3	66.0	65.8
3	2036	FR057	70	67.4	68.2	68.0
1	2037	FR058	60	50.7	51.5	51.7
4	2038	FR059	60	50.1	50.9	51.2
1	2039	FR060	70	65.6	65.7	65.7
1	2040	FR061	70	62.4	62.5	62.6
1	2041	FR062	70	61.7	61.8	61.9

Cod.	N.	Ricett.	Limiti Ante Operam	Livelli Calcolati Ante Operam	Livelli Calcolati Cantiere Mitigato + Ante Operam	
			Leq,day (dBA)	Leq,day (dBA)	F.I Leq,day (dBA)	F.II Leq,day (dBA)
1	2042	FR063	70	62.3	62.3	62.6
1	2043	FR064	70	62.2	62.3	62.6
1	2044	FR065	70	61.8	61.9	62.0
1	2045	FR066	70	69.8	69.8	69.9
1	2046	FR067	55	63.6	63.7	63.7
1	2047	FR068	55	69.0	69.1	69.1
1	2048	FR069	55	68.4	68.5	68.5
1	2049	FR070	65	67.8	68.0	68.0
1	2050	FR071	65	67.4	67.6	67.5
1	2051	FR072	70	65.1	65.1	65.2
3	2052	FR073	70	65.6	65.7	65.8
1	2053	FR074	70	66.7	66.8	66.8
1	2054	FR075	70	65.8	65.8	65.9
1	2055	FR076	70	67.2	67.3	67.3
1	2056	FR077	70	70.8	70.9	70.9
1	2057	FR078	70	68.9	69.0	69.0
1	2058	FR079	70	68.6	68.7	68.7
1	2059	FR080	70	65.7	66.0	65.9
3	2060	FR081	70	66.9	67.2	67.1
4	2061	FR082	65	66.3	66.6	66.6
1	2062	FR083	70	68.7	69.3	69.1
1	2063	FR084	70	70.4	70.8	70.7
1	2064	FR085	65	71.4	71.7	71.6
1	2065	FR086	70	71.1	71.8	71.6
1	2066	FR087	70	70.8	71.5	71.3
1	2067	FR088	70	66.3	66.9	66.7
1	2068	FR089	70	69.2	69.7	69.5
1	2069	FR090	70	68.8	69.3	69.1
1	2070	FR091	70	69.2	69.6	69.5
1	2071	FR092	70	69.0	69.4	69.3
1	2072	FR093	70	63.7	63.8	63.8
1	2073	FR094	70	63.7	63.7	63.8
1	2074	FR095	70	65.4	65.4	65.4
1	2075	FR096	70	64.9	64.9	65.0
3	2076	FR097	70	63.4	63.4	63.4
3	2077	FR098	70	62.3	62.3	62.3
3	2078	FR099	70	58.0	58.1	58.2
1	2079	FR100	70	63.6	64.0	63.9
1	2080	FR101	70	62.7	63.1	63.0
1	2081	FR102	70	61.3	61.6	61.6
1	2082	FR103	70	62.1	62.4	62.3
1	2083	FR104	70	46.7	47.7	48.4
1	2084	FR105	70	73.8	73.8	73.8
1	2085	FR106	70	68.8	68.9	68.9
1	2086	FR107	70	69.2	69.2	69.2
1	2087	FR108	70	66.7	66.7	66.8
1	2088	FR109	70	66.9	67.0	67.0
3	2089	FR110	70	72.0	72.0	72.1
1	2090	FR111	70	74.3	74.3	74.3
1	2091	FR112	70	62.7	63.0	63.0
1	2092	FR113	65	57.9	57.9	58.0
6	2093	FR114	65	57.8	57.9	58.0
6	2094	FR115	65	58.9	58.9	59.0
6	2095	FR116	60	71.1	71.1	71.1
6	2096	FR117	60	46.6	47.7	48.4
6	2097	FR118	60	46.8	47.8	48.5
6	2098	FR119	60	46.9	47.9	48.5
1	2099	FR120	70	52.9	53.2	53.4
1	2100	FR121	70	54.0	54.2	54.3
1	2101	FR122	70	53.5	53.7	53.9
1	2102	FR123	70	54.6	54.7	54.9

Cod.	N.	Ricett.	Limiti Ante Operam	Livelli Calcolati Ante Operam	Livelli Calcolati Cantiere Mitigato + Ante Operam	
			Leq,day (dBA)	Leq,day (dBA)	F.I Leq,day (dBA)	F.II Leq,day (dBA)
1	2103	FR124	70	66.2	66.2	66.6
1	2104	FR125	70	64.5	64.5	64.6
1	2105	FR126	70	64.2	64.2	64.3
1	2106	FR127	70	65.9	65.9	66.0
1	2107	FR128	70	64.1	64.1	64.1
1	2108	FR129	70	64.2	64.2	64.2
1	2109	FR130	70	61.5	61.5	61.6
1	2110	FR131	65	56.1	56.2	56.4
1	2111	FR132	65	63.8	63.9	63.9
3	2112	FR133	65	54.4	54.6	54.7
1	2113	FR134	70	68.6	68.6	68.6
1	2114	FR135	70	67.0	67.0	67.0
1	2115	FR136	70	56.4	56.5	56.6
1	2116	FR137	65	53.1	53.4	53.6
1	2117	FR138	65	52.6	52.9	53.1
4	2118	FR139	70	64.7	64.7	64.7
1	2119	FR140	70	65.1	65.1	65.1
1	2120	FR141	70	67.7	67.7	67.7
1	2121	FR142	70	67.2	67.2	67.2
1	2122	FR143	70	61.8	61.8	61.8
1	2123	FR144	70	65.4	65.4	65.4
1	2124	FR145	70	66.0	66.0	66.1
1	2125	FR146	70	66.5	66.5	66.5
1	2126	FR147	70	68.5	68.5	68.6
1	2127	FR148	70	68.4	68.4	68.5
6	2128	FR149	70	56.8	56.9	57.0
6	2129	FR150	70	56.5	56.6	56.7
6	2130	FR151	70	55.3	55.5	55.6
6	2131	FR152	70	54.2	54.4	54.5
6	2132	FR153	70	54.1	54.3	54.4
6	2133	FR154	70	53.1	53.3	53.5
6	2134	FR155	65	52.5	52.7	52.9
6	2135	FR156	65	51.6	51.9	52.2
6	2136	FR157	65	52.2	52.5	52.7
6	2137	FR158	65	52.2	52.4	52.7
6	2138	FR159	65	51.5	51.8	52.1
6	2139	FR160	65	50.6	50.9	51.2
6	2140	FR161	60	50.1	50.5	50.8
6	2141	FR162	60	49.7	50.1	50.5
6	2142	FR163	60	49.0	49.5	49.9
6	2143	FR164	60	47.5	48.1	48.6
1	2144	FR165	60	61.9	62.0	62.0
1	2145	FR166	60	62.3	62.3	62.3
1	2146	FR167	70	66.9	66.9	66.9
1	2147	FR168	70	66.4	66.4	66.4
3	2148	FR169	70	70.3	70.3	70.3
1	2149	FR170	70	74.1	74.1	74.2
3	2150	FR171	70	72.2	72.2	72.2
3	2151	FR172	70	73.1	73.1	73.1
1	2152	FR173	65	64.2	64.2	64.2
1	2153	FR174	65	65.5	65.5	65.5
1	2154	FR175	60	62.6	62.6	62.6
1	2155	FR176	70	67.8	67.8	67.8
3	2156	FR177	70	57.5	57.6	57.7
3	2157	FR178	70	56.6	56.7	56.8
3	2158	FR179	70	57.1	57.2	57.3
3	2159	FR180	70	57.1	57.2	57.3
3	2160	FR181	70	57.4	57.5	57.6
3	2161	FR182	70	58.2	58.3	58.4
3	2162	FR183	70	59.3	59.4	59.5
3	2163	FR184	70	61.7	61.8	61.8

Cod.	N.	Ricett.	Limiti Ante Operam	Livelli Calcolati Ante Operam	Livelli Calcolati Cantiere Mitigato + Ante Operam	
			Leq,day (dBA)	Leq,day (dBA)	F.I Leq,day (dBA)	F.II Leq,day (dBA)
3	2164	FR185	70	55.8	56.0	56.1
1	2165	FR186	70	74.9	74.9	74.9
1	2166	FR187	70	74.4	74.4	74.4
3	2167	FR188	70	68.9	68.9	69.0
1	2168	FR189	70	72.5	72.5	72.5
1	2169	FR190	70	73.8	73.8	73.9
1	2170	FR191	70	70.4	70.4	70.5
3	2171	FR192	70	75.3	75.3	75.3
3	2172	FR193	65	60.9	60.9	61.0
1	2173	FR194	65	72.3	73.0	72.8
3	2174	FR195	65	67.5	68.0	67.9
1	2175	FR196	60	71.7	72.1	72.0
1	2176	FR197	60	68.9	69.4	69.3
1	2177	FR198	60	72.7	73.2	73.0
1	2178	FR199	60	72.2	72.7	72.6
1	2179	FR200	60	72.2	72.7	72.6
1	2180	FR201	60	72.8	73.3	73.2
1	2181	FR202	60	72.8	73.3	73.2
1	2182	FR203	60	67.9	68.5	68.4
1	2183	FR204	60	57.8	58.4	58.4
1	2184	FR205	60	56.1	56.7	56.8
1	2185	FR206	60	68.7	69.3	69.2
1	2186	FR207	60	69.6	70.2	70.1
1	2187	FR208	60	67.1	67.7	67.6
1	2188	FR209	60	67.3	68.0	67.8
1	2189	FR210	60	64.4	65.1	64.9
1	2190	FR211	60	67.4	68.0	67.9
1	2191	FR212	60	63.1	63.7	63.6
1	2192	FR213	60	64.1	64.7	64.6
1	2193	FR214	60	67.0	67.7	67.5
1	2194	FR215	60	67.0	67.6	67.5
1	2195	FR216	60	68.8	69.4	69.3
1	2196	FR217	60	68.1	68.7	68.6
1	2197	FR218	60	67.7	68.4	68.2
4	2198	FR219	60	65.7	66.3	66.3
1	2199	FR220	60	62.3	62.9	62.8
1	2200	FR221	60	65.2	65.7	65.6
1	2201	FR222	60	63.7	64.3	64.2
1	2202	FR223	60	63.0	63.6	63.5
1	2203	FR224	60	62.2	62.7	62.6
1	2204	FR225	60	61.7	62.2	62.1
1	2205	FR226	60	61.4	61.9	61.8
1	2206	FR227	60	61.1	61.6	61.5
1	2207	FR228	60	60.5	61.0	60.9
1	2208	FR229	60	60.1	60.5	60.5
1	2209	FR230	60	64.0	64.6	64.5
1	2210	FR231	60	62.2	62.8	62.7
1	2211	FR232	60	61.2	61.7	61.6
1	2212	FR233	60	62.6	62.8	63.0
1	2213	FR234	60	62.9	62.9	63.1
1	2214	FR235	60	55.4	55.8	55.8
1	2215	FR236	60	54.4	54.8	55.0
1	2216	FR237	60	53.6	54.0	54.2
1	2217	FR238	70	58.0	58.5	58.4
1	2218	BN001	60	62.3	62.4	62.3
3	2219	BN002	60	58.9	59.0	58.9
3	2220	BN003	60	59.4	59.5	59.4
1	2221	BN004	60	50.0	50.6	50.2
1	2222	BN005	60	52.7	53.3	52.9
1	2223	BN006	60	49.4	50.1	49.5
1	2224	BN007	60	48.0	48.9	48.1

Cod.	N.	Ricett.	Limiti Ante Operam	Livelli Calcolati Ante Operam	Livelli Calcolati Cantiere Mitigato + Ante Operam	
			Leq,day (dBA)	Leq,day (dBA)	F.I Leq,day (dBA)	F.II Leq,day (dBA)
3	2225	BN008	60	49.4	50.1	49.5
5	2226	BN009	60	49.3	50.5	49.4
1	2227	BN010	60	49.7	50.6	49.8
1	2228	BN011	60	52.7	53.2	52.8
1	2229	BN012	60	48.1	49.1	48.2
3	2230	BN013	60	51.1	51.6	51.2
3	2231	BN014	60	51.5	52.0	51.6
1	2232	BN017	60	59.5	60.1	59.5
1	2233	BN018	60	57.9	58.5	57.9
1	2234	BN019	60	56.6	57.3	56.6
1	2235	BN020	60	61.3	61.8	61.3
1	2236	BN021	60	61.4	62.0	61.4
1	2237	BN022	60	49.3	50.4	49.3
1	2238	BN023	60	50.3	51.4	50.3
1	2239	BN024	60	55.3	56.0	55.3
1	2240	BN025	60	54.1	54.8	54.1
1	2241	BN026	60	43.5	47.2	43.5
1	2242	BN027	60	43.2	47.5	43.2
3	2243	BN028	60	43.0	46.6	43.0
1	2244	BN029	60	42.3	46.4	42.3
1	2245	BN030	60	42.0	46.0	42.0
1	2246	BN031	60	42.0	46.5	42.0
1	2247	BN032	60	42.0	46.3	42.0
1	2248	BN033	60	41.8	45.8	41.8
1	2249	BN034	60	41.7	45.9	41.7
1	2250	BN035	60	41.2	45.7	41.2
1	2251	BN036	60	41.1	45.4	41.1
1	2252	BN037	60	63.1	63.3	63.1
1	2253	BN038	60	58.6	58.8	58.6
1	2254	BN039	60	61.0	61.2	61.0
1	2255	BN040	60	58.7	58.9	58.7
1	2256	BN041	60	40.9	47.0	40.9
1	2257	BN042	60	41.0	46.9	41.0
1	2258	BN043	60	40.9	49.8	40.9
4	2259	BN044	60	40.9	53.2	40.9
1	2260	BN045	60	41.4	45.5	41.4
1	2261	BN046	65	52.6	53.4	52.6
1	2262	BN047	65	51.3	51.9	51.3
1	2263	BN048	65	61.0	61.2	61.0
1	2264	BN049	60	42.0	45.2	42.0
1	2265	BN050	60	42.2	49.4	42.2
1	2266	BN051	60	42.4	47.3	42.4
1	2267	BN052	60	46.3	53.5	46.3
1	2268	BN053	60	48.7	50.1	48.7
1	2269	BN054	60	52.0	52.5	52.0
1	2270	BN055	60	51.5	52.1	51.5
1	2271	BN056	60	54.9	55.2	54.9
1	2272	BN057	60	56.7	56.8	56.7
1	2273	BN058	60	64.5	64.5	64.5
1	2274	BN059	60	62.9	63.0	62.9
3	2275	BN060	60	59.5	59.5	59.5
1	2276	BN061	60	60.0	60.2	60.0
5	2277	FN179	60	38.2	45.5	44.3
4	2278	RG162	70	72.9	72.9	72.9
4	2279	RG163	70	71.3	71.3	71.3
3	2280	SP050	60	51.9	52.7	52.9
1	2281	SP051	70	62.4	62.8	63.0
3	2282	CN108	70	52.8	53.5	53.6
3	2283	CN109	70	51.5	52.3	52.4
3	2284	CN110	70	65.0	65.4	65.6
1	2285	SP052	65	56.3	56.5	56.5

Cod.	N.	Ricett.	Limiti Ante Operam	Livelli Calcolati Ante Operam	Livelli Calcolati Cantiere Mitigato + Ante Operam	
			Leq,day (dBA)	Leq,day (dBA)	F.I Leq,day (dBA)	F.II Leq,day (dBA)
1	2286	SP053	65	60.7	60.8	60.8
1	2287	SP054	65	61.5	61.6	61.6
1	2288	SP055	65	61.1	61.1	61.1
1	2289	SP056	65	61.9	61.9	61.9
1	2290	SP057	65	60.5	60.5	60.5
1	2291	SP058	65	52.0	52.3	52.3
1	2292	SP059	65	51.8	52.2	52.2
1	2293	SP060	65	50.9	51.4	51.3
1	2294	SP061	65	48.8	49.6	49.5
1	2295	SP062	65	47.7	48.7	48.7
1	2296	SP063	65	61.1	61.1	61.1
1	2297	SP064	65	59.1	59.2	59.2
1	2298	SP065	65	58.6	58.7	58.7
1	2299	SP066	65	45.8	48.9	48.6
3	2300	SP067	70	56.5	59.7	60.6
4	2301	SP068	70	54.2	58.5	59.6
3	2302	SP069	70	55.8	60.3	61.4
3	2303	SP070	70	56.7	57.6	57.9
1	2304	SP071	70	59.1	60.0	60.2
3	2305	SP072	70	57.8	58.2	58.4
1	2306	SP073	70	58.0	58.5	58.7
1	2307	SF179	60	45.9	47.4	47.6
6	2308	SF180	70	50.8	51.3	51.4
4	2309	SF181	70	50.0	50.6	50.7
4	2310	SF182	70	50.0	50.5	50.7
3	2311	FN180	70	52.3	54.2	54.0
6	2312	FN181	60	49.9	51.7	51.2
3	2313	FR239	70	56.9	57.0	57.1

TABELLA 6.2-1 – LIVELLI SONORI DIURNI – FASE I E CANTIERE FASE II

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. 10.4.1. 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 6.2-2.

PD_0_000_0MA00_0_AC_CC_01_A	CARTA CON LOCALIZZAZIONE DEI RICETTORI - TAV 1/14
PD_0_000_0MA00_0_AC_CC_02_A	CARTA CON LOCALIZZAZIONE DEI RICETTORI - TAV 2/14
PD_0_000_0MA00_0_AC_CC_03_A	CARTA CON LOCALIZZAZIONE DEI RICETTORI - TAV 3/14
PD_0_000_0MA00_0_AC_CC_04_A	CARTA CON LOCALIZZAZIONE DEI RICETTORI - TAV 4/14
PD_0_000_0MA00_0_AC_CC_05_A	CARTA CON LOCALIZZAZIONE DEI RICETTORI - TAV 5/14
PD_0_000_0MA00_0_AC_CC_06_A	CARTA CON LOCALIZZAZIONE DEI RICETTORI - TAV 6/14
PD_0_000_0MA00_0_AC_CC_07_A	CARTA CON LOCALIZZAZIONE DEI RICETTORI - TAV 7/14
PD_0_000_0MA00_0_AC_CC_08_A	CARTA CON LOCALIZZAZIONE DEI RICETTORI - TAV 8/14
PD_0_000_0MA00_0_AC_CC_09_A	CARTA CON LOCALIZZAZIONE DEI RICETTORI - TAV 9/14
PD_0_000_0MA00_0_AC_CC_10_A	CARTA CON LOCALIZZAZIONE DEI RICETTORI - TAV 10/14
PD_0_000_0MA00_0_AC_CC_11_A	CARTA CON LOCALIZZAZIONE DEI RICETTORI - TAV 11/14

PD_0_000_0MA00_0_AC_CC_12_A	CARTA CON LOCALIZZAZIONE DEI RICETTORI - TAV 12/14
PD_0_000_0MA00_0_AC_CC_13_A	CARTA CON LOCALIZZAZIONE DEI RICETTORI - TAV 13/14
PD_0_000_0MA00_0_AC_CC_14_A	CARTA CON LOCALIZZAZIONE DEI RICETTORI - TAV 14/14
PD_0_000_0MA00_0_AC_SH_01_A	CENSIMENTO DEI RICETTORI - SCHEDE - 1/4
PD_0_000_0MA00_0_AC_SH_02_A	CENSIMENTO DEI RICETTORI - SCHEDE - 2/4
PD_0_000_0MA00_0_AC_SH_03_A	CENSIMENTO DEI RICETTORI - SCHEDE - 3/4
PD_0_000_0MA00_0_AC_SH_04_A	CENSIMENTO DEI RICETTORI - SCHEDE - 4/4

TABELLA 6.2-2 – ELENCO DEGLI ELABORATI RELATIVI AL CENSIMENTO RICETTORI

In Tabella 6.2-3 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 disabilitati, in cattive condizioni, ma teorici. Abitabili
5	Rosso	Ruderi, edifici non utilizzati e non abitabili
6	Viola	Edifici fuori dal corridoio di analisi e dalle fasce di pertinenza.

TABELLA 6.2-3 – CLASSIFICAZIONE DEI RICETTORI

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

Al fine di rendere più agevole la valutazione di impatto acustico delle attività di cantiere nell'intorno dell'infrastruttura di progetto, è stato sviluppato il tracciamento delle curve isolivello all'interno del "buffer", di ampiezza 500 m per lato, già utilizzato per lo Studio Acustico dell'autostrada Cispadana. 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. Ai fini della valutazione di impatto acustico del rumore in fase di cantiere, è stato sviluppato il confronto tra le seguenti tre configurazioni:

- rumorosità Ante-Operam;
- rumorosità di Cantiere Fase I (durata alcuni mesi);
- rumorosità di Cantiere Fase II (durata 2-3 anni).

La rumorosità di cantiere ricomprende, come fondo, quella ante operam, nel senso che la rumorosità dei mezzi di cantiere e delle sorgenti fisse e semifisse si sovrappone energeticamente alla rumorosità ante-operam, poiché si ipotizza che i flussi di mezzi di cantiere siano addizionali ai normali flussi veicolari già esistenti.

I risultati delle elaborazioni dello scenario ante-operam sono visibili nelle tavole aventi le seguenti codifiche.

Codice elaborato	Titolo elaborato
PD_0_000_0MA00_0_AC_MA_01_A	fase ante-operam - mappatura delle isofoniche nel periodo diurno – tav 1/14
PD_0_000_0MA00_0_AC_MA_02_A	fase ante-operam - mappatura delle isofoniche nel periodo diurno – tav 2/14
PD_0_000_0MA00_0_AC_MA_03_A	fase ante-operam - mappatura delle isofoniche nel periodo diurno – tav 3/14
PD_0_000_0MA00_0_AC_MA_04_A	fase ante-operam - mappatura delle isofoniche nel periodo diurno – tav 4/14
PD_0_000_0MA00_0_AC_MA_05_A	fase ante-operam - mappatura delle isofoniche nel periodo diurno – tav 5/14
PD_0_000_0MA00_0_AC_MA_06_A	fase ante-operam - mappatura delle isofoniche nel periodo diurno – tav 6/14
PD_0_000_0MA00_0_AC_MA_07_A	fase ante-operam - mappatura delle isofoniche nel periodo diurno – tav 7/14
PD_0_000_0MA00_0_AC_MA_08_A	fase ante-operam - mappatura delle isofoniche nel periodo diurno – tav 8/14
PD_0_000_0MA00_0_AC_MA_09_A	fase ante-operam - mappatura delle isofoniche nel periodo diurno – tav 9/14
PD_0_000_0MA00_0_AC_MA_10_A	fase ante-operam - mappatura delle isofoniche nel periodo diurno – tav 10/14
PD_0_000_0MA00_0_AC_MA_11_A	fase ante-operam - mappatura delle isofoniche nel periodo diurno – tav 11/14
PD_0_000_0MA00_0_AC_MA_12_A	fase ante-operam - mappatura delle isofoniche nel periodo diurno – tav 12/14
PD_0_000_0MA00_0_AC_MA_13_A	fase ante-operam - mappatura delle isofoniche nel periodo diurno – tav 13/14
PD_0_000_0MA00_0_AC_MA_14_A	fase ante-operam - mappatura delle isofoniche nel periodo diurno – tav 14/14

TABELLA 6.2-4 – ELENCO DEGLI ELABORATI CONTENENTI LE MAPPATURE ANTE-OPERAM

Quelli relativi alle fasi I e II di cantiere sono invece visibili nell'Allegato 2 del presente documento, numerate da 2 a 22 per la fase I e da 23 a 43 per la fase II.

6.2.4. Valutazione del rumore prodotto dal Fronte Avanzamento Lavori (FAL)

Per quanto riguarda la determinazione delle isofoniche di emissione attorno al fonte avanzamento lavori (FAL), sulla base delle ipotesi già illustrate nei capitoli precedenti su macchine e modalità operative delle stesse, è stata sviluppata una elaborazione svincolata dalla base cartografica di progetto, che ha consentito di ottenere una mappatura isolivello "tipica", grazie alla quale è possibile stimare il livello sonoro in funzione della distanza "di transito" del FAL rispetto a ciascun ricettore.

a) Traiettoria di lavoro

Per quanto riguarda la costruzione dei tratti in rilevato (che è la tipologia di lavorazione predominante), la posizione dei macchinari varia in modo casuale durante la giornata lavorativa e quindi non è possibile determinare in modo esatto le singole traiettorie.

Data la ristrettezza della zona in cui operano le singole macchine è stato ipotizzato che la posizione in corrispondenza della quale si ha la maggiore probabilità di trovare una macchina operatrice coincida con l'asse della infrastruttura in corso di costruzione.

b) Trasporto di inerti al fronte di avanzamento

Oltre alle emissioni relative ai macchinari occorre considerare anche le emissioni relative al trasporto degli inerti al fronte di avanzamento lavori.

Questa attività si svolge essenzialmente lungo le piste di cantiere che sono disposte parallelamente all'asse della linea ferroviaria.

La notevole vicinanza tra le piste di cantiere e l'asse dell'autostrada ha permesso di localizzare in corrispondenza di quest'ultima anche le emissioni acustiche relative all'attività in oggetto.

c) Zona d'influenza

Data la caratteristica di mobilità delle attività in oggetto, si è reso necessario determinare una zona d'influenza che potesse costituire un riferimento per le successive analisi.

Detta zona, in coerenza con gli studi citati in premessa da cui è stato ricavato il censimento dei ricettori, è stata considerata pari ad una fascia di 500 m (250 m per lato della linea).

Sulla base delle simulazioni effettuate, si osserva come la distanza, oltre la quale i livelli di rumore prodotti dalle attività relative al fronte di avanzamento scendono al di sotto dei livelli di accettabilità previsti dal D.P.C.M. 01/03/91 per i ricettori di classe 3, sia pari appunto a circa 250 m.

d) Zona sorgente di rumore

In corrispondenza del fronte di avanzamento del rilevato il processo di cantierizzazione prevede l'esecuzione di diverse attività, suddivisibili in tre fasi distinte e successive:

- sbancamento;
- stesa strati;
- compattazione.

Prendendo come riferimento la sequenza temporale di esecuzione precedentemente presentata sulla base della scheda n. 38 lavorazione presente nella pubblicazione "Conoscere per Prevenire" e descritta nel capitolo 3, l'analisi del fronte di avanzamento per questa tipologia di lavorazione è stata definita sulla base di un tratto in costruzione di rilevato autostradale di lunghezza pari 600 m, che rappresenta il tratto operativo standard.

Sulla base di queste ipotesi, la zona sorgente di rumore è stata assunta cautelativamente pari ad un tratto di autostrada in costruzione di lunghezza 600 m (Figura 6.2-3).

Questo tratto può essere considerato composto da tre segmenti, ciascuno dei quali relativo ad una delle fasi di esecuzione previste (sbancamento – stesa strati – compattazione). È stato quindi ipotizzato di localizzare in corrispondenza del baricentro di ciascun segmento le sorgenti di rumore relative.

A scopo esemplificativo in Figura 6.2-4 è riportato lo schema della localizzazione delle sorgenti di rumore considerate nel calcolo delle curve isofoniche.

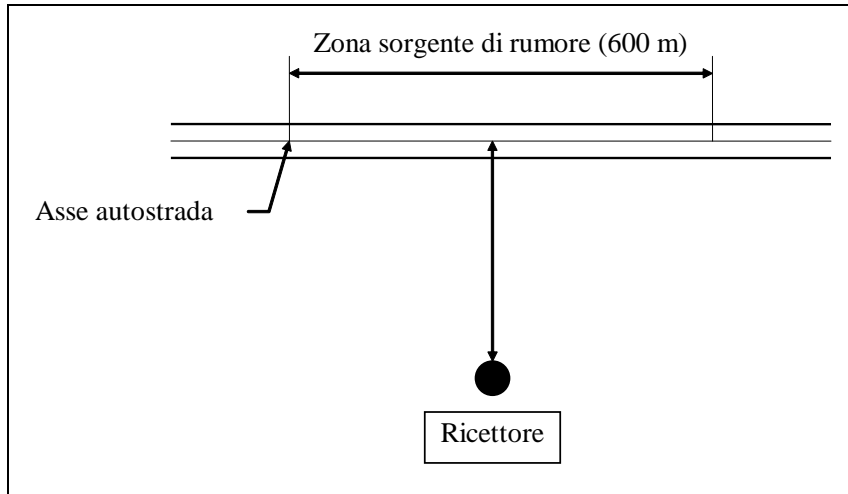


FIGURA 6.2-3 – SCHEMATIZZAZIONE ZONA SORGENTE DI RUMORE

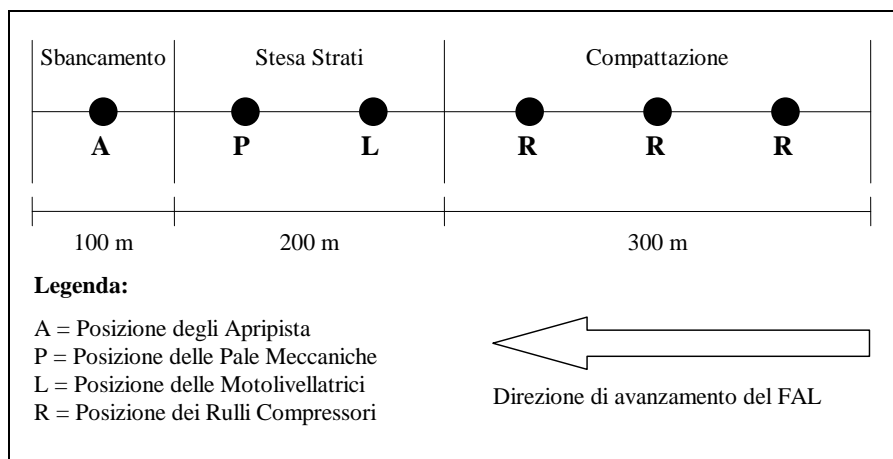


FIGURA 6.2-4 – SCHEMA DI COSTRUZIONE TIPOLOGIA RILEVATO

6.2.4.1 Isofoniche di emissione

La determinazione delle emissioni sonore delle attività relative al fronte di avanzamento è stata effettuata per mezzo di curve isofoniche, calcolate con modello di calcolo Citymap già citato nei capitoli precedenti.

Dette curve sono state calcolate prendendo come riferimento una situazione standard, caratterizzata dalla presenza contemporanea dei macchinari indicati nella tabella presentata al cap. 5.1.3.

Oltre alle emissioni acustiche prodotte dalle macchine operatrici sono state anche considerate quelle relative al trasporto degli inerti.

Queste ultime sono state valutate considerando la traiettoria dei camion che trasportano il materiale coincidente con l'asse delle piste di cantiere, e statisticamente provenienti sia dal lato di avanzamento, sia da quello opposto del cantiere. Questa considerazione ha permesso di sommare le emissioni acustiche relative al trasporto dei materiali con quelle relative alle altre macchine operatrici.

Per l'approvvigionamento del fronte di avanzamento lavori del rilevato sono previsti circa 60 camion/giorno che, tenendo conto anche dei viaggi di ritorno a vuoto equivalgono ad un rumore sostanzialmente continuo per l'intera giornata lavorativa.

Sulla base delle assunzioni sopra descritte, sono state determinate le curve delle isofoniche per la tipologia rilevato che sono state riportate in Figura 6.2-5.

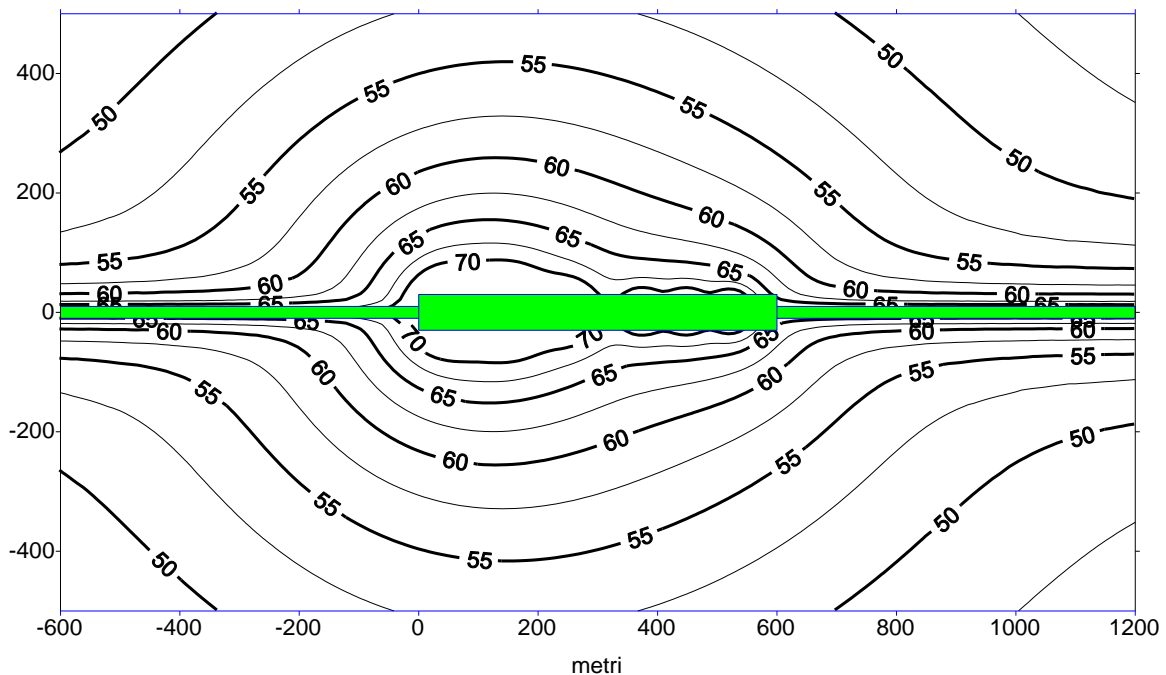


FIGURA 6.2-5 – CURVE ISOLIVELLO SONORO - FRONTE DI AVANZAMENTO LAVORI

Considerando un limite diurno di 60 dB(A), tipico delle zone agricole classificate in classe III, analizzando la Figura 6.2-5 tale limite risulta superato per distanze del ricettore rispetto al FAL inferiori a 250 metri.

Il tempo nel quale il livello diurno si mantiene superiore ai 65 dB(A) dipende dalla velocità di avanzamento del FAL e dalla distanza del ricettore.

Nel caso la rumorosità rimanga comunque al di sotto dei 70 dB(A), ed il tempo di transito del FAL non superi i tre mesi, è ancora possibile considerare l'impatto acustico temporaneo, e chiedere all'amministrazione comunale l'autorizzazione in deroga rispetto ai limiti di immissione del rumore, per un periodo di tempo limitato. Allorché invece si verificano condizioni di distanza tali per cui il livello sonoro possa superare i 70 dB(A), occorre mettere in campo un adeguato quantitativo di schermature mobili, onde ricondurre la rumorosità, se non al rispetto del limite "di zona", perlomeno al rispetto del limite massimo di 70 dB(A) previsto dalla Delibera della Giunta Regionale che fissa i criteri con cui le amministrazioni comunali adottano i regolamenti per la concessione delle deroghe.

6.3. IMPOSTAZIONE E METODOLOGIA DI ANALISI DELLE VIBRAZIONI

6.3.1. 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;
- assenza 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, $\mathbf{s} = (s_x \quad s_y \quad s_z)$, misurato in m,
- il vettore velocità, $\mathbf{v} = (v_x \quad v_y \quad v_z)$, misurato in m/s,
- il vettore accelerazione, $\mathbf{a} = (a_x \quad a_y \quad a_z)$, misurato in m/s².

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.

6.3.2. 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 vibratori 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 vibratori 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.

6.3.3. 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:

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

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 .

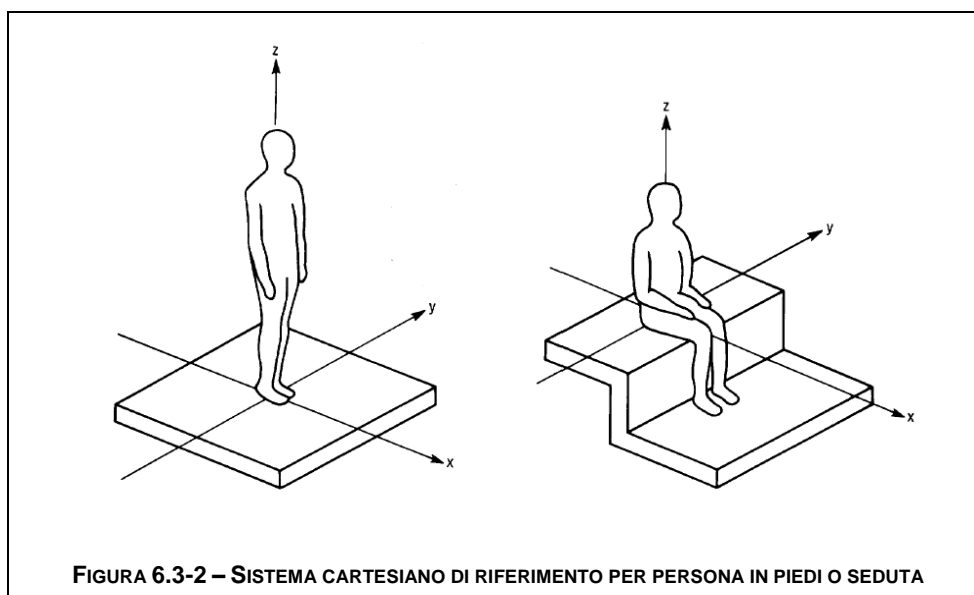
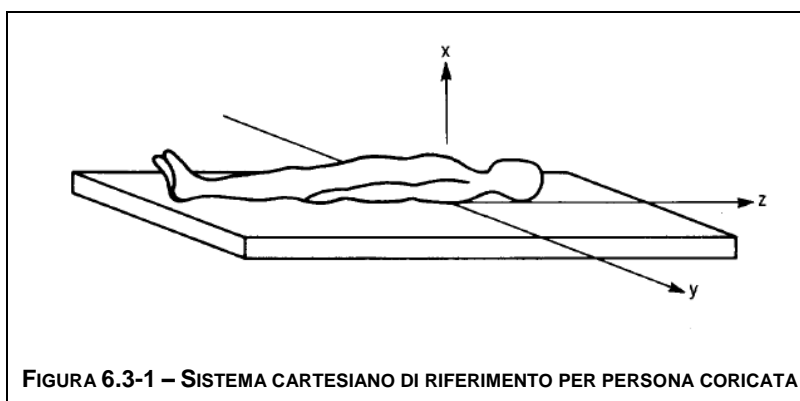
Si deve osservare però che la corrispondenza dei due livelli si verifica solo a questa particolare frequenza (che difatti viene usata dal calibratore proprio a tale scopo), mentre in generale, a frequenze più basse, il livello di velocità è più elevato del livello di accelerazione, visto che la frequenza 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 .

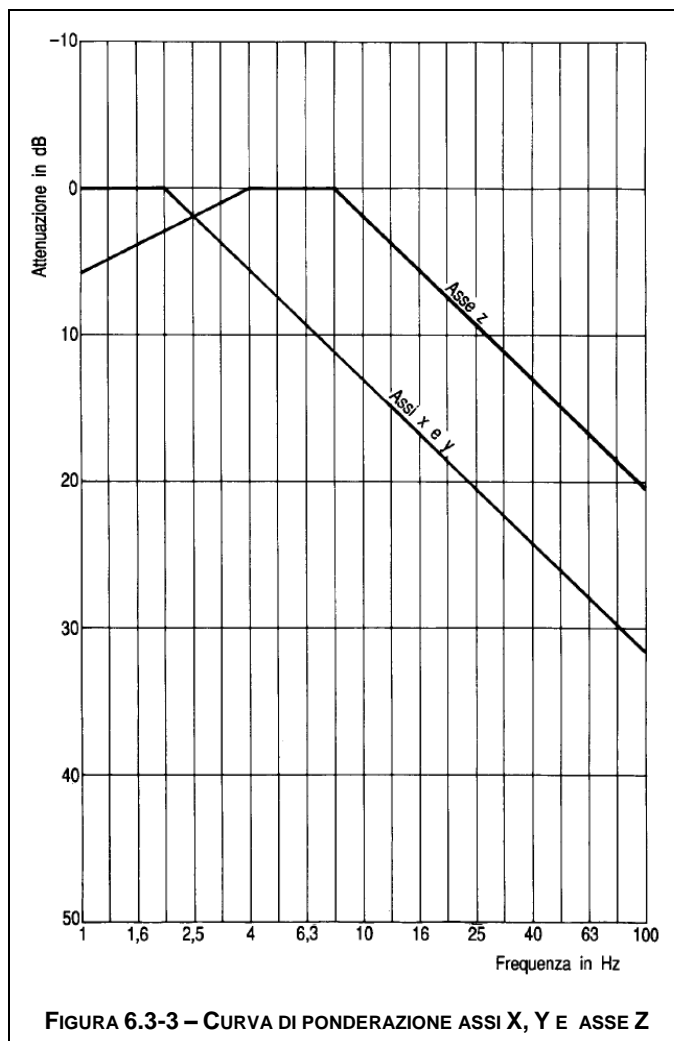
Occorre dunque prestare molta attenzione all'occhi si esprime l'entità di un fenomeno vibratorio nella scala dei dB, occorre sempre esplicitare se si tratta di un valore in dB di velocità, di accelerazione, oppure di accelerazione ponderata.

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

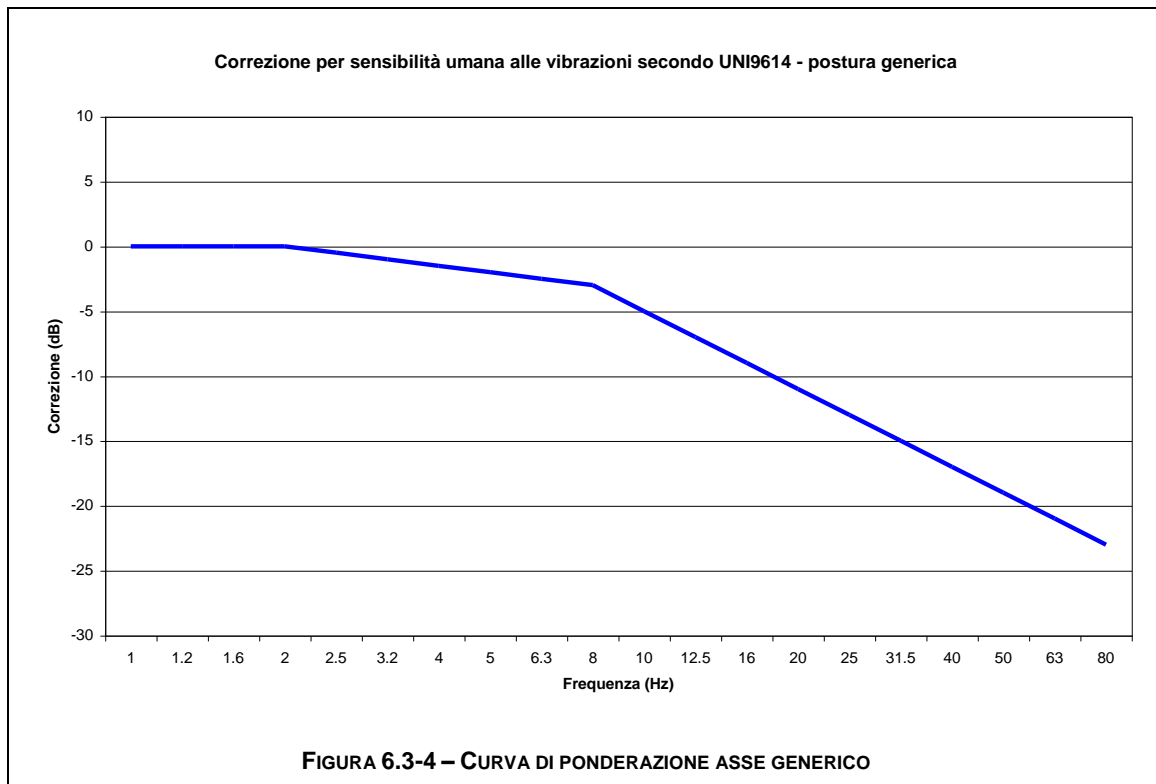
Si prende qui primariamente in esame il problema della percezione umana delle vibrazioni. Infatti, i limiti di danno strutturale lieve sono indicati negli allegati della norma UNI 9916, e risultano più elevati di circa 20 dB dei limiti di percezione individuati dalla norma UNI 9614. A questo proposito, 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 6.3-4** (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:

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

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:

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

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 ancora l'impiego di grossi rulli compattatori vibranti di tipo “autostradale” in prossimità di fabbricati. Adottando tecniche alternative alle suddette (ad esempio, utilizzo di vibroinfessori ad alta frequenza variabile o, nei casi più sensibili, di infessori a pressione, 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 è sistematicamente parecchio più restrittivo del limite di danno strutturale.

6.4. 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.

6.4.1. 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 6.4-1 – 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 percettibilità secondo UNI 9614.

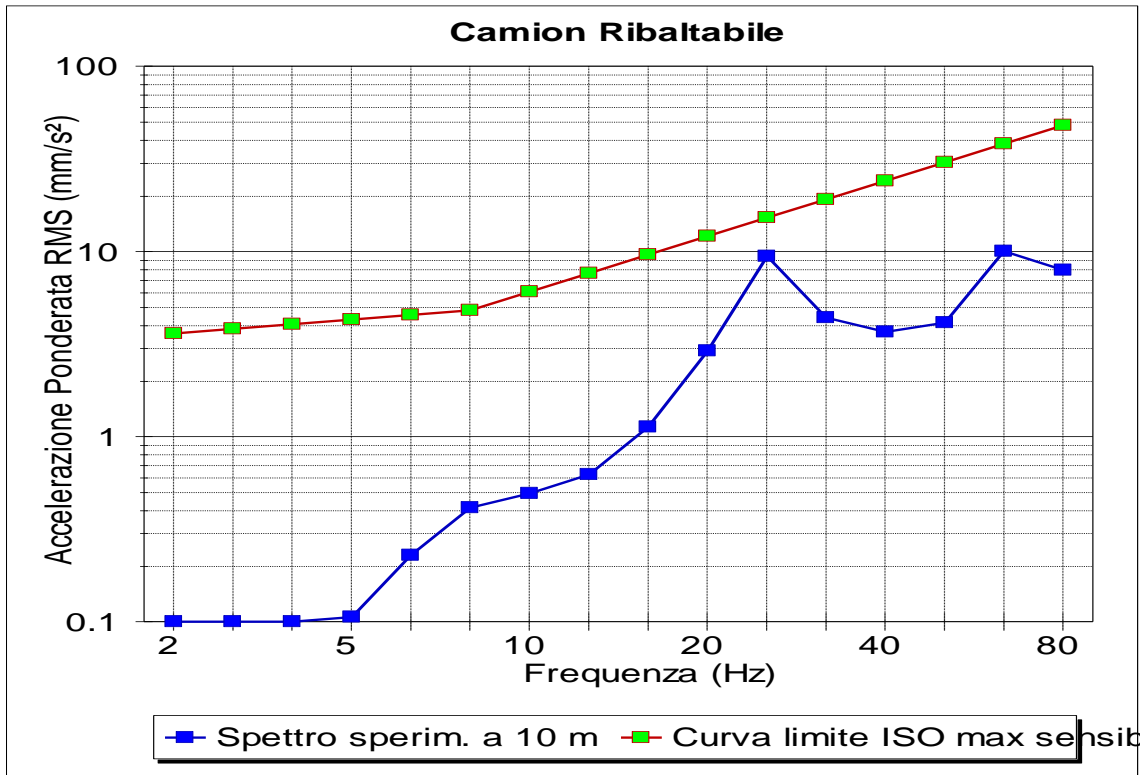


FIGURA 6.4-1 – SPETTRO EMISSIONE VIBRAZIONI – CAMION RIBALTABILE

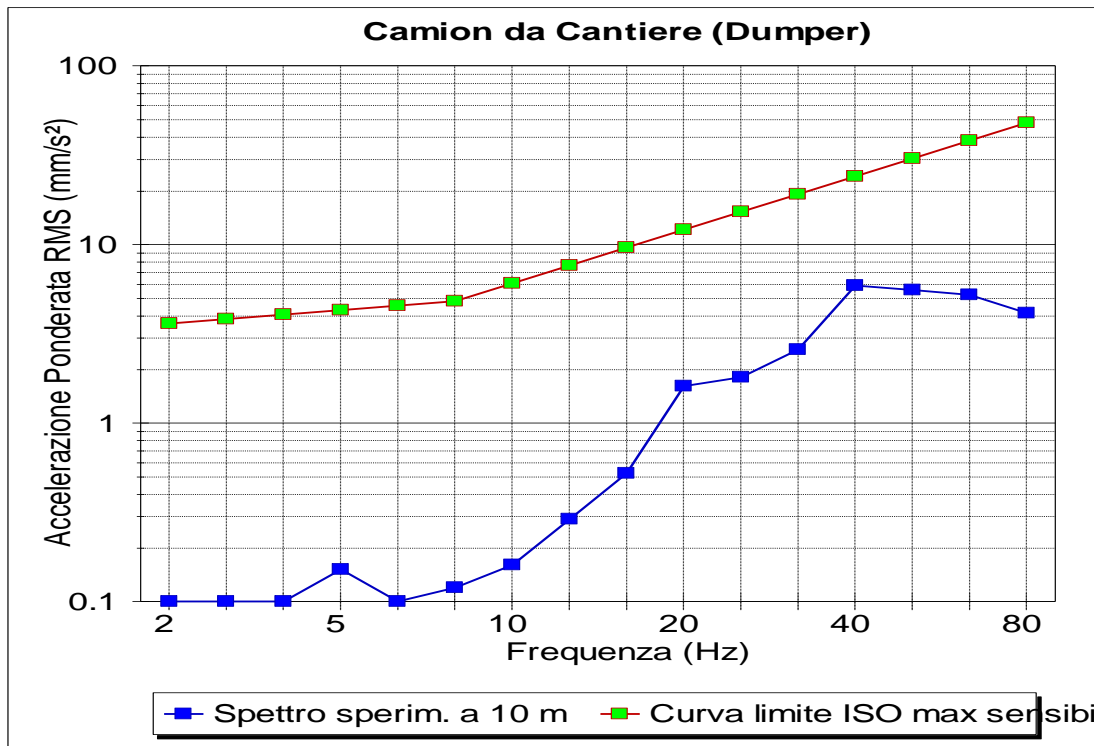


FIGURA 6.4-2 – SPETTRO EMISSIONE VIBRAZIONI – CAMION DA CANTIERE

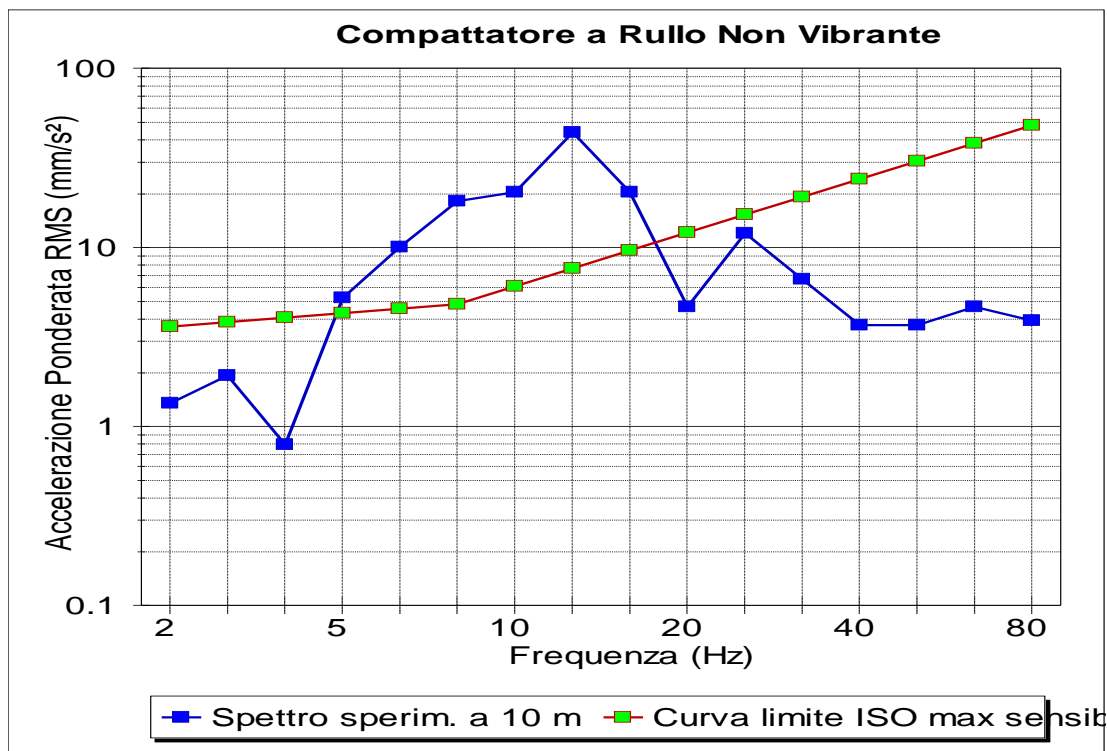


FIGURA 6.4-3 - SPETTRO EMISSIONE VIBRAZIONI - COMPATTATORE A RULLO NON VIBRANTE

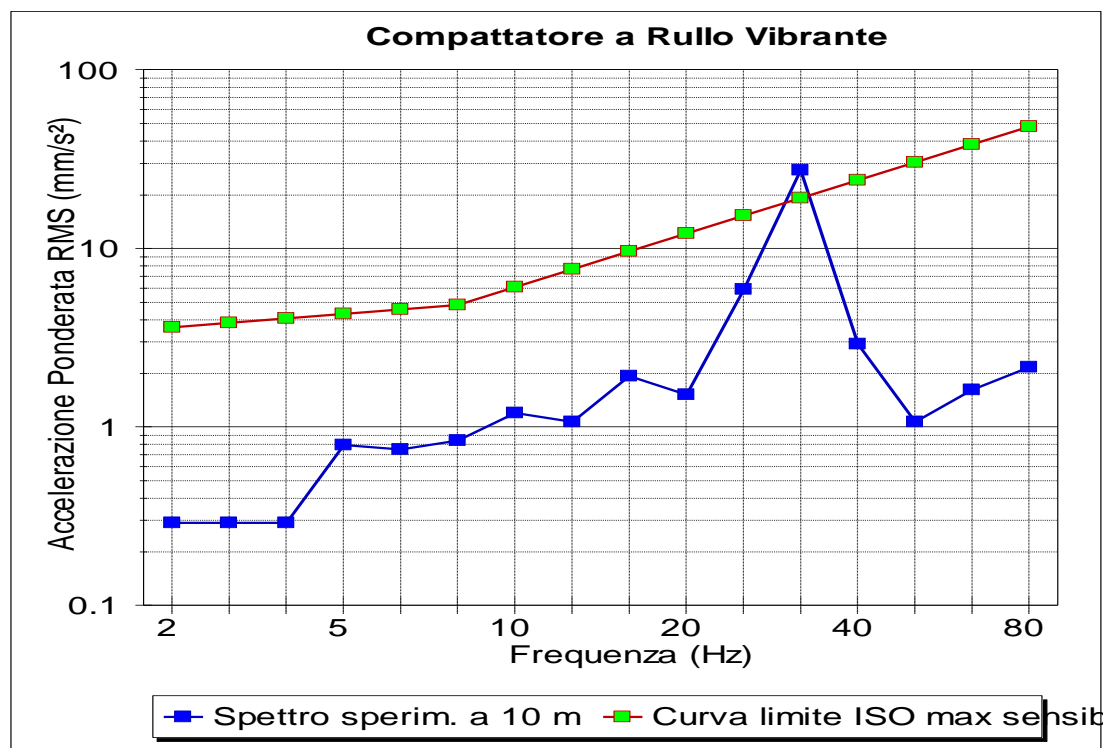


FIGURA 6.4-4 - SPETTRO EMISSIONE VIBRAZIONI - COMPATTATORE A RULLO VIBRANTE

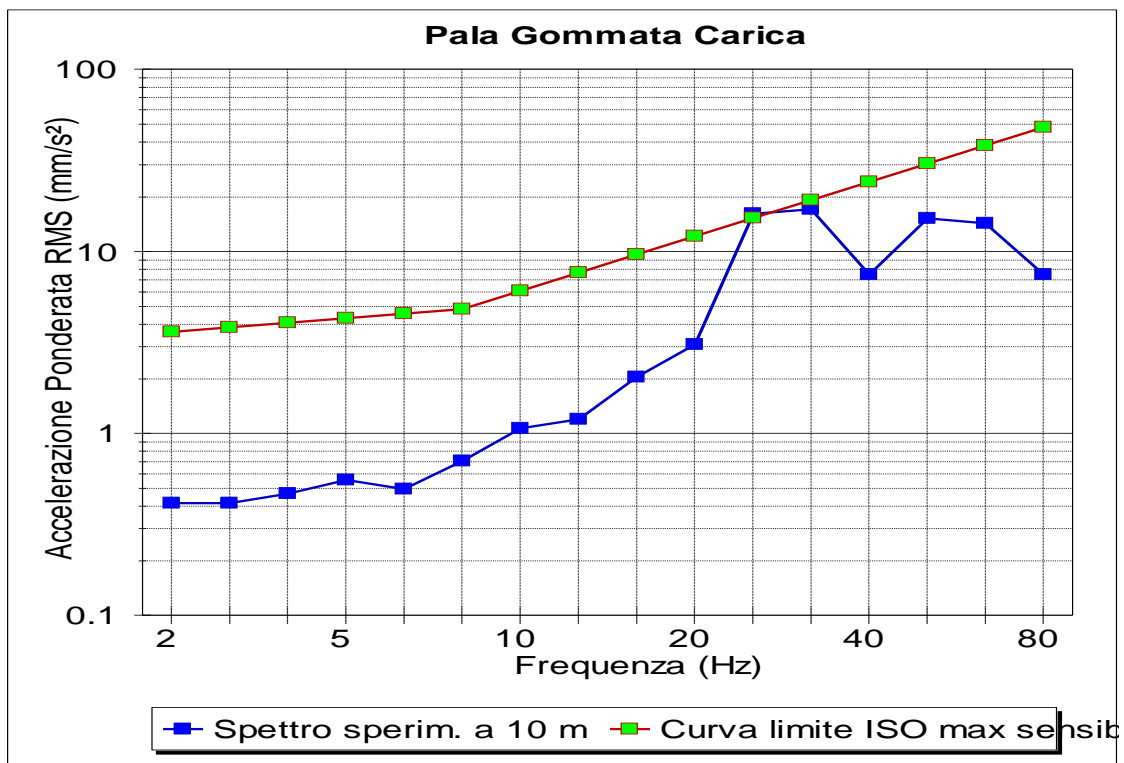


FIGURA 6.4-5 – SPETTRO EMISSIONE VIBRAZIONI – PALA GOMMATA CARICA

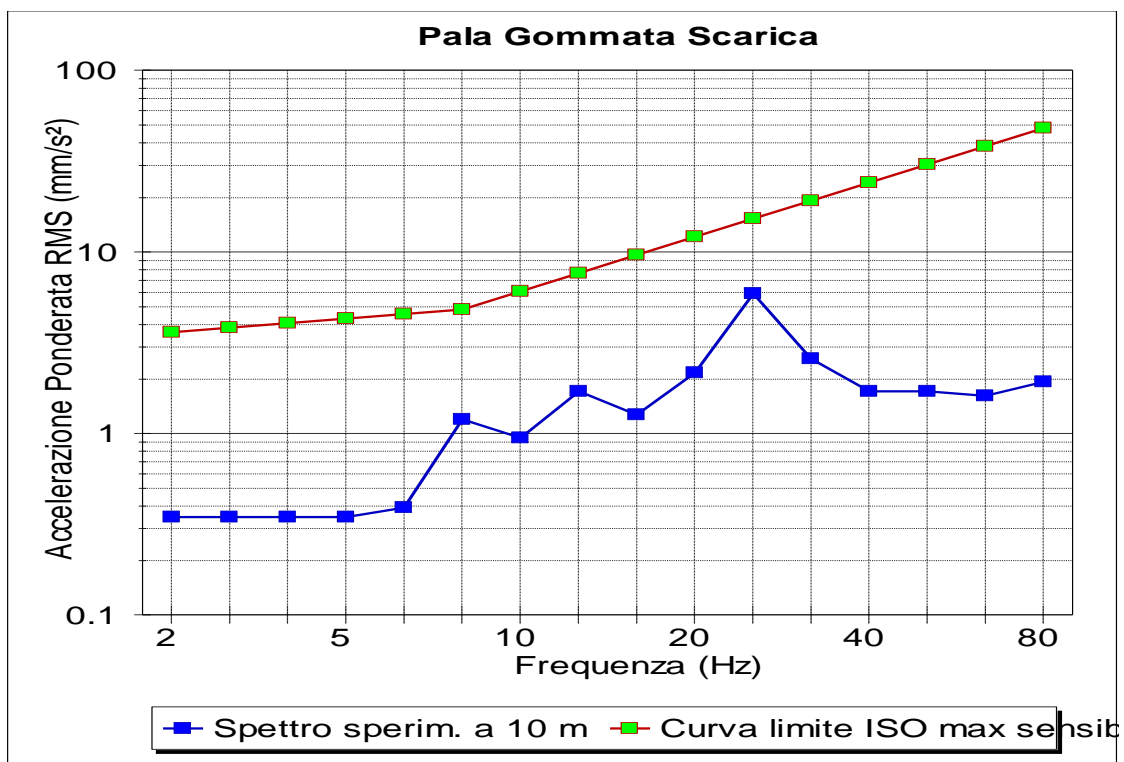


FIGURA 6.4-6 – SPETTRO EMISSIONE VIBRAZIONI – PALA GOMMATA SCARICA

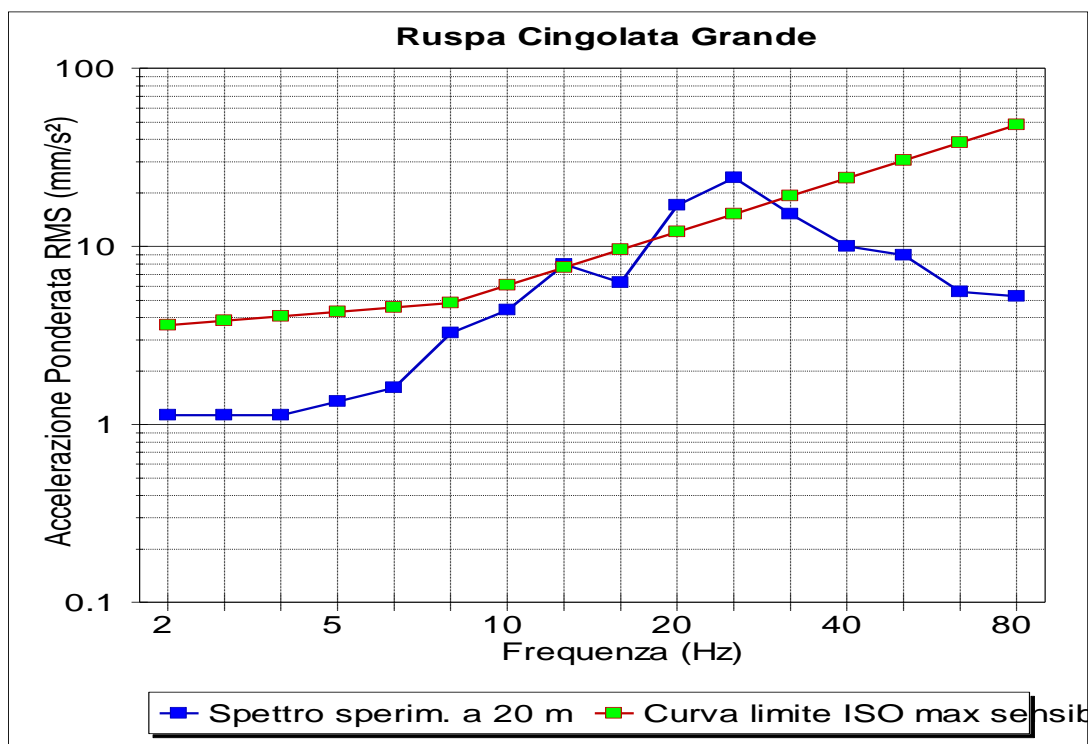


FIGURA 6.4-7 – SPETTRO EMISSIONE VIBRAZIONI – RUSPA CINGOLATA GRANDE

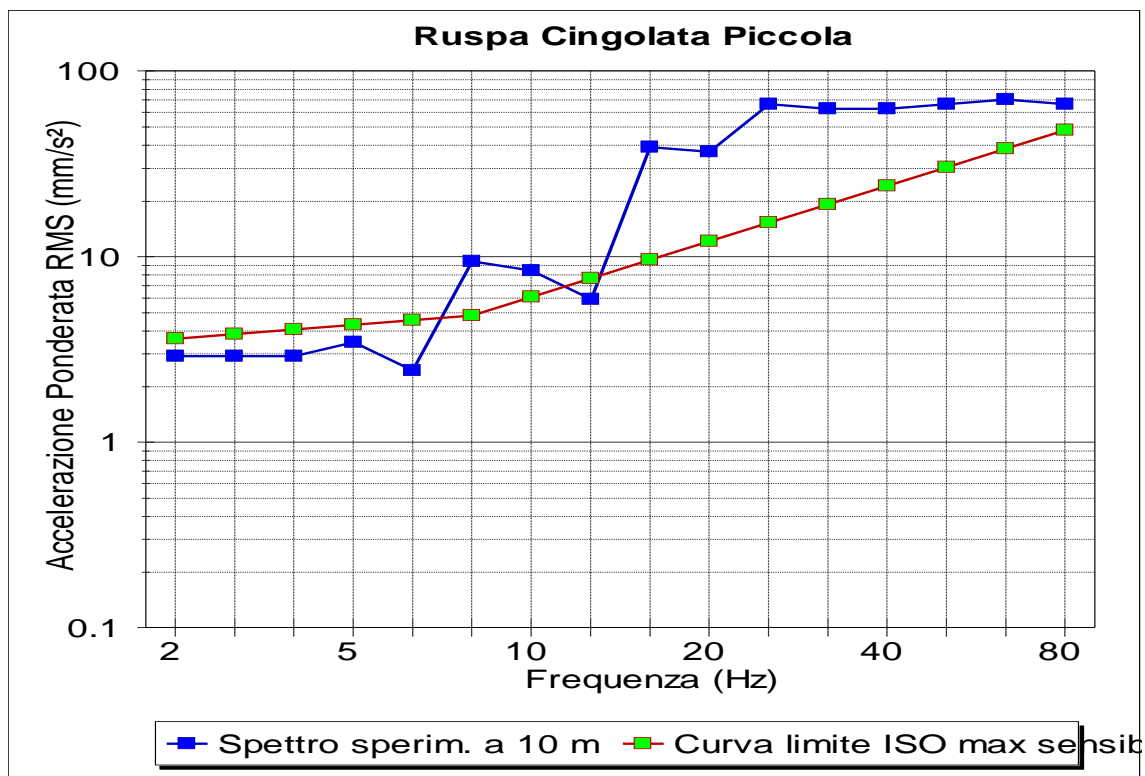


FIGURA 6.4-8 – SPETTRO EMISSIONE VIBRAZIONI – RUSPA CINGOLATA PICCOLA

6.4.2. 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 vibrazionale⁶:

- 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.

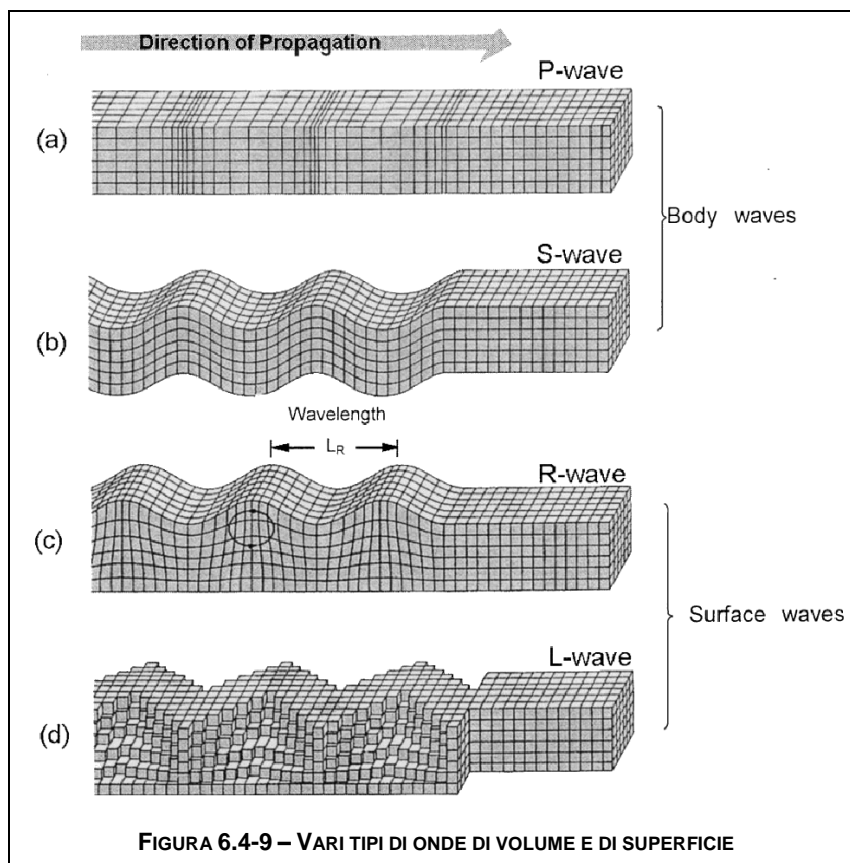
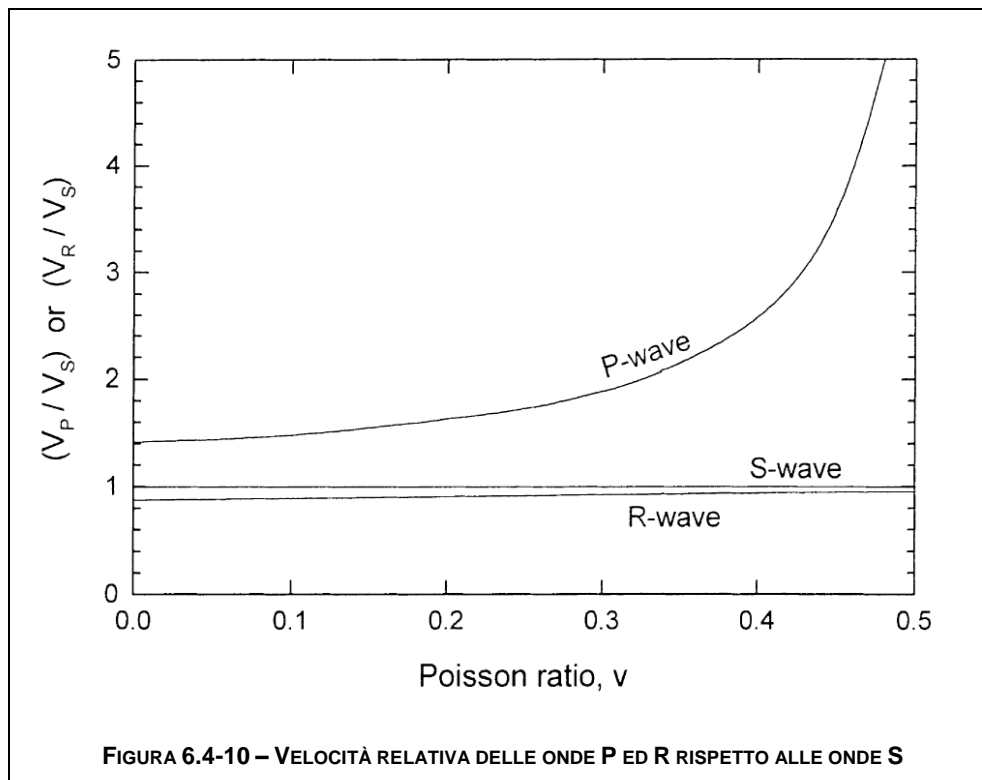


FIGURA 6.4-9 – VARI TIPI DI ONDE DI VOLUME E DI SUPERFICIE

⁶ 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 formulazione⁷:

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

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 .

⁷ 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 6.4-2 – ESPONENTE N PER VARI TIPI DI ONDE VIBRAZIONALI

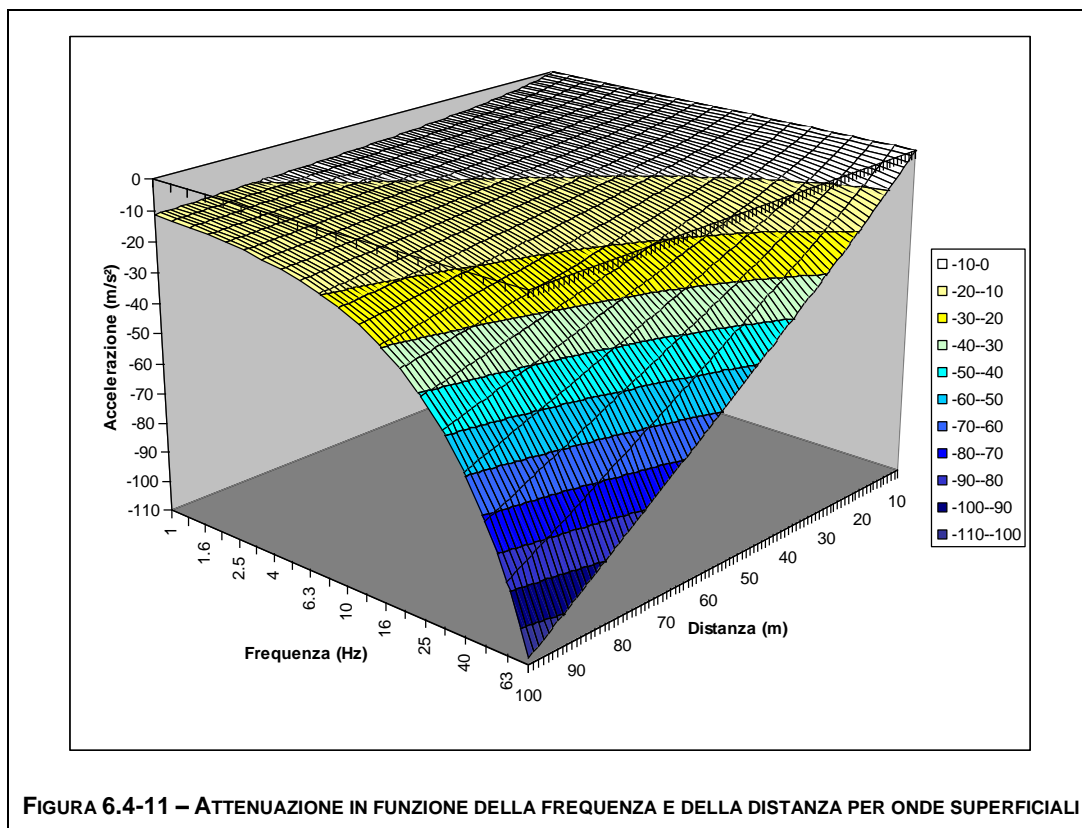
Considerando che, con riferimento all'ottenimento dei livelli massimi, si deve sempre prendere in considerazione una sorgente concentrata, si ha che l'esponente *n* vale 0.5 per le onde di superficie (predominanti in caso di sorgente posta in superficie), e 1 per le onde di volume (predominanti in caso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

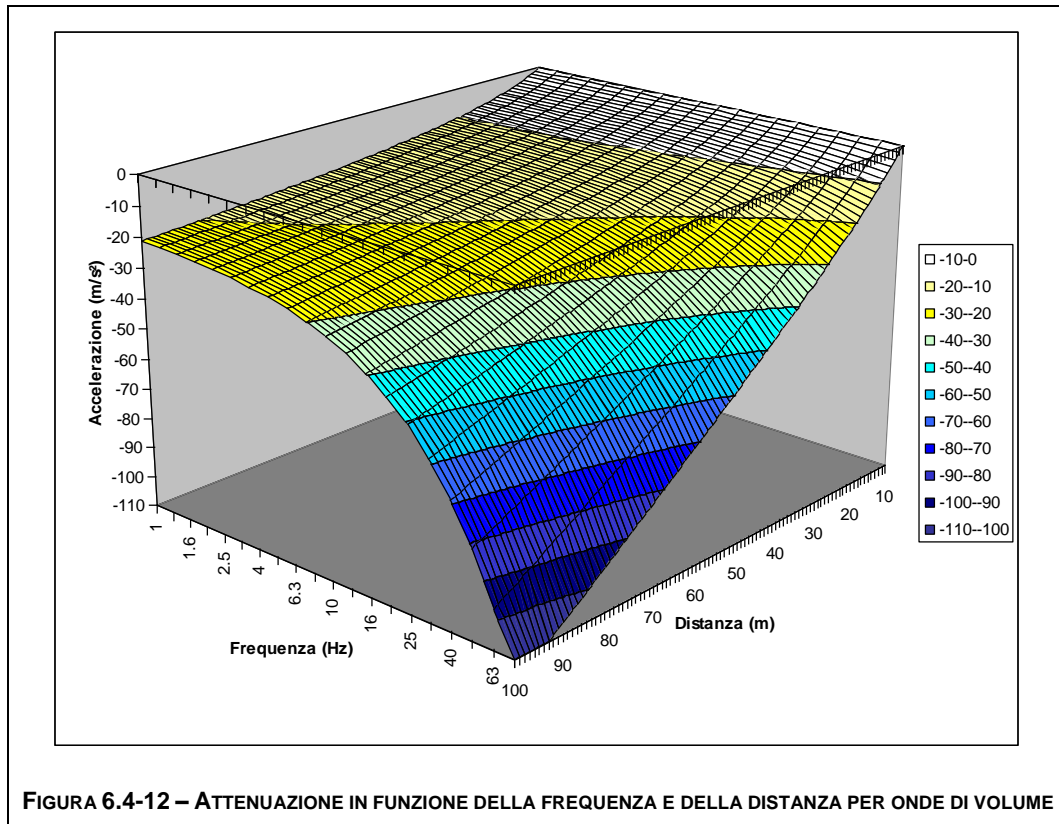
Con riferimento alla propagazione di onde superficiali non si considera usualmente il caso di terreni stratificati, o della presenza di disomogeneità di vario genere che possono ostacolare o favorire la propagazione delle vibrazioni.

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/m³ 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/m³ 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.

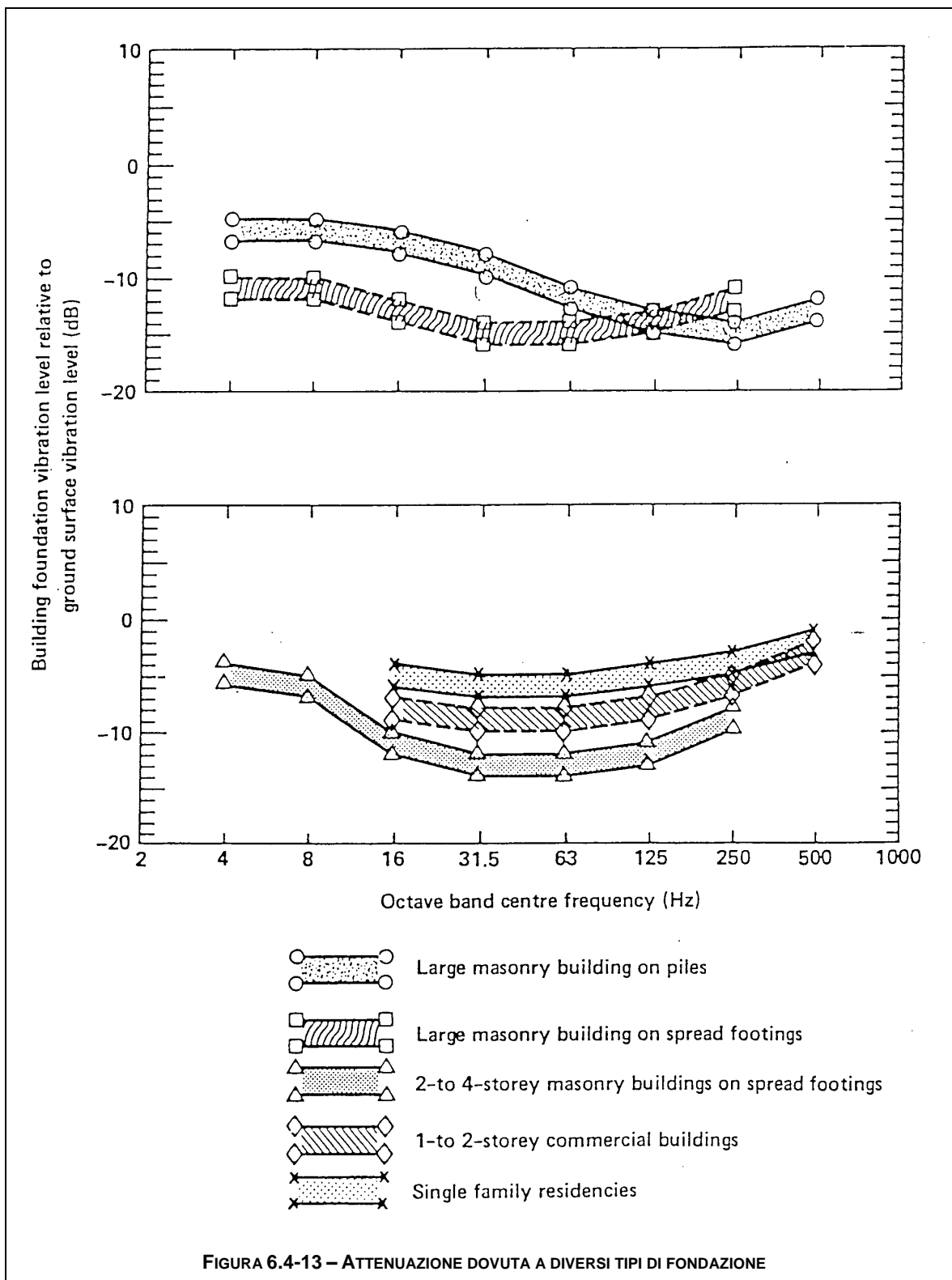
6.4.3. Attenuazioni ed amplificazioni nella struttura degli edifici

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.

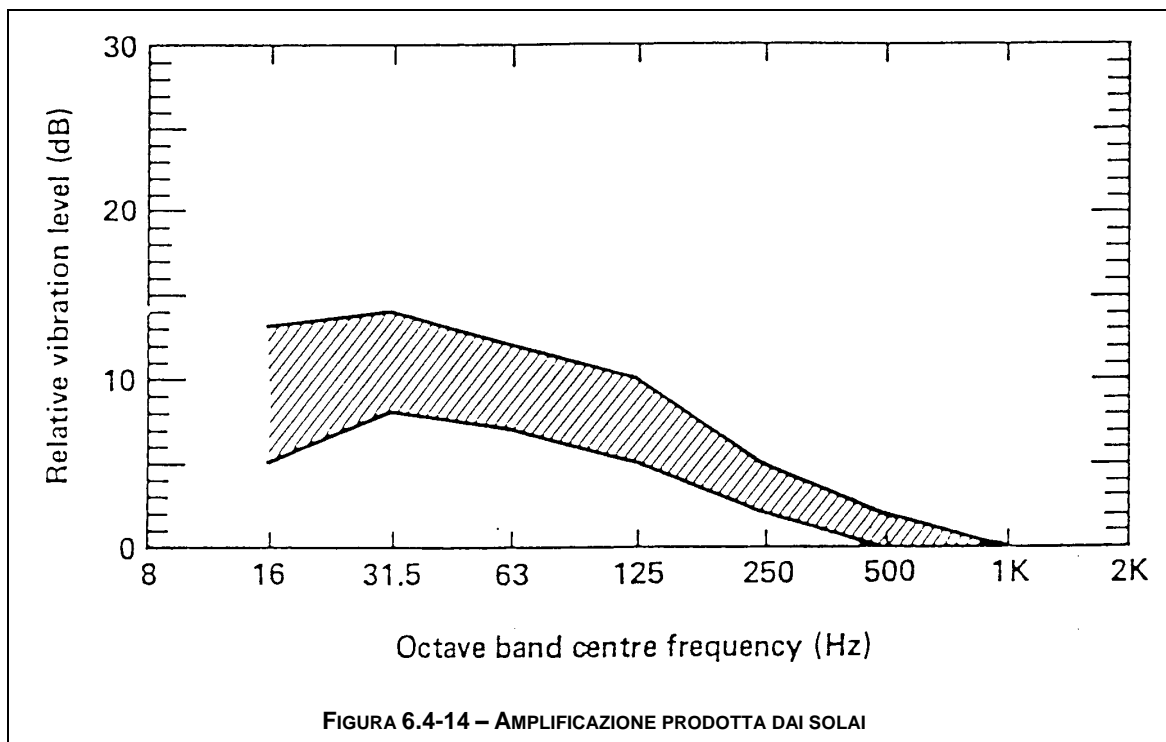
In particolare, diversi sistemi di fondazione producono una attenuazione più o meno pronunciata dei livelli di accelerazione misurabili sulla fondazione stessa rispetto a quelli nel terreno circostante; tale aspetto è legato al fatto che l'interfaccia terreno-struttura non è perfettamente solidale, e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

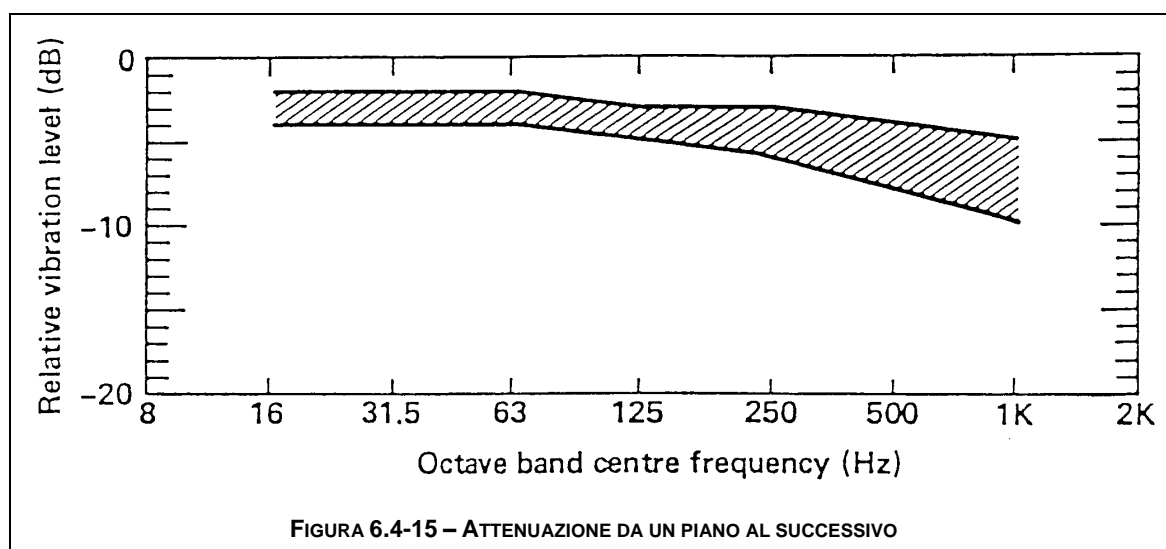
Va inoltre preso in esame il fenomeno della risonanza strutturale di elementi dei fabbricati, in particolare dei solai: allorché la frequenza di eccitazione coincide con la frequenza naturale di oscillazione libera della struttura, la stessa manifesta un rilevante aumento dei livelli di vibrazione rispetto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

6.4.4. Valutazione della propagazione delle vibrazioni nel terreno

A partire dagli spettri di emissione presentati nel paragrafo 6.3, 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 successivo paragrafo 6.4.4.

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.

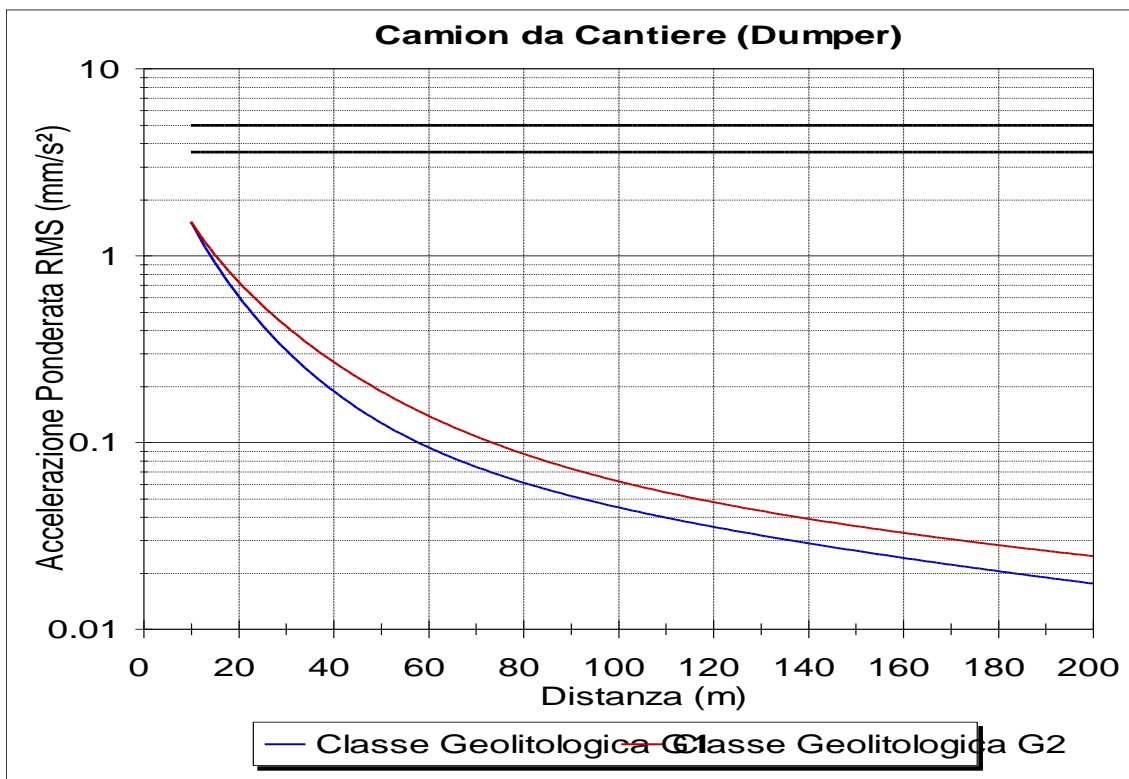


FIGURA 6.4-16 – ATTENUAZIONE DELLE VIBRAZIONI IN FUNZIONE DELLA DISTANZA – CAMION DA CANTIERE

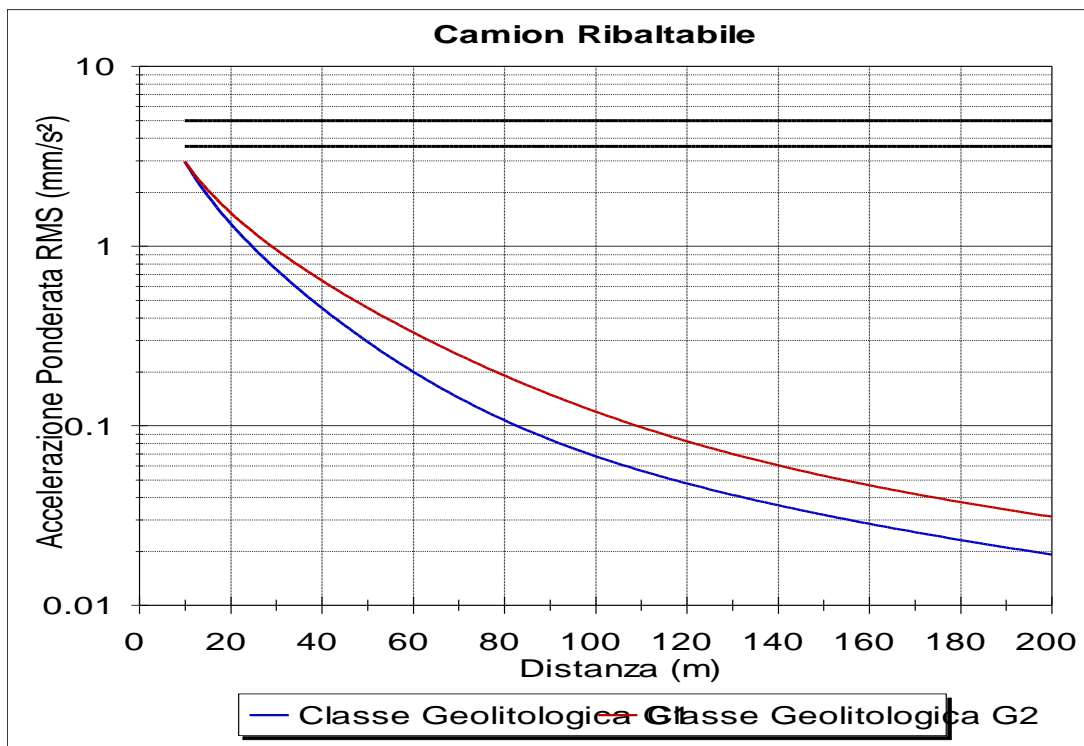


FIGURA 6.4-17 – ATTENUAZIONE DELLE VIBRAZIONI IN FUNZIONE DELLA DISTANZA – CAMION RIBALTABILE

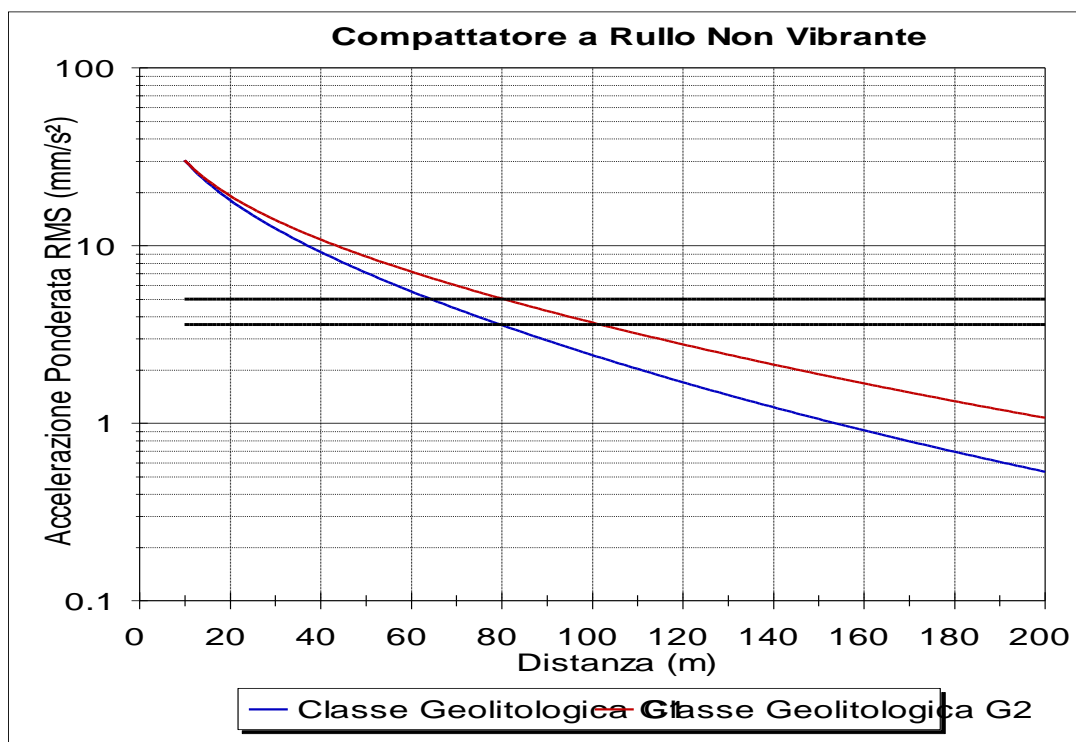


FIGURA 6.4-18 – ATTENUAZIONE DELLE VIBRAZIONI IN FUNZIONE DELLA DISTANZA – COMPATTATORE A RULLO NON VIBRANTE

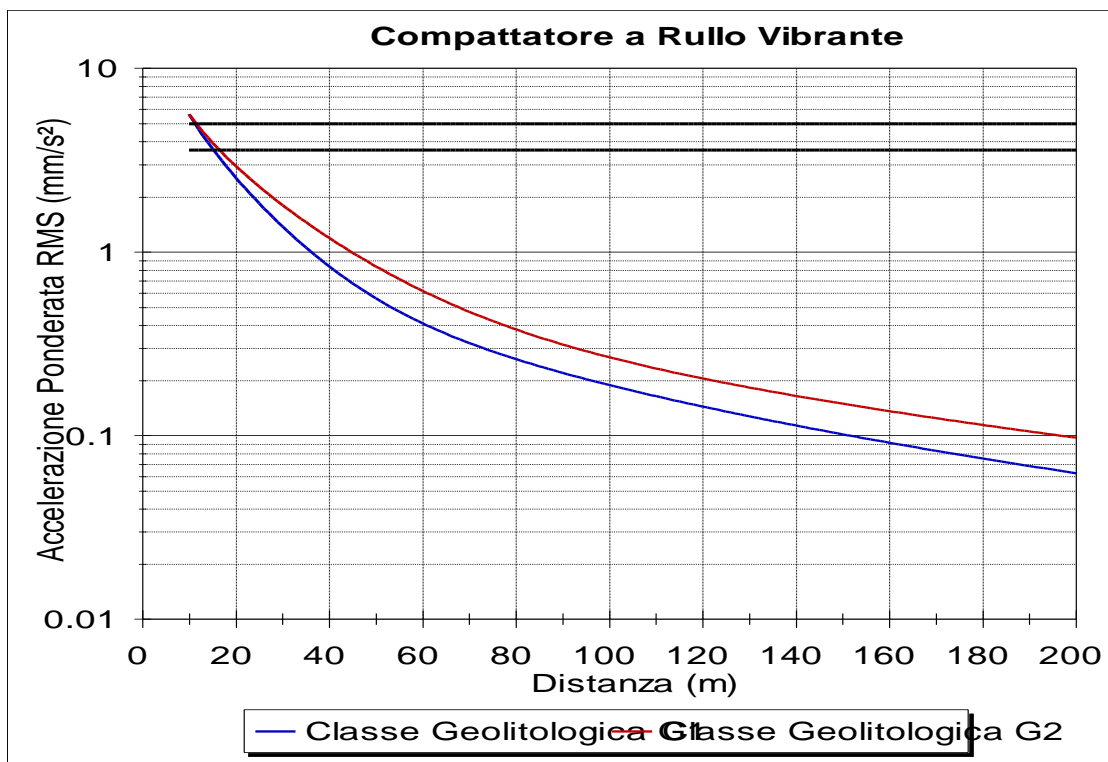


FIGURA 6.4-19 – ATTENUAZIONE DELLE VIBRAZIONI IN FUNZIONE DELLA DISTANZA – COMPATTATORE A RULLO VIBRANTE

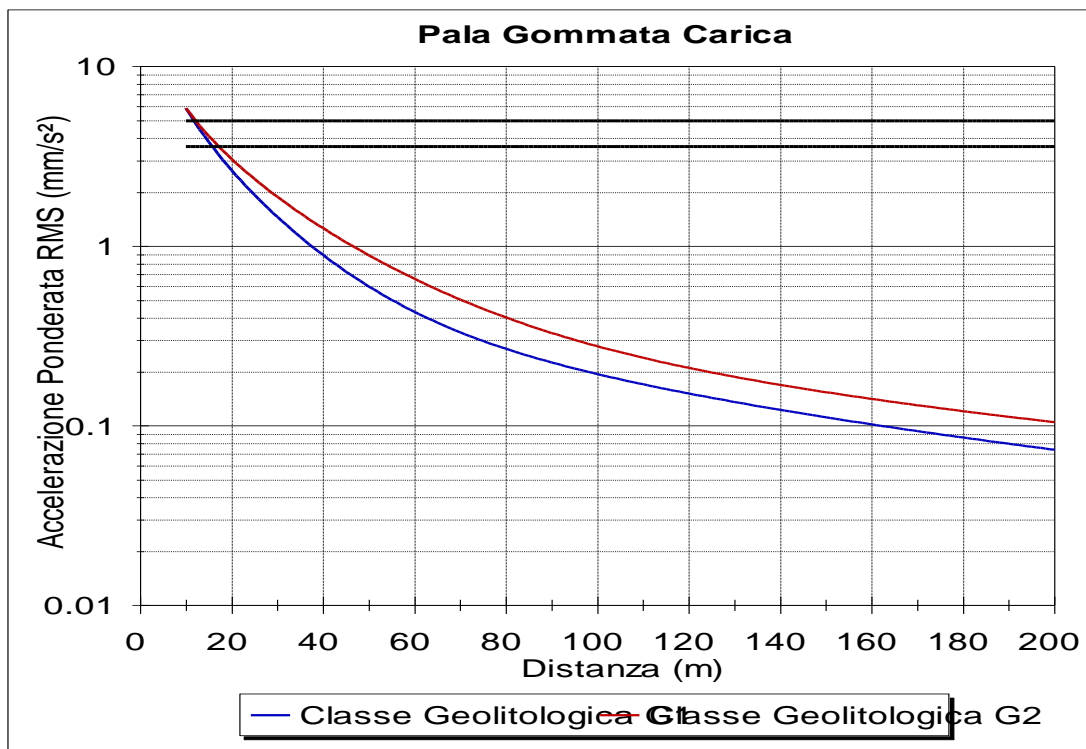


FIGURA 6.4-20 – ATTENUAZIONE DELLE VIBRAZIONI IN FUNZIONE DELLA DISTANZA – PALA GOMMATA CARICA

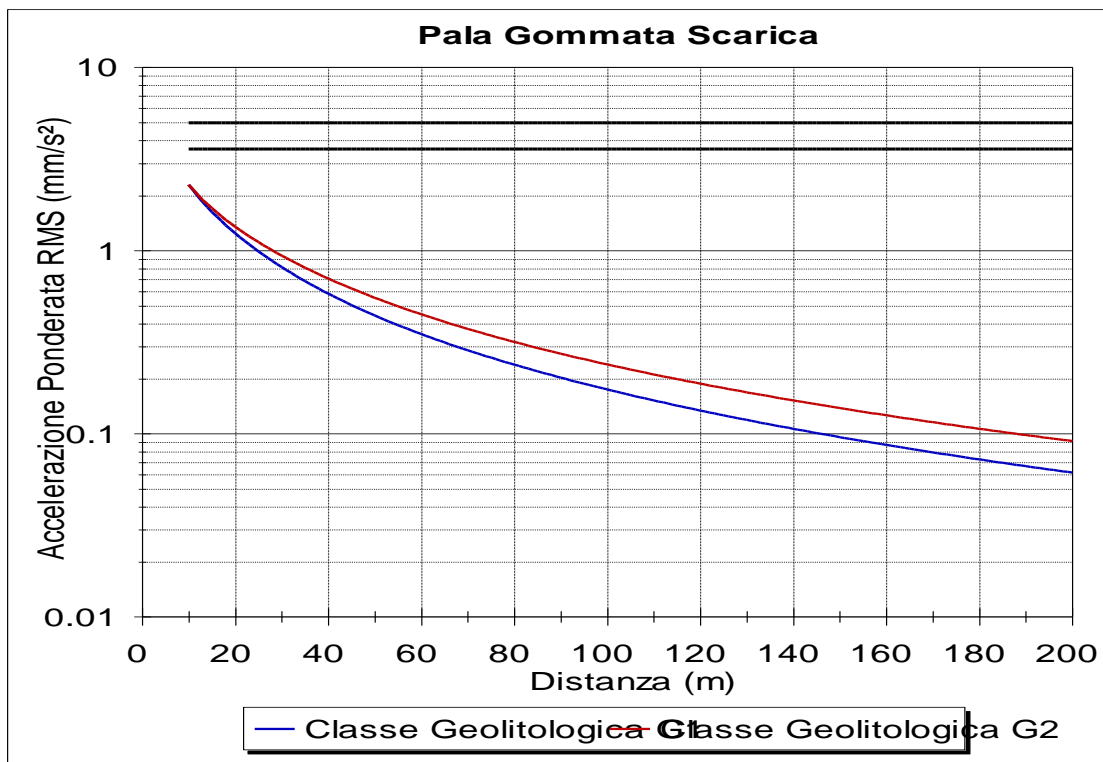


FIGURA 6.4-21 – ATTENUAZIONE DELLE VIBRAZIONI IN FUNZIONE DELLA DISTANZA – PALA GOMMATA SCARICA

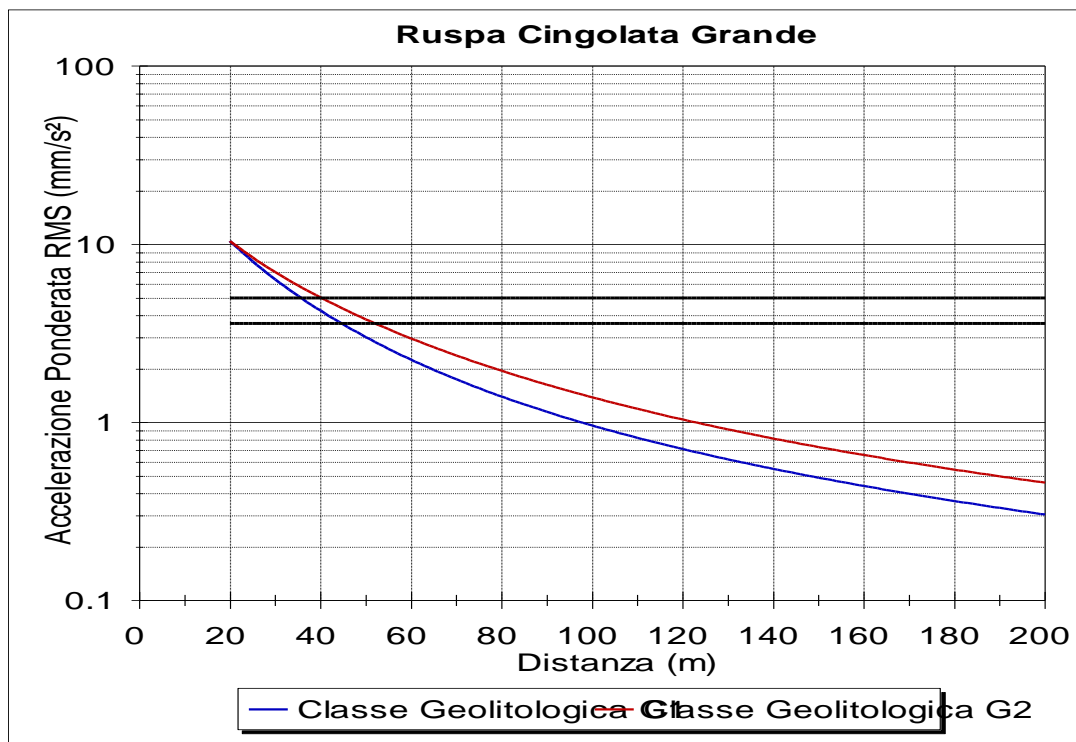


FIGURA 6.4-22 – ATTENUAZIONE DELLE VIBRAZIONI IN FUNZIONE DELLA DISTANZA – RUSPA CINGOLATA GRANDE

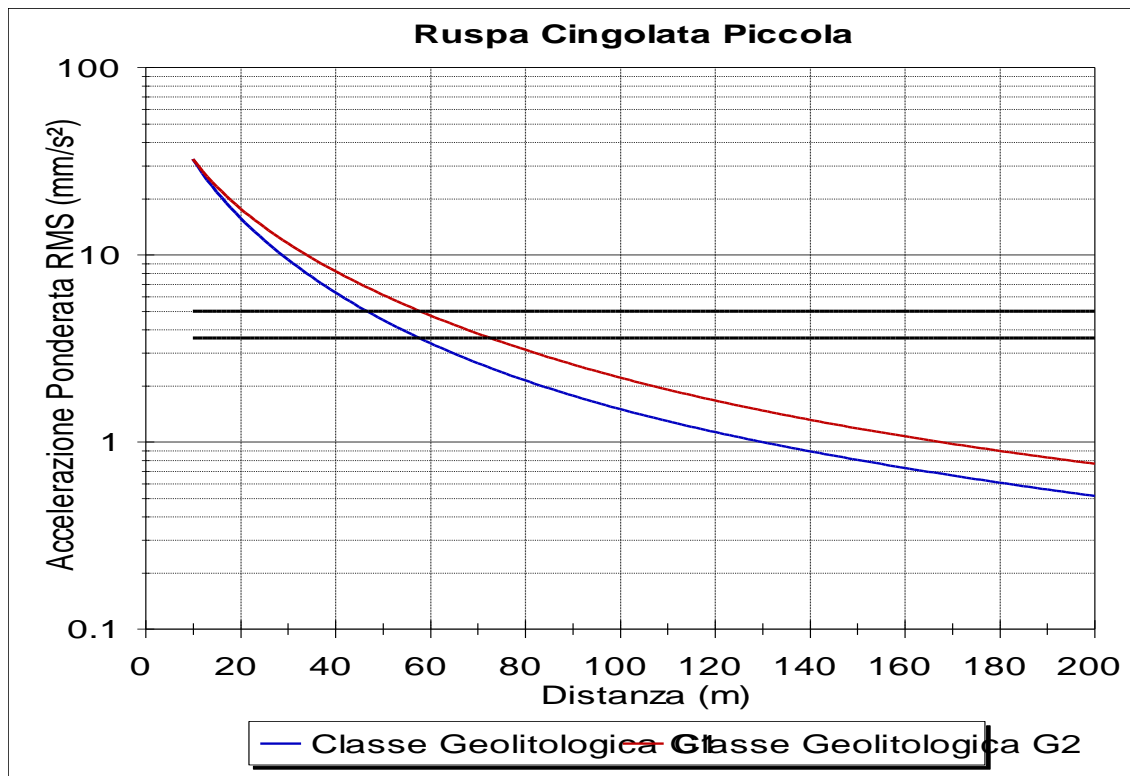


FIGURA 6.4-23 – ATTENUAZIONE DELLE VIBRAZIONI IN FUNZIONE DELLA DISTANZA RUSPA CINGOLATA PICCOLA

Nelle figure precedenti, le due linee orizzontali nere spesse indicato 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 6.4-3 – 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.

7. MATRICE ECOLOGICA

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

7.1.1. Ambito Operativo 1

Il progetto di cantierizzazione individua, all'interno dell'ambito operativo 1, due aree con funzione logistico-operative-campo base, sei aree di stoccaggio e 24 aree operative. Tali aree verranno realizzate su terreni agricoli, di limitata estensione, attualmente coltivati a seminativi, che saranno restituiti all'uso agronomico una volta terminate le operazioni legate al cantiere.

I potenziali impatti in fase di cantiere sulla componente floristico-vegetazionale legati all'intervento di progetto, costituito dalla costruzione della viabilità autostradale Cispadana, sono essenzialmente riconducibili allo scotico ed al taglio di vegetazione (erbacea, arbustiva ed arborea) ed alla produzione ed emissione di polveri da parte dei mezzi operatori impiegati.

La necessaria preparazione preliminare degli ambiti operativi previsti 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 una flora semplificata, ruderale ed infestante adattata agli ambienti antropizzati e legata al periodismo tipico delle colture agricole (classi vegetazionali di riferimento *Stellarietea mediae*, *Artemisietea vulgaris* e *Molinio-Arrhenatheretea*) e caratterizzata da una elevata facilità di ricolonizzazione degli spazi "perduti". Per tali motivi, anche in considerazione del carattere temporaneo degli ambiti operativi in esame, l'impatto dal punto di vista floristico-vegetazionale è ritenuto non significativo.



FIGURA 7.1-1 – AREE AGRICOLE IN CUI VERRANNO REALIZZATI LE ZONE DI CANTIERE NELL'AMBITO OPERATIVO 1

Il taglio della vegetazione è riconducibile alle azioni di scotico legate all'avanzamento del fronte mobile di costruzione dell'opera autostradale e dei manufatti per la risoluzione delle interferenze idrauliche. La vegetazione soggetta a scotico è rappresentata generalmente da fitocenosi sinantropiche costituite da malerbe legate alle colture agrarie ed agli incolti marginali e da alcuni tratti di vegetazione elofitica, principalmente lungo i canali principali (es. Cavo Parmigiana Moglia, Collettore Acque Basse Reggiane, Canale Resega, Cavo Diversivo Burana ecc.), in cui sono state rivenute anche alcune specie igrofile di interesse naturalistico. Sono rari i casi in cui il taglio della vegetazione avverrà a carico di elementi arboreo-arbustivi lineari come siepi e filari. In particolare, in corrispondenza del fiume Secchia, nei pressi dell'abitato di Concordia sulla Secchia, verrà realizzato un attraversamento tramite ponte che comporterà il taglio di elementi vegetazionali costituiti da fasce di vegetazione elofitica e boscaglie lineari, che si sviluppano lungo gli argini del corso d'acqua nel tratto di interesse, formate prevalentemente da salici bianchi (*Salix alba*) e pioppi (*Populus alba* e *P. nigra*). Nel complesso gli impatti dovuti al taglio della vegetazione derivanti dalle operazioni di cantiere riconducibili alla realizzazione del tracciato di progetto e delle opere d'arte maggiori e minori sono ritenuti di intensità moderata.



FIGURA 7.1-2 – VEGETAZIONE DEL FIUME SECCHIA NEL PUNTO INTERFERITO DALLA NUOVA VIABILITÀ DI PROGETTO

Inoltre, la costruzione della viabilità autostradale comporterà la bonifica di 5 maceri, zone umide di origine artificiale, in cui si possono sviluppare comunità di idrofite formate da varie specie di pleustofite e che possono ospitare più o meno estese fasce di vegetazione elofitica e fitocenosi arboreo-arbustive, spesso discontinue, caratterizzate da specie mesoigrofile tra cui tra cui l'ontano nero (*Alnus glutinosa*), diverse specie di salici (*Salix* spp.) e di pioppi (*Populus* spp.), frassini (*Fraxinus oxycarpa*) e frangola (*Frangula alnus*). Nel complesso l'impatto sulla componente in esame è ritenuto di intensità significativa in relazione alle tipologie vegetazionali interferite, alle specie floristiche tipiche potenzialmente presenti ed alla scarsa diffusione nell'area di interesse di ambienti di zona umida, che appaiono spesso relittuali e confinati dalle attività antropiche.

Infine, la realizzazione della nuova viabilità interferirà con terreni che ospitano colture specializzate come pioppeti, vigneti, frutteti ecc. Tali interventi sono ritenuti di lieve intensità considerando la povertà dei popolamenti floristici ospitati da queste tipologie di colture specializzate, costituiti prevalentemente da fitocenosi appartenenti alle classi *Molinio-Arrhenatheretea*, *Stellarietea mediae* e *Artemisietea vulgaris* che, di origine secondaria, si instaurano in seguito allo sfruttamento del territorio da parte dell'uomo.

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. Considerato che le aree di cantiere e gli ambiti operativi si svilupperanno in modo puntuale interessando prevalentemente terreni destinati alle attività agricole caratterizzati da fitocenosi frammentarie e di tipo sinantropico che si accrescono frammiste ed ai bordi delle colture, mentre le operazioni relative all'avanzamento del fronte mobile di costruzione della strada di progetto e della viabilità di cantiere investiranno le diverse tipologie vegetazionali presenti sul territorio e che i mezzi operativi saranno soggetti al lavaggio degli pneumatici in uscita dagli ambiti operativi ed opportunamente coperti se adibiti al trasporto d'inerti pulverulenti al fine di evitare l'eventuale dispersione di polveri derivanti dai carichi trasportati, non si ritengono significative le incidenze negative sulla componente in esame.

Nel complesso l'ecomosaico nel quale si inseriscono le aree e le operazioni di cantiere è caratterizzato da terreni coltivati a seminativi che ospitano uno scarso contingente faunistico costituito fondamentalmente da specie animali non soggette a fattori di criticità e/o vulnerabilità, tolleranti la presenza dell'uomo e molto comuni nell'area di studio. 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 ideali 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. Gli ambiti del fiume Secchia, inoltre, sono in grado di ospitare un più alto livello di biodiversità faunistica che si esprime attraverso la presenza di esemplari di airone cenerino (*Ardea cinerea*), airone bianco maggiore (*Egretta alba*), garzetta (*Egretta garzetta*) o nitticora (*Nycticorax nycticorax*), ardeidi di interesse conservazionistico che possono utilizzare il corso del fiume per sostare e foraggiare, oppure di fauna minore rappresentata dalla biscia d'acqua (*Natrix natrix*), dal biacco (*Coluber viridiflavus*) e dalle rane (*Rana* spp.). Infine, sono presenti alcuni appezzamenti coltivati a colture specializzate (pioppeti, vigneti, frutteti), che presentano valori medio-bassi di biodiversità faunistica, in cui si possono rinvenire specie a caratterizzate da una minore valenza ecologica come ad esempio il fringuello (*Fringilla coelebs*) e la donnola (*Mustela nivalis*), la cinciallegra (*Parus major*) ed il cardellino (*Carduelis carduelis*).

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 presenti 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. All'interno dell'ambito operativo 1 gli interventi previsti per la realizzazione degli attraversamenti idraulici presenti sul reticolo idrografico interesseranno complessivamente 48 corsi d'acqua.

CORSO D'ACQUA	COMUNE	LOCALITA'	ALVEO	USO
CAVO TAGLIATA EST	Reggiolo	Villanova di Reggiolo	alveo artificiale in scavo a sezione trapezoidale	Scolo/Irriguo
CANALE MORONI TULLIE	Reggiolo	Villanova di Reggiolo	alveo artificiale in scavo a sezione trapezoidale	Scolo/Irriguo
CAVO PARMIGIANA MOGLIA	Rolo	Villanova di Reggiolo	alveo artificiale arginato a sezione trapezoidale	Scolo/Irriguo
COLLETORE ACQUE BASSE REGGIANE	Rolo	Villanova di Reggiolo	alveo artificiale in scavo a sezione trapezoidale	Scolo/Irriguo
COLLETORE ACQUE BASSE REGGIANE	Rolo	Le Tullie	alveo artificiale in scavo a sezione trapezoidale	Scolo/Irriguo
FOSSA RASO (CANALE RESEGA)	Novi di Modena	Novi di Modena	alveo artificiale arginato a sezione trapezoidale	Scolo/Irriguo
CAVO BUSATELLO	Novi di Modena	Novi di Modena	alveo artificiale in scavo a sezione trapezoidale	Scolo/Irriguo
SCOLO SILTATA	Novi di Modena	Novi di Modena	alveo artificiale in scavo a sezione trapezoidale	Scolo/Irriguo
CANALE GAZZOLI	Novi di Modena	Novi di Modena	alveo artificiale in scavo a sezione trapezoidale	Scolo/Irriguo
COLLETORE ACQUE BASSE MODENESI	Novi di Modena	Novi di Modena	alveo artificiale in scavo a sezione trapezoidale	irriguo
FOSSO BIGARANO	Novi di Modena	Novi di Modena	alveo artificiale in scavo a sezione trapezoidale	Scolo/Irriguo
CANALE DI GRUPPO	Novi di Modena	Novi di Modena	alveo artificiale arginato a sezione trapezoidale	Scolo/Irriguo
CAVO LAMA	Novi di Modena	Novi di Modena	alveo artificiale arginato a sezione trapezoidale	Scolo/Irriguo
CAVETTO DI SANTO STEFANO	Novi di Modena	Novi di Modena	alveo artificiale arginato a sezione trapezoidale	Scolo/Irriguo
CONDOTTO DI SANTO STEFANO	Novi di Modena	Novi di Modena	alveo artificiale in scavo a sezione trapezoidale	Scolo/Irriguo
CONDOTTO CROCILE DI SX	Novi di Modena	Il Casamento	alveo artificiale in scavo a sezione trapezoidale	Scolo/Irriguo
CAVETTO VALLICELLA	Novi di Modena	Il Casamento	alveo artificiale in scavo a sezione trapezoidale	Scolo/Irriguo

CORSO D'ACQUA	COMUNE	LOCALITA'	ALVEO	USO
CAVETTO DI S. GIOVANNI	Concordia sulla Secchia	Il Casamento	alveo artificiale in scavo a sezione trapezoidale	Scolo/Irriguo
CONDOTTO CROCILE DI DX	Concordia sulla Secchia	Il Casamento	alveo artificiale in scavo a sezione trapezoidale	Scolo/Irriguo
CANALE DELLE CHIAVICHE	Concordia sulla Secchia	Il Casamento	alveo artificiale in scavo a sezione trapezoidale	Scolo/Irriguo
FIUME SECCHIA	Concordia sulla Secchia	Concordia sulla Secchia	alveo naturale arginato	corso d'acqua naturale
FOSSO DI GUARDIA IN DX SABBIONCELLO	Concordia sulla Secchia	Concordia sulla Secchia	alveo artificiale in scavo a sezione trapezoidale	Scolo/Irriguo
CANALE SABBIONCELLO	Concordia sulla Secchia	Concordia sulla Secchia	alveo artificiale arginato a sezione trapezoidale	irriguo
DUGALE ZALOTTA	Concordia sulla Secchia - San Possidonio	Concordia sulla Secchia	alveo artificiale in scavo a sezione trapezoidale	Scolo/Irriguo
FOSSA ALLACCIAMENTO CAVANA-BERNARDI	San Possidonio	San Possidonio	alveo artificiale in scavo a sezione trapezoidale	Scolo/Irriguo
FOSSA BERARDI	San Possidonio	San Possidonio	alveo artificiale in scavo a sezione trapezoidale	Scolo/Irriguo
DUGALE SMIRRA DI CONFINE IN SX	San Possidonio	San Possidonio	alveo artificiale in scavo a sezione trapezoidale	Scolo/Irriguo
DUGALE RAMEDELLO	Mirandola	Mirandola	alveo artificiale in scavo a sezione trapezoidale	Scolo/Irriguo
CANALE FIENIL VECCHIO	Mirandola	Mirandola	alveo artificiale in scavo a sezione trapezoidale	Scolo/Irriguo
DUGALE CUCCO	Mirandola	San Giacomo Roncole	alveo artificiale in scavo a sezione trapezoidale	Scolo/Irriguo
CANALE DIVERSIVO BURANA	Mirandola	San Giacomo Roncole	alveo artificiale in scavo a sezione trapezoidale	Scolo/Irriguo
CANALE DIVERSIVO DI CAVEZZO	Mirandola	San Giacomo Roncole	alveo artificiale in scavo a sezione trapezoidale	Scolo/Irriguo
FOSSETTA VECCHIA	Mirandola	San Giacomo Roncole	alveo artificiale in scavo a sezione trapezoidale	Scolo/Irriguo
DUGALE CERESA	Mirandola	San Giacomo Roncole	alveo artificiale in scavo a sezione trapezoidale	Scolo/Irriguo
CAVO BRUINO	Medolla	San Giacomo Roncole	alveo artificiale in scavo a sezione trapezoidale	Scolo/Irriguo
ALLACCIANTE CAVO BRUINO - FOSSA REGGIANA ALTA	San Felice sul Panaro	San Biagio	alveo artificiale in scavo a sezione trapezoidale	Scolo/Irriguo
FOSSA REGGIANA ALTA	San Felice sul Panaro	San Biagio	alveo artificiale in scavo a sezione trapezoidale	Scolo/Irriguo
CANALE DIVERSIVO DI BURANA	San Felice sul Panaro	Mortizzuolo	alveo artificiale in scavo a sezione trapezoidale	Scolo/Irriguo
FOSSA REGGIANA ALTA	San Felice sul Panaro	Mortizzuolo	alveo artificiale in scavo a sezione trapezoidale	Scolo/Irriguo
FOSSA VILLANOVA	San Felice sul Panaro	San Biagio	alveo artificiale in scavo a sezione trapezoidale	Scolo/Irriguo

CORSO D'ACQUA	COMUNE	LOCALITA'	ALVEO	USO
CANALE DIVERSIVO DI BURANA	San Felice sul Panaro	San Biagio	alveo artificiale in scavo a sezione trapezoidale	Scolo/Irriguo
FOSSO CASTELLINA	San Felice sul Panaro	Rivara	alveo artificiale in scavo a sezione trapezoidale	Scolo/Irriguo
FOSSO PAVIGNANE	San Felice sul Panaro	Rivara	alveo artificiale in scavo a sezione trapezoidale	Scolo/Irriguo
FOSSO LUNGO	San Felice sul Panaro	Rivalta	alveo artificiale in scavo a sezione trapezoidale	Scolo/Irriguo
SCOLO DUGAROLO	San Felice sul Panaro	Rivalta	alveo artificiale in scavo a sezione trapezoidale	Scolo/Irriguo
CAVO CANALINO	San Felice sul Panaro	Rivara	alveo artificiale in scavo a sezione trapezoidale	Scolo/Irriguo
CANALE DIVERSIVO BURANA	San Felice sul Panaro	Rivalta	alveo artificiale in scavo a sezione trapezoidale	Scolo/Irriguo
SCOLO SANT'ALO'	Finale Emilia	Massa Finalese	alveo artificiale in scavo a sezione trapezoidale	Scolo/Irriguo

TABELLA 7.1-1 – CORSI D'ACQUA INTERFERITI DALLA VIABILITÀ DI PROGETTO NELL'AMBITO OPERATIVO 1

In particolare, gli interventi volti alla costruzione del ponte sul fiume Secchia potranno generare impatti ritenuti significativi, ma temporanei, sul contingente faunistico in quanto il corso d'acqua è frequentemente utilizzato da numerose specie di uccelli migratori che scendono dalla dorsale appenninica verso il Po. Inoltre, non sono da escludere temporanei intorbidimenti delle acque a cui saranno specialmente soggetti i popolamenti a cipriniformi che caratterizzano il basso corso del Secchia. Va considerato che queste specie ittiche sono poco esigenti ed in grado di tollerare temporanee compromissioni della qualità delle acque, pertanto si ritengono non significativi gli impatti sulla componente in esame. Le opere previste per la risoluzione delle altre interferenze corso d'acqua-viabilità di progetto, a seconda della tipologia di attraversamento prevista (ponte o scatolare idraulico), produrranno effetti che si ritengono di moderata intensità anche se temporanei e legati alla realizzazione del manufatto di progetto, riconducibili alla momentanea preclusione di vie preferenziali di spostamento utilizzate prevalentemente da rettili, anfibi e mammiferi di piccola e media taglia. La realizzazione delle opere di progetto comporterà una sottrazione diretta di habitat, intesa come perdita assoluta delle funzioni ecologiche tipiche, costituita da ambiti appartenenti prevalentemente al sistema agricolo (seminativi attualmente in coltivazione e colture specializzate), secondariamente ai sistemi urbano (viabilità esistenti, zone urbanizzate, verde urbano) e naturale/semi-naturale (reticolo idrografico superficiale e maceri).

Gli ambiti agricoli 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.

Ciononostante nel complesso l'impatto legato agli interventi di costruzione della nuova viabilità autostradale genererà un consumo di suolo ritenuto significativo considerando sia la superficie sottratta in relazione al tratto di riferimento che le tipologie ambientali coinvolte che comporteranno anche il taglio di formazioni arboreo-arbustive ripariali e la bonifica di zone umide (maceri), che seppur di origine artificiale, sono in grado di ospitare fitocenosi acquatiche a rizofite o a pleustofite, più o meno spesse e discontinue fasce ad elofite e, non di rado, piccole fasce arboreo-arbustive che conferiscono all'ambiente una protezione dall'agroecosistema circostante. All'interno dell'ecomosaico dell'area di interesse, tali aspetti assumono importanza per la fauna selvatica che trova in essi rifugio, habitat idonei per il foraggiamento e, talvolta anche per la riproduzione.



FIGURA 7.1-3 – BIOTOPHI UMIDI DI ORIGINE ARTIFICIALE INTERFERITI DAL TRACCIATO DI PROGETTO

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 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. Considerato che le aree di cantiere e gli ambiti operativi si svilupperanno in modo puntuale interessando prevalentemente terreni destinati alle attività agricole caratterizzati da fitocenosi frammentarie e di tipo sinantropico che si accrescono frammiste ed ai bordi delle colture, mentre le operazioni relative all'avanzamento del fronte mobile di costruzione della strada di progetto e della viabilità di cantiere investiranno le diverse tipologie vegetazionali presenti sul territorio e che i mezzi operativi saranno soggetti al lavaggio dei pneumatici in uscita dagli ambiti operativi ed opportunamente coperti se adibiti al trasporto d'inerti pulverulenti al fine di evitare l'eventuale dispersione di polveri derivanti dai carichi trasportati, non si ritengono significative le incidenze negative sulla componente in esame.

La perdita di funzionalità ecologica del territorio circostante gli ambiti di cantiere, provocata dal prevedibile aumento dell'inquinamento acustico e del disturbo antropico, 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 marginalmente fasce boscate ripariali o di zone umide nelle quali possono trovare rifugio specie di maggiore interesse conservazionistico.

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.

Le operazioni di costruzione degli attraversamenti idraulici in concomitanza con l'intersezione fra la viabilità di progetto ed il reticolo idrografico si traduce, da un punto di vista ecosistemico, in una diminuzione della funzionalità e della diversificazione ambientale dei seguenti corridoi ecologici individuati dagli strumenti di pianificazione: Cavo Parmigiana Moglia, Collettore Acque Basse Reggiane, Fossa Raso (Canale Resega), Cavo Lama, fiume Secchia, Dugale Cucco, Canale Diversivo Burana. In particolare, gli interventi previsti lungo il fiume Secchia ed i canali Collettore Acque Basse Reggiane e Fossa Raso (Canale Resega) interferiranno rispettivamente con un corridoio ecologico principale, che si configura come via preferenziale di migrazione per numerose specie ornitiche e di spostamento prevalentemente per rettili, anfibi e mammiferi di piccola e media taglia e con corsi d'acqua inclusi nel Sito Natura 2000 denominato ZPS IT4040016 "Siepi e canali di Resega e Foresto". Tali impatti, temporanei e limitati alla durata della fase di cantiere, sono pertanto ritenuti significativi per il fiume Secchia ed i canali Collettore Acque Basse Reggiane e Fossa Raso (Canale Resega) e moderati per gli altri corsi d'acqua interferiti, in considerazione della minore complessità e diversificazione delle nicchie ecologiche ospitate. Inoltre, non sono da escludere temporanei intorbidimenti delle acque a cui saranno specialmente soggetti i popolamenti a cipriniformi che caratterizzano i corsi d'acqua principali. Va considerato che queste specie ittiche sono poco esigenti ed in grado di tollerare temporanee compromissioni della qualità delle acque, pertanto si ritengono non significativi gli impatti dovuti a questa eventualità.



FIGURA 7.1-4 – CORRIDOI ECOLOGICI INTERFERITI ALL'INTERNO DELL'AMBITO OPERATIVO 1:

CAVO PARMIGIANA-MOGLIA E DIVERSIVO BURANA

7.1.2. Ambito operativo 2

Il progetto di cantierizzazione individua, all'interno dell'ambito operativo 2, due aree con funzione logistico-operative-campo base, sei aree di stoccaggio e 23 aree operative. Tali aree verranno realizzate su terreni agricoli, di limitata estensione, attualmente coltivati a seminativi, che saranno restituiti all'uso agronomico una volta terminate le operazioni legate al cantiere.

Gli impatti in fase di cantiere sulla componente floristico-vegetazionale legati all'intervento di progetto, costituito dalla costruzione della viabilità autostradale Cispadana, sono essenzialmente riconducibili allo scotico ed al taglio di vegetazione (erabacea, arbustiva ed arborea) ed alla produzione ed emissione di polveri da parte dei mezzi operatori impiegati.

La necessaria preparazione preliminare degli ambiti operativi previsti 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 una flora semplificata, ruderale ed infestante adattata agli ambienti antropizzati e legata al periodismo tipico delle colture agricole (classi vegetazionali di riferimento *Stellarietea mediae*, *Artemisietea vulgaris* e *Molinio-Arrhenatheretea*) e caratterizzata da una elevata facilità di ricolonizzazione degli spazi "perduti". Per tali motivi, anche in considerazione del carattere temporaneo degli ambiti operativi in esame, l'impatto dal punto di vista floristico-vegetazionale è ritenuto non significativo.



FIGURA 7.1-5 – AREE AGRICOLE IN CUI VERRANNO REALIZZATI LE ZONE DI CANTIERE NELL'AMBITO OPERATIVO 2

Inoltre, il taglio della vegetazione è riconducibile alle azioni di scotico legate all'avanzamento del fronte mobile di costruzione dell'opera autostradale e dei manufatti per la risoluzione delle interferenze idrauliche.

La vegetazione soggetta a scotico è rappresentata generalmente da fitocenosi sinantropiche costituite da malerbe legate alle colture agrarie ed agli incolti marginali e da alcuni tratti di vegetazione elofitica, principalmente lungo i canali principali (es. Cavo Vallicella, Canale Acque Alte, Condotto Generale, Scolmatore di Reno ecc.), in cui sono state rivenute anche alcune specie igrofile di interesse naturalistico.

Sono rari i casi in cui il taglio della vegetazione avverrà a carico di elementi arboreo-arbustivi lineari come siepi e filari.

In particolare, in corrispondenza del fiume Panaro, verrà realizzato un attraversamento tramite ponte che comporterà il taglio di elementi vegetazionali costituiti da fasce di vegetazione elofitica e boscaglie lineari, che si sviluppano lungo gli argini del corso d'acqua nel tratto di interesse, formate prevalentemente da salici bianchi (*Salix alba*) e pioppi (*Populus alba* e *P. nigra*).

Nel complesso gli impatti dovuti al taglio della vegetazione derivanti dalle operazioni di cantiere riconducibili alla realizzazione del tracciato di progetto e delle opere d'arte maggiori e minori sono ritenuti di intensità moderata.



FIGURA 7.1-6 – VEGETAZIONE DEL FIUME PANARO NEL PUNTO INTERFERITO DALLA NUOVA VIABILITÀ DI PROGETTO

Inoltre, la costruzione della viabilità autostradale comporterà la bonifica di 12 maceri, zone umide di origine artificiale, in cui si possono sviluppare comunità di idrofite formate da varie specie di pleustofite e che possono ospitare più o meno estese fasce di vegetazione elofitica e fitocenosi arboreo-arbustive, spesso discontinue, caratterizzate da specie mesoigrofile tra cui tra cui l'ontano nero (*Alnus glutinosa*), diverse specie di salici (*Salix* spp.) e di pioppi (*Populus* spp.), frassini (*Fraxinus oxycarpa*) e frangola (*Frangula alnus*).

Nel complesso l'impatto sulla componente in esame è ritenuto di intensità significativa in relazione alle tipologie vegetazionali interferite, alle specie floristiche tipiche potenzialmente presenti ed alla scarsa diffusione nell'area di interesse di ambienti di zona umida, che appaiono spesso relittuali e confinati dalle attività antropiche.

Infine, la realizzazione della nuova viabilità interferirà con terreni che ospitano colture specializzate come pioppeti, vigneti, frutteti ecc.

Tali interventi sono ritenuti di lieve intensità considerando la povertà dei popolamenti floristici ospitati da queste tipologie di colture specializzate, costituiti prevalentemente da fitocenosi appartenenti alle classi *Molinio-Arrhenatheretea*, *Stellarietea mediae* e *Artemisietea vulgaris* che, di origine secondaria, si instaurano in seguito allo sfruttamento del territorio da parte dell'uomo. 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.

Considerato che le aree di cantiere e gli ambiti operativi si svilupperanno in modo puntuale interessando prevalentemente terreni destinati alle attività agricole caratterizzati da fitocenosi frammentarie e di tipo sinantropico che si accrescono frammiste ed ai bordi delle colture, mentre le operazioni relative all'avanzamento del fronte mobile di costruzione della strada di progetto e della viabilità di cantiere investiranno le diverse tipologie vegetazionali presenti sul territorio e che i mezzi operativi saranno soggetti al lavaggio dei pneumatici in uscita dagli ambiti operativi ed opportunamente coperti se adibiti al trasporto d'inerti pulverulenti al fine di evitare l'eventuale dispersione di polveri derivanti dai carichi trasportati, non si ritengono significative le incidenze negative sulla componente in esame.

Nel complesso l'ecomosaico nel quale si inseriscono le aree e le operazioni di cantiere è caratterizzato da terreni coltivati a seminativi che ospitano uno scarso contingente faunistico costituito fondamentalmente da specie animali non soggette a fattori di criticità e/o vulnerabilità, tolleranti la presenza dell'uomo e molto comuni nell'area di studio. 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. Gli ambiti del fiume Panaro, inoltre, sono in grado di ospitare un più alto livello di biodiversità faunistica che si esprime attraverso la presenza di esemplari di airone cenerino (*Ardea cinerea*), airone bianco maggiore (*Egretta alba*), garzetta (*Egretta garzetta*) o nitticora (*Nycticorax nycticorax*), ardeidi di interesse conservazionistico che possono utilizzare il corso del fiume per sostare e foraggiare, oppure di fauna minore rappresentata dalla biscia d'acqua (*Natrix natrix*), dal biacco (*Coluber viridiflavus*) e dalle rane (*Rana* spp.). Infine, sono presenti alcuni appezzamenti coltivati a colture specializzate (pioppeti, vigneti, frutteti), che presentano valori medio-bassi di biodiversità faunistica, in cui si possono rinvenire specie a caratterizzate da una minore valenza ecologica come ad esempio il fringuello (*Fringilla coelebs*) e la donnola (*Mustela nivalis*), la cinciallegra (*Parus major*) ed il cardellino (*Carduelis carduelis*). 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 presenti 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.

All'interno dell'ambito operativo 2 gli interventi previsti per la realizzazione degli attraversamenti idraulici presenti sul reticolo idrografico interesseranno complessivamente 33 corsi d'acqua.

CORSO D'ACQUA	COMUNE	LOCALITA'	ALVEO	USO
CAVO CANALAZZO	Finale Emilia	Massa Finalese	alveo artificiale in scavo a sezione trapezoidale	Scolo/Irriguo
CAVO VALLICELLA	Finale Emilia	Massa Finalese	alveo artificiale arginato a sezione trapezoidale	Scolo/Irriguo
FOSSETTA VECCHI	Finale Emilia	Massa Finalese	alveo artificiale in scavo a sezione trapezoidale	Scolo/Irriguo
FIUME PANARO	Finale Emilia	Massa Finalese	alveo naturale	corso d'acqua naturale
FOSSO SELVABELLA	Finale Emilia	Cà Nuova	alveo artificiale in scavo a sezione trapezoidale	Scolo/Irriguo
CANALE ACQUE ALTE	Finale Emilia	Casa Sinino	canale in terra parzialmente pensile sulla campagna, sezione arginata composta da alveo di magra, banca intermedia destra e sinistra, piana di golena laterale	Scolo/Irriguo
FOSSETTA BRATELLARI	Finale Emilia	Cà Rossa	alveo artificiale in scavo a sezione trapezoidale	Scolo/Irriguo
CANALE DI CENTO	Cento	Casumaro	alveo artificiale in scavo a sezione trapezoidale	Scolo/Irriguo
SCOLO CHIODAROLO NUOVO	S.Agostino	Casumaro	alveo artificiale in scavo a sezione trapezoidale	Scolo/Irriguo
CANALE ANGELINO	S.Agostino	Cà Molina	alveo artificiale in scavo a sezione trapezoidale	Scolo/Irriguo
SCOLO FOSSA	S.Agostino	La Fossetta	alveo artificiale in scavo a sezione trapezoidale	Scolo/Irriguo
SCOLMATORE RENO	S.Agostino	San Luca	canale in terra parzialmente pensile sulla campagna, sezione arginata composta da alveo di magra, banca intermedia destra e sinistra con piana golenale, banca esterna, sponde delle arginature 3:2	Scolo/Irriguo
SCOLO S.AGOSTINO	S.Agostino	Cavalleria	alveo artificiale in scavo a sezione trapezoidale	Scolo/Irriguo
DISTRIBUTORE CIARLE NORD	Poggio Renatico	San Michele	alveo rivestito in lastre di CLS, sezione trapezoidale e sponde 1:1	irrigazione
SCOLO RIOLO	Poggio Renatico	Cà Riolo	alveo artificiale in scavo a sezione trapezoidale	Scolo/Irriguo
FOSSO SAN DONNINO (45)	Poggio Renatico	Fondo Stradazza	alveo artificiale in scavo a sezione trapezoidale	Scolo/Irriguo
FOSSO OVEST VIA ORTOLANI (47)	Poggio Renatico	S.Costanza	alveo artificiale in scavo a sezione trapezoidale	Scolo
SCOLO SCORSURO	Poggio Renatico	C.Nuova Zucchini	alveo artificiale in scavo a sezione trapezoidale	Scolo/Irriguo
SCOLO PRINCIPALE SUPERIORE	Poggio Renatico	cispadana	alveo artificiale in scavo a sezione trapezoidale e banche interne in destra e sinistra	Scolo/Irriguo

CORSO D'ACQUA	COMUNE	LOCALITA'	ALVEO	USO
SCOLO CORONELLA	Poggio Renatico	cispadana	alveo artificiale in scavo a sezione trapezoidale	Scolo/Irriguo
DIRAMAZIONE CORONELLA	Poggio Renatico	cispadana	alveo artificiale in scavo a sezione trapezoidale	Scolo/Irriguo
SCOLO PELOSO	Poggio Renatico	FFSS	alveo artificiale in scavo a sezione trapezoidale	Scolo/Irriguo
SCOLO UCCELLINO NORD	Poggio Renatico	str. Uccellino	alveo artificiale in scavo a sezione trapezoidale	Scolo/Irriguo
CANALE ACQUE BASSE		Punta della Valleta	canale in terra a sezione composta con alveo largo di magra, sponde distese e banca intermedia	Scolo/Irriguo
SCOLO SALIONE	Cento	C.S. Caterina	alveo artificiale in scavo a sezione trapezoidale	Scolo/Irriguo
SCOLO SALIONE VECCHIO	Cento	Pilastrello	alveo artificiale in scavo a sezione trapezoidale	Scolo/Irriguo
CONDOTTO GENERALE	Cento	C. Ghisellini	sezione in terra (a tratti rivestita in cls), forma trapezoidale- alzaie carrabili su entrambe le sponde	Scolo/Irriguo
SCOLO BASTARDO	Cento	-	alveo artificiale in scavo a sezione trapezoidale	Scolo/Irriguo
SCOLO SGHEDIZZO OVEST	Poggio Renatico	Il Moretto	alveo artificiale in scavo a sezione trapezoidale	Scolo/Irriguo
SCOLO SGHEDIZZO OVEST	Poggio Renatico	Poss. Fada	alveo tombinato rettangolare	Scolo/Irriguo
TRAVERSA CECCHINA	Ferrara	Ferrara sud	alveo artificiale in scavo a sezione trapezoidale	Scolo/Irriguo
TUBATO S.MARTINO	Ferrara	P. Ghiarata	tubo di diametro 800 in eternit	irrigazione
SCOLO BOSCO NUOVO	Ferrara	Ferrara sud	alveo artificiale a sezione rettangolare chiusa in CLS	Scolo/Irriguo

TABELLA 7.1-2 – CORSI D'ACQUA INTERFERITI DALLA VIABILITÀ DI PROGETTO NELL'AMBITO OPERATIVO 2

In particolare, gli interventi volti alla costruzione del ponte sul fiume Panaro potranno generare impatti ritenuti significativi, ma temporanei, sul contingente faunistico in quanto il corso d'acqua è frequentemente utilizzato da numerose specie di uccelli migratori che scendono dalla dorsale appenninica verso il Po. Inoltre, non sono da escludere temporanei intorbidimenti delle acque a cui saranno specialmente soggetti i popolamenti a cipriniformi che caratterizzano il basso corso del Panaro. Va considerato che queste specie ittiche sono poco esigenti ed in grado di tollerare temporanee compromissioni della qualità delle acque, pertanto si ritengono non significativi gli impatti sulla componente in esame. Le opere previste per la risoluzione delle altre interferenze corso d'acqua-viabilità di progetto, a seconda della tipologia di attraversamento prevista (ponte o scatolare idraulico), produrranno effetti che si ritengono di moderata intensità anche se temporanei e legati alla realizzazione del manufatto di progetto, riconducibili alla momentanea preclusione di vie preferenziali di spostamento utilizzate prevalentemente da rettili, anfibi e mammiferi di piccola e media taglia.

La realizzazione delle opere di progetto comporterà una sottrazione diretta di habitat, intesa come perdita assoluta delle funzioni ecologiche tipiche, costituita da ambiti appartenenti prevalentemente al sistema agricolo (seminativi attualmente in coltivazione e colture specializzate), secondariamente ai sistemi urbano (viabilità esistenti, zone urbanizzate, verde urbano) e naturale/semi-naturale (reticolo idrografico superficiale e maceri). Gli ambiti agricoli 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, ciononostante nel complesso l'impatto legato agli interventi di costruzione della nuova viabilità autostradale genereranno un consumo di suolo ritenuto significativo considerando sia la superficie sottratta in relazione al tratto di riferimento che le tipologie ambientali coinvolte che comporteranno anche il taglio di formazioni arboreo-arbustive ripariali e la bonifica di zone umide (maceri), che seppur di origine artificiale, sono in grado di ospitare fitocenosi acquatiche a rizofite o a pleustofite, più o meno spesse e discontinue fasce ad elofite e, non di rado, piccole fasce arboreo-arbustive che conferiscono all'ambiente una protezione dall'agroecosistema circostante e, all'interno dell'ecomosaico dell'area di interesse, assumono importanza per la fauna selvatica che trova in essi rifugio, habitat idonei per il foraggiamento e, talvolta, anche per la riproduzione.



FIGURA 7.1-7 – BIOTOPHI UMIDI DI ORIGINE ARTIFICIALE INTERFERITI DAL TRACCIATO DI PROGETTO

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 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.

Considerato che le aree di cantiere e gli ambiti operativi si svilupperanno in modo puntuale interessando prevalentemente terreni destinati alle attività agricole caratterizzati da fitocenosi frammentarie e di tipo sinantropico che si accrescono frammiste ed ai bordi delle colture, mentre le operazioni relative all'avanzamento del fronte mobile di costruzione della strada di progetto e della viabilità di cantiere investiranno le diverse tipologie vegetazionali presenti sul territorio e che i mezzi operativi saranno soggetti al lavaggio dei pneumatici in uscita dagli ambiti operativi ed opportunamente coperti se adibiti al trasporto d'inerti pulverulenti al fine di evitare l'eventuale dispersione di polveri derivanti dai carichi trasportati, non si ritengono significative le incidenze negative sulla componente in esame.

La perdita di funzionalità ecologica del territorio circostante gli ambiti di cantiere, provocata dal prevedibile aumento dell'inquinamento acustico e del disturbo antropico, 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 marginalmente fasce boscate ripariali o di zone umide nelle quali possono trovare rifugio specie di maggiore interesse conservazionistico. 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.

Le operazioni di costruzione degli attraversamenti idraulici in concomitanza con l'intersezione fra la viabilità di progetto ed il reticolo idrografico si traduce, da un punto di vista ecosistemico, in una diminuzione della funzionalità e della diversificazione ambientale dei seguenti corridoi ecologici individuati dagli strumenti di pianificazione: Cavo Vallicella, fiume Panaro, Canale Acque Alte, Canale di Cento, Scolmatore di Reno, Scolo di Riolo e Scolo Principale Superiore (Scolo Aldrovandi). In particolare, gli interventi previsti lungo il fiume Panaro e lo Scolmatore di Reno interferiranno rispettivamente con un corridoio ecologico principale, che si configura come via preferenziale di migrazione per numerose specie ornitiche e di spostamento prevalentemente per rettili, anfibi e mammiferi di piccola e media taglia e con un corso d'acqua incluso nel Sito Natura 2000 denominato SIC – ZPS IT4060016 "Fiume Po da Stellata a Mesola e Cavo Napoleonico". Tali impatti, temporanei e limitati alla durata della fase di cantiere, sono pertanto ritenuti significativi per il fiume Panaro e per lo Scolmatore di Reno e moderati per gli altri corsi d'acqua interferiti, in considerazione della minore complessità e diversificazione delle nicchie ecologiche ospitate. Inoltre, non sono da escludere temporanei intorbidimenti delle acque a cui saranno specialmente soggetti i popolamenti a cipriniformi che caratterizzano i corsi d'acqua principali. Va considerato che queste specie ittiche sono poco esigenti ed in grado di tollerare temporanee compromissioni della qualità delle acque, pertanto si ritengono non significativi gli impatti dovuti a questa eventualità.



**FIGURA 7.1-8 – CORRIDOI ECOLOGICI INTERFERITI ALL'INTERNO DELL'AMBITO OPERATIVO 2:
CAVO VALLICELLA E SCOLMATORE DI RENO**

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

Durante le fasi di cantiere le categorie dei potenziali impatti sul sistema agroalimentare circostante all'area d'intervento, possono essere schematizzate come nel seguente elenco:

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.

La sottrazione definitiva dei terreni (occupati dal sedime di progetto) è un potenziale impatto che nelle fasi di cantiere inizia ad esplicare i suoi effetti, ma che è connesso alla fase di esercizio della nuova infrastruttura. Per questo motivo la relativa trattazione è rimandata alla sezione del Progetto Definitivo che tratta il tema delle mitigazioni e compensazioni di carattere ambientale (elab. PD_0_000_0MA00_0_MA_RG_01). Nelle fasi di cantiere si verifica anche l'occupazione temporanea di alcuni terreni nei pressi dell'asse e che deve trovare conforto nelle indennità di legge.

I suoli delle aree intercluse negli svincoli e nelle rotonde, non essendo impermeabilizzati, possono continuare a svolgere le loro funzioni naturali (infiltrazione delle acque, fissazione della CO₂, ospitare micro e macro organismi, ecc...), pur rimanendo evidentemente comunque sottratti ad usi produttivi e a trasformazioni alternative.

In queste aree si sviluppano anche 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 potranno essere temporaneamente interrotte le strade della viabilità rurale (capezzagne e strade bianche), a tal proposito il progetto di cantierizzazione è tale da presentare soluzioni in grado di attenuare il possibile disagio permettendo sempre, alle aziende interessate, la possibilità di raggiungere i campi per le varie operazioni colturali. Questo problema è più evidente per gli allevamenti di vacche da latte, frequenti soprattutto nelle porzioni occidentali del tracciato (Reggio Emilia, Modena) i quali 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.

Altra tipologia di azienda agricola a cui si è posta particolare attenzione nell'ambito dell'organizzazione della fase di cantiere son i frutteti. Per tali aziende, infatti, i trattamenti fitoiatrici contro le malattie hanno tempistiche precise legate al ciclo dei patogeni e dei parassiti. In molto casi la tempestività di esecuzione di un trattamento è essenziale per prevenire la diffusione di malattie.

In ragione di quanto sopra i percorsi dei mezzi di cantieri sono stati studiati in modo tale da non interrompere la viabilità interpodereale soprattutto nel caso di aziende afferenti agli ordinamenti zootecnici e frutticoli.

In ogni caso, questo potenziale impatto è generalmente molto breve, legato ai tempi necessari al ripristino della rete di viabilità prevista dal progetto di cantierizzazione.

Nel caso di occupazione di frutteti con filari ortogonali (o quasi) al tracciato di progetto è preventivamente necessario mettere in sicurezza le strutture di sostegno degli impianti (pali, cavi, tiranti, ancoraggi e reti antigrandine), onde evitare problemi di stabilità degli interi filari.

Nel caso di interventi durante la stagione estiva sarà altrettanto importante mantenere le reti irrigue dei frutteti.



FIGURA 7.2-1 – ESEMPIO DI TESTATA DI FRUTTETO

Per quanto riguarda il potenziale rischio legato al trattamento dei reflui nelle fasi di cantiere, che può produrre un lieve impatto al settore agricolo, si rimanda alle disposizioni già previste nell'ambito del paragrafo 4.1.2. Il cantiere è sottoposto alle norme sugli scarichi e quindi in generale questo problema è contenuto.

Altro aspetto importante per il sistema agronomico del territorio interessato dagli interventi di progetto, è quello relativo alla rete di adduzione delle acque di irrigazione (fossi e canali), per il quale durante la fase di cantiere sono previsti tutti gli accorgimenti a garantire sempre la piena funzionalità relativamente a tutti gli appezzamenti che dovranno essere irrigati.

Nella presente sezione si specifica, inoltre, che tutti gli accorgimenti adottati per mitigare i potenziali impatti dovuti al traffico dei mezzi di cantiere in merito alle componenti atmosfera, rumore e vibrazioni, hanno effetti positivi anche sulle aziende agricole direttamente interessate dalle lavorazioni (vedasi anche i capitoli 5 e 6).

In generale si evidenzia come il cantiere della nuova infrastruttura genererà effetto positivo sul settore agroalimentare dell'area circostante i lavori. La presenza, infatti, di numerose maestranze in trasferta richiederà beni e servizi che il settore agricolo potrà, in qualche misura, 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.

8. 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.

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

Il progetto riguarda la realizzazione di aree operative di diversa tipologia e funzione, che verranno realizzate effettuando limitate operazioni di scavo preliminari e preparatorie.

In particolare, per tutte le tipologie è previsto lo scotico/bonifica che interesserà il terreno a partire dal piano di campagna fino alla profondità massima di 0,50 m.

Inoltre, solo i campi base saranno serviti da reti tecnologiche, per la cui realizzazione saranno previsti scavi di estensione limitata, che raggiungeranno una profondità massima di 1,00 m dal piano di campagna.

Di seguito sono esposti e riassunti i principali dati geo-archeologici in nostro possesso, funzionali alla valutazione dell'impatto archeologico delle opere in esame.

AUTOSTAZIONE DI REGGIOLO-ROLO E INTERCONNESSIONE CON A22

Nell'area in esame, le uniche emergenze archeologiche documentate riguardano rinvenimenti a partire da una distanza di circa 1800 m a sud del progetto autostradale, vale a dire il Sito **1RE**, che localizza il rinvenimento di materiale sporadico di età romana in affioramento, non necessariamente indicativo della presenza di strutture archeologiche sepolte nel sito in oggetto. Ad una distanza di circa 750 m ad est dell'Autostazione si segnala l'anomalia fotografica **17 RE**, che tuttavia, in mancanza di ulteriori dati, non può essere con certezza attribuita alla presenza di un sito archeologico sepolto.

Si segnala inoltre che il Sito **2RE**, a sud dell'Interconnessione, localizza il rinvenimento di una tomba alla cappuccina, di età altomedievale, alla profondità di 1 m dal piano di campagna.

Infine, il carotaggio 26 RE ha rilevato la presenza di una paleosuperficie, attestata a 1,10 m di profondità dal piano di campagna.

Considerando la scarsità di rinvenimenti archeologici nell'area in esame, e il tipo di interventi in progetto, le opere previste presentano un impatto di grado basso.

KM 1+911 – 6+180 (DA CAVO PARMIGIANA A COLLETTORE ACQUE BASSE MODENESI)

Ad ovest del Cavo Parmigiana, l'indagine **28RE** ha rilevato un paleosuolo alla profondità di 1,05 m dal piano di campagna: le opere previste in prossimità (**A.O. 1-S.2 e 1-D.1**) prevedono scavi che si spingeranno ad una profondità minore (circa 0,50 m dal p.d.c.)

Diversamente, la zona ad est del Cavo è costituita da un alto morfologico, in cui i depositi archeologici conservati si attestano a livello piuttosto superficiale; sono note infatti dalla bibliografia attestazioni di materiali di età romana in affioramento (**2 MO, 3 MO**), oltre ad una sepoltura altomedievale rinvenuta alla profondità di 0,60 m dal piano di campagna (sito **1 MO**).

In particolare, nell'area **localizzata all'inizio della variante di Novi (dalla progressiva chilometrica 4+475 alla progressiva 5+900 circa)**, sono segnalati diversi affioramenti di reperti archeologici romani attribuiti ad insediamenti distribuiti lungo un asse SE/NW, forse riconducibile ad una strada. L'affioramento del materiale in superficie può essere ricondotto al fatto che il territorio in esame non fu raggiunto da esondazioni di particolari consistenza nel periodo altomedievale e postmedievale, epoca in cui si ebbero importanti divagazioni fluviali del Po, del Secchia, del Crostolo oltre che dei corsi d'acqua minori.

Le indagini preliminari condotte nella zona corrispondente sul tracciato del progetto definitivo (S21-26) non hanno portato a rinvenimenti di epoca romana ma hanno attestato generalmente la presenza di un piano di campagna di epoca medievale/postmedievale tra i 0,60 e i 0,80 m dal piano attuale. Si ritiene il potenziale rischio archeologico relativo per il tratto in oggetto sia alto.

In ragione di quanto sopra, di conseguenza, è probabile che anche scavi di spessore limitato (ad esempio scotico e bonifica, complessivamente di circa 50 cm di spessore, da realizzarsi come opere preparatorie preliminari alla costruzione delle aree operative **A.O. 1-S.3, A.O. 1-S.4, A.O. 1-S.5, A.O. 1-S.6**) possano intercettare evidenze di interesse archeologico.

KM 6+180 – 10+203 (DA COLLETTORE A.B. MODENESI A FIUME SECCHIA)

Nel punto in cui il progetto attraversa il Cavo Lama non sono documentati rinvenimenti archeologici; l'indagine **69MO** ha accertato la presenza di un paleosuolo alla profondità di 1,50 m dal piano di campagna. Le opere in progetto (**A.O. 1-S.7 e 1-D.2**) prevedono scavi fino a 0,50 m di profondità circa, pertanto l'impatto è basso.

L'area **localizzata dalla progressiva chilometrica 7+836 circa alla chilometrica 8+710 circa (interessata dalla variante di Novi)** è localizzata a nord dei siti **10-13 MO**, riconducibili ad un'area che ha restituito a livello superficiale attestazioni di uno o più insediamenti con una continuità d'uso dall'età romana al medioevo, con elementi che sembrano suggerire la presenza in zona della pieve di Santo Stefano e del *castrum* omonimo.

Le indagini preliminari condotte nella zona di via Santo Stefano sono consistite nell'esecuzione di sette saggi tra le progressive 7-8,6 km del tracciato - sei nel comune di Novi di Modena (S27, 28, 29, 30, 31 e 32) e uno in territorio di Concordia sulla Secchia (S52) - che hanno portato all'individuazione, alla profondità di 0,50 m dal piano di campagna, di un terreno a matrice limosa di colore giallastro interpretato quale terrapieno, delimitato da un fossato (indagato per i primi 2 metri di profondità circa), attribuendo tali elementi al sistema difensivo relativo al *castrum* medievale di *Vicus Longus*.⁸

Il terrapieno, potente circa 1 m, si sovrappone ad un livello d'uso facente parte di un contesto artigianale antecedente, caratterizzato dalla presenza di una piccola fornace, che ha restituito un frammento di pietra ollare, e da alcune buche di palo.

A sua volta, questa stratigrafia orizzontale della potenza di circa 0,30 m sigilla un livello d'uso attribuito ad età romana.⁹

È interessante notare come il sondaggio a carotaggio continuo BH22 eseguito al km 11 abbia portato all'identificazione di suoli antichi a -1,20 m e a -2,40 m dal piano di campagna, sostanzialmente compatibili, considerate la distanza di circa 3 km.

Si può quindi dedurre che il piano di campagna di epoca romana a nord della via Santo Stefano potrebbe essere individuato tra -1,80 e -2,40 m dal piano di campagna e che ad esso si sovrapponga il suolo di epoca medievale tra -1,20 m e -1,50 m dal piano attuale.

Date le notizie storiche concernenti acquitrini intorno al castello, si può pensare che questi si siano formati successivamente all'impianto della fornace - che risulta coperta dal terrapieno - in seguito all'instabilità idrografica che caratterizzava tutta la zona¹⁰ e che il *castrum* sia stato quindi edificato su un luogo artificialmente rialzato, magari riportando il terreno scavato dal fossato, per mantenerlo in posizione elevata e più salubre. La presenza di una piccola fornace al di sotto del terrapieno, inoltre, potrebbe essere indice di un'area adibita ad uso artigianale presso un insediamento abitativo non rientrante nell'area indagata, ma probabilmente non molto distante. Si può presumere infatti che la pieve di Santo Stefano fosse un centro demico intorno al quale si formarono vari insediamenti, ricondotti nel toponimo *Vicus Longus*, quindi un abitato di forma allungata lungo una strada o una via d'acqua, ma che nell'ampio distretto di sua competenza sorgessero anche vari complessi rurali di piccole e minime dimensioni. Molto probabilmente parte del territorio divenne insalubre ed acquitrinoso a causa del dilagamento dei corsi d'acqua esistenti in zona - tra i quali si cita ad oriente un paleoalveo forse riconducibile al Crostolo - con conseguente formazione di depositi alluvionali che hanno portato ad un livellamento dell'area colmando eventuali aree vallive depresse.

⁸ Elaborato 0000_PD_0_X01_X0000_0_AR_RG_02_A, p. 5

⁹ Elaborato 0000_PD_0_X01_X0000_0_AR_RG_02_A, p. 84

¹⁰ Si veda a questo proposito CALZOLARI 1993b, p. 111, fig. 1, dove è ricostruito il complesso intersecarsi dei paleoalvei nella pianura attraversata dalla Secchia.

Lo sfruttamento di questo nuovo suolo a fini agricoli e insediativi presumibilmente continuò, come indicano le aree di affioramento a sud di via Santo Stefano (**sito 12 MO**) e presso Fondo Vallicella (**31 MO**). Questo tratto viene quindi ritenuto a potenziale rischio archeologico relativo alto. Ne consegue che lo scotico/bonifica per realizzare l'**A.O. 1-S.8** potrebbe forse intercettare depositi o strutture archeologiche subaffioranti e, considerando l'accertata presenza di un sito di grande estensione in prossimità, l'impatto è da considerare medio.

La zona compresa tra il confine occidentale del comune di Concordia sulla Secchia e il Fiume Secchia, allo stato attuale della ricerca, non presenta dati relativi a rinvenimenti archeologici. Si può fare riferimento alle indagini geognostiche realizzate in prossimità delle aree operative in progetto.

In particolare, se l'indagine **71MO** ha rilevato un paleosuolo a -1,00 m di profondità, le indagini **72MO** e **74MO** attestano un paleosuolo più alto (prof. 0,70 m) e potenzialmente intercettabile dagli scavi per l'**A.O. 1-S.10**.

KM 10+203 – 18+734 (DAL F. SECCHIA AL CANALE DI CAVEZZO)

I dati geo-archeologici noti per la zona a sud di Concordia, in prossimità della sponda destra del F. Secchia riguardano quattro carotaggi effettuati lungo il progetto, che attestano la presenza di un paleosuolo alla profondità di circa 1,20/1,50 m dal piano di campagna (**75MO, 76MO, 77MO**).

Più a sud, proseguendo in comune di San Possidonio, la bibliografia e i dati archivistici segnalano lungo Via Castello una fascia in cui sono attestati diversi affioramenti di materiale archeologico. Si tratta principalmente di rinvenimenti di materiale relativamente tardo, databile all'età post-medievale/rinascimentale (**17 MO, 19 MO, 20 MO, 21 MO**) o medievale (**18 MO**). In questa zona è prevista la realizzazione dell'area operativa **A.O. 1-S.12** che presenta un impatto di livello medio: le operazioni di scotico/bonifica, rimuovendo il terreno fino a circa 0,50 m di profondità, potrebbero intercettare eventuali strutture di età medievale o post-medievale ancora conservate. Considerando questi dati contestualmente alle caratteristiche geomorfologiche della zona, si può supporre che qui il territorio subì un maggiore alluvionamento rispetto ad esempio, all'area più occidentale appena descritta (Comune di Novi di Modena). Infatti, nel Mirandolese non sono documentati affioramenti di materiale di età romana, che si suppone siano conservati a maggiore profondità. A ovest e a sud di Mirandola le evidenze archeologiche si trovano a profondità comprese fra 2,00 e 6,00 m, in quanto le divagazioni del Panaro e del Reno hanno determinato un maggior alluvionamento in età medievale. Infatti, considerando i dati dei carotaggi effettuati in prossimità delle aree operative collocate a sud-ovest di Mirandola (**88MO, 89MO, 90MO, 91MO**), si evince che solo a partire da 3,00-4,00 m di profondità sono stati riconosciuti livelli di frequentazione.

Poco più ad est, verso il Canale di Cavezzo, i carotaggi **92MO** e **93MO** hanno evidenziato un paleosuolo a quota minore, da 1,30/2,00 m di profondità, ma comunque più profondo rispetto alla quota di scotico/bonifica prevista dal progetto.

KM 18+734 – 30+115 (DA CANALE DI CAVEZZO A FINE AMBITO OPERATIVO N.1)

Il territorio compreso tra le località di Camurana (Comune di Medolla) e S.Biagio (Comune di S.Felice sul Panaro) non presenta rinvenimenti archeologici, ma solo diverse anomalie del terreno, individuate dall'analisi delle fotografie aeree. Si tratta di probabili tracce di paleoalvei, vecchie divisioni agricole, spianamenti di dossi (**35MO, 36MO, 37MO, 38MO**), riconducibili ad eventi naturali oppure attività antropiche di epoca recente. Due segnalazioni interferiscono con il tracciato autostradale in progetto: **33MO** e **34MO**. Quest'ultima è rappresentata dalla possibile traccia di una deviazione della Fossa Reggiana e divisioni agricole recenti, e si trova in corrispondenza dell'Area di Stoccaggio **1-D.5**.

Proseguendo lungo il tracciato in progetto, la fascia a nord di S. Felice sul Panaro è anch'essa priva di rinvenimenti archeologici (allo stato attuale della ricerca). Sono state individuate anche in questa zona alcune anomalie nel terreno, visibili dalle foto aeree. Si tratta di tracce di tracimazioni delle acque, oppure tracciati viari e/o divisioni agricole verosimilmente di epoca recente.

Per ciò che concerne le indagini geognostiche, in questa zona non sono stati rilevati paleosuoli a quote alte; alcuni depositi contenenti frammenti laterizi sono probabili impaludamenti, e sono comunque attestati a partire da circa 4 m di profondità (**42MO, 44MO**). Il pozzetto geognostico **PZ202** effettuato poco ad est dell'Area di Stoccaggio **1-D.6** non ha rilevato la presenza di stratigrafie archeologiche.

KM 30+115 – 44+100 (INIZIO AMBITO OPERATIVO N.2 A CANALE DI CENTO)

Il tratto del progetto autostradale ad ovest del Panaro attraversa una zona in cui sono noti diversi rinvenimenti archeologici di età romana (**30MO, 56MO**) e altomedievale (**54MO**), intercettati rispettivamente alle profondità di circa 3,50 e 1,00 m dal piano di campagna, e non interferenti con le opere in progetto.

In particolare il territorio interessato dalla **variante dell'ansa del Panaro** (dalla pk 33+100 alla pk 37+700 circa), ad eccezione di rinvenimenti di epoca medievale, non ha restituito preesistenze archeologiche più antiche, questo è probabilmente da imputarsi al fatto che i piani di campagna di epoca romana e altomedievale si trovano ad una profondità superiore a quella raggiunta dalle normali arature, per cui solo eventuali preesistenze di epoche più recenti possono essere individuate nel corso delle normali attività agricole. Si ritiene pertanto che il potenziale del patrimonio archeologico della zona sia alto, concentrato forse maggiormente nelle aree interessate dal transito di viabilità o sui dossi di paleoalvei.

In considerazione delle profondità di scavo che sono previste per la realizzazione della variante in oggetto, si presenta la seguente valutazione di rischio archeologico relativo.

Potenziale rischio archeologico relativo alto:

- operazioni di scavo per la realizzazione delle spalle del ponte sul fiume Panaro (AP012): i sondaggi stratigrafici a carotaggio continuo effettuati sul tracciato del progetto definitivo (meno di 400 m a sud del tracciato della variante) hanno restituito i seguenti risultati: nel sondaggio BH 228 (sondaggio 166) sono stati individuati materiali organici (legno) intorno a -5,80 m dal p.c. contenuti in un potente deposito alluvionale; nel sondaggio BH 233 (sondaggio 169), posto ad est del Panaro ma a più di 300 metri a sud del ponte previsto nella presente variante, è stata riscontrata la presenza di un livello di intorbamento tra -7,50 m e -8 m dal p.c. e a -2,80 m dal p.c. un potente livello alluvionale contenente frustuli minimissimi;
- operazione di scavo per la realizzazione del sottovia di SC Selvabella (V31), in considerazione dei sondaggi stratigrafici a carotaggio continuo, seppur eseguiti circa un chilometro ad Est del medesimo, BH 228 (sondaggio 166) e BH 233 (sondaggio 169);
- operazione di scavo per la realizzazione del ponte sul canale collettore acque alte (AP013) in considerazione dei sondaggi stratigrafici a carotaggio continuo, seppur eseguiti più di un chilometro ad Est del medesimo, BH 228 (sondaggio 166) e BH 233 (sondaggio 169).

Potenziale rischio archeologico relativo medio:

- le attività di scavo per il tracciato della variante, in considerazione del fatto che la sua realizzazione è prevista in rilevato, quindi con scavi di profondità contenuta entro il metro, e la totale mancanza di segnalazioni archeologiche nel tratto.

Tutto ciò premesso solo un sito è segnalato in prossimità alle opere **2-D.2** e **A.O. 2-S.4**: si tratta di un'anomalia aerofotografica (**57 MO**), di forma rettangolare, non facilmente identificabile, probabilmente trattasi di una struttura di epoca recente.

Per le altre aree, l'assenza di rinvenimenti archeologici ad oggi documentati nel territorio in esame deve essere necessariamente attribuita a ragioni di carattere morfologico: a causa dell'instabilità idrografica e dei frequenti sovralluvionamenti spesse coltri di detriti hanno coperto, nel corso dei secoli, le tracce del popolamento antico.

Considerando anche che per la realizzazione delle aree operative in progetto sono previsti scotico/bonifica per circa 0,50 m di spessore, esse presentano un **impatto** di grado **basso**, in quanto è molto probabile che eventuali depositi archeologici siano conservati a quote molto più profonde.

KM 44+100 – 51+850 (DAL CANALE DI CENTO ALL'AUTOSTAZIONE POGGIO RENATICO)

In prossimità al tracciato in progetto sono documentate diverse anomalie fotografiche, alcune delle quali interferenti. In particolare, **16 FE** si trova quasi in coincidenza con l'area operativa **A.O. 2-S.14**, e segnala la presenza di una macchia nel terreno di natura indeterminabile.

Altre segnalazioni riguardano grandi macchie nel terreno da leggere verosimilmente come strutture (**23 FE**) e un'altra anomalia quadrangolare (**26 FE**), tutte di incerta funzione e cronologia.

Considerando l'assenza di rinvenimenti archeologici in questa zona, si può ritenere basso l'impatto delle aree operative in progetto, ad eccezione dell'**A.O. 2-S.14** che interferisce con l'anomalia fotografica **16FE** e quindi presenta impatto medio, poiché non è possibile allo stato attuale della ricerca, provare o escludere che essa rappresenti la traccia della presenza di depositi o strutture di interesse archeologico.

KM 51+850 – 63+300 (DALL'AUTOSTAZIONE POGGIO RENATICO A FINE TRACCIATO)

Il tratto finale del tracciato autostradale attraversa la bassa pianura ferrarese compresa tra Poggio Renatico e Ferrara. In questa zona sono noti pochi rinvenimenti archeologici e soprattutto concentrati nel centro di Poggio Renatico. A nord del paese sono state segnalate diverse anomalie visibili nelle foto aeree: si tratta di tracce di canali o assi stradali di difficile datazione (**90FE, 91FE, 100FE**), oppure strutture o edifici (**92FE, 99FE**). Anche in corrispondenza dell'Interconnessione con A13 e l'autostazione Ferrara Sud sono state individuate anomalie fotografiche, che possono indicare ad esempio la presenza di assi viari (**104FE, 105FE**) oppure strutture (**106FE**).

I carotaggi effettuati lungo questo ultimo tratto autostradale in esame non hanno rilevato la presenza di elementi di possibile interesse archeologico a quote superficiali, ma soprattutto a partire da 4-5 m di profondità. Di conseguenza, le opere previste presentano tutte un impatto archeologico di grado basso.

In generale il potenziale impatto archeologico delle varie aree operative 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.

Nelle successive Tabella 8.1-1 e Tabella 8.1-2 si riassume il grado di rischio relativo al potenziale impatto archeologico per le varie aree di cantiere rispetto ai due Ambiti Operativi.

AREA OPERATIVA	DATI ARCHEOLOGICI	IMPATTO
AMBITO OPERATIVO n. 1		
Campo base 1 1-B.1	Nessun sito archeologico in prossimità	BASSO
A.O. 1-S.1	Nessun sito archeologico in prossimità	BASSO
A.O. 1-S.2	Indagine 28RE : paleosuolo a -1,05 m di profondità.	BASSO
Area stoccaggio 1 1-D.1	Indagine 28RE : paleosuolo a -1,05 m di profondità.	BASSO
A.O. 1-S.3	Zona di alto morfologico, favorevole all'insediamento antico. Siti 1MO, 2MO, 3MO (strutture e materiali affioranti o subaffioranti) in prossimità.	MEDIO
A.O. 1-S.4	Zona di alto morfologico, favorevole all'insediamento antico. Siti 2MO, 3MO (materiali in affioramento) in prossimità.	MEDIO
A.O. 1-S.5	Zona di alto morfologico, favorevole all'insediamento antico. Siti 4MO, 5MO (materiali in affioramento) in prossimità.	MEDIO
A.O. 1-S.6	Zona di alto morfologico, favorevole all'insediamento antico. Indagine 66MO : paleosuolo a 0,70 m di profondità.	MEDIO
A.O. 1-S.7	Indagine 69MO : paleosuolo a 1,50 m di profondità.	BASSO
Area stoccaggio 1-D.2	Indagine 69MO : paleosuolo a 1,50 m di profondità.	BASSO
A.O. 1-S.8	Prossimità area ad alta potenzialità archeologica: <i>castrum</i> accertato da fonti e foto aerea (12MO, 60MO) e affioramenti di materiale (10MO).	MEDIO
A.O. 1-S.9	Nessun sito archeologico in prossimità. Indagine 71MO : paleosuolo a 1,00 m di profondità.	BASSO
Area stoccaggio 1-D.3	Nessun sito archeologico in prossimità. Indagine 71MO : paleosuolo a 1,00 m di profondità.	BASSO
A.O. 1-S.10	Indagini 72MO, 74MO : paleosuolo a 0,70 m di profondità.	MEDIO
A.O. 1-S.11	Nessun sito archeologico in prossimità. Indagini 75MO, 76MO, 77MO : paleosuolo a 1,20/1,50 m di profondità.	BASSO
A.O. 1-S.12	Siti 17 MO, 18 MO, 19 MO, 20 MO, 21 MO (materiali in affioramento) in prossimità	MEDIO
A.O.1-S.13	Nessun sito archeologico in prossimità. Indagine 86MO : paleosuolo a 1,20 m di profondità.	BASSO
Area stoccaggio 1-D.4		BASSO
A.O. 1-S.14	Nessun sito archeologico in prossimità.	BASSO
Campo Base 1-B.2	Indagini 88MO, 89MO, 90MO, 91MO : nessun livello di frequentazione entro i primi 3-4 m di profondità.	BASSO
A.O. 1-S.15		BASSO
A.O. 1-S.16	Nessun sito archeologico in prossimità. Indagini 92MO, 93MO : livelli di frequentazione da 1,30/2,00 m di profondità.	BASSO
A.O. 1-S.17	Nessun sito archeologico in prossimità.	BASSO
Area stoccaggio 1-D.5	Nessun sito archeologico in prossimità. 34MO : anomalia fotografica riconducibile ad attività recenti.	BASSO

AREA OPERATIVA	DATI ARCHEOLOGICI	IMPATTO
AMBITO OPERATIVO n. 1		
A.O. 1-S.18	Nessun sito archeologico in prossimità.	BASSO
A.O. 1-S.19	Nessun sito archeologico in prossimità.	BASSO
A.O. 1-S.20	Indagine 42MO : frammenti laterizi a -4,00 m di profondità.	BASSO
Area stoccaggio 1-D.6	Nessun sito archeologico in prossimità. PZ202: pozzetto geognostico negativo. Indagine 44MO : frammenti laterizi a -4,00 m di profondità.	BASSO
A.O. 1-S.21		BASSO
A.O. 1-S.22	Nessun sito archeologico in prossimità.	BASSO
A.O. 1-S.23	Indagini geognostiche negative.	BASSO
A.O. 1-S.24		BASSO

TABELLA 8.1-1 – GRADO DI RISCHIO ARCHEOLOGICO PER LE DIFFERENTI AREE DI CANTIERE: AMBITO OPERATIVO 1

AREA OPERATIVA	DATI ARCHEOLOGICI	IMPATTO
AMBITO OPERATIVO n. 2		
Area stoccaggio 2-D.1	Nessun sito archeologico in prossimità. Indagini geognostiche negative.	BASSO
A.O. 2-S.1		BASSO
A.O. 2-S.2	Nessun sito archeologico in prossimità.	BASSO
A.O. 2-S.3	Indagini geognostiche negative.	BASSO
Area stoccaggio 2-D.2	Area soggetta ad alluvionamenti post-antichi: eventuali depositi archeologici si conservano a profondità maggiori rispetto a quelle raggiunte dalle lavorazioni in progetto.	BASSO
A.O. 2-S.4		BASSO
A.O. 2-S.5		BASSO
A.O. 2-S.6		BASSO
A.O. 2-S.7		BASSO
A.O. 2-S.8	Nessun sito archeologico in prossimità.	BASSO
A.O. 2-S.9	Indagini geognostiche negative.	BASSO
Area stoccaggio 2-D.3	Area soggetta ad alluvionamenti post-antichi: eventuali depositi archeologici si conservano a profondità maggiori rispetto a quelle raggiunte dalle lavorazioni in progetto.	BASSO
A.O. 2-S.10		BASSO
A.O. 2-S.11		BASSO
A.O. 2-S.12		BASSO
A.O. 2-S.13		BASSO
Campo base 2-B1	Nessun sito archeologico in prossimità.	BASSO
Area stoccaggio 2-D.4	Indagini geognostiche negative.	BASSO
A.O. 2-S.14	16FE : anomalia fotografica in forte prossimità.	MEDIO
A.O. 2-S.15		BASSO
A.O. 2-S.16	Nessun sito archeologico in prossimità.	BASSO
A.O. 2-S.17	Indagini geognostiche negative.	BASSO
Area stoccaggio 2-D.5		BASSO

AREA OPERATIVA	DATI ARCHEOLOGICI	IMPATTO
AMBITO OPERATIVO n. 2		
A.O. 2-S.18		BASSO
A.O. 2-S.19		BASSO
A.O. 2-S.20		BASSO
Area stoccaggio 2-D.6	Nessun sito archeologico in prossimità.	BASSO
A.O. 2-S.21	Indagini geognostiche rilevano elementi di possibile interesse archeologico a quote profonde (4,00-5,00 m di profondità)	BASSO
A.O. 2-S.22		BASSO
Campo base 2-B2		BASSO
A.O. 2-S.23		BASSO

TABELLA 8.1-2 – GRADO DI RISCHIO ARCHEOLOGICO PER LE DIFFERENTI AREE DI CANTIERE: AMBITO OPERATIVO 2

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

Le relazioni con il sistema paesaggistico e quindi i potenziali impatti derivanti dalla fase di cantiere possono essere ricondotti al fattore "occupazione/sottrazione-alterazione diretta" di risorse (temporanea o permanente) ed al fattore "intervisibilità" (intrusione visiva temporanea e limitata all'esecuzione dei lavori).

Gli impatti sul paesaggio in fase di cantiere sono quindi da relazionarsi alla transitoria occupazione di suolo delle cantierizzazioni (asse autostradale di nuova costruzione, adeguamento-realizzazione viabilità di collegamento, aree operative ovvero aree logistiche-campi base, aree stoccaggio materiali inerti, etc.), della viabilità di cantiere (tracciati esistenti interessati dalla movimentazione di mezzi operativi, piste di cantiere di nuova realizzazione) ed alla conseguente presenza di uomini e mezzi.

Oltre alle sopra citate cantierizzazioni, anche la messa in opera dei necessari poli di approvvigionamento inerti e di conferimento di materiali di risulta, evidenzia relazioni con il sistema paesaggistico.

Tali relazioni sono confinate ad ambiti puntiformi e pianificati. I poli estrattivi, ad esempio, sono previsti/recepiti dai relativi PIAE provinciali/PAE comunali con le relative misure di ripristino (medesime considerazioni possono essere espresse per le autorizzate stazioni di conferimento rifiuti/materiali di risulta). Un fattore di interferenza in termini di incidenza diretta sul paesaggio legato all'occupazione di suolo (in prevalenza agricolo) è ad esempio riferibile allo scotico ed all'eventuale taglio di vegetazione di valore, sovente, ridotta a filari bordo strada o bordo campo e/o a fasce igrofile ripariali afferenti alla rete idrografica minore ed ai corsi d'acqua principali in attraversamento.

In relazione all'intervisibilità, si possono infine evidenziare relazioni seppure temporanee, con la qualità del paesaggio rurale, durante lo svolgimento dei lavori ed eventuali interferenze, legate alla percezione del paesaggio dal sistema insediativo, dagli edifici rurali e di interesse storico-testimoniale presenti nell'immediato intorno delle aree di lavoro (punti di percezione statica), dalla rete viaria locale in affiancamento all'asse o in attraversamento (percezione dinamica lenta e/o veloce in relazione al tipo di circolazione) nonché infine dal sistema dei dossi (ambiti in rilievo rispetto alla pianura agricola in diversi tratti coincidenti con la rete stradale esistente e/o con i corsi d'acqua).

L'occupazione di suolo in termini di estensione di area occupata e di durata dei lavori, nonché le relative relazioni di intervisibilità sono direttamente proporzionali all'entità delle operazioni da svolgersi che sono a loro volta in funzione del tipo di configurazione progettuale prevista.

L'entità dell'impatto e/o dell'interferenza è indubbiamente legata alla specifica sensibilità paesaggistica dell'ambito interessato (stato del sistema naturale e stato del sistema insediativo).

Le attività programmate per il fronte di avanzamento lavori prevedono quindi operazioni differenti e di differente influenza sullo stato del paesaggio a seconda che si tratti di attività per la realizzazione di sezioni in rilevato, di sezioni in trincea, di sezioni in galleria, di sezioni in viadotto/ponte (per l'attraversamento ad esempio di corsi d'acqua), di sezioni in corrispondenza di sottovia ed infine di sezioni in corrispondenza di scolorari/attraversamenti idraulici. Le interferenze in termini di intrusione visiva del cantiere e di occupazione di suolo sono rilevabili progressivamente con l'avanzamento del fronte lavori, sono proporzionali all'entità delle operazioni previste (e quindi in funzione della configurazione infrastrutturale), alla relativa durata dei lavori ed alla specifica sensibilità paesaggistica dell'ambito di intervento.

Premesso quanto sopra, il tracciato definitivo di progetto, per quanto riguarda le potenziali interferenze in fase di cantiere, viene di seguito preso in esame nei due differenti ambiti operativi definiti in premessa.

8.2.1. Ambito operativo 1

L'occupazione di suolo derivante dalla fase di cantiere riferita al presente ambito, interessa la costruzione dell'asse e delle opere connesse, l'adeguamento/realizzazione delle viabilità di collegamento e quindi la realizzazione di aree operative e con funzione logistico-operativa, di aree tecniche in genere, di aree destinate all'accumulo temporaneo di materiali provenienti dalle operazioni di scotico e demolizione, nonché infine la realizzazione delle piste di cantiere (prioritariamente le strade di nuova realizzazione sono confinate sull'asse di progetto, in minore misura sono previsti esigui ulteriori tracciati). Le attività cantieristiche prevedono inoltre l'utilizzo, per la movimentazione di mezzi e materiali, di tratti di viabilità esistente nonché la messa in opera di poli di approvvigionamento materiali (esistenti/previsti dai piani di settore e pianificati con le relative misure di ripristino). Il fronte dei lavori procede in direzione ovest-est a partire dall'interconnessione con l'A22 per terminare poco oltre l'Autostazione S. Felice sul Panaro-Finale Emilia.

L'ambito operativo 1 è funzionale alla realizzazione del tracciato e delle viabilità di collegamento fino al sottovia di strada Salde Entrà. Nella prima parte dell'Ambito Operativo 1 è prevista la realizzazione di un'area logistico-operativa (1-B.1) immediatamente ad ovest di un ambito produttivo esistente lungo i margini di Via Strada Rame in un'area agricola attualmente coltivata a seminativo. Altri ambiti produttivi più a sud (in adiacenza al C. Parmigiana Moglia) confinano in parte i lavori di realizzazione dello svincolo di interconnessione con l'A22 (in ambiti a seminativo). Fino all'attraversamento del tutelato Cavo Parmigiana-Moglia è prevista la messa in opera di altre 3 aree operative (AO 1-S.1, AO 1-S.2 e dell'area di stoccaggio 1-D.1). Tutte e 3 le zone operative sono inserite all'interno del paesaggio prevalente dei seminativi anche se le ultime due sono confinate in prossimità dell'attraversamento del corso d'acqua sopra citato, ai margini di via Tullie.

In questo primo tratto appare articolata la viabilità esistente utilizzata nella fase di cantiere (in primis la SP43 via Moglia, via Tullie-via Ponte Nuovo, via Ponte Gallina, via Porto e strada Cristoforo Colombo e via strada Fantozza); le nuove piste sono comunque previste esclusivamente in ambito agricolo, ai margini dell'asse dell'infrastruttura di progetto. Se da un lato si può considerare non significativo l'impatto sulle risorse paesaggistiche determinabile dall'occupazione di suolo, in quanto viene interessato in primis il paesaggio dei seminativi, sono rilevabili interferenze temporanee in termini di intervisibilità (percezione statica e dinamica) sulla qualità del paesaggio rurale ed in particolare sugli elementi di maggiore sensibilità quali la rete idrografica che in area locale appare ben articolata (C. Parmigiana Moglia in particolare ma anche il sistema idrico minore es. C. Moroni Tullie) ed il sistema insediativo (nuclei quali ad es. Villanova di Reggiolo, tessuto residenziale discontinuo ed edifici storici, rete stradale principale anche di interesse storico quale ad es. la SP43 il cui tracciato corre su un ambito di dosso e tutte le citate viabilità di cantiere ad eccezione di strada Fantozza). In questo primo tratto il cantiere prevede il taglio di alcuni elementi della vegetazione arborea-arbustiva (filari ai margini della viabilità minore intersecata e filari ai margini dei canali esistenti). Con l'avanzamento del fronte lavori sono previste, sempre in area agricola, ulteriori 4 aree operative (AO 1-S.3, AO 1-S.4, AO 1-S.5). Dal punto di vista delle interferenze con le sensibilità del paesaggio è in particolar modo la S.3 a rilevare maggiori relazioni, in quanto si localizza immediatamente a ridosso della storica Fossa Raso e sul confine della ZPS "*Siepi e Canali di Resega-Foresta*" (l'area S4 è localizzata in prossimità dei lavori previsti nell'ambito del Caseificio Novese, l'area S.5 è localizzata ai margini di bacini esistenti in prossimità di un insediamento produttivo). In attraversamento alla Fossa Raso è inoltre previsto, a sud dell'asse, per garantire la continuità delle piste di cantiere, un nuovo ponte provvisorio tipo "Bailey". Anche in questo tratto sono rilevabili interferenze temporanee in termini di intervisibilità (percezione statica e dinamica dal sistema insediativo) sulla qualità del paesaggio rurale (da segnalare, oltre ad alcune strade bianche in affiancamento, anche storiche, la SP 413 via "Provinciale Mantova", strada anch'essa storica utilizzata come viabilità di cantiere che attraversa a sud il nucleo urbano di Novi a sua volta insediamento storico che si sviluppa su un paleodosso di modesta rilevanza con presenza di strutture-edifici di interesse storico-testimoniale).

Proseguendo nel contesto del primo Ambito Operativo in direzione di San Possidonio, sono rilevabili prima dell'attraversamento del Canale Acque Basse Modenesi, un'area operativa (AO 1-S.6) e dopo l'attraversamento del Cavo Lama, ulteriori due aree operative (a nord AO 1-S.7, a sud l'area di stoccaggio 1-D.2). Queste tre aree operative sono localizzate nel paesaggio agricolo dei seminativi ma immediatamente a ridosso dei corsi d'acqua citati, per cui si rilevano maggiori interferenze, seppure temporanee, sulla qualità percettiva del paesaggio stesso.

Maggiori relazioni di intervisibilità sono quindi evidenziabili, oltre che percorrendo la viabilità minore in affiancamento-intersezione, dalla SP 8 via "Don Giovanni Minzoni-Via per Novi", strada storica utilizzata come viabilità operativa. Si rileva inoltre la presenza, lungo la viabilità ed in parte lungo i canali citati, di vegetazione arboreo-arbustiva discontinua.

Le successive aree operative sono quindi localizzate tra via S. Stefano e l'asse di progetto (AO 1-S.8, sul confine comunale in prossimità di tessuto urbano "Fondo Nuovo" dove è presente una zona di interesse archeologico), su entrambi i lati della storica SP 8 "Via per Novi" utilizzata come viabilità di cantiere (AO 1-S.9, area di stoccaggio 1-D.3 in prossimità di un ambito di parchie ville, "Mad.ne dello Spino" all'intersezione di tre assi di viabilità storica), in sinistra idrografica Secchia, ai margini di via Cà Rossa Terzi (AO 1-S.10) ed infine tra Concordia sulla Secchia e San Possidonio, sul confine di via Grandi, ai margini del canale Sabbioncello (AO 1-S.11). Tutte le aree operative coinvolgono direttamente in prevalenza il paesaggio dei seminativi ad eccezione della S.11 che si relaziona anche con ambiti a frutteto. In considerazione della presenza in questo tratto di elementi di sensibilità, legati alla rete idrografica attraversata (in primis Collettore Acque Basse, Canale di Gruppo-Cavo Lama S. Stefano, Fiume Secchia, Canale Sabbioncello), al sistema insediativo (edificato sparso in genere; nuclei quali Concordia e San Possidonio distribuiti su ambiti di dosso; edificato storico lungo il dosso fluviale del Secchia; rete stradale con tratti di interesse storico) e considerato altresì che sono previsti ulteriori lavori di adeguamento ed infrastrutturazione che interessano i collegamenti viari **C02 e C03**, le relazioni di intervisibilità (e quindi il peggioramento di qualità del paesaggio per intrusione visiva di uomini e mezzi e delle urbanizzazioni in corso) appaiono, seppure temporanee, più significative. Tutto il contesto che afferisce ai corsi d'acqua citati ed in particolare al tutelato Fiume Secchia (area di valore naturale ed ambientale), si presenta di grande valore paesaggistico. Oltre che dai nuclei urbani e quindi dagli edifici (diversi edifici e strutture di interesse storico-testimoniale), si evidenziano relazioni di intervisibilità dinamica in particolare dal citato tracciato storico della SP 8 "via per Novi-via per Mirandola", da via per San Possidonio, da via Mazza e da via Grandi, oltre che relazioni di minore importanza dalla viabilità secondaria in affiancamento e/o intersecata dall'infrastruttura di progetto. I lavori di realizzazione dei viadotti e delle rampe di attraversamento dei corsi d'acqua più importanti determinano una evidente intrusione visiva sulla qualità del sistema paesaggistico in area locale. Oltre a siepi e filari sono interferiti alcuni ambiti di fasce ripariali, naturali e seminaturali (in primis ambiti perifluviali del Secchia).

Dopo l'autostazione di "San Possidonio, Mirandola e Concordia" (paesaggio agricolo a seminativo prevalente a sud del tracciato della SP8 con presenza di ambiti produttivi, insediamenti, frutteti e corsi d'acqua; es Canale Sabbioncello e Fossa Berardi), è prevista la realizzazione di un prima area operativa (AO 1-S.12) tra l'asse di progetto e via della Pioppa-S. Martino Carano (in parte utilizzata come viabilità di cantiere) e nel tratto successivo (prima dell'attraversamento del C. Diversivo) di un'ulteriore area operativa (AO 1-S.13), ai margini della SC Prati, circa 600 m a nord del Canale Diversivo.

Le suddette aree operative si relazionano con il paesaggio dei seminativi ed in minore misura con ambiti a frutteto.

In prossimità dell'attraversamento di via della Pioppa-S. Martino Carano (strada storica utilizzata in parte come viabilità di cantiere) il cantiere si avvicina sensibilmente al centro abitato di San Possidonio. Qui si evidenzia subito una certa interferenza anche in relazione alla presenza di beni di interesse storico-testimoniale (numerosi ai margini della strada che a sua volta corre su un paleodosso di modesta rilevanza ramificato in due tratti minori). Il cantiere attraversa quindi la rete idrografica (principali elementi di interesse sono la F. Berardi, il Canale Dugale Smirra, lo Scolo Ramedello, il C. Fienil Vecchio e quindi successivamente il Canale Diversivo di Burana).

Come per i tratti precedenti sono evidenziabili relazioni di intervisibilità dovute all'intrusione visiva delle operazioni nel corso dell'attività del cantiere dal sistema insediativo e dalla rete viaria in intersezione-affiancamento.

Dopo l'attraversamento del Diversivo di Burana, successive 5 aree operative (su seminativi 1-D.4, AO 1-S.14 ed il campo base 1-B.2, nel contesto di ambiti produttivi AO 1-S.15 ed AO 1-S.16 e nuovamente in ambiti a seminativo ai margini di via Imperiale AO 1-S.17, seppure in vicinanza al contesto abitato di S. Antonio) sono localizzate ai margini dell'asse di progetto tra il corso d'acqua stesso e via di Mezzo a sud (utilizzata come viabilità di cantiere insieme ad alcuni tratti minori perpendicolari, al primo tratto di via Diversivo e di via Baccarella, alla SS 12 e successivamente a nord di Camurana, a via S. Antonio-via Imperiale).

Via Diversivo e Via Baccarella sono strade storiche, così come più a sud Via Margotta-Via di Mezzo, parallela per un lungo tratto al tracciato autostradale. Molto articolata e ben conservata la rete viaria dei tracciati storici, sia a sud che a nord dell'infrastruttura.

Per quanto concerne l'intervisibilità si sottolinea che la viabilità intersecata dall'infrastruttura e/o in affiancamento quali ad esempio via Serafina, via Sabbioni e l'SS 12 via Statale sud corrono su ambiti di dosso; queste viabilità sono inoltre strade storiche così come lo sono via Rangona-via Posta Vecchia.

Tra Mirandola e S. Giacomo ed oltre, fino a San Biagio, sono diverse le strutture di interesse storico-testimoniale ai margini dell'infrastruttura (tabernacoli, cimiteri e chiese).

Si ritengono quindi piuttosto significativi in questa parte di tracciato le relazioni di intervisibilità per intrusione visiva del cantiere, in considerazione della presenza di una articolata rete viaria oltre che dei contesti urbani afferenti agli abitati di Mirandola a nord e di S. Giacomo Roncole a sud. Il peso di tali relazioni è comunque da ridimensionare considerata la presenza di estesi ambiti produttivi che indipendentemente dal cantiere costituiscono elementi di detrazione del paesaggio.

Si sottolinea inoltre che nel contesto sono previsti ulteriori lavori di adeguamento ed infrastrutturazione che interessano i collegamenti viari **C04, C05 e C06**.

Intersecata via Imperiale (viabilità utilizzata dal cantiere insieme ad una intersezione successiva ed a via Getta) vengono quindi localizzate 4 successive aree, ovvero un'area di stoccaggio (1-D.5) in una zona agricola a seminativo, l'area operativa AO 1-S.18 ai margini di via Getta (strada storica su ambito di dosso) anch'essa su area coltivata, l'area operativa AO 1-S.19 in un ambito a seminativo prossimo a tessuto residenziale (ai margini di via Bignardi) e quindi l'area operativa AO 1-S.20 interclusa tra la ferrovia ed il Canale Diversivo di Burana.

Dal punto di vista dell'intervisibilità oltre che relazioni di percezione statica dall'edificato esistente (edificato sparso e edificato discontinuo distribuito in particolare lungo i margini della viabilità), si sottolineano in particolare tra i diversi tracciati viari esistenti, le viabilità utilizzate anche come percorsi di cantiere quali a nord la SP 8 via Mazzone (e quindi via Nazioni Unite e via S. Maria), le già citate via Imperiale, via Getta e via Bignardi. Tali relazioni sono anche sottolineate dal fatto che buona parte dei tracciati viari esistenti corrono su paleodossi di modesta rilevanza. Negli attraversamenti stradali così come in alcuni attraversamenti di corsi d'acqua, sono talvolta interferiti filari arborei.

Dall'intersezione con la linea ferroviaria Bologna-Verona, seguono fino all'autostazione San Felice sul Panaro-Finale Emilia 3 aree operative, la prima (area di stoccaggio 1-D.6) inserita nel paesaggio agricolo dei seminativi ai margini della strada storica via Lollia (immediatamente a nord di Fondo Villanuova), la seconda (AO 1-S.21) inserita in prossimità di ambiti a frutteto (e breve distanza da insediamenti afferenti all'abitato di Villa Gardè) ai margini di via Pioppe (su dosso) ed infine la terza (AO 1-S.22) in un ambito a seminativo in prossimità di via Grande-via Saliceto. Sono previsti in questa zona alcuni brevi tratti nuovi di piste di cantiere che si aggiungono alle piste previste lungo l'asse di progetto in corso di realizzazione.

Viabilità utilizzate dal cantiere limitrofe all'asse di progetto sono quindi, oltre alle strade sopra citate, la strada comunale Villa Gardè, via Grande ed infine via Rotta a nord.

Dopo l'autostazione, interessano infine questo tratto operativo, ulteriori due aree di cantiere, entrambe localizzate in zone coltivate a seminativo su ambiti di dosso, l'area AO 1-S.23 (tra il canale diversivo e l'asse di progetto in prossimità di aree produttive a nord di via per Modena) ed infine l'area AO 1-S.24 in prossimità di via Salde Entrà in vicinanza ad ambiti edificati.

Via per Modena e via Salde Entrà (in buona parte corrono su ambiti di dosso) sono viabilità di cantiere. Relazioni di intervisibilità sono quindi evidenziabili percorrendo tali assi viari oltre che percorrendo la ben articolata rete viaria minore in prossimità dell'asse di progetto.

In questo contesto sono previsti ulteriori lavori di adeguamento ed infrastrutturazione che interessano il collegamento viario **C07**.

AREA OPERATIVA	Paesaggio di inserimento	Note
Campo base 1 1-B.1	Paesaggio dei seminativi	Adiacenze ambito produttivo
A.O. 1-S.1	Paesaggio dei seminativi	Margini Strada Fantozza. Edificato sparso, a sud e a nord dell'asse. Ambito tra il Parmigiana-Moglia e il Dosso di Villanova di Reggiolo (strada storica e nucleo storico)
A.O. 1-S.2	Paesaggio dei seminativi in adiacenza Parmigiana-Moglia	Margini via Tullie (strada storica); adiacenze Parmigiana-Moglia. Case sparse ed ambiti produttivi
Area stoccaggio 1-D.1	Paesaggio dei seminativi	Margini via Tullie (strada storica); adiacenze Parmigiana-Moglia; bacini artificiali e case sparse
A.O. 1-S.3	Paesaggio dei seminativi in adiacenza Fossa Raso e ZPS	Adiacenze Fossa-Raso e ZPS. Pista di cantiere di nuova realizzazione in attraversamento del canale, attraverso nuovo ponte Bailey. Siepi e filari marginali
A.O. 1-S.4	Paesaggio dei seminativi	Margini SP 413 via Provinciale Mantova, zona sud Caseificio. Viabilità storica e dosso di Novi. Siepi e filari. Insediamenti produttivi e case sparse
A.O. 1-S.5	Paesaggio dei seminativi	Margini via Ganetico e strade bianche secondarie. Adiacenze ambito produttivo (con presenza di bacini), a sud viabilità storica
A.O. 1-S.6	Paesaggio dei seminativi in adiacenza C. Acque Basse	Adiacenze Canale Acque Basse Modenesi. Siepi e filari. Nuova pista di cantiere in adiacenze canale; a sud strada storica
A.O. 1-S.7	Paesaggio dei seminativi in adiacenza c. Lama	Adiacenze sistema idrografico Cavo Lama; fasce arboreo-arbustive in sponda e canali minori
Area stoccaggio 1-D.2	Paesaggio dei seminativi in adiacenza c. Lama	Adiacenze sistema idrografico Cavo Lama; fasce arboreo-arbustive in sponda e canali minori; vicinanza SP 8 strada storica
A.O. 1-S.8	Paesaggio dei seminativi	Adiacenze via S. Stefano. Vicinanza insediamento di Fondo Nuovo e area archeologica, Fosso secondario
A.O. 1-S.9	Paesaggio dei seminativi	Adiacenze SP 8 via Per Novi, via Boccaletta. Insediamenti limitrofi. Nel contesto di incrocio di tratti di strade storiche (via Bassa, SP 8)
Area stoccaggio 1-D.3	Paesaggio dei seminativi in adiacenza a Parchi e Ville (Mad.na dello Spino)	Adiacenze SP 8 via Per Novi, Madonna dello Spino (tabernacolo). Insediamenti limitrofi. Nel contesto di incrocio di tratti di strade storiche (via Bassa, SP 8)

AREA OPERATIVA	Paesaggio di inserimento	Note
A.O. 1-S.10	Paesaggio dei seminativi in adiacenza Secchia	Adiacenze via Cà Rossa Terzi e F. Secchia e insediamenti limitrofi con parchi e ville. Sipei e filari. Dosso del Secchia e relative fasce ripariali, tratti di strade storiche a sud
A.O. 1-S.11	Paesaggio dei seminativi con presenza di frutteti, in adiacenza Canale Sabbioncello	Adiacenze via Grandi, Canale Sabbioncello. A nord insediamenti produttivi di Concordia, a sud ambiti residenziali
A.O. 1-S.12	Paesaggio dei frutteti	Adiacenze strada storica via San Martino Carano, su dosso storico. Insediamenti limitrofi con parchi e con strutture anche storiche (tabernacolo). A sud c. Dugale Smirra di Confine
A.O.1-S.13	Paesaggio dei seminativi	Adiacenze strada Comunale Prati. Siepi e filari. Fossi secondari e insediamenti limitrofi
Area stoccaggio 1-D.4		Adiacenze strada Comunale via Baccarella (storica); sistema articolato di strade storiche via di Mezzo, via Baccarella, via Diversivo-via Mercadante; insediamenti limitrofi (La Savrina, Cà del Diavolo)
A.O. 1-S.14	Paesaggio dei seminativi	
Campo Base 1-B.2	Paesaggio dei seminativi	Adiacenze strade storiche via Serafina-via Scarabella (su dosso), via di Mezzo; insediamenti limitrofi. Siepi e filari
A.O. 1-S.15	Paesaggio dei seminativi e sistema insediativo	Adiacenze via storica Posta Vecchia. Insediamenti adiacenti; Insediamenti produttivi limitrofi
A.O. 1-S.16	Insediamenti produttivi	Insediamenti produttivi in adiacenza SS 12 (strada storica su ambito di dosso)
A.O. 1-S.17	Paesaggio dei seminativi	Adiacenze via Imperiale-via S. Antonio (storica); insediamenti limitrofi (S. Antonio) su ambito di dosso. Vicinanza Diversivo Burana
Area stoccaggio 1-D.5	Paesaggio dei seminativi	Case isolate limitrofe (la Torre); adiacenze strada comunale storica
A.O. 1-S.18	Paesaggio dei frutteti con ambiti a seminativo	Adiacenze via Getta (strada storica su dosso).Case sparse limitrofe e insediamenti (Quattro Frati lungo la storica via Imperiale). Sistema dei dossi in area locale.
A.O. 1-S.19	Paesaggio dei seminativi con ambiti a frutteto	Adiacenze via Bignardi, via Imperiale (strade storiche su ambito di dosso). Insediamenti limitrofi. Siepi e filari. Vicinanza Canale Diversivo
A.O. 1-S.20	Paesaggio dei seminativi in adiacenza Canale Diversivo Burana	Ambito intercluso tra linea ferroviaria Bologna-Verona, Canale Diversivo e via Suozzi (strada storica). Insediamenti limitrofi ed ambiti produttivi. Siepi e filari
Area stoccaggio 1-D.6	Paesaggio dei seminativi in adiacenza Canale Diversivo Burana	Adiacenze via Lollia (strada storica). Insediamenti limitrofi (f.do Villanuova), serre e coltivazioni orticole, frutteti.
A.O. 1-S.21	Paesaggio dei frutteti e del sistema insediativo (Villa Gardè)	In vicinanza via Villa Gardè (strada storica), in adiacenza via Pioppe (entrambe le viabilità sono su dosso storico). Vicinanza C. Diversivo. Insediamenti limitrofi afferenti a Villa Gardè

AREA OPERATIVA	Paesaggio di inserimento	Note
A.O. 1-S.22	Paesaggio dei seminativi	In adiacenza via Casumaro-Bondeno. Insediamenti limitrofi. Nuove piste di cantiere lungo via Scala
A.O. 1-S.23	Paesaggio dei seminativi con ambiti a frutteto e sistema insediativo (tessuto produttivo)	Insediamenti limitrofi con ambiti produttivi. Vicinanza Canale Diversivo. Ambito di dosso SS 468 in Rivara (strada storica via per Modena, via S. Maria e argini canale)
A.O. 1-S.24	Paesaggio dei seminativi	In adiacenza via Salde Entrà (strada storica). Insediamenti limitrofi e case sparse

8.2.2. Ambito operativo 2

L'occupazione di suolo derivante dalla fase di cantiere riferita al presente ambito, interessa la costruzione dell'asse e delle opere connesse, l'adeguamento/realizzazione delle viabilità di collegamento e quindi la realizzazione di aree operative e con funzione logistico-operativa, di aree tecniche in genere, di aree destinate all'accumulo temporaneo di materiali provenienti dalle operazioni di scotico e demolizione, nonché infine la realizzazione delle piste di cantiere (prioritariamente le strade di nuova realizzazione sono confinate sull'asse di progetto, in minore misura sono previsti esigui ulteriori tracciati). Le attività cantieristiche prevedono inoltre l'utilizzo, per la movimentazione di mezzi e materiali, di tratti di viabilità esistente nonché la messa in opera di poli di approvvigionamento materiali (esistenti/previsti dai piani di settore e pianificati con le relative misure di ripristino). Il fronte dei lavori procede in direzione ovest-est a partire da poco oltre l'Autostazione S. Felice sul Panaro-Finale Emilia.

In questa parte di tracciato è prevista la realizzazione di un'area logistico-operativa (area stoccaggio 2-D.1) immediatamente ad est (in adiacenza) di via Salde Entrà (strada storica) in prossimità di edificato sparso (S. Geminiano), in un'area agricola attualmente coltivata a seminativo. Una ulteriore area operativa (AO 2-S.1) è prevista sempre all'interno del paesaggio dei seminativi in adiacenza alla strada bianca Vicolo Ponte Fantino Cà Pagliola - via Vallicella (strada storica utilizzata come viabilità di cantiere), in prossimità del Cavo Vallicella.

Si sottolinea inoltre che nel contesto delle precedenti aree operative sono previsti ulteriori lavori di adeguamento ed infrastrutturazione che interessano il collegamento viario C08 in parallelo ed in adiacenza all'asse autostradale.

Altra area operativa (AO 2-S.2) è stata prevista nuovamente in un'area agricola coltivata a seminativo, dove si evidenzia anche la presenza di frutteti e di alcuni maceri.

Durante la fase di cantiere sono quindi evidenziabili relazioni di intervisibilità dovute all'intrusione visiva delle operazioni, dagli edifici più prossimi alle aree di lavoro, dalla rete stradale sopraccitata nonché dalla viabilità che interseca/affianca l'asse autostradale (comprese le strade bianche).

Sono rilevabili intereferenze temporanee sulla qualità del paesaggio rurale ed in particolare sugli elementi di maggiore sensibilità quali la rete idrografica (C. Canalazzo ed in primis Canale Vallicella lungo il quale si rileva la presenza di tessuto insediativo discontinuo) con diffusa presenza di vegetazione spondale comprensiva di elementi arboreo-arbustivi.

La prima area operativa (AO 2-S.3) è stata prevista all'interno di un'area agricola coltivata a seminativo, dove si evidenzia anche la presenza ambiti produttivi, ai margini della strada storica SP 2 via Panaria est-via Camposanto (utilizzata anche come viabilità di cantiere).

In corrispondenza della nuova area di servizio "Panaria Nord" è prevista una ulteriore area operativa (area stoccaggio 2-D.2) sempre in vicinanza ad ambiti produttivi, anch'essa all'interno del paesaggio dei seminativi.

La seconda area operativa (AO 2-S.4) è localizzata in un ambito sensibile, ai piedi dell'argine sinistro del Fiume Panaro, in un'area agricola dove si alternano frutteti e seminativi. L'edificato sparso si distribuisce ai piedi dell'importante dosso determinato dal passaggio del corso d'acqua.

Prima dell'attraversamento dello storico Canale Foscaglia, sono previste ulteriori due aree operative, entrambe nel contesto paesaggistico dell'agricoltura a seminativo. La prima in adiacenza alla storica via di Selvabella (AO 2-S.5) utilizzata anche come viabilità di cantiere, la seconda (AO 2-S.6) nelle immediate adiacenze del Canale Foscaglia.

Oltrepassato il Foscaglia, tre aree operative (AO 2-S.7, AO 2-S.8 e AO 2-S.9 - queste ultime due sul limite del confine del sistema delle Partecipanze) sono previste all'interno di ambiti agricoli coltivati a seminativo, prima del Canale Consorziale Palata Reno ed un'ultima area operativa, dopo l'attraversamento del Palata Reno in prossimità del confine provinciale (area stoccaggio 2-D.3 interclusa tra il canale e via Riga).

Via Gnoli, via vicinale Rovere e via Roveri di Bratellari, utilizzate in parte come viabilità di cantiere sono strade storiche. Via Riga corre su un ambito di dosso e segna il confine con la Provincia di Ferrara.

Il contesto che afferisce ai citati corsi d'acqua attraversati (Panaro, Foscaglia, Palata Reno) ed in particolare al tutelato Fiume Panaro, si presenta di grande valore paesaggistico. I lavori di realizzazione del relativo attraversamento si relazionano in maniera evidente con il sistema paesaggistico in termini di intrusione visiva (medesime considerazioni valgono per gli altri corsi d'acqua). Così come per gli attraversamenti dei canali minori, le operazioni prevedono in parte il taglio di vegetazione perifluviale (generalmente aggruppamenti arboreo-arbustivi e vegetazione elofitica di sponda; per il Panaro ad esempio vegetazione spondale con presenza di macrofite e specie arboreo-arbustive quali robinia, salice e pioppo) e sono quindi causa di un temporaneo peggioramento della qualità paesaggistica in area locale. Relazioni di intervisibilità dinamica sono evidenziabili da tutta la rete stradale afferente ed in particolare dalle strade (anche di cantiere) che corrono in parallelo ai corsi d'acqua esistenti.

Da questo punto in poi, entrati in territorio ferrarese, la pianificazione del cantiere ha cercato il più possibile di evitare ogni eventuale interferenza con il sistema storico delle Partecipanze che costituisce, dal punto di vista paesaggistico una peculiarità di indubbio valore testimoniale. Prima dell'autostazione di Cento sono quindi localizzate al di fuori del contesto paesaggistico tutelato delle Partecipanze tre altre aree operative (AO 2-S.10, AO 2-S.11 e AO 2-S.12), la prima in un ambito a frutteto adiacente alle strade utilizzate in parte come viabilità di cantiere via Maestra Grande e via Monsignor di Sotto (sul confine del citato sistema delle Partecipanze), la seconda in adiacenza via Monsignor di Sotto in prossimità di un fosso di scolo (anch'essa sul confine del sistema delle Partecipanze) e la terza infine in adiacenze a via Finalese "SP 6" (utilizzata come viabilità di cantiere) a breve distanza dall'agglomerato di Pilastrello (anche questa AO oltre il confine del sistema tutelato delle Partecipanze).

Tutto il contesto si inserisce in un ambito di Dosso che rileva la presenza di antiche divagazioni fluviali (paleoalvei). Via Monsignor di Sotto, via Finalese e via Bondonese-via Nuova sono come premesso utilizzate come viabilità di cantiere; è da queste strade (oltre che da via Maestra Grande) che si rilevano le maggiori relazioni di intervisibilità con il cantiere.

Si sottolinea inoltre che nel contesto delle precedenti aree operative e delle successive fino alla S14, sono previsti ulteriori lavori di adeguamento ed infrastrutturazione che interessano la viabilità di adduzione D06 (Bondeno-Cento).

Dopo l'autostazione di Cento (costruita all'interno del paesaggio prevalente dei seminativi dove si evidenzia la presenza di alcuni maceri), è prevista un'area operativa (AO 2-S.13) in prossimità del Condotto Generale, anch'essa inserita nel contesto agricolo in prossimità di maceri.

Successivamente sono previste due ulteriori aree operative adiacenti (campo base 2-B1, area stoccaggio 2-D.4), localizzate a sud del Canale storico di Cento e quindi di via dei Pioppeti in un ambito a seminativo dove si evidenzia anche la presenza di maceri e frutteti. Questa zona limitrofa al corso d'acqua è un ambito di interesse Paesaggistico Ambientale (le SP 34 e 13 FE sono utilizzate come viabilità di cantiere) pertanto le relazioni di intervisibilità del cantiere possono considerarsi di maggior peso.

La prima area operativa (AO 2-S.14) è stata prevista in adiacenza a via Angelino (utilizzata in parte come viabilità di cantiere), all'interno di un'area agricola coltivata a frutteto in prossimità di seminativi. Si evidenzia la presenza di alcuni maceri e del canale Angelino. A sud l'abitato di Quattro Torri (di interesse Palazzo Quattro Torri). Oltrepassato lo storico Cavo Napoleonico è prevista l'area operativa AO 2-S.15 tra la via Cavo Napoleonico (e quindi il Canale inserito in zona di interesse paesaggistico ambientale) e via Luneda. L'area operativa interessa un ambito a frutteto marginale a seminativi dove sono presenti case sparse. Oltre agli argini del corso d'acqua che ben si stagliano sulla pianura circostante si evidenzia la presenza di numerosi paleoalvei. Si sottolinea inoltre che AO 2-S.15 è localizzata immediatamente ai margini del SIC-ZPS *Fiume Po da Stellata a Mesola e Cavo Napoleonico* che costituisce un ambito sensibile.

Il contesto che affiora ai citati corsi d'acqua attraversati ed in particolare allo Scolmatore del Reno (Cavo Napoleonico), si presenta di importante valore paesaggistico. I lavori di realizzazione del relativo attraversamento si relazionano in maniera evidente con il sistema paesaggistico in termini di intervisibilità e di alterazione temporanea di qualità paesaggistica (così come per gli attraversamenti dei canali minori, le operazioni di cantiere risultano maggiormente intrusive rispetto ai lavori previsti in ambiti esclusivamente agricoli e prevedono in parte il taglio di vegetazione perifluviale). L'area operativa AO 2-S.16 è localizzata a nord dell'abitato di San Carlo in adiacenza alla SS 255 (utilizzata in parte come viabilità di cantiere) che corre su un dosso storico in un contesto dove si rileva la presenza di frutteti e seminativi. L'area è limitrofa agli insediamenti relazionabili con l'espansione del contesto urbano di San Carlo. In area locale si evidenzia anche la presenza di aree produttive che costituiscono attualmente elementi di detrazione del paesaggio.

Ulteriori due aree operative su entrambi i margini dell'asse di progetto (AO 2-S.17 e area stoccaggio 2-D.5) sono previste in adiacenza allo scolo Principale Riolo (ambito di paesaggio sensibile) in un ambito a seminativo solcato da Paleoalvei. In prossimità della strada si evidenziano ambiti produttivi.

A sud case sparse (Poss.ne Cocenno). Via Riolo e via San Carlo sono utilizzate come viabilità di cantiere. Dopo l'autostazione di Poggio Renatico (i lavori si inseriscono interamente nel paesaggio dei seminativi) sono previste ulteriori 3 aree operative (AO 2-S.18 in adiacenza via Bosco Salici-Strada Cispadana, AO 2-S.19 e AO 2-S.20) tutte all'interno del paesaggio dei seminativi ed in adiacenza all'attuale strada Cispadana (SP 70). È dalle sopra citate strade e dalla ben articolata rete viaria in affiancamento/intersezione all'asse di progetto che si evidenziano relazioni di intervisibilità dinamica. Si sottolinea inoltre che nel tratto tra AO 17 e AO18 il cantiere prevede nel paesaggio dei seminativi, la realizzazione di un tratto di nuova pista di cantiere (distante dall'asse in costruzione) che collega la rotatoria dell'attuale strada Cispadana (e quindi l'ambito dell'autostazione citata) con il tracciato dell'autostrada di progetto. In questo tratto tutte le aree operative (area stoccaggio 2-D6, AO 2-S.21, AO 2-S.22, campo base 2-B2) ad eccezione della AO 2-S.23 (realizzata in prossimità dell'autostazione esistente Ferrara sud in ambiti a frutteto) sono previste nell'ambito del paesaggio di pianura dei seminativi, immediatamente a ridosso del tracciato esistente dell'attuale strada Cispadana (SP 70). Si evidenzia in questo tratto la presenza di case sparse oltre che di contesti antropizzati in genere e zone di pertinenza del sistema stradale.

AO 2-S.21 è localizzata in prossimità della rotonda esistente tra la SP 50 e la SP 79 a nord di Poggio Renatico; AO 2-S.22 è localizzata tra la ferrovia, via Imperiale e la Strada Cispadana in un ambito antropizzato con presenza di insediamenti; il campo base 2-B2 è localizzato tra via Padusa, la strada Cispadana e lo svincolo dell'A13. In questo ultimo tratto il cantiere risulta ben servito per gli spostamenti dalla viabilità esistente (viene utilizzata dal cantiere anche l'SP 8 via Uccellino a sud). Da S 21 ad A 22, il cantiere si sviluppa lungo la strada Cispadana esistente in parallelo alla ferrovia. È da questi assi infrastrutturali che si evidenziano le maggiori relazioni in termini di intervisibilità del cantiere.

Si evidenzia infine che a sud di AO 2-S.21 e quindi successivamente in prossimità del raccordo autostradale Ferrara-Porto Garibaldi sono previsti ulteriori lavori di adeguamento ed infrastrutturazione che interessano il collegamento viario C10 e C11 (a sud di AO 23). Viabilità di cantiere principali utilizzate a fine tratto sono, oltre alle già citate infrastrutture, un ulteriore tratto della SP 8 via Poggio Renatico ed in parte via Bologna (SS 64). In conclusione, come per l'ambito operativo 1, anche in questo caso se da un lato si può considerare non sostanziale (reversibile e limitato all'area locale) l'impatto sulle risorse paesaggistiche determinabile dall'occupazione di suolo, in quanto viene interessato in primis il paesaggio dei seminativi (in minore misura i frutteti), sono rilevabili interferenze temporanee in termini di intervisibilità (percezione statica e dinamica) sulla qualità del paesaggio rurale ed in particolare sugli elementi di maggiore sensibilità quale la rete idrografica ed il sistema insediativo (nuclei abitati, tessuto residenziale discontinuo ed edifici storici, rete stradale principale anche di interesse storico, viabilità minore e ambiti di dosso afferenti).

Una particolare sensibilità paesaggistica viene evidenziata nei tratti in cui il cantiere si sviluppa in prossimità, ma senza interferenza diretta, con il contesto tutelato delle Partecipanze. Si ritengono, quindi, più importanti in questa parte di tracciato le relazioni di intervisibilità per intrusione visiva del cantiere, in considerazione della presenza di una articolata rete viaria oltre che dei contesti urbani afferenti agli abitati e/o all'insediativo sparso. Il peso di tali relazioni in taluni casi è comunque da ridimensionare considerata la temporaneità dei lavori e la presenza di estesi ambiti produttivi che indipendentemente dal cantiere costituiscono elementi di detrazione del paesaggio. Le relazioni di intervisibilità più evidenti possono rilevarsi laddove i tracciati viari esistenti limitrofi al cantiere, corrono su dossi importanti o paleodossi di modesta rilevanza.

AREA OPERATIVA	Paesaggio di inserimento	Note
Area stoccaggio 2-D.1	Paesaggio dei seminativi	Adiacenze di via Salde Entrà (strada storica). Insediamenti limitrofi
A.O. 2-S.1	Paesaggio dei seminativi in adiacenze Cavo Vallicella	Adiacenze via Vallicella- Vicolo Ponte Fantino Cà Pagliola (strada storica), in prossimità del Cavo Vallicella. Tessuto insediativo discontinuo ai margini del canale
A.O. 2-S.2	Paesaggio dei seminativi con presenza di frutteti	Presenza di frutteti, maceri e case sparse
A.O. 2-S.3	Paesaggio dei seminativi in prossimità di ambiti produttivi	Adiacenze strada storica SP 2 via Panaria est-via Camposanto; presenza ambiti produttivi e di frutteti. Maceri
Area stoccaggio 2-D.2	Paesaggio dei seminativi in prossimità di ambiti produttivi	Adiacenze strada storica SP2 via Camposanto; presenza ambiti produttivi, di frutteti e pioppeti
A.O. 2-S.4	Paesaggio dei frutteti e dei seminativi in adiacenza Fiume Panaro	In adiacenza Fiume Panaro; frutteti e seminativi. Edificato sparso lungo il dosso del Panaro
A.O. 2-S.5	Paesaggio dei seminativi	In adiacenza via storica di Selvabella (AO 2-S.5). Case sparse.
A.O. 2-S.6	Paesaggio dei seminativi in adiacenza canale Fosaglia	Adiacenze del Canale Fosaglia. Tessuto insediativo sparso
A.O. 2-S.7	Paesaggio dei seminativi	Adiacenze via Roveri di Bratellari-vicinale Gnola (a sud via Gian Battista Gnoli è tracciato storico). Maceri

AREA OPERATIVA	Paesaggio di inserimento	Note
A.O. 2-S.8	Paesaggio dei seminativi	Adiacenze via Roveri di Bratellari-vicinale Gnola (tratto viario storico). Case sparse limitrofe (Ramoncina)
A.O. 2-S.9	Paesaggio dei seminativi in adiacenza canale Palata Reno	Adiacenze Palata Reno. Case sparse limitrofe (P.ta della Valletta) e tessuto insediativo
Area stoccaggio 2-D.3	Paesaggio dei seminativi in adiacenza canale Palata Reno	Ambito intercluso tra il Palata Reno e via Riga
A.O. 2-S.10	Paesaggio delle Partecipanze (sul confine del sistema tutelato delle Partecipanze)	Ambito a frutteto in adiacenza via Maestra Grande-via Monsignor di Sotto. Sistema delle Partecipanze, dossi, paleoalvei; insediativo sparso e rete viaria storica
A.O. 2-S.11	Paesaggio delle Partecipanze (sul confine del sistema tutelato delle Partecipanze)	Seminativi in adiacenza via Monsignor di Sotto, presenza di fosso di scolo e maceri. Sistema delle Partecipanze, dossi, paleoalvei; insediativo sparso e rete viaria storica
A.O. 2-S.12	Paesaggio delle Partecipanze (sul confine del sistema tutelato delle Partecipanze)	Adiacenze via Finalese; insediativo in prossimità di Pilastrello. Sistema delle Partecipanze, dossi, paleoalvei; insediativo sparso e rete viaria storica
A.O. 2-S.13	Paesaggio dei seminativi in prossimità del Condotto Generale	Limitrofa Condotto Generale e Presenza di maceri
Campo base 2-B1	Paesaggio dei seminativi in prossimità del Canale di Cento	Zona sud Canale storico di Cento-via dei Pioppeti; presenza di maceri e frutteti. Ambito di interesse Paesaggistico Ambientale. Case sparse
Area stoccaggio 2-D.4	Paesaggio dei seminativi in prossimità del Canale di Cento	Zona sud Canale storico di Cento-via dei Pioppeti; presenza di maceri e frutteti. Ambito di interesse Paesaggistico Ambientale. Case sparse
A.O. 2-S.14	Paesaggio dei frutteti con presenza di seminativi	Adiacenza canale e via Canale Angelino.. Si evidenzia la presenza di alcuni maceri e di case sparse
A.O. 2-S.15	Paesaggio dei frutteti con presenza di seminativi	Adiacenze Cavo Napoleonico (zona di interesse paesaggistico ambientale e SIC-ZPS) tra via Cavo Napoleonico e via Luneda. Frutteti marginali a seminativi; case sparse. Dossi e paleoalvei.
A.O. 2-S.16	Paesaggio dei frutteti con presenza di seminativi	San Carlo in adiacenza alla SS 255 (dosso storico); insediamenti afferenti al contesto urbano di San Carlo e presenza di aree produttive.
A.O. 2-S.17	Paesaggio dei seminativi con presenza di ambiti antropizzati	Adiacenza allo scolo Principale Riolo, presenza di Paleoalvei e contesti antropici; case sparse (Poss.ne Cocenno)
Area stoccaggio 2-D.5	Paesaggio dei seminativi con presenza di ambiti antropizzati	Adiacenza allo scolo Principale Riolo, presenza di Paleoalvei e contesti antropici; case sparse (Poss.ne Cocenno)
A.O. 2-S.18	Paesaggio dei seminativi ai margini dell'esistente Cispadana	Adiacenza via Bosco Salici-Strada Cispadana; case sparse e maceri
A.O. 2-S.19	Paesaggio dei seminativi ai margini dell'esistente Cispadana	In adiacenza all'attuale strada Cispadana (SP 70); case sparse e maceri
A.O. 2-S.20	Paesaggio dei seminativi ai margini dell'esistente Cispadana	in adiacenza all'attuale strada Cispadana (SP 70); case sparse e maceri
Area stoccaggio 2-D.6	Paesaggio dei seminativi ai margini dell'esistente Cispadana	In adiacenza strada Cispadana; case sparse
A.O. 2-S.21	Paesaggio dei seminativi ai margini dell'esistente Cispadana	In adiacenza strada Cispadana. Adiacenze rotonda esistente SP 50 - SP 79 a nord di Poggio Renatico; case sparse



AREA OPERATIVA	Paesaggio di inserimento	Note
A.O. 2-S.22	Paesaggio dei seminativi ai margini dell'esistente Cispadana	In adiacenza strada Cispadana; tra ferrovia, via Imperiale e Strada Cispadana in un ambito antropizzato con presenza di insediamenti;
Campo base 2-B2	Paesaggio dei seminativi ai margini dell'esistente Cispadana	In adiacenza strada Cispadana tra via Padusa, la strada Cispadana e lo svincolo dell'A13; case sparse
A.O. 2-S.23	Paesaggio dei frutteti con evidenti antropizzazioni	Ambito marginale allo svincolo raccordo Ferrara Porto Garibaldi. Case sparse, seminativi alternati a frutteti

9. 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.

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

9.1.1. Reflui

La trattazione relativa agli scarichi reflui, provenienti sia dalle attività sul fronte di avanzamento lavori che dalle attività di cantiere, è stata sviluppata nel precedente paragrafo 4.1.2.

9.1.2. 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 autostradale:

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

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 0.1.20 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 scortico) per la quantità necessaria al riutilizzo locale.

Scavo opere di fondazione.

Lo scavo delle opere di fondazione 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. Per quanto riguarda il riutilizzo di terreni provenienti dalle fondazioni profonde, premesso che nello scavo si dovranno utilizzare fanghi polimerici biodegradabili, si dovrà provvedere all'accumulo temporaneo per 48-72 ore, prima del riutilizzo, in modo da garantire la completa degradazione dei polimeri stessi.

Scavo dei rilevati esistenti

A partire da Poggio Renatico, il nuovo rilevato autostradale andrà a sovrapporsi ad una viabilità esistente, presumibilmente realizzata con inerti ghiaiosi. Considerato che il nuovo rilevato dovrà essere realizzato con materiale argilloso stabilizzato a calce, si è ritenuto necessario demolire quasi interamente quello esistente. Il materiale scavato tuttavia verrà interamente riutilizzato per la produzione di calcestruzzi o per i rinfianchi.

9.1.3. 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 in parte da monoblocchi prefabbricati di piccole e medie dimensioni ed in parte prefabbricati componibili di grandi dimensioni, quali ad esempio gli edifici ad uso mensa e cucina, i dormitori e gli uffici del cantiere logistico.

In entrambi i casi non sono richieste particolari strutture di appoggio a terra, ma solamente: nel primo caso piccoli plinti e, nel secondo caso, un modesto basamento a platea. Una volta poste in opera occorre unicamente eseguire gli eventuali allacci alle reti impiantistiche. Gli allestimenti interni, commercialmente reperibili, sono i più diversificati e coprono tutte le possibili esigenze di cantiere. 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 di 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.

Analoghe considerazioni possono essere svolte per gli impianti mobili per la frantumazione degli inerti e la produzione di calcestruzzi e bitumi, di cui è previsto il completo smontaggio per il successivo reimpiego, previo opportuno collaudo, in altre realtà di produzione cantieristica.

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 delle aree di cantierizzazione, si precisa che le stesse sono realizzate sia con superfici impermeabilizzate tramite utilizzo di conglomerato bituminoso (parte dei campi base), che con materiali inerti opportunamente costipati.

Nella successiva tabella si riportano, distinti per Ambito Operativo ed area di cantiere, le tipologie dei materiali di risulta ed una stima delle quantità che verranno prodotte nella fase di smantellamento degli stessi.

AMBITO OPERATIVA	CANTIERE	TIPOLOGIA MATERIALE DI RISULTA	QUANTITÀ PRESUNTE (m ³)
1	1-B,1	INERTI GHIAIOSI	4.950
		FRESATO BITUMINOSO	390
1	1-B.2	INERTI GHIAIOSI	8.250
		FRESATO BITUMINOSO	360
1	Aree di stoccaggio e campi prova	INERTI GHIAIOSI	18.390
		FRESATO BITUMINOSO	-
1	Aree Operative	INERTI GHIAIOSI	1.800
		FRESATO BITUMINOSO	-
2	2-B.1	INERTI GHIAIOSI	9.450
		FRESATO BITUMINOSO	660
2	2-B.2	INERTI GHIAIOSI	4.500
		FRESATO BITUMINOSO	195
2	Aree di stoccaggio e campi prova	INERTI GHIAIOSI	17.737
		FRESATO BITUMINOSO	-
2	Aree Operative	INERTI GHIAIOSI	1.725
		FRESATO BITUMINOSO	-

TABELLA 9.1-1 – TIPOLOGIA E QUANTITATIVO MATERIALI DI RISULTA DALLE AREE DI CANTIERE

9.1.4. 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.

Nella successiva Tabella 9.1-2 si riporta il dettaglio dei quantitativi di materiale proveniente da demolizione associato al processo realizzativo della nuova autostrada regionale.

Tratto	Pk _{in} - Pk _{fin}	Sviluppo	Fabbricati [mc]	Sovrastrutture [mc]	Opere in c.a. [mc]
TRATTO A	[-2+423 - 2+200]	L = 4.623,0 m	0	14.510	0
TRATTO B	[2+200 - 7+200]	L = 5.000,0 m	0	3.790	0
TRATTO C	[7+200 - 12+200]	L = 5.000,0 m	2.390	12.230	0
TRATTO D	[12+200 - 17+200]	L = 5.000,0 m	0	9.620	0
TRATTO E	[17+200 - 22+200]	L = 5.000,0 m	2.210	11.630	0
TRATTO F	[22+200 - 27+200]	L = 5.000,0 m	0	9.600	0
TRATTO G	[27+200 - 32+200]	L = 5.000,0 m	340	15.940	0
TRATTO H	[32+200 - 37+200]	L = 5.000,0 m	0	6.900	0
TRATTO I	[37+200 - 42+200]	L = 5.000,0 m	2.660	10.640	0
TRATTO L	[42+200 - 47+200]	L = 5.000,0 m	310	7.710	0
TRATTO M	[47+200 - 52+200]	L = 5.000,0 m	0	19.460	860
TRATTO N	[52+200 - 57+200]	L = 5.000,0 m	0	23.360	4.660
TRATTO O	[57+200 - 62+200]	L = 5.000,0 m	4.600	26.130	500
TRATTO P	[62+200 - 64+500]	L = 2.300,0 m	510	30.850	1.380
			13.020	202.370	7.400

TABELLA 9.1-2 – BILANCIO DEI MATERIALI DA DEMOLIZIONE

Tale volume, verificatane l'idoneità in accordo alla Normativa vigente in materia, sarà interamente riutilizzato previo:

- il rilascio di autorizzazione della provincia all'installazione dell'eventuale impianto di recupero/trattamento mobile;
- l'ottenimento da parte dell'amministrazione provinciale dell'avvio di campagna di trattamento (frantumazione e riutilizzo);
- risultati della qualifica del materiale conformi alla Circolare Ministeriale 5205 del 2005 (allegato C).

Si precisa che le quantità di materiali indicate nel Bilancio Terre, riportato interamente nel Computo Metrico Estimativo ed utilizzato per lo studio della fase di cantierizzazione dell'infrastruttura, sono da intendersi al lordo dei volumi provenienti dalle demolizioni. Si prevede, infatti, che questi ultimi, verificatane l'idoneità in accordo alla Normativa vigente in materia, siano interamente riutilizzati. In fase progettuale, cautelativamente, le quantità di materiali necessarie alla realizzazione dell'opera sono interamente recepite da cave e impianti di produzione.

In ragione di quanto sopra esposto ed in virtù del completo reimpiego di tali volumi di materiali nel processo realizzativo dell'autostrada, non si prevedono particolari impatti dovuti alla presente tipologia di materiali.

9.1.5. 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), né 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, allorché il quantitativo di rifiuti pericolosi non superi i 10 metri cubi l'anno e il quantitativo di rifiuti non pericolosi non superi i 20 metri cubi l'anno, il deposito temporaneo non può avere durata superiore ad un anno;

3) il deposito temporaneo deve essere effettuato per categorie omogenee di rifiuti e nel rispetto delle relative norme tecniche, nonché, 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 9.1-3 e Tabella 9.1-4.

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 9.1-3 – 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 9.1-4 – 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.

9.1.5.1 Gestione degli olii esausti, combustibili e delle sostanze pericolose

Le sostanze potenzialmente inquinanti e/o pericolose (es. solventi) saranno stoccate in appositi contenitori tenuti nei locali magazzino delle aree logistico - operative; i materiali dovranno essere suddivisi per tipologia e conseguente pericolosità indicate mediante etichettatura sui singoli contenitori.

Per ciascuna sostanza potenzialmente inquinante e/o pericolosa si disporrà in cantiere della relativa scheda tecnica di sicurezza e tossicologica fornita dal produttore. Dovranno essere predisposti avvisi riportanti le norme di sicurezza, le istruzioni da seguire in caso di emergenza e tutte le informazioni relative alla pericolosità, manipolabilità, trasporto e corretto uso della particolare sostanza rispetto a cui i lavoratori impegnati in cantiere dovranno essere informati; suddette informazioni dovranno essere riportate all'interno del Protocollo di Pronto Intervento contenente le specifiche operative per gli addetti alle lavorazioni nel caso in cui si verificano eventi accidentali; tale documentazione sarà resa disponibile negli uffici predisposti nelle aree di cantiere. L'identificazione dei prodotti eventualmente presenti in magazzino per i quali vi sia un'indicazione di pericolosità dovrà essere chiara e ben visibile sul contenitore utilizzato per lo stoccaggio; quest'ultimo dovrà essere chiuso ermeticamente e periodicamente ispezionato per verificarne il buono stato di imballaggio.

La disposizione dei diversi contenitori dovrà rispettare le indicazioni del Piano Sicurezza. Per il deposito delle scorte di olii lubrificanti, idraulici od esausti si utilizzeranno cisterne a tenuta stagna in materiale metallico o in polietilene a bassa densità; la cisterna di deposito presente in ciascuno dei cantieri sarà collocata su un basamento impermeabilizzato in cls di contenimento per l'eventuale fuoriuscita di olii, dotata di copertura impermeabile per evitare il contatto con le acque meteoriche e la loro conseguente contaminazione. Il basamento presenterà un pozzetto per la raccolta di eventuali sversamenti.

Per la raccolta dei filtri di risulta dalle operazioni di cambio olio degli automezzi si predisporranno contenitori a tenuta stagna, localizzati nell'area di deposito delle cisterne di raccolta degli olii, opportunamente dotate di sistemi utili alla gestione delle situazioni di emergenza (sversamenti accidentali).

Le cisterne adibite allo stoccaggio degli olii e i contenitori degli elementi filtranti esausti dovranno essere periodicamente vuotati; lo smaltimento di tali rifiuti sarà affidato a Ditte specializzate ed autorizzate allo smaltimento.

In caso di sversamenti accidentali, l'Impresa esecutrice attiverà la procedura prevista dalla normativa vigente (D. Lgs. 152/06 e s.m.i.); nell'immediato gli sversamenti potranno essere tamponati con l'uso di materiale assorbente (es. panni oleoassorbenti), metodi di aspirazione e raccolta.

9.1.5.1.1 Combustibili

Le cisterne per lo stoccaggio delle sostanze pericolose (combustibili, olii, malte, cementi, soluzioni bituminose, ecc.), come anche le operazioni di rifornimento dei mezzi, devono essere correttamente gestite e localizzate all'interno dell'area di cantiere.

I combustibili saranno stoccati in serbatoi o cisterne a norma di legge, presentanti le seguenti caratteristiche:

- capacità geometrica massima di 9.000 litri;
- dotati di bacino di raccolta (vasca a tenuta) di capacità non inferiore alla metà della loro capacità geometrica;
- provvisti di copertura impermeabile non combustibile (tettoia zincata o simili) al fine di evitare la contaminazione delle acque di dilavamento (dovuta al contatto diretto tra le pareti del serbatoio e le acque meteoriche);
- dotati di idonea messa a terra.

La cisterna di stoccaggio dei combustibili, ubicata in ciascuna delle aree di cantiere industriale, sarà dotata di una pompa elettrica per consentire il rifornimento dei mezzi; alla pompa sarà collegata una pistola di erogazione tramite apposito tubo in gomma.

La cisterna serbatoio sarà dotata di tappo di scarico per le operazioni di pulizia ed il completo recupero dei fluidi presenti all'interno; il tappo di scarico dovrà permettere il collegamento diretto con autobotti od il conferimento dei reflui contenuti nella vasca sottostante il serbatoio. Il trasporto dovrà essere effettuato con serbatoio - distributore scarico.

La cisterna di stoccaggio sarà posizionata in aree con superficie impermeabilizzata, realizzata come basamento in cls, opportunamente dimensionata per le operazioni di rifornimento, il ricovero dei mezzi d'opera ed eventuali operazioni di manutenzione. Lungo il basamento in cls realizzato per l'impermeabilizzazione si predisporrà una cunetta di sicurezza per la raccolta di eventuali sversamenti di carburanti che dovessero realizzarsi durante lo svolgimento delle operazioni di rifornimento, non saranno utilizzati per lo stoccaggio, anche solo temporaneo, altre tipologie di contenitori (taniche in plastica, fusti in metallo) onde evitare sversamenti accidentali di carburante.

Il bacino di raccolta (vasca a tenuta) di ciascuna cisterna o serbatoio di stoccaggio dei combustibili, così come la cunetta del basamento, sarà periodicamente svuotato predisponendo l'invio del materiale così raccolto presso idonei centri di raccolta e smaltimento.

Gestione dell'evento accidentale.

In caso di sversamenti accidentali durante le operazioni di rifornimento o dai mezzi d'opera, l'Impresa esecutrice attiverà la procedura prevista dalla normativa vigente (D. Lgs. 152/06 e s.m.i.); nell'immediato gli sversamenti potranno essere tamponati con l'uso di materiale assorbente (es. panni oleoassorbenti), metodi di aspirazione e raccolta.

Nel caso dovesse verificarsi un incendio, dovranno essere applicate le procedure previste dal piano di sicurezza predisposto per la gestione delle attività di cantiere.

9.1.5.1.2 Olii

Nella presente sezione si predispongono indicazioni riguardanti le caratteristiche dei fusti di stoccaggio degli olii, le modalità di stoccaggio e l'ubicazione degli stessi all'interno delle aree di cantiere industriale.

Per il deposito delle scorte di olii lubrificanti, idraulici od esausti si utilizzeranno cisterne a tenuta stagna in materiale metallico o in polietilene a bassa densità; la cisterna di deposito presente in ciascuno dei cantieri sarà collocata su un basamento impermeabilizzato in cls di contenimento per l'eventuale fuoriuscita di olii, dotata di copertura impermeabile non combustibile (es. tettoia zincata o simili) per evitare il contatto con le acque meteoriche e la loro conseguente contaminazione. Il basamento presenterà un pozzetto per la raccolta di eventuali sversamenti ed una cunetta di sicurezza per la raccolta di eventuali sversamenti di olii.

Per la raccolta dei filtri di risulta dalle operazioni di cambio olio degli automezzi si predisporranno contenitori a tenuta stagna, localizzati nell'area di deposito delle cisterne di raccolta degli olii, opportunamente dotate di sistemi utili alla gestione delle situazioni di emergenza (sversamenti accidentali).

Le cisterne adibite allo stoccaggio degli olii ed i contenitori degli elementi filtranti esausti dovranno essere periodicamente vuotati; lo smaltimento di tali rifiuti sarà affidato a Ditte specializzate ed autorizzate allo smaltimento. Le aree di stoccaggio dei combustibili dovranno essere predisposte all'interno del cantiere lontano dal sistema idrografico e in siti facilmente raggiungibili con i mezzi d'opera.

Gestione dell'evento accidentale.

In caso di sversamenti accidentali, l'Impresa esecutrice attiverà la procedura prevista dalla normativa vigente (D. Lgs. 152/06 e s.m.i.); nell'immediato gli sversamenti potranno essere tamponati con l'uso di materiale assorbente (es. panni oleoassorbenti), metodi di aspirazione e raccolta.

9.1.5.1.3 **Sostanze potenzialmente pericolose**

Le sostanze potenzialmente inquinanti e/o pericolose (es. solventi) saranno stoccate in appositi contenitori tenuti nei locali magazzino delle aree industriali; i materiali dovranno essere suddivisi per tipologia e conseguente pericolosità indicate mediante etichettatura sui singoli contenitori. Per ciascuna sostanza potenzialmente inquinante e/o pericolosa si disporrà in cantiere della relativa scheda tecnica di sicurezza e tossicologica fornita dal produttore. Dovranno essere predisposti avvisi riportanti le norme di sicurezza, le istruzioni da seguire in caso di emergenza e tutte le informazioni relative alla pericolosità, manipolabilità, trasporto e cori-etto uso della particolare sostanza rispetto alle quali i lavoratori impegnati in cantiere dovranno essere informati; suddette informazioni dovranno essere riportate all'interno del Protocollo di Pronto Intervento contenente le specifiche operative per gli addetti alle lavorazioni nel caso in cui si verificano eventi accidentali; tale documentazione sarà resa disponibile negli uffici predisposti nelle aree di cantiere. L'identificazione dei prodotti eventualmente presenti in magazzino per i quali vi sia un'indicazione di pericolosità dovrà essere chiara e ben visibile sul contenitore utilizzato per lo stoccaggio; quest'ultimo dovrà essere chiuso ermeticamente e periodicamente ispezionato per verificarne il buono stato di imballaggio.

L'organizzazione della disposizione dei materiali dovrà essere particolarmente accurata al fine di evitare lo stoccaggio di materiali in adiacenza ad altri che possano facilmente danneggiarne l'imballaggio. La disposizione dei diversi contenitori dovrà rispettare le indicazioni del Piano Sicurezza. In via generale, i depositi, sia fissi che temporanei, che dovessero essere realizzati nel corso delle lavorazioni dovranno essere protetti da specifiche recinzioni.

Gestione dell'evento accidentale

In caso di mancato rispetto delle norme di sicurezza, dovranno essere sospese le attività. Sulle modalità operative di gestione dell'emergenza il personale addetto dovrà essere stato preventivamente informato ed istruito. Nel caso in cui dovessero verificarsi sversamenti accidentali o fuoriuscite dalle aree di stoccaggio dovrà essere predisposta la rimozione degli stessi ed il loro corretto smaltimento ed il recupero adeguato e completo del sito interessato dall'evento accidentale.

9.1.5.1.4 Sversamento sul suolo di olii, emulsioni, carburanti e sostanze pericolose

In fase di progettazione dei cantieri è fondamentale identificare le attività che potrebbero generare situazioni di emergenza, le eventuali cause e conseguenze ambientali e la normativa applicabile (di norma D. Lgs. 152/06 s.m.i.). Le azioni da attuarsi nel caso in cui dovesse verificarsi uno degli eventi accidentali in esame nella presente sessione potranno essere le seguenti:

- previsione delle modalità, dei tempi e le responsabilità per rispondere alle situazioni di emergenza;
- rendere disponibili i dispositivi per l'eventuale rimozione della sostanza inquinante (uso di materiale assorbente, aspirazione, raccolta, ecc.);
- identificare e gestire il rifiuto generato come indicato dalla normativa vigente;
- previsione di una valutazione quantitativa ed analitica dell'inquinamento del suolo generato dall'evento accidentale;
- comunicazione agli Enti competenti;
- previsione di bonifica del suolo in caso di accertato inquinamento.

9.2. SITI DI CONFERIMENTO

Dopo aver individuato le diverse tipologie e stimato i quantitativi di rifiuti prodotti durante la fase di cantierizzazione (vedasi paragrafo 9.1), 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 sono individuati i poli di conferimento di materiali eventualmente non idonei al reimpiego nell'ambito delle attività di cantiere. Tali poli sono elencati nella seguente Tabella 9.2-1 (vedasi anche elaborato PD00000KK000KKIT01 "*Planimetria complessiva con indicazione degli ambiti operativi, delle aree estrattive, dei poli di fornitura, degli impianti di deposito e riciclaggio dei materiali inerti di risulta proposti e la relativa designazione delle competenze di approvvigionamento*").

<i>CODICE</i>	<i>ESERCENTE</i>	<i>Comuni e Province di localizzazione</i>
PC RE01	Autotrasporti CESINERTI	Gualtieri (RE)
PC RE02	Chimin S.p.a.	Correggio (RE)
PC RE03	Enia	Reggio Emilia (RE)
PC RE04	Bertani S.r.l.	Reggio Emilia (RE)
PC MO01	Bettelli Recuperi S.r.l.	Formigine (MO)
PC MO02	Cilsea	Modena (MO)
PC MO03	Cosmari S.r.l.	Campogalliano (MO)
PC MO04	Fratelli Baraldi S.p.a.	San Prospero (MO)
PC MO05	3DM Ecologica S.r.l.	Mirandola (MO)
PC FE01	Fratelli Baraldi S.p.a.	Poggio Renatico (FE)
PC FE02	Padana Commercio S.r.l.	Cento (FE)
PC FE03	STAF S.r.l.	Ferrara (FE)

TABELLA 9.2-1 – ELENCO POLI DI CONFERIMENTO PER I DUE AMBITI AUTOSTRADALI

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.

10. 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.

10.1. MATRICE SUOLO E SOTTOSUOLO

Come illustrato precedentemente gli effetti principali per il suolo e sottosuolo derivanti dalla costruzione e dall'esercizio dell'opera compensativa 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 Province di Reggio Emilia, Modena, Bologna e Ferrara. Tali piani definiscono gli interventi di ripristino ambientali da effettuare;
- si è fatto ricorso al reimpiego dei materiali provenienti sia dagli scavi operati lungo il tracciato di progetto (emendati a calce), sia dalle demolizioni (edifici ed opere d'arte), riducendo al minimo il fabbisogno di inerti per la realizzazione di rilevati.

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 0.30-1.20 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;
- scavo opere di fondazione. Lo scavo delle opere di fondazione (sia superficiali che profonde) che comportino estrazione di materiale del sottosuolo (scavi di fossi, tombini, ecc.) andrà effettuato depositando separatamente i terreni fini da quelli granulari. In ogni caso entrambi verranno riutilizzati per la realizzazione dei rilevati. Per quanto riguarda il riutilizzo di terreni provenienti dalle fondazioni profonde, premesso che nello scavo verranno utilizzati esclusivamente fanghi polimerici biodegradabili in luogo della bentonite, si dovrà provvedere all'accumulo temporaneo per 48-72 ore, prima del riutilizzo, in modo da garantire la completa degradazione dei polimeri stessi.

10.1.1. Stabilizzazione a calce

Un ulteriore approfondimento merita l'applicazione della tecnica di stabilizzazione a calce e/o calce+cemento dei rilevati così come presentato nei precedenti paragrafi 2.1 e 3.1.1.1.1.

Nell'ambito del Progetto Definitivo redatto nel 2012, sono state localizzate due aree, una per ogni Ambito Operativo, propedeutiche alla realizzazione dei rilevati autostradali e delle relative bonifiche (ove non presente la stabilizzazione in sito). Tali aree, destinate a campo per la realizzazione della miscelazione di materiale inerte con il legante (stabilizzazione a calce ovvero cemento), erano ubicate in corrispondenza del sedime di progetto delle aree di servizio previste a Mirandola (Sud – area 1-C) e a Poggio Renatico (Nord – area 2-C), quindi ricomprese in aree già oggetto di esproprio. Nell'ambito delle succitate aree di cantiere era prevista:

- l'esecuzione dei rilevati di prova necessari per la verifica dei parametri di portanza secondo le disposizioni di capitolato;
- la miscelazione, nelle aree indicate, ed il successivo trasporto del materiale stabilizzato nella porzione di rilevato/bonifica di utilizzo.

In ragione della **prescrizione 28.7 del Decreto VIA**, le aree di servizio precedentemente previste sono state eliminate dal progetto. Contestualmente a ciò si è optato per un'ottimizzazione del processo realizzativo che salvaguardasse, ovvero migliorasse, i potenziali impatti sulle principali componenti ambientali. In particolare si è adottata una modalità operativa che, in luogo dell'utilizzo dei due campi prova per la preparazione dei rilevati già emendati a calce, prevede **la miscelazione con calce (ovvero cemento) delle terre che costituiranno il corpo del rilevato, direttamente lungo il sedime di progetto, laddove necessario.**

Questa modalità operativa consente un'oggettiva **riduzione dei potenziali impatti generati dalle attività di cantiere** e, più in generale, di realizzazione del nuovo raccordo autostradale, in quanto:

- **si riduce il consumo di suolo e l'entità delle occupazioni temporanee** previste a supporto della fase realizzativa delle opere in progetto. Le aree destinate a campo prova per la miscelazione delle terre con calce, con l'eliminazione delle aree di servizio, non saranno ricollocate in altri ambiti per i quali occorrerebbe prevedere delle nuove occupazioni temporanee;
- **si riducono gli impatti generati dal transito dei mezzi operativi destinati al trasporto del materiale inerte (riduzione del volume dei transiti giornalieri e del numero di movimentazioni dei relativi carichi d'inerti).** La metodologia operativa proposta, infatti, consente di movimentare una sola volta (dal polo di fornitura direttamente al sedime di progetto) gli inerti destinati alla realizzazione dei rilevati di progetto. In tale ambito gli inerti approvvigionati potranno essere direttamente miscelati con le percentuali di calce/cemento individuate da progetto, al fine di raggiungere i valori di portanza richiesti da capitolato, per i rilevati e le bonifiche. Tale procedura, di fatto, elimina la necessità di:
 - trasportare prima i materiali presso il campo di stabilizzazione e poi, da questo, sul sedime di progetto dopo essere stati emendati a calce;
 - effettuare una doppia movimentazione degli inerti all'interno del campo prova;
- **non si generano ulteriori impatti per la componente atmosfera lungo il fronte mobile dei lavori per la realizzazione dei rilevati** (vedasi anche successivo paragrafo 10.3). La sequenza operativa prevista per la realizzazione dei rilevati stradali si implementa con la fase di miscelazione della calce/cemento lungo i tratti di progetto che ne richiedono l'impiego. A tal proposito si evidenzia che per evitare il risollevarsi delle polveri potranno applicarsi le seguenti precauzioni (vedasi anche il già citato paragrafo 10.3):
 - lo spargimento del legante deve essere interrotto quando le condizioni meteo siano tali da trasportare il prodotto di trattamento oltre l'area di cantiere di 50 m;
 - nessuna macchina operatrice o veicolo sarà autorizzato a circolare sulla superficie che è stata ricoperta dal prodotto di trattamento, a meno delle macchine operatrici per il trattamento in sito (spandilegante, pulvimixer, rulli compattatori, moto-grader, dozzier, ...);

- ridurre al massimo i tempi durante i quali il legante (calce o cemento) resta sparso sul terreno, provvedendo alla miscelazione nel minor tempo possibile;
- sarà garantita la tenuta stagna dei cassoni destinati al trasporto della calce;
- gli spandilegante dovranno essere dotati di attrezzature atte ad evitare la dispersione della calce/del cemento (gonne flessibili a bande) poste ad altezze dal piano di trattamento tali da garantire il corretto dosaggio di legante (generalmente 30-40 cm);
- **non si generano incrementi dei livelli sono durante la fase esecutiva dei rilevati** (vedasi anche successivo paragrafo 10.4.1). La rumorosità prodotta lungo il fronte mobile dei lavori è caratterizzata dallo stesso tipo di macchine (escavatori, pale, rulli, motograder, bulldozer ed il transito di autocarri) già valutati, a cui si aggiunge il pulvimixer per la stabilizzazione a calce/cemento. Tale sorgente risulta comunque ininfluenza rispetto alle emissioni già valutate nell'ambito del fronte lavori stesso (vedasi anche il già citato paragrafo 10.4.1).

In aggiunta a quanto sopra descritto si evidenzia che non solo il trattamento in sito può considerarsi prestazionalmente equivalente a quello da impianto, ma addirittura garantisce una maggior qualità realizzativa per via di un completo legame tra i singoli strati. Si evidenzia, infine, che la verifica prestazionale dei rilevati e bonifiche secondo le disposizioni di capitolato, potrà essere eseguita direttamente lungo i tratti di stesa dei nuovi rilevati con l'ausilio di un laboratorio mobile, questo al fine di ottenere un costante e capillare controllo della corretta esecuzione dei rilevati stessi.

10.2. MATRICE ACQUE SUPERFICIALI E SOTTERANEE

10.2.1. 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 4.1, 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 dei ponti sui corsi d'acqua principali operando dall'esterno dell'alveo senza interferenza diretta con i deflussi;
- 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 nelle aree di cantiere comprendono:

- realizzazione di rete fognaria di acque nere per reflui domestici con tubazioni a tenuta idraulica e, in caso di impossibilità di recapito nella rete fognaria pubblica, depurazione con impianti biologici ad ossidazione totale e disinfezione con rilascio di acque chiarificate nel rispetto dei parametri di tabella 3, allegato 5 del D.Lgs 152/99 e s.m.i.;
- raccolta, depurazione e riutilizzo delle acque reflue industriali con rilascio di acque chiarificate nel rispetto dei parametri di legge;
- impermeabilizzazione di tutta l'area operativa di cantiere con conseguente controllo degli sversamenti accidentali;
- realizzazione di rete fognaria di acque bianche realizzata con tubazioni in calcestruzzo autoportante e depurazione della frazione di prima pioggia in impianti di sedimentazione/disoleazione con comparto di stoccaggio degli eventuali sversamenti accidentali;
- realizzazione di vasca di laminazione delle portate con contenimento dell'impatto quantitativo sul ricettore finale.

10.2.2. Acque sotterranee

Considerato che gli effetti sulle acque sotterranee indotti dalla realizzazione dell'opera compensativa sono trascurabili, non si prevedono particolari interventi mitigativi, a parte il fatto di evitare, durante la realizzazione dei pali di fondazione per i ponti, l'utilizzo di fanghi bentonitici, utilizzando, quindi, per il sostegno degli scavi, esclusivamente fanghi polimerici. In merito alla potenziale interferenza derivante dal prelievo di acque di falda ad usi produttivi tramite pozzi superficiali all'interno delle tre aree operative con il regime dei pozzi esistenti e tuttora attivi, e' da precisare che la loro disposizione sara' approfondita in fase esecutiva mediante un opportuno monitoraggio piezometrico dei pozzi esistenti, in modo tale da verificare l'effettiva assenza di effetti indotti dalle opere di captazione in ambito di cantiere. A titolo precauzionale si potrà operare come segue:

- un controllo degli abbassamenti dei livelli piezometrici in corrispondenza dei pozzi esistenti e tuttora attivi in prossimità delle aree di cantiere (pozzi da A01P003 a A01P006 e pozzo A02P027), valutato con le metodologie illustrate al paragrafo 4.2.1.3 e, se ritenuto potenzialmente non trascurabile, tale effetto andrà mitigato realizzando i pozzi di prelievo delle acque di falda superficiali ad usi produttivi in posizione, all'interno o all'esterno dei campi base, ma sempre in ambito di pertinenza del cantiere, in modo da garantire il mantenimento della distanza minima dagli areali dei ricettori potenzialmente interferiti;

- un controllo degli abbassamenti dei livelli piezometrici in corrispondenza dei pozzi da A01P003 a A01P006 e A02P027 durante il funzionamento dei nuovi pozzi previsti in ambito di cantiere; in caso, nonostante il mantenimento delle distanze di cui al punto precedente, le portate emunte da questi ultimi limitino il corretto funzionamento dei pozzi esistenti, si procederà mediante la ricalibrazione delle portate di emungimento, o mediante la rilocalizzazione dei nuovi pozzi in ambito di cantiere.

10.3. MATRICE ATMOSFERA

Nel seguente paragrafo sono descritte le strategie mitigative che saranno poste in essere al fine di ridurre al minimo le interferenze con la matrice atmosfera. La principale fonte di inquinamento da opere civili è rappresentata dalle emissioni di particolati, si ritiene pertanto opportuno preliminarmente definire cosa si intende per inquinamento da particolati ed individuare le fonti di riferimento per l'individuazione degli interventi mitigativi più adeguati.

10.3.1. Generalità inquinamento da particolati

L'inquinamento da polveri, più correttamente da particolato atmosferico, rappresenta uno dei principali impatti associati alla realizzazione di opere di cantieristica civile.

Il Particolato Atmosferico (PM - Particulate Matter), comprende una miscela di particelle (solide e liquide) molto differenziata per origine e composizione, caratterizzata da una distribuzione dimensionale che può variare da 0.005 a 100 μm di diametro aerodinamico equivalente (D_{ae}). Il D_{ae} è definito come il diametro di una particella sferica avente massa volumica unitaria e stessa velocità di sedimentazione in aria calma della particella considerata nelle medesime condizioni di temperatura, pressione e umidità relativa.

I maggiori componenti del particolato sono solfati, nitrati, ammonio, materiali organici, elementi cristallini, sali marini, idrogeno, acqua, metalli, idrocarburi e materiale carbonioso distribuiti percentualmente in maniera diversa a seconda delle dimensioni del particolato. Infatti una prima suddivisione del particolato avviene in base alla dimensione granulometrica per cui si parla di PTS (polveri totali sospese), PM_{10} e $\text{PM}_{2.5}$ che, semplificando, indicano le frazioni di particolato aventi diametro aerodinamico statisticamente superiore a 10 μm (PTS), inferiore a 10 μm (PM_{10}) ed inferiore a 2.5 μm ($\text{PM}_{2.5}$). Le prime sono costituite preferenzialmente da materiale cristallino (ossidi di silicio, alluminio, titanio e ferro), sali marini e agenti biologici mentre le seconde da metalli, idrocarburi come gli IPA e materiale carbonioso. La pericolosità dei particolati aerodispersi è amplificata dal fatto che alcuni di essi, come le particelle carboniose prodotte dai mezzi diesel (DPM – diesel particulate matter), per la loro natura chimica, sono in grado di adsorbire e veicolare nell'apparato respiratorio altre sostanze, in forma di vapore o particella, a diverso grado di cancerogenicità come gli IPA ed i metalli pesanti.

Tali frazioni risultano di particolare rilevanza dal punto di vista sanitario in quanto, in ragione delle loro ridotte dimensioni, sono in grado di penetrare attraverso le vie aeree fino a raggiungere gli alveoli polmonari. PTS, PM10 e PM2.5 sono curve di suddivisione statistico dimensionale (FIGURA 10.3-1) su cui si basa il campionamento dei particolati aerodispersi in ambiente esterno. Spesso il PM10 viene chiamato frazione inalabile ed il PM2.5 respirabile ma in realtà per inalabile, toracica e respirabile si intendono curve statistiche dimensionali chiamate “convenzioni” (FIGURA 10.3-2) ed utilizzate in “igiene del lavoro” che suddividono i particolati aerodispersi dal punto di vista della loro probabilità di depositarsi nei diversi tratti dell'apparato respiratorio. I selettori di particelle che operano sulle linee di campionamento in ambiente di lavoro selezionano le particelle, le “frazionano”, secondo curve, definite “frazioni”, il più possibile statisticamente aderenti alle “convenzioni”. In ogni caso, semplificando, le particelle più grandi, aventi D_{ae} statisticamente $> 10 \mu\text{m}$ possono essere assimilabili a quelle che negli ambienti di lavoro fanno parte della “frazione inalabile” in quanto vengono inalate ma statisticamente bloccate a livello della zona nasofaringea ed in seguito espulse mediante i meccanismi di pulizia delle alte vie respiratorie. Fanno parte delle PTS, sono un ottimo tracciante per quel che riguarda le emissioni di particolati prodotte da attività di cantieristica e mineraria e, nonostante dal 1988 non abbiano più un valore limite di riferimento sanitario, impegnano comunque la parte alta dell'apparato respiratorio ed il sistema di circolazione. Le particelle aventi D_{ae} statisticamente minore di $10 \mu\text{m}$ (PM10) possono essere assimilabili a quelle che negli ambienti di lavoro fanno parte della “frazione toracica” ossia la quota parte di particelle che è in grado di raggiungere, sempre statisticamente, la zona tracheo-bronchiale ed alveolare. Ancora più in profondità possono penetrare le particelle PM2.5 che possono essere assimilabili a quelle che negli ambienti di lavoro fanno parte della “frazione respirabile” e che, grazie alle loro ridotte dimensioni, sono ancor più del PM10, statisticamente in grado di raggiungere gli alveoli polmonari e quindi aumentare il loro tempo di residenza nell'organismo

Il particolato aerodisperso, oltre che dal punto di vista dimensionale, può anche essere suddiviso in base al processo che lo ha generato. Da questo punto di vista si parla di particolato aerodisperso di tipo primario e secondario. Il particolato di tipo primario è quello emesso in atmosfera direttamente da una sorgente. Il particolato di tipo secondario si origina direttamente o a partire da quello primario a seguito di una serie di processi di conversione chimica in presenza di precursori, (tipicamente ossidi di zolfo, ossidi di azoto e ammoniaca), vapore acqueo e radiazione solare.

A questa classificazione se ne aggiunge un'altra legata al tipo di sorgente implicata nella produzione del particolato: antropica oppure naturale. Il particolato di origine naturale deriva principalmente da erosione di rocce e terreni, dallo spray marino, dai frammenti di vegetali ed animali e dalle eruzioni vulcaniche mentre il particolato di tipo antropico deriva dall'utilizzo di combustibili fossili, dall'usura di freni e pneumatici, dall'usura del manto stradale e dalle le emissioni di processi e lavorazioni.

Tra i particolati si distinguono le polveri che sono il particolato generato dalla comminazione (quindi un fenomeno puramente meccanico) di un materiale solido di partenza. I particolati emessi da attività di cantieristica civile sono essenzialmente polveri.

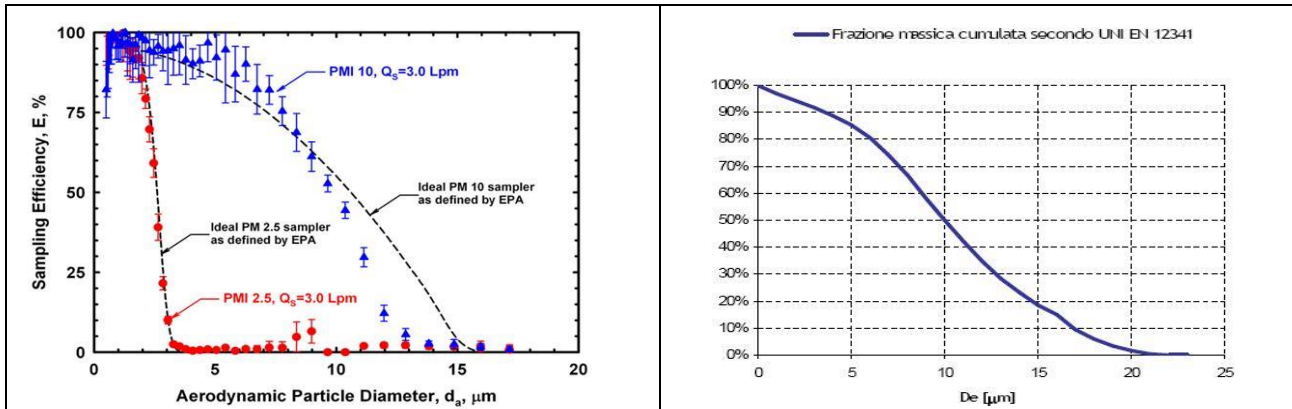


FIGURA 10.3-1 – A SX CONVENZIONE DI MISURAZIONE (FRAZIONE) US EPA PER POLVERI AMBIENTALI AFFERENTI ALLE CLASSI DIMENSIONALI AERODINAMICHE PM10 E PM2.5, A DX CONVENZIONE DI MISURAZIONE (FRAZIONE) UNI EN 12341 PER POLVERI AMBIENTALI AFFERENTI ALLE CLASSI DIMENSIONALI AERODINAMICHE PM10

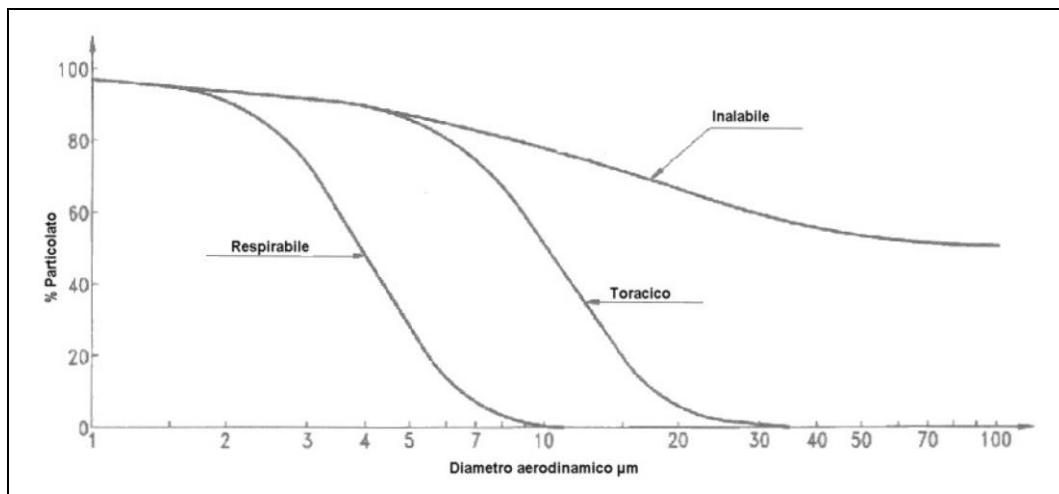


FIGURA 10.3-2 – UNI EN 481:1994 - ATMOSFERA NELL'AMBIENTE DI LAVORO. DEFINIZIONE DELLE FRAZIONI GRANULOMETRICHE PER LA MISURAZIONE DELLE PARTICELLE AERODISPERSE "CONVENZIONI" INALABILE, TORACICA E RESPIRABILE INDICANTI IL LIVELLO DI PENETRAZIONE NELL'ORGANISMO DEL PARTICOLATO IN FUNZIONE DEL DIAMETRO AERODINAMICO

La meteorologia gioca un ruolo molto importante nella produzione e diffusione del particolato atmosferico nella troposfera determinandone la variabilità temporale e spaziale delle concentrazioni. Variabili come la velocità del vento, le precipitazioni, la radiazione solare e la temperatura influiscono sulle dinamiche di diluizione delle polveri e sulle trasformazioni chimiche che possono portare alla formazione di nuove specie inquinanti (particolato secondario).

Inoltre molte specie inquinanti che costituiscono il particolato rientrano nel cosiddetto "ciclo fotochimico", ovvero una sterminata serie di reazioni che producono centinaia di sostanze inquinanti. Questo fenomeno è innescato da condizioni di intensa radiazione solare e temperatura non inferiore ai 18 °C. In estrema sintesi l'assenza di vento e di eventi piovosi, lunghi periodi di tempo stabile e sereno con continue inversioni notturne sono condizioni sfavorevoli alla dispersione degli inquinanti.

Obiettivo del presente elaborato è la definizione di un approccio metodologico per l'individuazione di tutti i presidi mitigativi che potranno garantire la minimizzazione degli impatti da polveri e particolati associati alla realizzazione dell'opera oggetto di studio.

Gli interventi proposti possono essere considerati le "migliori tecniche disponibili" (BAT - Best Available Technologies) in accordo a quanto previsto dalla Direttiva 2008/1/CE dell'Unione Europea del 15 gennaio 2008 sulla prevenzione e la riduzione integrate dell'inquinamento (IPPC - Integrated Pollution Prevention Control - Directive) in cui le BAT (art. 2) sono definite come:

"la più efficiente e avanzata fase di sviluppo di attività e i relativi metodi di esercizio indicanti l'idoneità pratica di determinate tecniche a costituire, in linea di massima, la base dei valori limite di emissione intesi a evitare oppure, ove ciò si riveli impossibile, a ridurre in modo generale le emissioni e l'impatto sull'ambiente nel suo complesso. Si intendono per:

- a) «tecniche», sia le tecniche impiegate sia le modalità di progettazione, costruzione, manutenzione, esercizio e chiusura dell'impianto;
- b) «tecniche disponibili», le 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 nello Stato membro in questione, purché il gestore possa avervi accesso a condizioni ragionevoli;
- c) «migliori», le tecniche più efficaci per ottenere un elevato livello di protezione dell'ambiente nel suo

L'ascrizione di una soluzione di gestione della formazione/dispersione delle polveri alla categoria BAT è avvenuta:

- secondo quanto previsto dall'Allegato IV in materia di BAT;
- secondo quanto pubblicato dall'Ufficio Europeo IPPC ("European IPPC Bureau" nato per rispettare quanto previsto dall'Art. 17 della Direttiva 2008/1/CE) in merito alla gestione degli impatti (BREF - BAT Reference Documents) sviluppati per le categorie di attività industriali previste dall'Allegato 1 alla Direttiva 2008/1 CE;
- secondo quanto pubblicato dai seguenti organismi internazionali in materia di gestione del rischio di esposizione a polveri in ambiente esterno ed in ambiente lavorativo:
 - DHH: Departement of Health and Human Service (USA);

- CDC: Center for Disease and Prevention (USA);
- NIOSH: National Institute for Occupational Health and Safety (USA);
- Office of Mine Safety and health Research (USA);
- Departement of Environment Management – Queensland Government – (Australia);
- TNO: Netherlands Organization for Applied Scientific Research;
- EPA: Environmental Protection Agency (USA);
- WHO: World Health Organization.

La definizione delle mitigazioni si basa su una filosofia di intervento che prevede in prima istanza di evitare la produzione di emissioni di polveri e particolati, in seconda battuta di confinare la loro diffusione nelle immediate vicinanze della sorgente e come ultima possibilità di ostacolarne il trasporto al fine di evitare che possano raggiungere eventuali ricettori.

Coerentemente a tale logica le soluzioni proposte possono essere distinte, sulla base di quanto previsto dai BREF-BAT dell'UE, in mitigazioni preventive o "pre-primarie", primarie e secondarie, caratterizzate dai seguenti specifici obiettivi:

- le soluzioni preventive o "pre-primarie" mediante opportuna scelta di tecniche, tecnologie, procedure e scelta di utensili di lavoro cercano di non produrre o di ridurre la produzione di particolati e polveri aerodispersibili;
- le soluzioni primarie cercano di bloccare i particolati e le polveri prodotte il più possibile in prossimità del punto di produzione stesso in modo da limitarne l'aerodispersione;
- le soluzioni secondarie servono ad abbattere i particolati e le polveri che si aerodisperdono e diventano emissioni.

10.3.2. Interventi di mitigazione di carattere generale

10.3.2.1 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, con ripercussioni, sull'attuale sistema di mobilità ed accessibilità all'area. 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 bersagli sensibili ubicati nelle vicinanze dell'area (scuole, asili, ecc.....).

10.3.2.2 *Formazione delle maestranze*

La riduzione delle emissioni di polveri necessita in prima istanza di una formazione specifica delle maestranze finalizzata ad evitare tutti quei comportamenti che possono determinare emissioni di polveri non strettamente necessarie.

Si riporta nel seguito un elenco indicativo e non esaustivo delle prescrizioni che devono essere impartite a tutti gli addetti:

- non sostare con i mezzi d'opera a motore acceso;
- utilizzare correttamente i mezzi d'opera, ad esempio nel caso delle macchine movimento terra limitando le altezze di caduta del materiale movimentato e ponendo attenzione nelle fasi di carico dei camion a posizionare la pala in maniera adeguata rispetto al cassone (cfr. **Figura 10.3-3**)

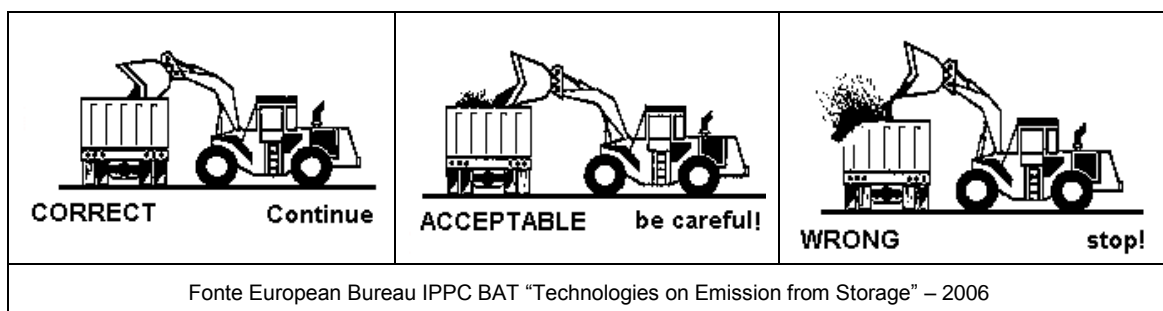


FIGURA 10.3-3– ESEMPIO DI CORRETTO SVOLGIMENTO DELLE ATTIVITÀ DI CARICO CON PALA MECCANICA

- effettuare costanti manutenzioni dei mezzi d'opera (motori, ...);
- copertura del carico durante le fasi di movimentazione delle terre;

- transito a velocità molto contenute (< 30 km/h) dei mezzi nelle aree non asfaltate al fine di ridurre al minimo i fenomeni di risospensione del particolato;;
- segnalare al responsabile ambientale di cantiere eventuali malfunzionamenti o situazioni impreviste che determinano significative emissioni di polveri.

10.3.3. Interventi di mitigazione delle emissioni dovute al transito di mezzi lungo piste/piazzali asfaltati e non asfaltati

Gli interventi di contenimento associati al transito di mezzi lungo le piste asfaltate e non asfaltate può garantito attraverso i seguenti presidi ambientali.

10.3.3.1 Riduzione delle superfici non asfaltate e/o corretta realizzazione

Per le piste ed i piazzali oggetto di transito di mezzi non temporanee il miglior intervento possibile è l'asfaltatura, poiché:

- genera un 90% in termini di riduzione delle emissioni diffuse di polveri fuggitive rispetto ad una pista/piazzale di transito sterrato;
- rende possibili operazioni di lavaggio e rimozione del materiale fine.

L'asfaltatura è tuttavia inutile senza una definizione del lay out del cantiere e senza l'adozione di procedure ed ostacoli che impediscano il passaggio incontrollato dei mezzi da zone sterrate a zone asfaltate.

Per quanto riguarda le vie/aree di transito sterrate la miglior gestione delle emissioni diffuse di polveri fuggitive comincia con la fase di costruzione: realizzare una pista od un piazzale soggetto a transito di mezzi secondo buoni standard comporta alti costi iniziali ma minori costi di manutenzione successiva, minor usura dei mezzi in transito ed ovviamente riduzione delle emissioni di polvere.

In particolare la riduzione della polvere emessa deriva dal fatto che, seguendo buoni standard costruttivi, il materiale costituente la via di transito si usurerà di meno producendo meno materiale fine e riuscirà a trattenere meglio l'umidità derivante dalla fase di bagnatura o dall'utilizzo di additivi chimici.

Quando un veicolo transita su una via sterrata le ruote esercitano una forza sulla superficie del materiale che la costituisce. Di tutte le possibili sollecitazioni quelle derivanti dagli sforzi normali e dagli sforzi di taglio generati dai veicoli sono i più critici. In corrispondenza della ruota del veicolo la superficie della pista è posta in compressione. Una volta che il mezzo è transitato la superficie della pista si riassetta in tensione alla posizione iniziale. Su una strada ben costruita il ciclo di compressione e tensione continuerà ad avvenire entro il campo definito dal limite elastico della struttura della pista.

Su una strada non ben progettata il ciclo di compressione e tensione produrrà delle deformazioni permanenti.

Le piste costruite con materiale fragile si degraderanno rapidamente producendo materiale fine potenzialmente disperdibile dai mezzi in transito sulla pista. Le strade ben costruite a livello di materiali si degraderanno lentamente con conseguente diminuzione nella produzione di materiale fine aerodisperdibile.

L'indebolimento del materiale costituente la superficie di una strada produrrà inoltre il superamento delle forze di legame esercitate da qualsiasi additivo antipolvere utilizzato riducendone l'efficacia. In genere infatti gli additivi antipolvere lavorano tramite la formazione di uno strato o di una crosta sopra la superficie della strada. Se le deformazioni subite dalla strada producono sforzi che eccedono le forze di legame dei materiali costituenti la crosta generatasi dopo l'applicazione dell'additivo antipolvere questa si romperà, deteriorerà e consumerà progressivamente.

I materiali idonei per la costruzione di una via/area di transito sono quelli che possiedono certe caratteristiche in termini di:

- resistenza all'abrasione:

il materiale dovrebbe essere duro e resistente da non essere facilmente frantumato dalle sollecitazioni derivanti dal transito dei mezzi. La resistenza all'usura viene misurata mediante test di abrasione quali quello Los Angeles che fornisce informazioni sulla resistenza di un aggregato ad essere frantumato, degradato da attività in fase di coltivazione, stoccaggio, produzione, posa e compattazione. Il test viene effettuato ponendo un campione di aggregato in un tamburo rotante parzialmente riempito con sfere d'acciaio. La rotazione del tamburo e per conseguenza i fenomeni di impatto e di abrasione tra i ciottoli di aggregato e tra questi e le sfere d'acciaio producono degrado dell'aggregato stesso. Il risultato del test, coefficiente Los-Angeles esprime la percentuale in massa di aggregato che si è frammentato sotto certe dimensioni (1.68 mm) rispetto alla massa iniziale. Bassi valori del coefficiente Los-Angeles indicano che l'aggregato è duro e resistente all'abrasione. In genere i materiali più idonei in termini di resistente all'usura all'abrasione includono il granito ed il calcare mentre materiali non idonei perché leggeri e usurabili includono [argille](#), [argilliti](#), [siltiti](#), [marne](#), vermiculiti, carboni, mica;

- resistenza all'usura climatica:

è la capacità di un materiale a resistere alle condizioni climatiche. Un materiale da strade deve resistere alla degradazione dovuta agli agenti climatici. Materiali deboli, estremamente assorbenti, fissili, che si rigonfiano quando sono saturi o sono suscettibili alla rottura durante i cicli di riscaldamento e raffreddamento non sono adatti come materiali per la costruzione di strade;

- dimensioni massime:

è la dimensione massima accettabile dei ciottoli presenti in un aggregato stradale. In genere non sono desiderati ciottoli di dimensioni maggiori di 2.54 cm nello strato superficiale nell'ottica di rendere agevole la sua manutenzione mediante livellatrice;

- forma delle particelle:

influisce sulla stabilità, sulla densità e sulla resistenza della superficie stradale. Sono idonei elementi con forme angolari ed irregolari che producono buoni incastri tra gli aggregati;

- gradazione:

è la distribuzione della dimensione degli aggregati nel materiale stradale. Un aggregato con una buona gradazione vede rappresentate tutte le frazioni dimensionali degli aggregati, dalla più grossa a quella più piccola.

Una distribuzione accettabile delle frazioni dimensionali degli aggregati utilizzati per la struttura stradale è rappresentata dalla seguente equazione (US-National Stone Association – 1991):

$$P = 100 \left(\frac{d}{D} \right)^n$$

dove:

P è la percentuale in peso di materiale passante attraverso il setaccio;

d è la dimensione delle aperture del setaccio, le dimensioni delle aperture dei setacci normalmente più utilizzate sono:

2-inch: 5.08 cm, 1-inch: 2.54 cm, 3/4 inch: 19.05 mm, 3/8 inch (9.5 mm),

N° 4 (4 mesh serie di Tyler): 4.75 mm ovvero 0.187 inches,

N° 40 (35 mesh di Tyler): 0.4 mm ovvero 0.0165 inches,

N° 200 (230 mesh di Tyler): 0.074 mm o 0.0029 inches,

D = dimensione massima dell'aggregato in pollici,

n = esponente empirico di gradazione che varia tra 0.33 e 0.5 in genere 0.5 rappresenta la massima densità del materiale.

In questo senso, ipotizzando materiale alla massima densità ed ipotizzando come dimensioni massime volute 1 inch (2.54 cm), 1.5 inch (3.81 cm) e 3 inch (7.62 cm) il risultato della gradazione che si ottiene utilizzando la formula della US-NSA è riassunto come segue:

Valori di gradazione di materiale utilizzabile per la costruzione di piste ottenuti utilizzando la formula dello US-NSA con coefficiente n pari a 0.5 (massima densità materiale)			
Dimensioni passante setacci [mm]	Gradazione materiale [%]		
	Dimensione massima 3 inch (7.62 cm)	Dimensione massima 1.5 inch (3.81 cm)	Dimensione massima 1 inch (2.54 cm)
< 76.2 mm	100	-	-
< 50.8 mm	81÷82	-	-
< 38.1 mm	70÷71	100	-
< 25.4 mm	56÷57	81÷82	100
< 19.05 mm	50	70÷71	86÷87
< 9.5 mm	35÷36	50	61
< 4.75 mm	24÷25	35	43
< 0.4 mm	7÷8	10	12
< 0.074 mm	3	4	5÷6

TABELLA 10-1 - US-NSA VALORI DI GRADAZIONE DEL MATERIALE UTILIZZABILE PER LA COSTRUZIONE DI PISTE

Definite le caratteristiche ottimali dei materiali utilizzabili per la costruzione di una pista, questa, come peraltro una strada, per essere opportunamente costruita deve consistere dei seguenti tre elementi:

- substrato (subgrade):

il substrato è lo strato di terreno o di roccia sottostante la via di transito che ne costituisce la fondazione. E' importante perché deve supportare l'intero carico dei veicoli in transito. Per aumentare la resistenza del substrato si utilizzano due tecniche:

- compattazione eseguita nelle condizioni migliori dal punto di vista dell'umidità del terreno;
- adeguato drenaggio.

La maggior parte dei terreni di substrato si compattano al loro massimo valore di massa volumica solo ad un certo valore di umidità. Per ottenere questo effetto occorre prima scarificare l'area e mettere a nudo il substrato per poi procedere ad eventuali aggiunte di acqua. La compattazione viene effettuata utilizzando un compattatore vibrante con rullo liscio. Il substrato inoltre può essere progettato con un colmo al centro in modo da favorire il drenaggio dell'acqua dalla superficie della strada. La strada infine deve essere attrezzata con appositi canali laterali di scolo. Il substrato scarificato deve essere inoltre analizzato dal punto di vista della qualità dei materiali che lo compongono: qualsiasi zona caratterizzata dalla presenza di fratture o di materiali di bassa qualità deve essere riparata o migliorata per evitare problemi o necessità di manutenzione in futuro prima di procedere alla costruzione del basamento stradale;

- basamento (subbase):

il basamento è lo strato di materiale compreso tra il substrato e la superficie stradale usurabile. Il materiale costituente questo strato è composto da aggregati di forma irregolare ed a spigoli vivi compattati. Questo strato richiede requisiti meno stringenti dal punto di vista della resistenza, della tipologia e della gradazione degli aggregati. In teoria se il substrato possiede già le caratteristiche idonee previste per il basamento la superficie stradale può appoggiarsi direttamente al substrato.

Il basamento stradale richiede materiale ben graduato caratterizzato da una curva granulometrica ampia che non sia condizionata da alcuna classe granulometrica. In genere le dimensioni massime del materiale si attestano intorno ai 3 inch (7.62 cm) o a 1.5 inch (3.81) cm per strade con traffico leggero.

Il materiale dovrebbe essere posato mediante utilizzo di una spargitrice-dosatrice simile a quella utilizzata nelle attività di pavimentazione. Il materiale deve essere posato in strati fino ad uno spessore complessivo di materiale sciolto di circa 8÷10 inch (20÷25 cm) poi compattato mediante un rullo vibrante previo un minimo spandimento mediante livellatrice (grader) per evitare eccessiva segregazione del materiale. Dovrebbe essere evitata la posa del materiale mediante scarico posteriore da autocarri in quanto comporta maggiormente la segregazione del materiale in strati uniformi di materiale fine e grossolano. Tuttavia quest'ultima pratica viene normalmente utilizzata in quanto più rapida. Per minimizzare la segregazione del materiale dovrebbe per lo meno essere effettuato un trattamento del materiale scaricato mediante livellatrice;

- superficie usurabile:

dovrebbe essere costruita con materiale resistente alla frantumazione, all'usura da parte degli agenti climatici e che sia posato in modo tale da evitare che a causa delle piogge o del passaggio di mezzi i ciottoli grossolani vengano spostati fuori dalla superficie stradale. Il materiale dovrebbe contenere una percentuale sufficiente di "fini" per riempire i vuoti tra gli elementi più grossolani e minimizzare il rischio di una loro dislocazione fuori strada per effetto del transito dei mezzi. La superficie usurabile dovrebbe essere compattata al suo grado ideale di umidità per raggiungere il massimo valore di resistenza ed inoltre è necessario che il colmo sia mantenuto durante tutte le fasi del processo di costruzione in modo da assicurare la rimozione dell'acqua dalla superficie della strada.

- pendenza superficie usurabile fino al colmo: 4.2% - 2.34°
- pendenza massicciata fino al canale di scolo: 33.3% - 18.5°.

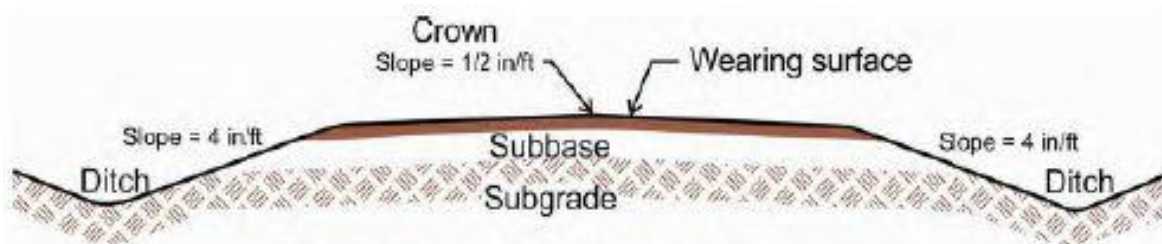


FIGURA 10.3-4 - SEZIONE DI UNA PISTA DI CARREGGIO DI CANTIERE (NIOH)

Lo spessore dei tre strati è molto importante, da esso dipende la capacità della pista di sopportare i carichi per cui è stata progettata evitando che si deteriori con conseguente alto tasso di emissione di polveri. Lo spessore del basamento è importante per distribuire i carichi superficiali uniformemente sul substrato: raddoppiare lo spessore del basamento significa per esempio ridurre di più di due volte i carichi sul substrato.

Le piste di cantiere devono sopportare carichi ben superiori a quelli normalmente riscontrabili sulle normali strade sterrate. Ciò significa che gli spessori del basamento sono determinati da una progettazione diversa da quanto avviene nelle linee guida per le normali strade sterrate.

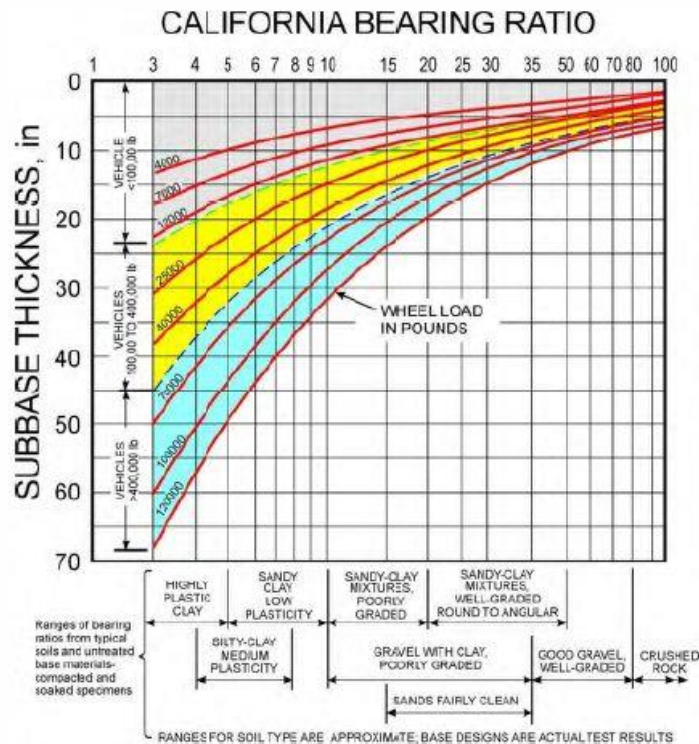


FIGURA 10.3-5 - NOMOGRAMMA DELLO US BUREAU OF MINES PER LA DETERMINAZIONE DELLO SPESSORE DEL BASAMENTO

Lo US-Bureau of Mines ha prodotto un nomogramma (**Figura 10.3-5**) per determinare lo spessore del basamento. Il nomogramma si basa sul California Bearing Ratio (CBR – California Department of Transportation – ASTM - American Society for Testing and Materials D1883-05 e D4429) e sui carichi a livello dei pneumatici dei mezzi in transito che a sua volta viene determinato sulla base delle specifiche fornite dalle case madri dei mezzi di cantiere. Il California Bearing Ratio è un test che fornisce un confronto tra la capacità portante di un frantumato ben graduato e quella di un materiale. Serve per valutare la resistenza di materiali coesivi costituiti da particelle aventi come dimensione massima 1.9 cm (0.75 inch). Il test (penetrativo) prevede l'applicazione di un carico su un pistone di piccolo diametro ed area standard che a sua volta sollecita un materiale da strada da testare. Il test viene condotto misurando la pressione necessaria per penetrare il campione di una determinata quantità entro un determinato tempo.

La pressione misurata viene divisa per quella necessaria ad ottenere la stessa penetrazione su uno standard di materiale ottenuto da roccia frantumata. Più dura è la superficie più alto sarà il valore del test. Un CBR pari a 3 è tipico di terreni coltivabili lavorati, un CBR pari a 4.75 è tipico di torbe o argille umide, un CBR di 10 è tipico di sabbie umide mentre frantumati rocciosi di alta qualità hanno CBR che superano il valore di 80. Il materiale standard utilizzato per il test, avente CBR pari a 100, è calcare frantumato della California.

Riassumendo, in caso di vie/aree di transito non asfaltate, le pratiche di buona costruzione e manutenzione, specie sulla superficie di usura, sono fondamentali per creare superfici resistenti all'erosione. Ciò significa utilizzare per la superficie di usura:

- materiale non friabile e sufficientemente coesivo per resistere alla azione abrasiva del traffico, in particolare i dati in letteratura riferiscono che il materiale utilizzato dovrebbe avere un Limite di Liquidità non maggiore di 35 ed un Indice di Plasticità compreso tra 4 e 9;
- materiale di forma e dimensioni che aumentino la resistenza della superficie;
- materiale ben graduato dal punto di vista della presenza di fini in modo da:
 - assicurare un buon drenaggio e resistere ad eccessive intrusioni di acqua;
 - ottenere la massima massa volumica e il minimo contenuto di vuoti per ottimizzare la ritenzione di umidità.

Una buona gradazione del materiale significa:

- limitare la presenza di particelle inferiori ai 75 μm tra il 10 ed il 20%;
- considerare che la ghiaia o roccia frantumata di qualsiasi dimensione superiore ai 2 mm se applicata in sufficienti quantità consente un buon controllo della polvere dispersa per azione del vento.

In particolare, per un buon controllo della erosione da parte del vento è stata riscontrata essere efficace l'applicazione rispettivamente di: 4 kg/m^2 di ghiaia fine (2-4 mm), 11 kg/m^2 di ghiaia media (4-16 mm), 22 kg/m^2 (di ghiaia grossolana (16 – 64 mm).

Una soluzione di trattamento della superficie di usura di piste e piazzali di transito non asfaltati prevede la realizzazione di una superficie resistente all'erosione mediante trattamento del fondo stradale sterrato con polimeri liquidi.

I leganti polimerici liquidi fanno parte, dal punto di vista delle soluzioni di mitigazione delle emissioni di polveri, della famiglia dei prodotti inibitori della polverosità (dust suppressant). A differenza di alcuni sali, non sono corrosivi, non alterano l'alcalinità e l'acidità del terreno, non sono tossici. L'applicazione di questi leganti genera una superficie di usura della pista solida e coesiva eliminando la formazione di polveri. Il legante polimerico ha infatti la capacità di penetrare, saturare e legare la matrice fine che compone i terreni, di aggregarla e cementarla fino a creare una superficie elastica, resistente e priva di polveri.

L'applicazione della maggior parte degli inibitori richiede che la pista sterrata venga precedentemente preparata. Le preparazioni si diversificano per tipologia e complessità in funzione dell'inibitore utilizzato tuttavia, semplificando, richiedono:

- una livellatrice equipaggiata con uno scarificatore;

- un compattatore;
- un'autobotte irroratrice per la distribuzione parziale e finale del prodotto in soluzione o emulsione.

L'applicazione degli inibitori e le operazioni di preparazione della pista ad essa funzionali richiedono una opportuna pianificazione poiché nella maggior parte dei casi è necessario aspettare una significativa quantità di tempo prima che si possa riutilizzare la pista.

Inoltre, in funzione della lunghezza del tratto di pista da trattare, occorre aspettare, dopo la prima fase della preparazione della pista, che passi un certo periodo caratterizzato da clima secco prima di poter applicare l'inibitore. Una buona preparazione della pista consente all'inibitore di lavorare alla massima efficienza.

Tendenzialmente la preparazione della pista richiede le seguenti attività:

- livellatura con eliminazione di ogni buca o corrugamento;
- eliminazione del materiale avente dimensioni eccessive dal punto di vista delle caratteristiche della superficie della pista;
- realizzazione di un buon colmo per evitare il ristagno di acqua e la conseguente creazione di buche;
- scarificazione della superficie della pista per slegare i primi 3-5 cm di strato superficiale.

Dopo la scarificazione esistono diverse modalità operative tra le quali in letteratura sono segnalate, come linee guida generali, non esaustive ed assolutamente aspecifiche, le seguenti due:

- la prima, che la letteratura segnala tipicamente connessa all'utilizzo di sali, prevede di spargere uniformemente sulla superficie 3-5 cm di materiale slegato sulla superficie della strada. A questo punto l'inibitore viene applicato nelle quantità raccomandate sullo strato di materiale slegato. Infine la superficie viene compattata mediante rullo compattatore o con altre tecniche. La superficie trattata deve essere chiusa al traffico per un periodo tale da consentire l'azione dell'inibitore. Il tempo di chiusura dipende dall'inibitore ma in media si aggira sulle 24 ore;
- la seconda prevede di accumulare il materiale slegato dopo la scarificazione sui due lati della pista in modo da utilizzarlo anche per limitare, durante l'applicazione dell'inibitore, il ruscellamento dell'inibitore fuori dalla superficie stradale. Un terzo dell'inibitore viene applicato sulla superficie della pista, tra le due sponde di materiale scarificato accumulato, nelle quantità raccomandate dal produttore. Il materiale accumulato viene a questo punto sparso uniformemente sulla pista. Viene applicato un altro terzo della quantità raccomandata di inibitore. La pista viene ri livellata in modo da miscelare l'inibitore agli aggregati. Infine l'ultimo terzo di inibitore viene applicato sulla superficie della pista e quest'ultima viene compattata prima che lo strato di inibitore si asciughi. Prima di ripristinare il traffico sulla pista occorre anche in questo caso aspettare che l'inibitore attecchisca per circa 24 ore.

In generale i polimeri (che includono sia i polimeri acrilici sia i polimeri vinilici) sono additivi chimici che vengono miscelati in acqua per formare soluzioni diluite che vengono applicate localmente sulla superficie della pista. Le modalità applicative dipendono dal tipo di polimero ma in ogni caso prevedono procedure semplificate di preparazione della pista prima dell'applicazione del polimero e una serie di applicazioni del polimero in soluzione mediante dispersione dello stesso sulla superficie stradale. I dati presenti in letteratura circa l'efficienza di questi inibitori sono molto variabili ed influenzati dal differente tasso di precipitazioni occorso nei luoghi dove sono stati eseguiti i test.

- un primo studio relativo ad una via di carreggio mineraria segnala 74-81% di riduzione delle emissioni di polveri totali entro le prime 4 settimane dall'applicazione e segnala una riduzione al 3-14% di efficienza dopo 5 settimane dall'applicazione;
- un secondo studio su una strada sterrata pubblica segnala un 94-100% di riduzione delle emissioni di polveri totali entro la prima settimana dall'applicazione per scendere ad un 40-65% di riduzione dopo 11 mesi dal trattamento.

10.3.3.2 Barriere antipolvere

L'utilizzo di barriere frangivento costituite da stese di reti antipolvere, se montate alla corretta altezza rispetto alla nube di polvere emessa in occasione del transito dei mezzi ed alla corretta distanza sopra e sottovento rispetto al sistema pista/piazzale-ricettore ottempera a due funzioni: la laminazione della velocità del vento (e quindi la riduzione degli effetti di erosione) ed il trattenimento della polvere dispersa a causa del transito dei mezzi e del sollevamento a causa del vento. È un intervento di approccio primario.

Le reti anti polvere vengono solitamente posizionate a protezione dei ricettori ubicati in prossimità di una pista di cantiere che corre parallela alla infrastruttura in costruzione in modo da proteggere i ricettori anche dalle emissioni prodotte dalle lavorazioni. Il contenimento delle emissioni al ricettore in presenza di reti antipolvere è garantito dall'effetto sinergico di due azioni: riduzione locale della velocità del vento e filtrazione delle particelle più grossolane.

Si riportano nel seguito le caratteristiche sagliente delle reti antipolvere di normale impiego in cantiere.

- Materiale:
 - polietilene ad alta densità (HDPE): buona resistenza ai raggi UV, buona resistenza all'abrasione, costo ragionevole, buona resistenza chimica;
 - polipropilene: buona resistenza ai raggi UV, resistenza all'abrasione relativamente buona, basso costo, buona resistenza chimica;
 - poliestere - eccellente resistenza ai raggi UV, buona resistenza all'abrasione, costo elevato, buona resistenza chimica;

- nylon: eccellente resistenza ai raggi UV, costo elevato, buona resistenza all'abrasione, resistenza chimica relativamente buona, tendenza all'allungamento;
- colori: gamma di colori relativamente ampia a seconda dei produttori (bianco, verde, blu, bianco e rosso).
- porosità: dal 65% al 10% (minore è la porosità, più efficace è l'effetto di filtraggio).

In contesti simili sono state impiegate reti a bassa porosità (percentuale di area vuota per unità di superficie della rete), indicativamente inferiore al 20%, e con un basso indice di passaggio d'aria (il rapporto tra il flusso d'aria che attraversa il provino ed il flusso che si instaura all'interno dell'apparato di prova in assenza di rete), indicativamente inferiore al 30%. Il primo requisito (porosità) garantisce un effetto filtrante soprattutto per il particolato di dimensioni maggiormente significative, il secondo requisito (indice di passaggio d'aria) garantisce l'efficacia delle reti antipolvere nella riduzione delle velocità del vento e, di conseguenza, del suo potenziale erosivo.

Le reti sono solitamente installate su strutture autoportanti dell'altezza di 3 m, collocate a minima distanza dalle piste di cantiere.

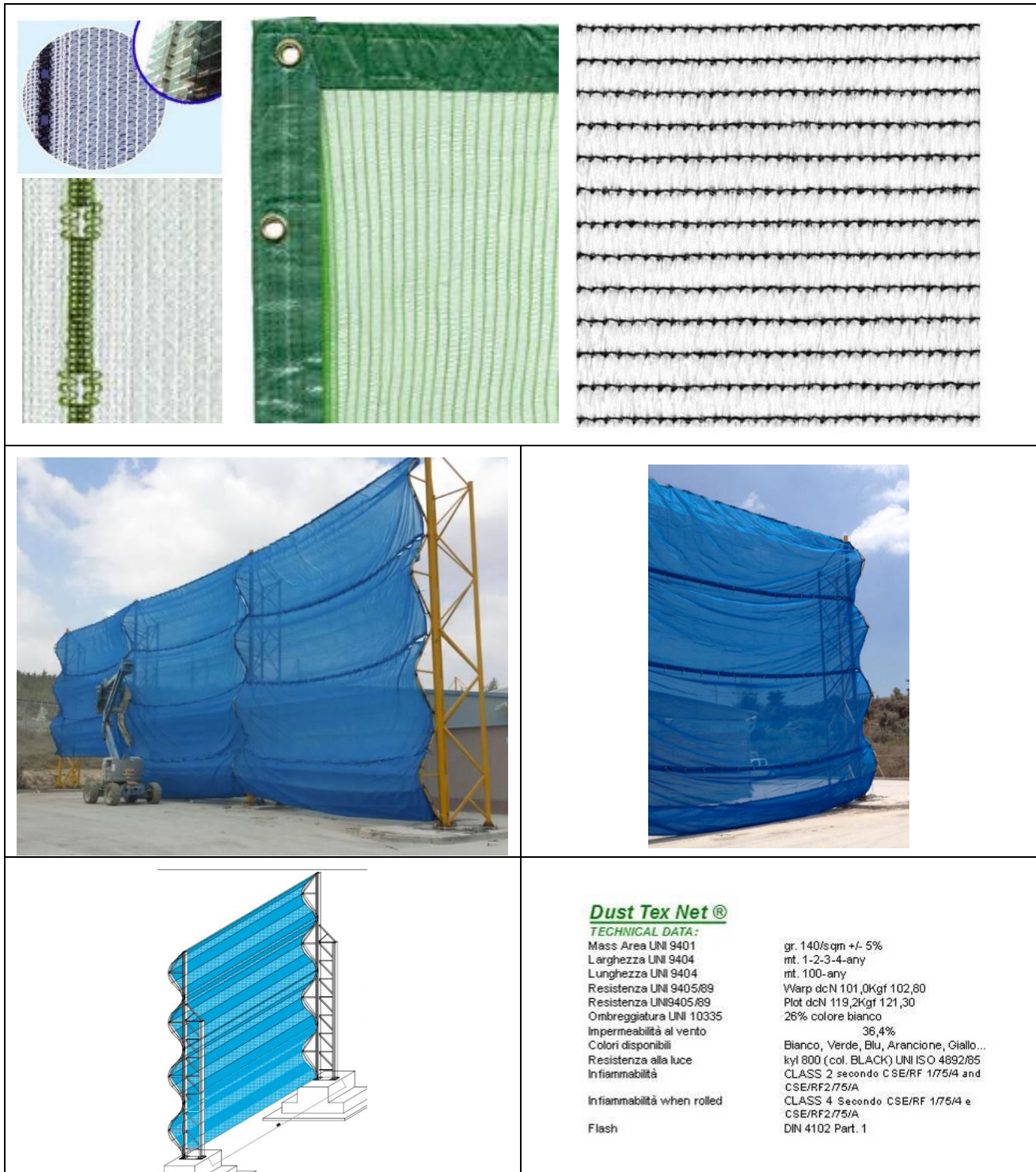


FIGURA 10.3-6 ESEMPI DI RETI ANTIPOLVERE

10.3.3.3 Velocità e gestione dei transiti dei mezzi d'opera

Sono soluzioni di approccio di tipo primario. Gestire i transiti e le loro velocità significa innanzi tutto minimizzare il numero dei movimenti di traffico verso e dal cantiere / sito di trattamento e stoccaggio / sito di stoccaggio utilizzando mezzi a grande capacità.

Il lay out di un sito le cui lavorazioni riguardano sostanze polverose deve rendere le distanze di trasporto il più corte possibile per minimizzare il numero dei movimenti di traffico sul sito.

Il discorso vale anche se si trasportano materiali non particolarmente disperdibili a causa della loro umidità: questi materiali possono cadere dai sistemi di trasporto e successivamente disperdersi.

In seconda battuta gestire i transiti significa far sì che tra il passaggio di un mezzo e l'altro vi sia un intervallo temporale di almeno 20 secondi. Gli studi sulla esposizione a polveri aerodisperse respirabili degli autisti di autocarri segnalano che prevedere un po' di ritardo tra i passaggi di mezzi su una pista riduce l'aerodispersione di polvere ed il suo spostamento per effetto di transiti successivi di circa il 52% rispetto ad una situazione priva di tale procedura. L'intervallo di tempo tra due transiti di automezzi ottimale per contenere questo fenomeno è risultato essere di 20 secondi.

In fine gestire i transiti significa gestirne la velocità e pertanto creare percorsi gestiti con dossi e/o deviazioni con new jersey in modo tale che la velocità di marcia degli autocarri non sia superiore ai 20 km/h. Di seguito sono state riportati i risultati di alcuni studi che hanno previsto campagne di misura di polveri fuggitive emesse dal transito di veicoli su piste di cantiere sterrate. La massima efficienza si ottiene ovviamente con procedure, percorsi, delimitazioni ed ostacoli che garantiscano una velocità a "passo d'uomo" tuttavia un valore limite di velocità di marcia consigliato per una buona riduzione del problema è 20 km/h, ovviamente più si scende meglio è. 20 km/h è inoltre la velocità limite a cui i flussi d'aria a ridosso del carico possono aerodisperdere il materiale e generare emissioni di polvere. Considerando come materiale fine particelle di dimensioni inferiori a 0.1 mm (100 µm) la velocità limite per innescare il fenomeno è pari a 21 km/h (circa 6 m/s) mentre per materiale granulare di dimensioni maggiori sono necessarie velocità dell'aria maggiori.

Velocità di marcia o range di riduzione della velocità di marcia [km/h]	Efficienza sulla riduzione delle polveri respirabili [%]
75 ⇒ 50	55 (40 ÷ 70)
65 ⇒ 30	67 (50 ÷ 85)
Senza limiti ⇒ 40	44
40 ⇒ 25	42
40 ⇒ 16	58

TABELLA 10-2 - VALORI NIOSH DI EFFICIENZA DI RIDUZIONE DELLE POLVERI RESPIRABILI IN FUNZIONE DELLA VELOCITÀ DI MARCIA

10.3.3.4 Bagnatura di piste e piazzali

La bagnatura viene annoverata tra gli approcci secondari, ovvero funzionali all'abbattimento della polvere già formatasi ma in realtà si pone a metà strada tra gli approcci primari e secondari. Di fatto, sia quando si tratta di irrorazione di acqua sia quando si tratta di nebulizzazione di acqua, agisce su polvere già formatasi. La differenza sostanziale è che: la bagnatura serve sia a ridurre la generazione di polvere in fasi di sollecitazione successive, sia e soprattutto a inumidire la polvere già formatasi ma non ancora aerodispersa e ferma sulla superficie del materiale; le tecniche di nebulizzazione di acqua, quando non hanno come obiettivo una irrorazione di acqua più uniforme ed economica (si risparmia acqua), servono a creare uno spray di goccioline di dimensioni tali da poter abbattere le particelle di polvere aerodisperse.

Le tecniche di bagnatura di piste e piazzali sono solitamente usate in termini preventivi ovvero come approccio primario e servono a disperdere uniformemente acqua o acqua ed additivi aventi lo scopo di:

- rendere più duro e resistente il materiale superficiale (meno frantumabile);
- mantenere umido il materiale superficiale;
- agglomerare tra loro le particelle aerodispersibili costituenti il materiale superficiale (additivi leganti).

L'azione sinergica di questi tre effetti consente di ridurre la tendenza delle materiale particolato fine costituente la pista ad essere risollevato e aerodisperso in prima istanza dal transito dei mezzi d'opera ed, in seconda battuta, dalla eventuale presenza di venti particolarmente energici.

L'acqua può essere irrorata o nebulizzata ma in questo caso la nebulizzazione non ha funzione di abbattimento delle aerodispersioni di polvere ma serve solo acqua ed eventuali additivi su un tratto di pista o di piazzale nel modo più uniforme possibile (risparmiando quindi acqua ed additivi) e nel minore tempo possibile.

L'attività di bagnatura viene in ogni caso normalmente realizzata attraverso un'autobotte attrezzata. Particolare attenzione deve essere posta nella scelta del mezzo al fine di garantire la corretta bagnatura delle superficie carrabile. Il mezzo dovrà essere in grado di garantire la bagnatura uniforme delle superficie di careggio con quantitativi di acqua definibili e controllabili dall'operatore.

Nella **Figura 10.3-7** si riportano alcune immagini esemplificative dei metodi di bagnatura con autobotte o simili maggiormente utilizzati in cantiere che consentono di sottolineare cosa evitare e le buone pratiche da applicare.

Al fine di garantire l'efficacia dell'intervento tendenzialmente vengono eseguite giornalmente 2 irrorazioni (indicativamente ad inizio mattina e ad inizio pomeriggio). I flussi degli irroratori e la velocità di transito sono definiti per di garantire un quantitativo di acqua erogato pari a $2 \div 3 \text{ l/m}^2$ per ogni passaggio.

L'attività di bagnatura dovrà essere sospesa in presenza di precipitazioni o qualora le piste risultassero visibilmente umide. In termini indicativi si può immaginare di non precedere all'irrorazione qualora nella giornata precedente si siano verificate precipitazioni caratterizzate da una intensità maggiore ai 5 mm.

In periodo estivo, qualora i fenomeni di evaporazione risultassero particolarmente intensi, risulta necessario aumentare in numero di irrorazioni a 3, all'incirca una ogni 4 ore.



NON CORRETTO: bagnatura effettuata con scarico di acqua da cassone ribaltabile o da serbatoi posizionati sul piano di carico di autocarri. Tipologia di macchinario scelto non corretta. Tale modalità di bagnatura non consente alcun controllo sull'area di bagnatura e sui quantitativi di acqua erogata. Gli effetti chiaramente visibili in queste situazioni sono: presenza di parti della pista non bagnata, bagnatura disuniforme con formazioni di pozze e conseguente imbrattamento dei mezzi al passaggio e accelerazione del processo di evaporazione. La bagnatura della pista non è efficace e la risorsa acqua è sprecata.



NON CORRETTO: bagnatura effettuata con barra distributrice priva di ugelli irroratori. Tipologia di macchinario scelto non del tutto corretta. Tale modalità di bagnatura non consente alcun controllo sui quantitativi di acqua erogata. Gli effetti chiaramente visibili in queste situazioni sono: presenza di parti della pista non bagnata, bagnatura disuniforme con formazioni di pozze e conseguente imbrattamento dei mezzi al passaggio e accelerazione del processo di evaporazione. La bagnatura della pista non è efficace e la risorsa acqua è sprecata.

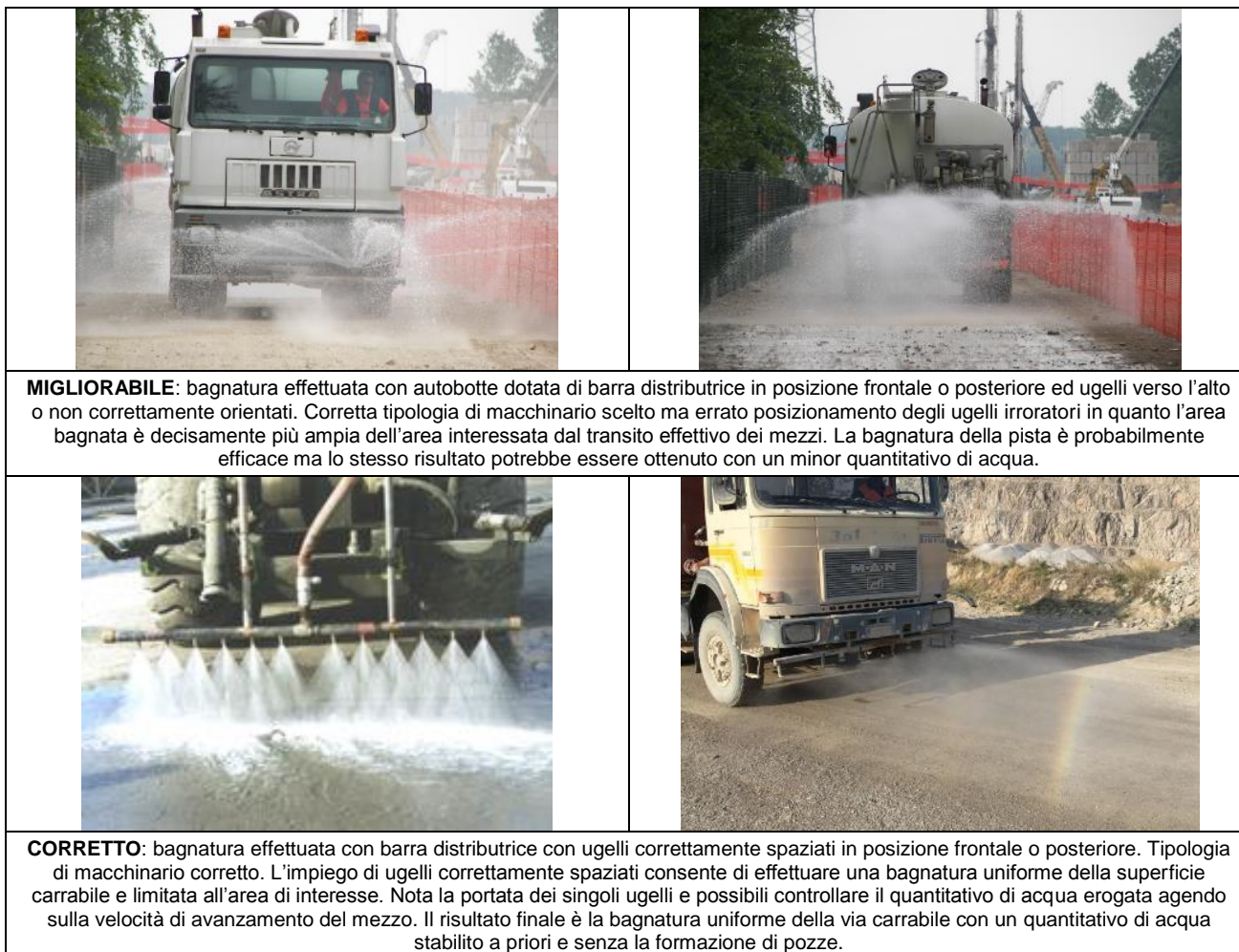


FIGURA 10.3-7– BAGNATURA PISTE CON AUTOBOTTI O SIMILI

In sede operativa potrà essere valutata la possibilità di ridurre il numero di trattamenti attraverso l'utilizzo di specifici additivi. La bagnatura delle piste può essere resa maggiormente efficace attraverso l'impiego di:

- tensioattivi: sostanze che hanno la proprietà di abbassare la tensione superficiale di un liquido. Nel caso specifico la riduzione della tensione superficiale consente, in fase di irrorazione, di produrre goccioline d'acqua di dimensioni contenute in grado di penetrare meglio nel terreno e di garantire una bagnatura maggiormente uniforme,
- leganti: polimeri liquidi con specifiche proprietà aggreganti delle polveri.

L'azione mediante tensioattivi ha l'obiettivo di ridurre il numero di trattamenti giornalieri. L'impiego di leganti polimerici liquidi come trattamento del fondo stradale sterrato potrebbe invece garantire un numero molto limitato di trattamenti lungo tutta la vita utile della pista giacché ha come conseguenza la realizzazione di una superficie resistente all'erosione.

10.3.3.5 Pulizia di piste, piazzali, tratti di viabilità pubblica

L'obiettivo della pulizia di piste, piazzali asfaltati e tratti di viabilità pubblica (soluzione di approccio primario) è quello di

- evitare il risollevarsi del materiale polverulento:
 - perduto dai sistemi di trasporto,
 - trasportato a causa del dilavamento delle piogge,
 - trasportato per erosione, trasporto e sedimentazione da parte del vento a partire da aree di terreno scoperto adiacenti alla strada,
- evitare che materiale non polverulento perduto dai mezzi di trasporto o in minor misura proveniente da aree di terreno scoperto limitrofe venga comminuito per varie ragioni (dal passaggio dei mezzi di trasporto stessi per esempio) e reso polverulento e disponibile alla aerodispersione.

In caso di piste o piazzali in superfici dure (calcestruzzo o asfalto) sono disponibili diversi sistemi di pulizia tra cui i principali sono:

- spazzolatori: durata media 5 anni - efficienti in impianti industriali dove la polvere viene prodotta ogni giorno;
- aspiratori: durata media 8 anni - utili in aree suscettibili a forte dilavamento perché sono più efficienti sulle frazioni fini;
- pulitori in serie: operano prima una sollecitazione meccanica poi la rimozione mediante aspirazione;
- pulitori ad aria rigenerata: soffiano aria sulle superfici contaminate ed immediatamente aspirano;
- a vortice: pulitore a secco assistito da sistemi in aspirazione: capace di rimuovere polvere e detriti fino a 2,5 μm . Studi condotti dimostrano che è in grado di rimuovere il 99,6% di tutte le polveri sopra i 10 μm .

Lo European Bureau IPPC BAT, nel 2006, ha pubblicato i risultati di alcuni test effettuati in Olanda sui seguenti dispositivi di pulizia strada (frequenze di pulizia non dichiarate poiché sito-specifiche):

- camion per la pulizia ad umido con ugelli di bagnatura, spazzole rotanti e cappa aspirante da 0,5 m di apertura: efficienza molto bassa solo il 12% di riduzione delle emissioni;
- camion per la pulizia a secco con spazzole rotanti e sezione aspirante chiusa con cappa aspirante da 0,5 m di apertura: efficienza media, 38% di riduzione delle emissioni;
- camion per la pulizia a secco con sezione chiusa contenente spazzole rotanti sistema ad aspirazione ad alta portata aspirante con cappa aspirante da 2,4 m e depolveratore: efficienza alta fino al 93% di riduzione delle emissioni;

- camion per la pulizia ad umido senza spazzola rotanti con ugelli ad acqua in pressione a 120 bar, sistemi ad elevata portata aspirante con cappa aspirante da 2,4 m. (richiede il collettamento dell'acqua recuperata ad una unità di depurazione): efficienza molto alta fino al 98% di riduzione delle emissioni.

Riassumendo, la presenza di aree asfaltate all'interno delle installazioni fisse di cantiere rappresenta un intervento mitigativo in quanto riduce le superfici sterrate in cui si possono facilmente innescare fenomeni di risolleamento ad opera dei mezzi in transito. Tale mitigazione, però, risulta effettiva solo nel caso in cui la superficie sia pulita ossia non presenti significativi depositi di materiale che il transito dei mezzi può frantumare e risolleare.

Risulta pertanto necessario garantire che tutte le aree asfaltate all'interno delle aree di cantiere, con priorità degli ambiti spaziali in cui è prevedibile il transito di mezzi, siano oggetto di periodiche attività di pulizia.

- La pulizia del manto stradale deve essere svolta attraverso macchinari dedicati in grado di effettuare lo spazzolamento e l'aspirazione delle polveri depositate intervenendo, se necessario, anche con azioni di prelavaggio mediante irroratori in pressione posti davanti alla macchina.
- Le attività di lavaggio devono avere cadenza come minimo settimanale. La frequenza delle attività di pulizia deve essere incrementata in presenza di sversamenti accidentali o qualora risultasse, da un controllo visivo, la presenza di significativi depositi di materiali sulle vie di transito, ovvero in funzione della stagione e delle condizioni meteo durante le quali si svolgeranno i lavori.
- La pulizia deve essere anche estesa ai primi 200 m di viabilità pubbliche interessate dal transito dei mezzi d'opera.



FIGURA 10.3-8 - PULIZIA PISTE, PIAZZALI, VIABILITÀ PUBBLICA

10.3.3.6 *Pulizia dei pneumatici dei mezzi*

L'obiettivo è quello di prevenire che i mezzi di cantiere in uscita sulla viabilità pubblica o in transito su zone asfaltate di cantiere depositino dal telaio, dalle parti inferiori della carrozzeria, dalle tracce dei pneumatici, dai pneumatici e dai copri pneumatici materiale seccabile e comminuibile sulle superfici asfaltate. È una soluzione di approccio di tipo primario.

I sistemi più semplici prevedono semplicemente una pozza in cui il veicolo è forzato a passare e tendenzialmente sono adatti per transiti da zone sterrate a zone asfaltate di cantiere, i sistemi più sofisticati combinano pozze, irroratori di acqua e superfici di scorrimento atte a sollecitare i copertoni e consentirne l'apertura delle tracce per una più efficace rimozione del materiale. Questi ultimi sistemi solitamente prevedono recupero, depurazione e riciclo dell'acqua utilizzata per il lavaggio. L'acqua è addotta mediante irroratori in pressione per limitare i consumi di acqua ed energia e viene erogata solo quando un veicolo entra nel lavatore mediante un sistema a fotocellule.

L'applicabilità e l'efficacia di tutti questi sistemi prevede:

- la presenza di un percorso obbligato che imponga ai veicoli il passaggio attraverso lo stadio di lavaggio;
- un'opportuna distanza dall'ingresso sulla viabilità pubblica o sulla zona asfaltata del cantiere che consenta l'asciugatura dei pneumatici.

Analizzando le diverse tecniche e tecnologie possibili è possibile identificare 4 sistemi di lavaggio:

- bacini a diluvio;
- canali in contro corrente;
- lavatori con irrorazione di acqua a bassa pressione;
- lavatori con irrorazione di acqua ad elevata pressione.

Un buon compromesso tra costo, efficienza e necessità di manutenzione sono i lavatori con irrorazione di acqua a bassa pressione.

Questi impianti vengono normalmente collocati in corrispondenza dei punti di contatto tra le aree di cantiere fisse e la viabilità pubblica.

Solitamente sono dotati di

- una struttura portante completa di collettori cilindrici ed angolari, conformati per ottenere la massima estrazione dei residui depositati sui battistrada delle ruote. La struttura deve essere in grado di sopportare pesi complessivi fino a 100 tonnellate. La lunghezza della rampa di lavaggio deve essere pari ad almeno 4 m, per garantire almeno un giro completo delle ruote;
- ugelli di lavaggio filettati con foro di uscita a ventaglio (pressione di esercizio da 1 a 3 bar);
- vasca primaria di trattamento e chiarificazione acque di lavaggio dotata di catenaria e pale di estrazione;
- cassone raccolta fanghi;
- gruppi pompanti per lavaggio ruote e rilancio acque sporche;
- tubazioni di collegamento;
- quadri di comando e controllo PLC;
- eventuale impianto di depurazione chimico/fisico;
- sensori di attivazione (fotocellule o sensori magnetici) al passaggio degli automezzi.

A titolo esemplificativo nella **Figura 10.3-9** si riporta uno schema tipo dell'impianto di lavaggio utilizzato e la documentazione fotografica di alcuni prodotti presenti in commercio.

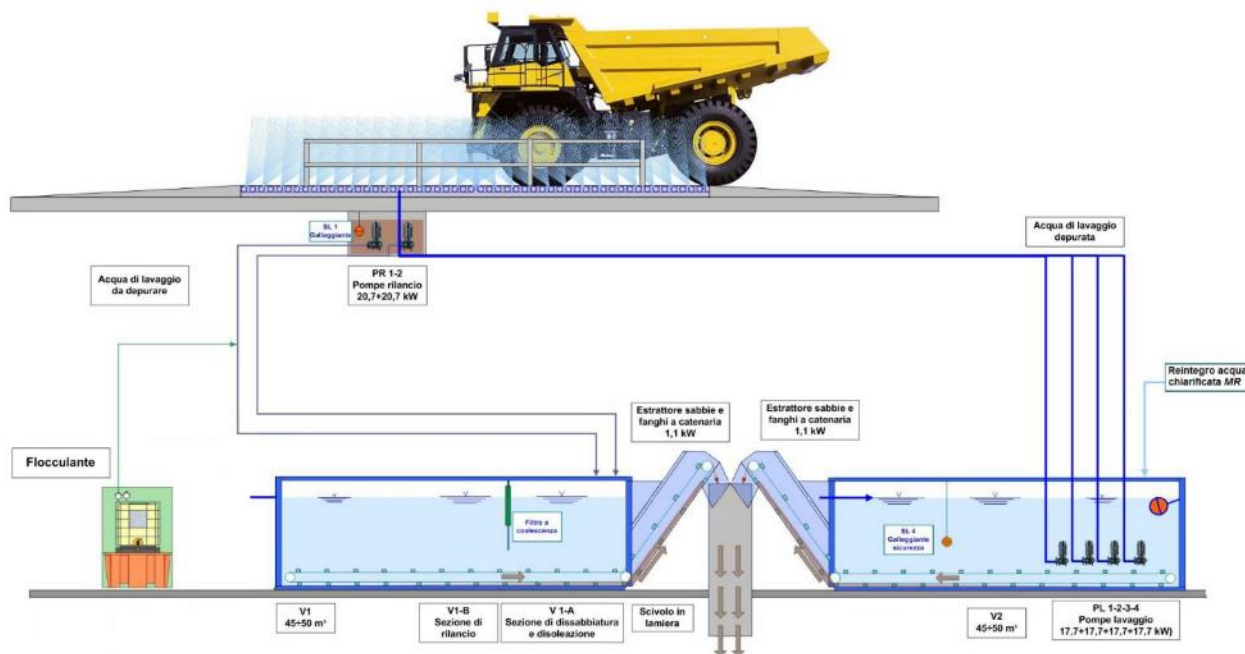


FIGURA 10.3-9 SCHEMA TIPO IMPIANTO DI LAVAGGIO A BASSA PRESSIONE CON RICIRCOLO ACQUA

Un parametro che incide particolarmente sull'efficienza di un impianto di lavaggio di pneumatici dei mezzi è la sua ubicazione ed in particolare la distanza dalla zona di uscita di un impianto/cantiere

Localizzare la zona di lavaggio il più lontano possibile dall'uscita dell'impianto aiuterà l'asciugatura dei pneumatici prima che i mezzi lascino l'impianto. Se possibile la zona di lavaggio dovrebbe essere posizionata ad almeno 500 m dalla uscita del cantiere. Sebbene i copertoni appaiano puliti i mezzi pesanti trasportano acqua fuori dalla zona di lavaggio sulle strade asfaltate eventualmente presenti (strade o tratti di piste piazzali interni al cantiere/impianto). Quando l'acqua evapora viene lasciato sulla pavimentazione un residuo di polvere fine che può essere ri-aero disperso a causa del passaggio di mezzi. Le particelle fini di polvere sono quelle su cui la luce meglio si diffrange aumentandone la visibilità, specie all'alba ed al tramonto, dando pertanto l'idea che la foschia sopra la strada sia carica di polvere oltre misura.

Nei cantieri tipicamente non c'è superficie pavimentata ed i mezzi spesso escono attraverso un letto di pietrame cordolato. In entrambi i casi i residui lasciati dai mezzi dopo la pulizia devono essere spazzati o rimossi dalla superficie stradale.

Una spazzatrice meccanica ad umido ed aspirata è il metodo migliore per rimuovere il silt ed utilizza ugelli spray posti dinnanzi alle spazzole per prevenire nuove emissioni. Un altro metodo che però non rimuove il silt è quello di flussarlo fuori dalla strada mediante lance o serbatoi mobili dotati di ugelli spray.

Per scongiurare il trascinarsi di materiale rimasto ancora nelle tracce dei copertoni occorre installare un tratto in ghiaia intervallato e preceduto da una griglia ("grizzly") che solleci il copertone e rilasci il materiale. Il tratto deve essere costituito da ghiaia ben assortita granulometricamente con ciottoli lavati aventi dimensioni variabili tra 2,5 – 8 cm. Deve essere largo almeno 9 metri e lungo almeno 15 m. Lo spessore dello strato di ghiaia deve essere di almeno 15 cm.

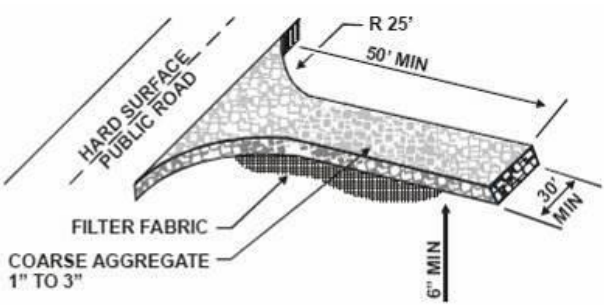

	
<p>Tratto in ghiaia per asciugatura copertoni da postporre all'impianto di lavaggio copertoni e telaio prima dell'accesso alla viabilità pubblica. Fonte: US Department of Transportation – Federal Highway Administration – Gravel roads maintenance and design manual – S. Dakota - 2007</p>	<p>Impianto di lavaggio ad ugelli in pressione preceduto e seguito da grizzlies apritraccia</p>

FIGURA 10.3-10 - ASCIUGATURA PNEUMATICI DOPO LAVAGGIO E GRIZZLIES APRITRACCIA

10.3.4. Interventi di mitigazione delle emissioni da aree di stoccaggio di terre ed inerti e dalle operazioni di costituzione di cumuli e ripresa di materiale da cumuli;

10.3.4.1 Ottimizzazione delle modalità di creazione dei cumuli

Soluzioni di tipo primario per l'ottimizzazione delle modalità di creazione dei cumuli dal punto di vista della riduzione delle emissioni di polvere attengono in particolare alla forma, al numero, alla posizione, all'altezza, al confinamento ed alla gestione dei cumuli presenti in un sito di stoccaggio. In particolare:

- sfruttare la topografia per la localizzazione del cumulo ossia ubicare la zona di stoccaggio in una depressione del terreno o in una zona naturalmente confinata;
- costituire e mantenere i cumuli ad altezze prossime al suolo. L' altezza limite dovrebbe essere 11 metri, sopra gli undici metri il vento è meno ostacolato dall'orografia e dagli alberi per cui la sua azione erosiva aumenta;
- preferire cumuli circolari a cumuli longitudinali tuttavia l'asse longitudinale del cumulo, in caso di cumulo non circolare, deve essere parallelo alla direzione del vento prevalente;
- preferire quando possibile lo stoccaggio in un solo cumulo anziché in molti cumuli distanziati: con due cumuli di capacità totale pari a quella di un cumulo la superficie libera disponibile all'erosione da parte del vento e quindi alla aerodispersione di polvere cresce del 26%;
- costituire e mantenere i cumuli con profili dolci, tendenti al piano in quanto cumuli di superficie irregolare creano turbolenze che aggravano la produzione di emissioni di polvere;
- in caso di costituzione di cumuli conici rispettare l'angolo ottimale di 55°;
- in caso di cumuli troncoconici la proporzione ottimale tra il raggio della parte piana superiore rispetto alla lunghezza del tronco di cono è di 0,55;
- non costruire o riprendere i cumuli durante condizioni climatiche avverse (lunghi periodi secchi, o freddi alte velocità del vento);
- le operazioni di costituzione del cumulo e di recupero del materiale da un cumulo ed in generale l'area di lavoro legata ad un cumulo in costituzione devono essere condotte/ubicate sul lato sottovento del cumulo. Nelle operazioni di costituzione di un cumulo, presumibilmente condotte con escavatore a benna o con pala devono garantire la minor altezza di caduta del materiale su cumulo e i minori angoli di discesa per ridurre le velocità di scarico. Nelle operazioni di ripresa, se anch'esse condotte con escavatore a benna o con pala, si deve garantire il minore percorso tra il cumulo ed il mezzo di carico e trasporto del materiale e si deve garantire che la benna possa essere posizionata all'interno del cassone del mezzo di trasporto in modo tale che il punto in cui il materiale scivola dalla benna sia al di sotto del ciglio del cassone. L'inclinazione della benna deve essere tale da garantire una lenta caduta del materiale all'interno del cassone;
- minimizzare il traffico di veicoli sul cumulo ed intorno ad esso.

10.3.4.2 Copertura dei cumuli

La copertura dei cumuli con teli impermeabili o reti a bassa porosità è una soluzione di approccio primario volta a ridurre la superficie libera disponibile all'erosione da parte del vento. E' una soluzione adatta per stoccaggi a medio e lungo termine in cui il cumulo non viene alimentato o ripreso di frequente.

10.3.4.3 Bagnatura dei cumuli e predisposizione di impianti a pioggia

Altra tecnica di approccio primario è la bagnatura dei cumuli di materiale. In generale l'obiettivo delle tecniche di "wet-suppression" mediante sistemi a irroratori o a spray d'acqua utilizzati in termini di bagnatura del materiale è di prevenire che la polvere si liberi e si aero disperda rimanendo nel materiale che la contiene o su cui è depositata

Dal punto di vista delle applicazioni per la riduzione delle emissioni fuggitive di particolati aerodispersi da stoccaggi all'aperto in termini di approccio primario sono contemplate solo le tecniche di bagnatura ovvero quelle tecniche, che, tenendo umido il materiale riducono la possibilità che il fine eventualmente contenuto si liberi come aerodisperso.

Per rendere più efficace l'intervento tuttavia, la bagnatura dovrebbe essere utilizzata in termini di approccio pre-primario ossia all'atto di produzione del materiale da stoccare o, in minor misura, all'atto di deposito del materiale sul cumulo o in prossimità di esso per esempio tramite la realizzazione di portali ad ugelli per la bagnatura del materiale sul cassone del mezzo di trasporto mentre questo procede all'operazione di scarico.

La bagnatura degli stoccaggi all'aperto in questo senso manterrebbe, in termini di approccio primario, ciò che in parte è già stato ottenuto come approccio pre primario.

L'utilizzo di nebulizzatori piuttosto che irroratori per la bagnatura degli stoccaggi all'aperto e, quindi, mediante nebbie di acqua o acqua ed additivi fatte da piccole goccioline serve essenzialmente per rendere più rapido ed uniforme (risparmiando acqua ed additivi) il trattamento di una certa porzione di materiale stoccato. In questo caso pertanto la nebulizzazione serve solo a generare un sistema bagnante più diffuso più che a creare una nebbia per abbattere una nube di polvere che si disperde da un cumulo e pertanto le pressioni dell'acqua di alimentazione alle linee di nebulizzazione sono prossime e non superiori ai 3-4 bar.

La bagnatura mediante irrigazione o irrorazione di acqua ed additivi può essere condotta:

- mediante installazioni fisse:
 - stazioni di irrigazione/irrorazione con lance brandeggiabili;
 - sistemi di condotte e irroratori (sprinkler) ubicati a bordo pista ed attivabili prima del passaggio di mezzi;
- mediante installazioni mobili (serbatoi, autobotti e lance mobili).

In questo secondo caso è importante:

- che le stazioni di rifornimento dei serbatoi siano localizzate in posizioni tali da ridurre i movimenti dei mezzi di irrorazione;
- che le stazioni di rifornimento siano attrezzate in modo da ridurre il più possibile i tempi di rifornimento.

È una tecnica applicabile:

- a siti dove l'acqua è disponibile;
- a stoccaggi all'aperto costituiti da materiali bagnabili diversamente è necessario additivare all'acqua additivi che aumentano la bagnabilità del materiale ma che al contempo non abbassino troppo la tensione superficiale dell'acqua per contenerne l'evaporazione.

La bagnatura mediante sistemi di irrorazione o sistemi di nebulizzazione viene spesso utilizzata per disperdere uniformemente il liquido e gli eventuali additivi utilizzati. Gli additivi in commercio sono numerosissimi e possono avere le seguenti funzioni:

- funzione bagnante: da alla soluzione/emulsione nebulizzata la capacità di penetrare in profondità nel prodotto stoccato. In questi casi l'additivo abbassa la tensione superficiale della soluzione/emulsione. Un vantaggio è che la loro funzione si estende anche alla fase di ripresa del materiale stoccato;
- funzione schiumogena: il particolato aerodispersibile è costituito dalle particelle più piccole di materiale. Aggiungendo al nebulizzato un additivo schiumogeno che consente la formazione di bolle molto piccole (0,1 – 50 μm) le particelle di particolato sono più facilmente inglobabili nelle bolle. La qualità della schiuma nel ridurre la dispersione di polvere dipende da quanto le bolle sono piccole e da quanto la schiuma è stabile;
- funzione legante: è una combinazione della capacità di aderire e legare la polvere. Per una migliore azione si utilizzano:
 - ossido di calcio o magnesio aggiunti a schiumogeni/tensiomodificatori;
 - oli minerali o vegetali;
 - adesivi speciali noti come "sostanze incrostanti" e spesso costituiti da polimeri ad acqua a base di latex;
 - gesso.

Circa l'uso di additivi sui sistemi di stoccaggio all'aperto:

- applicabilità: è importante applicare il metodo appena il cumulo viene formato ed è stabile e ridarlo non appena si è formato un nuovo fronte di materiale. È adatta a stoccaggi di rocce, minerali, carbone, bauxite, inerti e rifiuti edilizi nel momento della loro costruzione mediante scarico da camion;

- benefici ambientali: si usa meno acqua, l'effetto preventivo sulla formazione di polvere è maggiore rispetto al solo uso di acqua;
- efficienza: dipende da come si applica il prodotto, dal metodo, dalla frequenza, dal mantenimento. è comunque stimata sul 90-99% contro all' 80-98% del solo uso di acqua;
- svantaggi: possono peggiorare la qualità del materiale e servono ulteriori dispositivi per miscelare acqua ed additivi.

10.3.4.4 Barriere antipolvere

L'utilizzo di barriere frangivento costituite da stese di reti antipolvere, se montate alla corretta altezza rispetto ai cumuli di materiale stoccato ed alla corretta distanza sopra e sottovento rispetto al sistema area di stoccaggio-ricettore ottempera a due funzioni: la laminazione della velocità del vento ed il trattenimento della polvere comunque dispersa a causa degli effetti di galleggiamento conseguenti alle attività di carico, ripresa e movimentazione del materiale. È un intervento di approccio primario.

10.3.4.5 Strutture di confinamento e utilizzo di cannoni nebulizzatori per le dispersioni

Per stoccaggi a breve termine o per cumuli in cui l'alimentazione e la ripresa di materiale è più frequente una delle soluzioni possibili è l'utilizzo di baie aperte su un lato con muri di ritenzione posti su tre lati. Lo stoccaggio in baia con muri di ritenzione riduce la superficie libera portando ad una riduzione delle emissioni di polvere diffusa. La riduzione è massimizzata se il muro è collocato nella parte sopravento dello stoccaggio all'aperto e se è possibile limitare l'altezza del cumulo a non più di 1 m dalla sommità del muro. Se il cumulo viene alimentato, sul lato della baia aperta, dal basso la sommità della baia può essere chiusa mediante una tettoia o con una struttura tubolare su cui viene montata una rete antipolvere che ottempera sia al compito di laminare e ridurre la velocità del vento sia al trattenimento della polvere diffusa. La stessa baia aperta, in caso di impossibilità ad essere realizzata con muri, può essere realizzata, ma con ingombri maggiori, con strutture tubolari montanti reti antipolvere. È una soluzione di approccio primario.

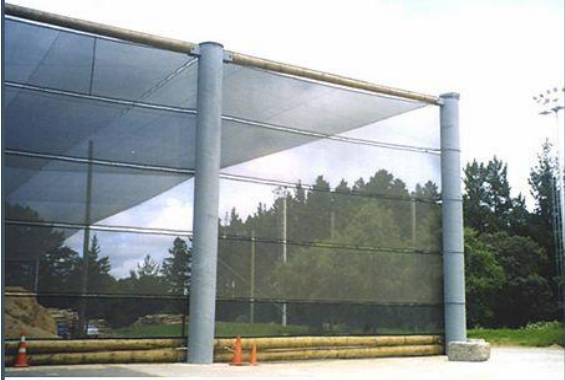



	
<p>Barriere di reti antipolvere</p>	<p>Baie su 3 lati</p>
	
<p>Bagnatura cumuli con lance</p>	<p>Bagnatura cumuli con impianto di irrorazione</p>

FIGURA 10.3-11 INTERVENTI PER LO STOCCAGGIO IN CUMULI

Utilizzo di cannoni nebulizzatori orientati nella zona di scavo e scarico del materiale su cumulo o di carico del materiale su autocarro. In caso di stoccaggi all'aperto può essere ubicato in posizione baricentrica all'area di stoccaggio in modo da, brandeggiando, essere utilizzato anche per l'abbattimento di nubi di polveri diffuse che si disperdono a causa dell'azione erosiva da parte del vento. In questo caso la nebulizzazione non viene più prodotta per bagnare uniformemente il materiale ma per abbattere una nube di particolato aerodisperso che si genera, si diffonde e si disperde. Le gocce della nube devono essere pertanto di dimensioni piccole e prossime al fuso granulometrico aerodinamico della nube di polveri. È il campo degli ugelli abbattitori-catturatori che operano a pressioni dell'acqua superiori a quelli utilizzati per la sola bagnatura ossia a pressioni superiori ai 3-4 bar e tendenzialmente intorno ai 7-14 bar. È una soluzione di approccio secondario.

10.3.5. Interventi di mitigazione delle emissioni da attività di scavo, carico e movimento terra o di movimento e posa terre

10.3.5.1 Attività di scavo e carico terre, inerti e macerie da demolizione: irrorazione materiale polverulento

In generale l'obiettivo delle tecniche di "wet-suppression" mediante sistemi a irroratori o a spray d'acqua utilizzati in termini di bagnatura del materiale è di prevenire che la polvere si liberi e si aero disperda rimanendo nel materiale che la contiene o su cui è depositata. Per rendere più efficace la bagnatura come "approccio primario" essa dovrebbe essere utilizzata in termini di approccio pre-primario ovvero quando il materiale viene bagnato:

- prima della fase di scavo/sbancamento/scotico mediante infusione o abbondante irrorazione di acqua nel/sul terreno,
- prima della fase di caricamento del materiale su autocarro.

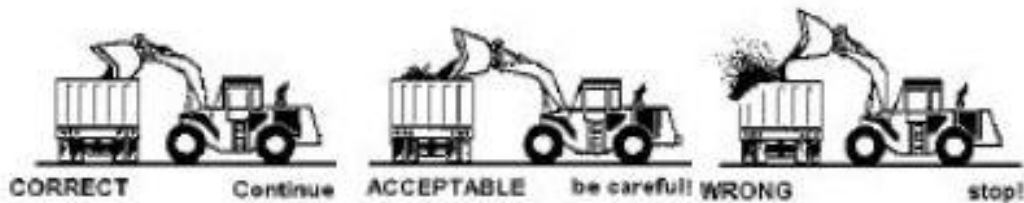
10.3.5.2 Attività di scavo e carico terre, inerti e macerie da demolizione: riduzione della caduta dall'alto del materiale

Nel momento in cui un materiale granulare viene scaricato da una certa altezza verso un sistema di stoccaggio (sia esso un cumulo, sia esso il cassone di un autocarro) e cade in aria, ogni particella imprime all'aria circostante una certa quantità di moto. Per conseguenza di questo trasferimento di energia un flusso di aria viene richiamato e viaggia assieme al materiale.

Quando la velocità di discesa del materiale è troppo elevata le particelle costituenti il materiale riescono a separarsi ed a generare emissione di polvere. L'impatto del materiale genera altre emissioni di polvere. L'emissione dipende dalla altezza di caduta. La velocità di discesa può essere minimizzata all'aperto utilizzando bassi angoli di discesa del materiale dal sistema di trasporto verso il cumulo temporaneo e facendo in modo che la base del sistema di scarico sia il più possibile vicina al materiale impilato. Lo stesso discorso vale nel momento in cui l'attività viene eseguita mediante utilizzo di pale ed escavatori a benna:

- l'attività di caricamento con benne deve essere effettuata in modo tale da garantire la minimizzazione della velocità e dell'altezza di caduta. Il carico deve essere effettuato in modo tale che la benna possa essere posizionata all'interno del cassone dell'autocarro in modo tale che il punto in cui il materiale scivola dalla benna sia al di sotto del ciglio del cassone dell'autocarro. L'inclinazione della benna deve essere tale da garantire una lenta caduta del materiale all'interno del cassone;
- in caso di adduzione del materiale su un cumulo temporaneo o su una zona dove eseguire rinterro/riempimento la benna non deve perdere materiale e deve scaricarlo lentamente, con bassi angolo di discesa approssimandosi il più possibile al luogo dove deve essere depositato.

Sono tutti interventi di approccio primario.



Corrette procedure di carico



Scorretta procedura di carico



Corretta procedura di carico



Irrorazione di acqua su un cumulo di terra prima della fase di presa per il carico



escavatore con nebulizzatori

FIGURA 10.3-12 – ATTIVITÀ DI SCAVO E CARICO TERRE: CORRETTE PROCEDURE DI CARICO E UTILIZZO DI UGELLI NEBULIZZATORI A BORDO MACCHINA

10.3.5.3 Attività di scavo e carico terre, inerti e macerie da demolizione: utilizzo di ugelli nebulizzatori a bordo macchina

Utilizzo di escavatori dotati di ugelli nebulizzatori montati su un manicotto in pressione posto, intorno al braccio, a monte della benna.

Gli ugelli, dovendo svolgere funzioni sia di irrorazione della zona di contatto utensile/materiale sia funzioni di abbattimento del materiale fine aerodisperso durante le fasi di presa o scalzamento del terreno, durante le fasi di scarico del materiale sia in cumulo sia su autocarro, sono ugelli abbattitori in pressione di tipo full-cone.

È un intervento di approccio sia primario sia secondario.

Utilizzo di cannoni nebulizzatori orientati nella zona di scavo e scarico del materiale su cumulo o di carico del materiale su autocarro. È un intervento di approccio secondario.

10.3.5.4 Attività di movimentazione di terre, inerti e macerie da demolizione: protezione del carico e riduzione delle velocità di marcia

Una soluzione di approccio primario è quella di proteggere il carico mediante equipaggiamento dei camion con paratie idrauliche/meccaniche. L'obiettivo è ancora quello di evitare perdite di materiale dal cassone del camion ed evitare emissione di polvere dal carico a causa del vento (erosione o aerodispersione diretta di materiale fine) o della velocità dell'aria dovuta al movimento del mezzo. L'obiettivo è inoltre quello di evitare perdita di torbide dal fondo nel cassone in caso di trasporto di smarino umido.

La massima mitigazione si ottiene ovviamente utilizzando camion tramoggia con cui il materiale è confinato in un sistema chiuso. Le perdite di torbida dal fondo del cassone si evitano mediante cassoni con guarnizioni e paratie idrauliche che rendono stagno il fondo degli stessi e le giunzioni tra le fenditure laterali della parte ribaltabile.

Diversamente si tratta di ridurre la velocità del mezzo e di proteggere il carico mediante teloni o reti (disposti e fissati manualmente) o di dotarsi di automezzi già dotati di copertura a teloni chiudibile mediante sistema automatizzato.

La copertura del carico, in caso di trasporto di terre o rocce da scavo o materie prime granulari non umide, previene in parte il rischio che la parte più fine del materiale venga aerodispersa durante il trasporto. Il problema riguarda raramente la fase di trasporto entro i confini di un cantiere poiché è raro che sulle vie di carreggio sterrate o sui piazzali di cantiere i mezzi carichi superino (al netto dell'effetto dovuto alla velocità del vento) le velocità a cui consegue aerodispersione e trasporto di materiale fine. Il problema non è invece trascurabile quando un mezzo carico transita sulla viabilità pubblica o su vie di carreggio (sterrate e non) che collegano parti di cantiere tra loro lontane, in questi casi, in assenza di procedure, lay-out delle piste, ostacoli che limitino le velocità di transito i mezzi possono raggiungere le velocità limite a cui i flussi d'aria a ridosso del carico possono aerodisperdere il materiale e generare emissioni di polvere. Considerando come materiale fine particelle di dimensioni inferiori a 0.1 mm (100 µm) la velocità limite per innescare il fenomeno è pari a 21 km/h (circa 6 m/s) mentre per materiale granulare di dimensioni maggiori sono necessarie velocità dell'aria maggiori.

Coprire il carico non basta, l'azione preventiva si raggiunge combinando alla copertura una corretta modalità di carico del mezzo che scongiuri il sovra carico. Il materiale nel cassone deve essere centrato e caricato fino ad un'altezza tale da lasciare un franco di almeno 8 cm tra la sommità del carico e l'intradosso della copertura.

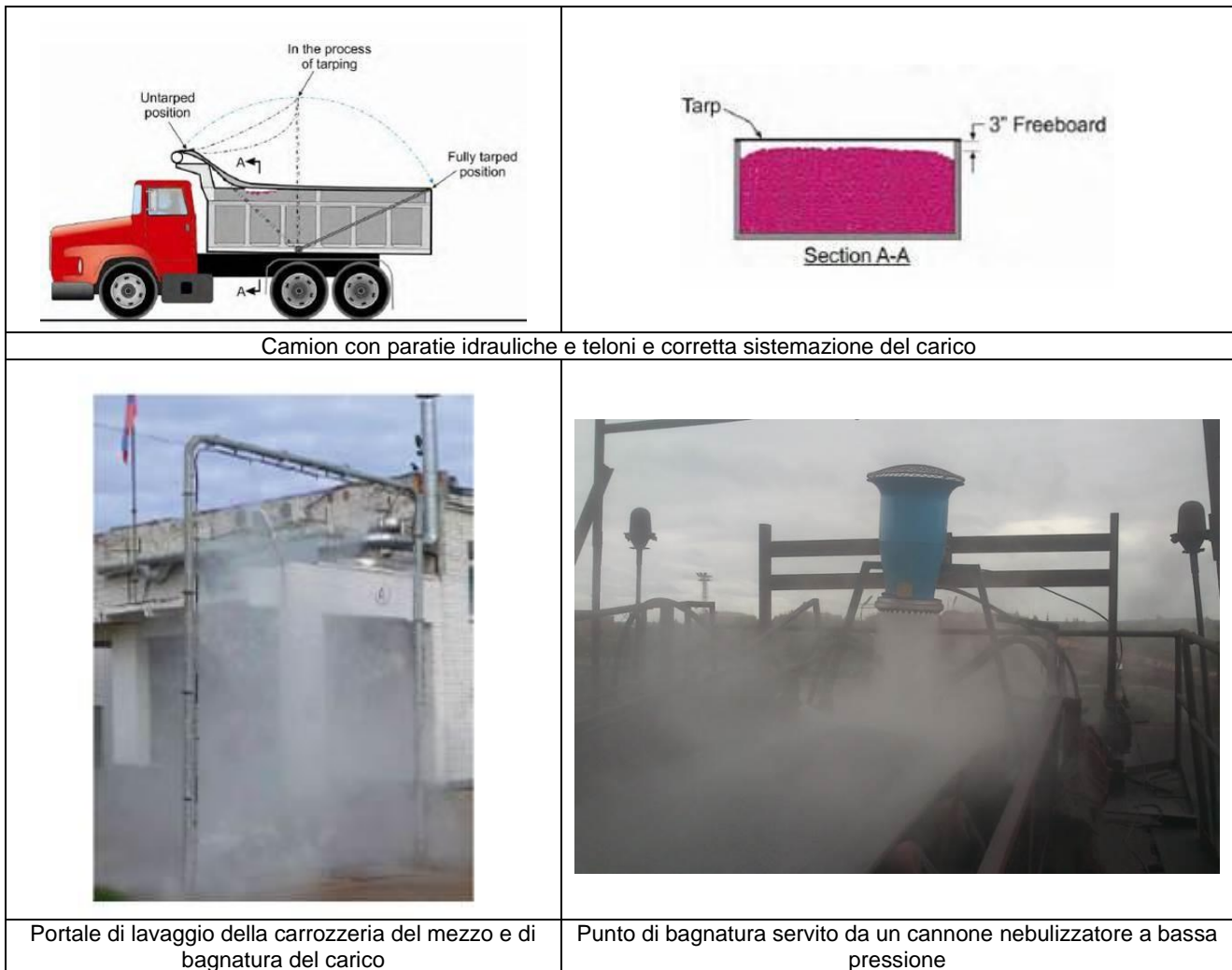


FIGURA 10.3-13 - INTERVENTI DI SECONDO LIVELLO PER LA MOVIMENTAZIONE DI TERRE E SMARINO

10.3.5.5 Attività di movimentazione di terre, inerti e macerie da demolizione: carrozzeria dei mezzi e utilizzo di sistemi di abbattimento mediante ugelli nebulizzatori

Una soluzione di approccio primario è quella di utilizzare autocarri dotati di carrozzeria a profili arrotondati. È un modo per impedire l'accumulo di materiale sulla carrozzeria dei mezzi e scongiurare che questo sia perso in altri tratti di pista o sulla viabilità pubblica dove, una volta seccato e rimacinato possa essere successivamente aerodisperso a causa del passaggio di mezzi o dell'erosione e sollevamento da parte del vento.

Evita anche che il materiale rimasto sulla carrozzeria secchi e venga aerodisperso durante il trasporto. Consente inoltre che sia più facilmente rimosso durante le attività di pulizia della carrozzeria dei mezzi.

Utilizzo di portali di lavaggio della carrozzeria dei mezzi e di portali di bagnatura del carico. Questi ultimi possono essere attrezzati, per risparmiare acqua, con ugelli irroratori o con un piccolo cannone nebulizzatore orientato sul carico. Il massimo effetto si raggiunge se la bagnatura del carico avviene durante la fase di caricamento del carico stesso. È una soluzione di approccio primario.

10.3.6. Interventi di mitigazione delle emissioni da attività di realizzazione di pali

10.3.6.1 Realizzazione di pali: riduzione dell'altezza di caduta dello sfrido

L'emissione di polveri dovuta a scarico di materiali contenenti frazioni fini dall'alto è dovuta sia all'impatto del materiale al suolo sia al richiamo d'aria dovuto al materiale in caduta. Entrambi i fenomeni sono riducibili minimizzando l'altezza e la velocità di caduta dei detriti al suolo. Gli interventi di tipo primario sono i seguenti:

- utilizzo di una perforatrice dotata di tramoggia telescopica di scarico. L'intervento gestisce uno dei parametri da cui dipende l'emissione di polveri dovuta a caduta di materiale dall'alto ossia l'altezza di caduta. Le proboscidi telescopiche riducono l'altezza di caduta del materiale riuscendo a minimizzare in gran parte, in funzione della dimensione degli elementi incastrabili l'uno nell'altro, il franco di distanza tra il punto di fuoriuscita dei detriti e l'altezza del cumulo di materiale che si costituisce. Non agiscono invece sulla velocità di caduta che è invece riducibile mediante le cascade loading spout;
- scaricare il materiale mediante tramoggia telescopica direttamente all'interno del cassone dell'autocarro che deve trasportare il materiale al deposito temporaneo o definitivo.

Nello specifico questi interventi si possono dettagliare nei seguenti punti:

- nella fase in cui la tramoggia di scarico non è collegabile a quella telescopica la massima altezza di scarico del detrito al suolo non deve essere superiore al metro;
- durante lo scarico del detrito mediante tramoggia telescopica l'altezza di scarico deve essere minimizzata in modo che il punto terminale della tubazione telescopica rimanga a pochi centimetri dalla superficie del cumulo che si sta costituendo;
- durante lo scarico del detrito mediante tramoggia telescopica direttamente nel cassone dell'autocarro la altezza di scarico deve essere minimizzata in modo che il punto terminale della tubazione telescopica rimanga a pochi centimetri dalla superficie del cumulo che ci sta costituendo e deve essere mantenuto un franco non inferiore a 1 m tra la superficie del materiale caricato e il ciglio del cassone del camion in altre parole il punto terminale della tubazione telescopica deve essere al di sotto dell'altezza del cassone del camion;

- al fondo della tubazione telescopica dovrebbero essere connesse delle paratie in gomma o in telo resistente per limitare ulteriormente i fenomeni di diffusione (billowing);

Sono tutti interventi di approccio primario perché intervengono per prevenire la formazione di polvere o limitarne l'aerodispersione.

10.3.6.2 Realizzazione di pali: abbattimento ad umido delle emissioni, utilizzo di loading spout e confinamento con barriere antipolvere

Utilizzo di un cannone nebulizzatore (pallettizzato con braccio di sollevamento per la regolazione dell'altezza e brandeggio per la regolazione dell'angolo sull'orizzontale) come sistema di abbattimento delle polveri emesse durante la caduta del materiale. È un intervento di approccio secondario perché agisce per abbattere la polvere aerodispersa durante la fase di scarico.

Utilizzo di una macchina dotata di loading spout di scarico ossia di tubazione telescopica completamente regolabile, dotata di sensore per minimizzare l'altezza di scarico e garantire il franco di sicurezza rispetto al ciglio del cassone del camion e dotata inoltre di sistema di aspirazione ed abbattimento della polvere captata. È un intervento di approccio primario perché interviene per prevenire la formazione di polvere o limitarne l'aerodispersione.

Nel tratto dove avviene l'attività di perforazione e caricamento su autocarro la recinzione del cantiere deve essere costituita da paratie piene o reti antipolvere di altezza superiore di almeno un metro rispetto al ciglio del cassone dell'autocarro. È un intervento di approccio secondario perché agisce per abbattere la polvere aerodispersa in fase di perforazione, scarico materiale e caricamento su autocarro del materiale.



Perforatrice e tubazione telescopica



Paratie in gomma applicabili ad una tubazione telescopica per minimizzare ulteriormente la diffusione di polvere dovuta all'urto del materiale in caduta

FIGURA 10.3-14 - ESECUZIONE DI PALI: RIDUZIONE ALTEZZA E VELOCITA' DI CADUTA – INTERVENTI PRIMARI

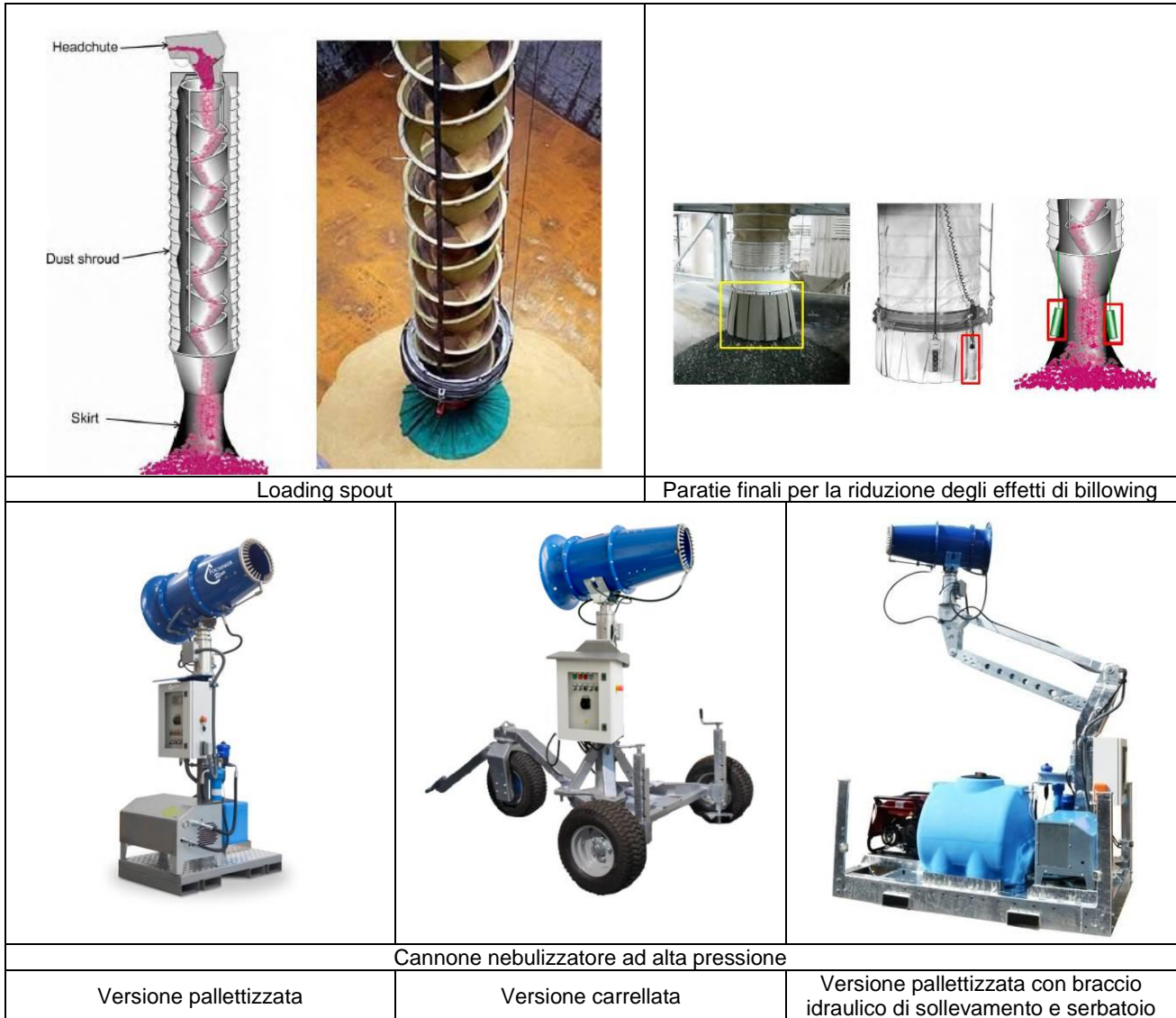


FIGURA 10.3-15 - ESECUZIONE DI PALI: RIDUZIONE ALTEZZA E VELOCITA' DI CADUTA – INTERVENTI PRIMARI

10.3.7. Interventi di mitigazione delle emissioni da attività di demolizione con martello frantumatore idraulico (scapitozzatura)

10.3.7.1 Abbattimento ad umido

In caso di demolizione pali con martellone l'approccio di tipo sia primario sia secondario più efficace che consente di bloccare la polvere prodotta sul materiale abbattuto e che consente di limitare la sua produzione nella fase di caricamento del materiale su autocarro è l'abbattimento ad umido della polvere prodotta.

In caso di abbattimento con mezzi meccanici di una porzione di roccia o di materiale cementizio infatti la maggior parte della polvere generata rimane sulla superficie dei pezzi. Al punto di sollecitazione del materiale o al di sotto del punto di sollecitazione, laddove il materiale è in fase di caduta, vengono normalmente installati ugelli che devono generare un getto ad elevata velocità (per raggiungere e bagnare rapidamente il materiale) fatto di gocce medio-larghe (l'obiettivo è bagnare il materiale).

Ai lati della macchina, per contenere verso il fronte di abbattimento la polvere che eventualmente si disperde devono essere utilizzati ugelli in grado di produrre una nebbia di goccioline da fini a medie su angoli di spray tali da occupare la maggior quantità di volume di aria.

Per la bagnatura del materiale vengono utilizzati ugelli irroratori più che nebulizzatori, ma tendenzialmente la scelta è libera, si tratta di erogare una quantità di acqua pari a circa lo 0,5-1% in massa del materiale abbattuto.

Per il contenimento delle polveri aerodisperse verso il fronte di abbattimento e per il loro abbattimento si utilizzano ugelli nebulizzatori a medio-alta pressione con erogazione di gocce nel campo aerodinamico equivalente della tipologia di particolato emesso.

Si utilizzano pertanto le seguenti strategie:

- per la bagnatura al punto di sollecitazione del materiale si utilizzano le tecniche di:
 - “pick point flushing”: la punta dell'utensile di demolizione è cava, nel momento in cui l'utensile tocca la roccia o poco prima che la tocchi si attiva un ugello (solitamente di tipo “solid stream”, che eroga un getto di acqua attraverso l'utensile direttamente sul punto di sollecitazione). L'ugello può anche erogare acqua dalla corona circolare che circonda l'utensile;
 - “back face flushing”: l'ugello è posizionato sulla base dell'utensile, in posizione protetta, ed è orientato in modo da erogare un getto di acqua nebulizzato sul punto di sollecitazione del materiale.
- bagnatura del materiale in fase di caduta: vengono utilizzati ugelli di tipo “flat fan” posizionati sotto il braccio reggi utensile (posizione protetta dalla caduta di materiale) orientati in modo da coprire il più possibile il flusso di materiale in caduta.

Riassumendo

- per il lavaggio materiale abbattuto al punto di produzione (approccio pre primario) – “pick point flushing” “back – face flushing”: si tratta di ugelli montabili sui sistemi di scavo multi utensili. I primi fanno parte del corpo utensile i secondi sono posti più indietro e direzionano il flusso sull'utensile. Obiettivo di entrambi bagnare il materiale mentre viene abbattuto. Solitamente si utilizzano ugelli di tipo “solid stream” con portate di acqua complessiva di 130 litri/minuto macchina e pressioni di 5 – 8 bar;
- per il lavaggio materiale abbattuto (approccio primario) – bagnatura del materiale abbattuto in caduta: si usano ugelli a diluvio di tipo “flat fan” a bassa pressione ed alta portata: circa 20 litri/minuto. Vengono montati sul braccio portautensile e direzionati verso il punto di caduta del materiale;
- per il confinamento aria polverosa e polveri (approccio secondario): si usano ugelli alla massima portata di acqua possibile, con rose di grandi dimensioni (ugelli “full cone”), e pressioni di circa 7 bar. Sono montati sul braccio portautensile, più indietro rispetto agli altri e direzionati verso la zona di demolizione;

Per quanto riguarda demolizioni o scapitozzature effettuate con martellone, raramente vengono utilizzati ugelli di tipo “pick point flushing”, così come raramente si combina l'utilizzo di ugelli di bagnatura al punto di sollecitazione ed al punto di bagnatura del materiale in caduta. Il motivo è da addurre al fatto che il martellone è soggetto a forti sollecitazioni e mediamente, sia per scavi sia per disaggi, viene utilizzato in posizioni fisse che prevedono caduta di materiale dall'alto. In genere pertanto si posizionano sotto al braccio brandeggiabile porta utensile ugelli di tipo “solid cone” o “flat fan” orientati sia al punto di sollecitazione dell'utensile sia nelle immediate vicinanze. Per il confinamento e l'abbattimento delle emissioni di polvere residue sfuggite all'azione degli ugelli montati a bordo macchina si utilizzano in combinazione piccoli cannoni nebulizzatori orientati sulla zona di lavoro complessiva.



Martelloni: ugelli di solid stream al punto di sollecitazione del materiale



Martelloni: ugelli di lavaggio del materiale in caduta



Martelloni: ugelli nebulizzatori per il contenimento laterale delle emissioni di polveri residue



Martelloni: utilizzo combinato di ugelli a bordo macchina e di un piccolo cannone nebulizzatore

FIGURA 10.3-16 – DEMOLIZIONI E SCAPITIZZATURE CON MARTELLONI: ABBATTIMENTO AD UMIDO

10.3.8. Interventi di mitigazione delle emissioni da attività di frantumazione inerti e macerie con frantoi mobili

10.3.8.1 Soluzioni di tipo primario per frantoi mobili

La frantumazione di inerti mediante frantoi mobili è solitamente un'attività a fase unica, la frantumazione di macerie di demolizione è solitamente preceduta da un'attività di pre-frantumazione eseguita normalmente con pinze e funzionale, oltre ad una prima grossolana riduzione delle pezzatura, alla deferrizzazione.

L'approccio pre-primario consiste comunque nel bagnare gli inerti e le macerie nel momento in cui, nel luogo di deposito (inerti) o produzione (macerie) vengono caricate sull'autocarro che dovrà trasportarle al sito dove verrà eseguita la frantumazione.

Lo scarico dei materiali nel sito di frantumazione deve avvenire in una zona protetta dall'azione del vento e che consenta il galleggiamento confinato della nube di aerodispersi prodotta dalla fase di scarico. L'attività deve essere pertanto effettuata in una zona protetta da dune o in una baia chiusa su tre lati dove possa avvenire l'eventuale pre-frantumazione dei materiali eventualmente preceduta o effettuata in combinazione ad abbondante irrorazione d'acqua con lancia manuale.

Il frantumatore dovrebbe lavorare a pieno carico in modo da evitare i periodi morti in cui il movimento delle mascelle emette aria polverosa dalla camera di frantumazione. Lavorando a pieno carico (quindi con opportuna riserva di materiale) il flusso di materiale in ingresso alla camera di frantumazione evita l'emissione di aria polverosa. Possibilmente, per quanto l'utilizzo di un frantoio mobile non lasci molto spazio di intervento, il carico delle macerie nella bocca di alimentazione dovrebbe avvenire mediante una baia di carico dotata di plastic – stripping atte ad evitare il billowing della nube di polvere prodotta allo scarico. La baia di carico dovrebbe consentire lo scarico dei materiali su scivolo di carico confinato connesso alla tramoggia di alimentazione del frantumatore. Il frantumatore deve essere dotato di sistema di bagnatura del materiale in ingresso alla bocca di frantumazione ed eventualmente allo scarico sul nastro lanciatore.

Un quantitativo di acqua pari all' 1% della massa di materiale alimentato è un valore consigliato in particolare se il materiale alimentato è secco, se il materiale è già inumidito in fase di pre-frantumazione il quantitativo di acqua aggiunto può essere pari allo 0.5% della massa di materiale alimentato.

Per quanto riguarda il tipo di ugelli da utilizzare all'ingresso della camera di frantumazione essi dovrebbero essere ugelli di tipo full cone (a medio grandi orifici di efflusso giacchè la quantità di acqua erogata è più importante rispetto alla pressione) alimentati a 7 – 10 litri/minuto ciascuno ed in numero tale da bagnare uniformemente tutto il flusso di materiale. Gli ugelli dovrebbero operare, specie per frantumatori grizzly o a mascelle, a pressioni inferiori ai 4 bar per evitare di spostare la nube di polvere e/o ridurre l'efficienza di un eventuale sistema di aspirazione localizzata presente.

Lo scarico del nastro lanciatore dovrebbe avvenire in una zona possibilmente confinata con dune o muri in modo da isolare anche l'operazione di costituzione del cumulo di materiale frantumato e la successiva attività di carico del materiale su autocarro.

Alcune soluzioni possibili per ottemperare ad alcuni dei principali approcci primari di mitigazione delle emissioni di polveri per attività di frantumazione sono le seguenti:

- isolare la zona di scarico macerie, prefrantumazione, frantumazione, scarico e carico sull'autocarro con dune che sovrastino di almeno 1 m l'altezza delle sorgenti di polveri: punti di scarico, tramoggia del frantumatore, altezza dei cumuli o con reti antipolvere
- assicurarsi che il materiale in ingresso alla zona venga bagnato con lancia irroratrice durante la fase di scarico e/o poco prima della frantumazione;
- assicurarsi che il frantumatore sia dotato di sistemi di bagnatura ubicati prima della camera di frantumazione e possibilmente alla bocca di scarico ossia prima e durante lo scarico sul nastro lanciatore. L'optimum è quanto descritto nella figura sottostante. In questo caso i sistemi di bagnatura sono ubicati allo scarico della camera di frantumazione (ugelli di abbattimento operanti ad alta pressione anche sui 70 bar) e nel tratto di lancio del nastro lanciatore (ugelli di bagnatura operanti a bassa pressione: circa 4 bar). Gli ugelli di bagnatura possono essere anche ubicati all'ingresso della camera di frantumazione. La struttura è totalmente confinata in uno chassis con guarnizioni a tenuta (per evitare l'uscita della polvere). A valle della camera di frantumazione sono ubicati dei risalti (impact bed) che servono a diminuire altezza e velocità di caduta del materiale. Il nastro è attrezzato con un raschiatore (v-plow) che provvede alla sua pulizia e l'uscita del nastro lanciatore è dotata di cortine in gomma per limitare l'uscita della nube di polvere non abbattuta dai sistemi di bagnatura;
- il carico del materiale frantumato se non effettuato a breve distanza temporale dalla frantumazione dovrebbe essere preceduto da una ulteriore fase di bagnatura manuale mediante irroratori.

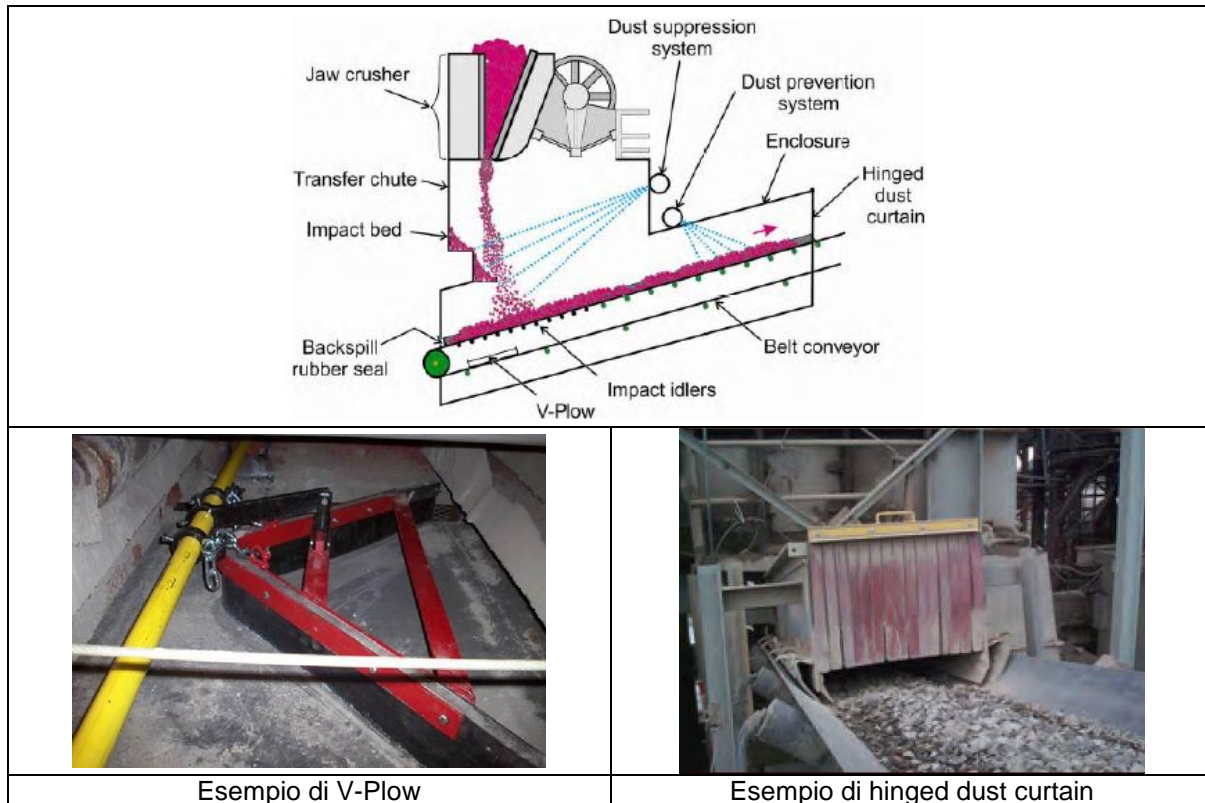


FIGURA 10.3-17: ESEMPIO DI FRANTOIO A MASCELLE DOTATO DI SISTEMI DI CONTENIMENTO DELLE EMISSIONI DI POLVERE

10.3.8.2 Soluzioni di tipo secondario per frantoi mobili

Utilizzo di cannoni nebulizzatori di medie dimensioni ed ampia portata sulla zona destinata allo scarico del materiale, alla zona dove verrà ubicato il frantoio mobile ed il cumulo costituito dal nastro lanciatore e quindi alla zona di carico del materiale sull'autocarro. E' un intervento di approccio secondario poiché agisce sulla polvere già aerodispersa.

10.3.9. Interventi di mitigazione delle emissioni da attività di stabilizzazione a calce dei rilevati

La stabilizzazione a calce dei rilevati, quando necessaria in ragione della composizione degli strati di terreno posti al di sotto delle superfici di usura, può essere realizzata mediante tre modalità:

1. con spandimento dello stabilizzante a base di calce o calce idrata e successiva miscelazione di stabilizzante e terreno mediante aratura e rimescolamento con aggiunta di acqua,
2. con spandimento di una miscela di terra, calce, acqua ed additivi (eventuali) pre miscelati in centrale,
3. con spandimento di un impasto semiliquido di calce o calce idrata ed acqua.

Dal punto di vista del controllo delle emissioni di polveri dal cantiere la prima tecnica, definibile “stabilizzazione a secco” (per quanto alla fase spandimento a secco dello stabilizzante segue la fase di rimescolamento con aggiunta di una quantità di acqua bastevole a far sì che lo strato di terreno da trattare giunga ad un valore di umidità intorno al 5%) è quella che è teoricamente più polverigena visto che per la sua realizzazione prevede più fasi in cui un prodotto polverulento (peraltro con forti proprietà caustiche nel caso di utilizzo di calce viva) viene manipolato ossia trasferito da un sistema di stoccaggio/trasporto ad un altro o da un sistema di stoccaggio/trasporto sul terreno.

Le tecniche numero 2 e 3, dal punto di vista della mitigazione delle emissioni di polveri, contengono al loro interno soluzioni di mitigazione di tipo primario poiché il prodotto polverulento (la calce è un materiale polverulento classificato S1 – altamente sensibile alla aerodispersione) vede annullata la sua tendenza alla aerodispersione in quanto addotto in sospensione acquosa semi liquida o miscelato ad acqua e terreno.

La tecnica numero 3, ossia lo spandimento di un impasto semiliquido di stabilizzante ed acqua, viene effettuata mediante utilizzo di macchinari che integrano lo stoccaggio di acqua e stabilizzante, il dosaggio e la miscelazione dei due componenti, e sistemi in pressione di spandimento controllato della sospensione (quantità ed altezza dal suolo).

Un esempio di macchinario utilizzato per la tecnica numero 3 è riportato in Figura 10.3-18.

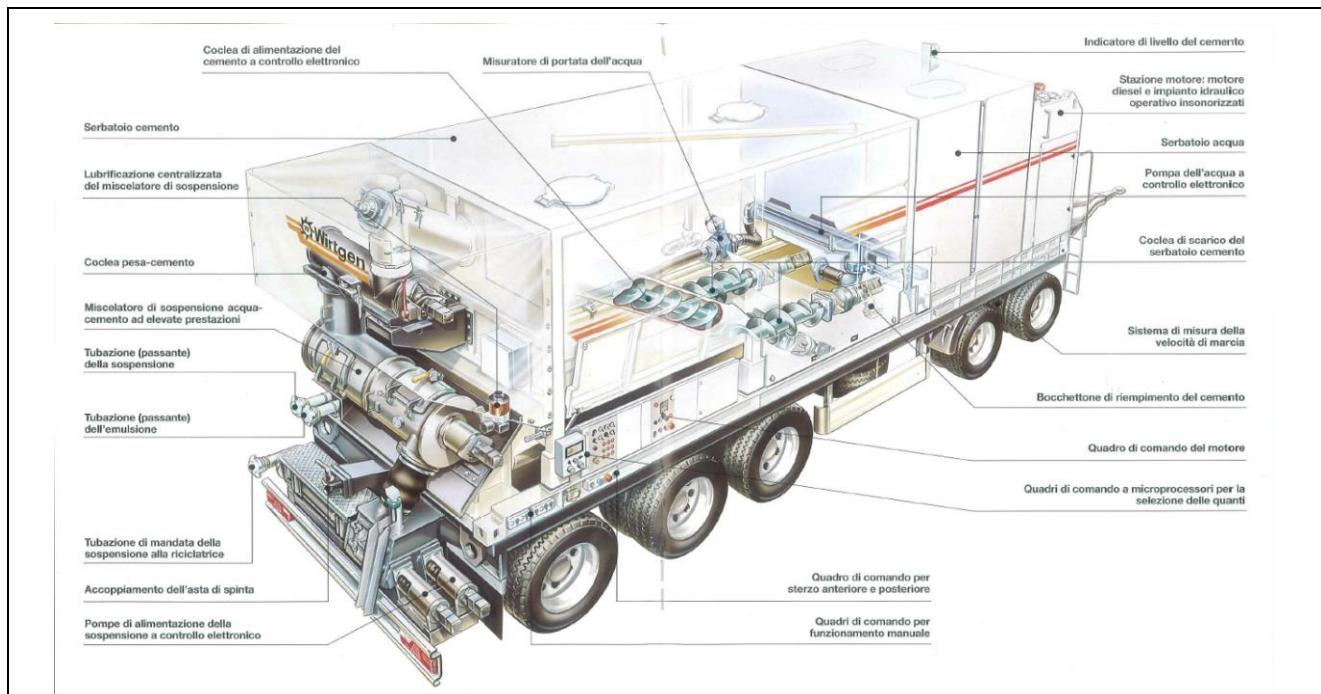




FIGURA 10.3-18: MACCHINARIO UTILIZZABILE PER LA STABILIZZAZIONE DI RILEVATI CON SOSPENSIONI DI ACQUA E STABILIZZANTE

Lo svantaggio maggiore della tecnica numero 3 è soprattutto l'investimento per l'acquisto o il noleggio del macchinario che, in caso di cantieri piccoli o distanti da potenziali ricettori, rende l'attività onerosa. L'altro svantaggio è che in presenza di terreni bagnati (con umidità prossima al 4%) o durante periodi di pioggia il sistema non può essere utilizzato. Il vantaggio è che unisce due fasi (spandimento del prodotto stabilizzante ed aggiunta di acqua) in una sola consentendo risparmio di tempo. Per quanto riguarda la stabilizzazione a secco tra le soluzioni di mitigazione occorre escludere l'utilizzo di sistemi di nebulizzazione d'acqua per abbattere le emissioni fuggitive derivanti dall'area di spargimento del prodotto. Questa soluzione di mitigazione, come è noto, è classificabile come approccio secondario visto che agisce su una nube di polvere già creata ed in fase di emissione. Deve essere esclusa perché la calce viva è un prodotto non bagnabile o meglio è bagnabile nel momento in cui la reazione tra calce ed acqua è voluta. Utilizzata come sistema di abbattimento aggiungerebbe acqua durante la fase di spandimento del prodotto ed inoltre trasporterebbe aerosol di acqua e calce anche nelle zone circostanti il cantiere. Non potendo utilizzare questa soluzione di mitigazione le altre soluzioni di mitigazione proponibili per la stabilizzazione a secco sono tutte classificabili come approcci primari. Nel caso di effettuazione di stabilizzazione a secco (o comunque per quel che riguarda le fasi della stabilizzazione a secco presenti anche nelle altre due soluzioni, per esempio per quanto riguarda lo stoccaggio dei prodotti di trattamento) le attenzioni da porre in essere per evitare che l'attività determini significative emissioni di polveri sono differenziate in funzione delle fasi di lavorazione.

10.3.9.1 Stoccaggio prodotti di trattamento

Gli interventi di mitigazione possibili sono:

- ubicare l'impianto di stoccaggio in una zona risultante dal miglior compromesso fra i disturbi che possono essere provocati dall'emissione di polveri e le distanze di trasporto fra silos e luoghi di utilizzo. La scelta dovrà tener conto delle protezioni naturali fornite da contesti quali dune, colline e della direzione dei venti dominanti costanti;
- effettuare il travaso dei prodotti ai silos di stoccaggio e da questi alla macchina spargitrice con sistemi chiusi, pneumatici, in pressione o aspirazione;
- mantenere in perfetto stato di funzionamento tutte le apparecchiature dell'impianto di travaso (tubi flessibili, giunti di raccordo, bocchettoni, etc);
- gestire i silos ed i sistemi di accumulo della macchina spargitrice in modo tale che siano dotati di dispositivi di controllo del riempimento ed allarmi di fine riempimento;
- quando il travaso dei prodotti ai silos di stoccaggio e da questi alla macchina con sistemi chiusi viene effettuato con sistemi pneumatici in pressione o aspirazione l'aria deve essere convogliata a sistemi di abbattimento (a secco o ad umido) di elevata efficacia, nota e monitorata, mantenuti in buono stato di funzionamento;
- riparare o sostituire i componenti dell'impianto di travaso in caso in un punto di essi si rilevi un'emissione di prodotto polverulento;
- mantenere in buono stato di pulizia le aree di stoccaggio con eliminazione nel più breve tempo possibile di ogni perdita di prodotto.

10.3.9.2 Spargimento prodotti di trattamento:

Gli interventi di mitigazione possibili sono:

- utilizzare spargitrici a tenuta stagna che garantiscano l'assenza di emissioni di polveri del prodotto di trattamento durante il tragitto fra il silos e l'area di spargimento;
- utilizzare spargitrici, se equipaggiate con dispositivi di fluidificazione del prodotto di trattamento o di mantenimento in pressione del prodotto all'interno del sistema di accumulo a bordo macchina, dotate di allarme di fine spargimento. L'allarme deve comandare automaticamente l'arresto del dosatore;
- utilizzare prodotti che hanno seguito un processo di produzione che riduce la propensione alla volatilità (prodotti a "bassa capacità volatile");

- interrompere lo spargimento quando la velocità del vento, misurata per quanto possibile sul luogo di trattamento ad 1 m dal suolo (o altrimenti dalla stazione meteorologica più vicina al cantiere) supera i 10 m/s ed in ogni caso quando si può rilevare di fatto un trasporto eolico del prodotto di trattamento che supera l'area del cantiere per più di 50-80 m;
- evitare che macchine operatrici o altri veicoli circolino sulla superficie ricoperta dal prodotto di trattamento. La spargitrice stessa deve spargere il prodotto in un'unica passata;
- ridurre al massimo i tempi durante il quale il prodotto di trattamento resta sparso sul terreno ed in particolare non lasciare la superficie con il prodotto sparso per più di 30 min - 1 h secondo le condizioni atmosferiche del momento precedente le operazioni di miscelazione del terreno;
- se la macchina è concepita in modo che il prodotto venga fatto cadere sul terreno da un'altezza superiore a 10 cm questo deve essere convogliato mediante opportune carenature fino a 10 cm dal suolo come minimo. Mantenere i sistemi di riduzione dell'altezza di caduta in perfetto stato;
- la velocità di lavoro delle miscelatrici (specie se aratri trainati da mezzi cingolati) non deve superare i 5 km/h nelle prime due passate;
- equipaggiare le spargitrici con carenature dei motori tali che le correnti d'aria create dai ventilatori e dallo scappamento dei gasi siano dirette verso l'alto.

10.3.9.3 Miscelazione del prodotto con il terreno:

Gli interventi di mitigazione possibili sono:

- interrompere l'attività di miscelazione (specie se condotta con aratri trainati da mezzi cingolati) quando la velocità del vento, misurata per quanto possibile sul luogo di trattamento ad 1 m dal suolo (o altrimenti dalla stazione meteorologica più vicina al cantiere) supera i 10 m/s ed in ogni caso quando si può rilevare di fatto un trasporto eolico del prodotto di trattamento che supera l'area del cantiere per più di 50-80 m;
- la velocità di lavoro delle miscelatrici (specie se aratri trainati da mezzi cingolati) non deve superare i 5 km/h nelle prime due passate;
- in caso di utilizzo di polverizzatori ad albero orizzontale le aperture delle tramogge anteriori e posteriori deve essere il miglior compromesso per minimizzare l'emissione di polvere rispetto alla velocità di lavoro;
- per quanto possibile effettuare la miscelazione entro 15 minuti dallo spargimento;
- carenare i motori delle miscelatrici in modo che le correnti d'aria create dai ventilatori siano dirette verso l'alto.

Nel secondo caso, in termini di soluzioni di mitigazione delle emissioni di polveri fugitive occorre riferirsi:

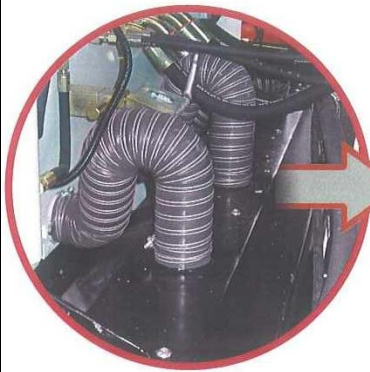
- a quanto riferito nel paragrafo relativo agli impianti di betonaggio per quanto concerno il conferimento, lo stoccaggio, il trasferimento, la miscelazione ed il conferimento finale del mix tra terreno e stabilizzante a base di calce;
- a quanto riferito nel paragrafo relativo agli scavi ed ai reinterri per quanto riguarda lo scarico e la sistemazione del terreno miscelato allo stabilizzante.

10.3.10. Interventi di mitigazione delle emissioni da attività di posa del manto stradale

Le possibili soluzioni per ridurre le emissioni di VOC ed HAP sotto forma di fumi possono essere le seguenti:

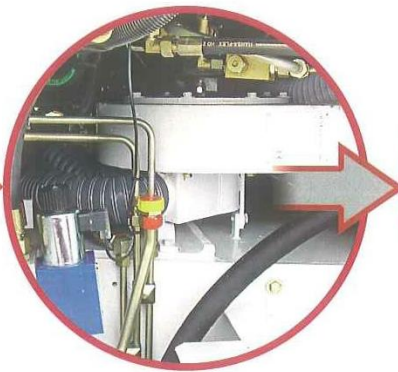
- nessun trattamento termico (per es. hot-remix) di rivestimenti/materiali catramosi in cantiere,
- impiego di bitume con basso tasso di emissione di inquinanti atmosferici (tendenza all'esalazione di fumo),
- impiego di emulsioni bituminose anziché di soluzioni di bitume (opere di pavimentazione stradale),
- riduzione della temperatura di lavorazione mediante scelta di leganti adatti,
- le temperature di lavorazione non devono superare i seguenti valori:
 - mastice d'asfalto, posa a macchina: 220 °C
 - bitume a caldo: 190 °C
- impiego di caldaie chiuse con regolatori della temperatura,
- utilizzo di vibro finitrici dotate di un dispositivo di aspirazione posto sopra le coclee che convoglia i fumi direttamente al tubo di scarico del motore termico. I fumi aspirati e quelli del motore termico vengono convogliati ad un filtro catalizzatore che provvede alla loro depurazione prima di essere dispersi nell'ambiente. Rimandando per i dettagli alla scheda del produttore in Figura 10.3-19 si riporta un estratto a titolo esemplificativo.

Funzionamento del sistema



Cappa di aspirazione

Dalla cappa di aspirazione, montata sopra la coclea, i fumi vengono aspirati attraverso grandi tubi flessibili grazie a una ventola azionata da un sistema idraulico.



La Ventola

Questa ventola fa convogliare i fumi direttamente al silenziatore oppure ad un filtro catalizzatore.



Il tubo di scarico

I fumi vengono quindi dispersi nell'aria attraverso il tubo di scarico del motore termico

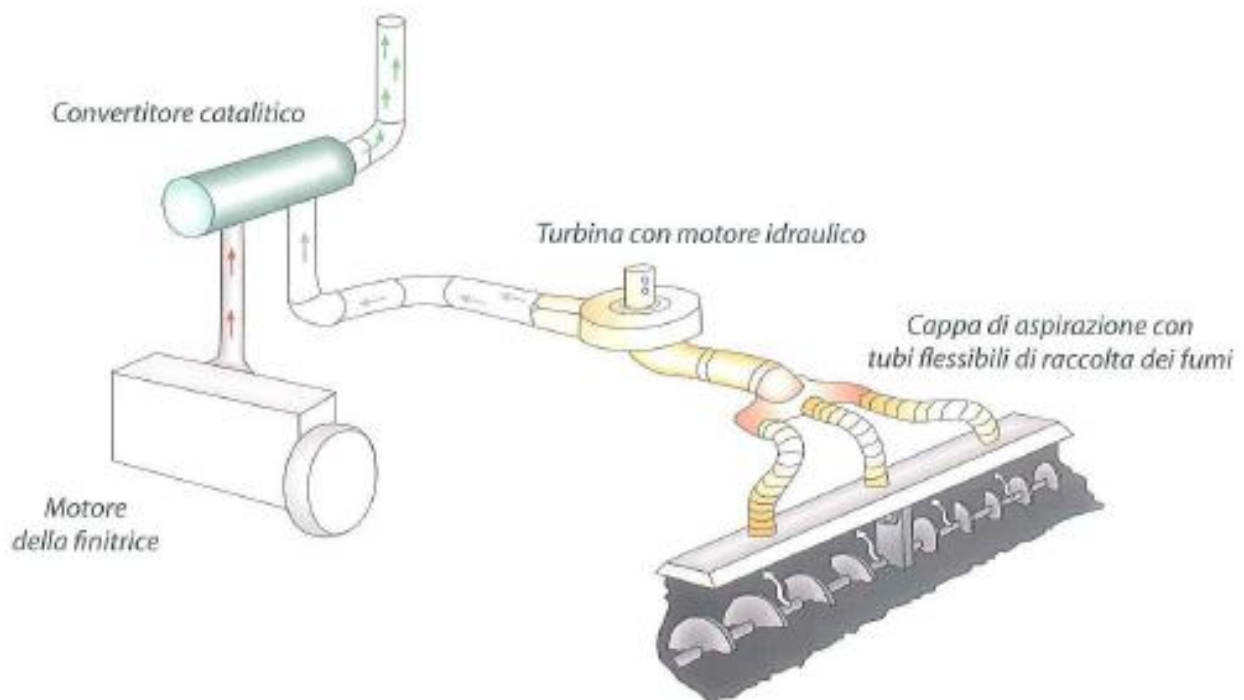


FIGURA 10.3-19 – SISTEMA PER LA CAPTAZIONE ED IL TRATTAMENTO DEI FUMI ALLE COCLEE DI UNA VIBROFINITRICE

10.3.11. Interventi di mitigazione delle emissioni da attività di conduzione di impianti di betonaggio

10.3.11.1 Interventi di tipo primario e secondario di tipo generale

Per la localizzazione e gestione degli impianti valgono le seguenti indicazioni di carattere generale riconducibili a soluzioni di approccio di tipo primario:

- ubicare l'impianto (o almeno le sue parti stazionarie e la eventuale zona di stoccaggio dei materiali in cumuli) distante da abitazioni o da ricettori sensibili. Dove è possibile interporre una zona cuscinetto di almeno 100 metri tra l'impianto e qualsiasi centro residenziale e cercare di localizzare le parti di impianto più polverose prima della zona cuscinetto;
- ubicare l'ingresso e l'uscita dei mezzi pesanti dall'impianto in posizione tale da massimizzarne la distanza rispetto a ricettori sensibili;
- ridurre le distanze di trasporto dei veicoli pesanti all'interno dell'impianto: in particolare ridurre le distanze di trasporto delle pale frontali dai cumuli di stoccaggio alle tramogge di alimentazione dell'impianto.

10.3.11.2 Interventi di tipo primario e secondario relativi al conferimento delle materie prime

- Utilizzare se possibile sistemi a chiusura totale per le operazioni di carico, scarico, manipolazione, trasferimento o stoccaggio delle materie prime più polverose: cemento, ceneri polverizzate;
- le tramogge riceventi degli inerti e le eventuali tramogge riceventi di materie polverose connesse ai silo non devono essere usate come sistemi di stoccaggio;
- le connessioni tra tramogge riceventi e celle di carico/tramogge dosatrici così come le connessioni tra silo e celle di carico/tramogge dosatrici/miscelatori devono essere completamente chiuse;
- utilizzare tramogge o tramogge/silo movimentabili per poterle posizionare a ridosso dei punti di scarico del materiale ed in modo che questi siano posizionabili il più possibile al loro interno. Questa tipologia di tramogge deve essere protetta con schermi a paratia su almeno due lati aventi altezza, per tutta la larghezza e lunghezza del silo, di almeno 0.5 m;
- le tramogge fisse, sia riceventi per gli inerti, sia alimentanti miscelatori o erogatori (doccioni) devono essere protette con schermi a paratoia (aventi altezza, per tutta la larghezza e lunghezza del silo, di almeno 0.5 m) su tre lati ed attrezzate con schermi e cortine antipolvere plastiche robuste;
- le tramogge o i silo tramoggia caricati mediante pala frontale dovrebbero essere dotati di copertura estesa per almeno due metri sul lato di carico.

10.3.11.3 Interventi di tipo primario e secondario relativi allo stoccaggio in cumuli delle materie prime

- Lo stoccaggio in cumuli è consentito solo se esiste una area cuscinetto sufficientemente grande tra impianto e ricettori;
- cercare di tenere le zone di stoccaggio nella zona cuscinetto interna all'impianto;
- calcolare la direzione dei venti prevalenti ed ubicare i sistemi di stoccaggio degli inerti ed i nastri trasportatori ad essi connessi sottovento o in posizione tale da minimizzare l'effetto di erosione e trasporto da parte del vento;
- in caso di stoccaggio dei cumuli considerare per la loro realizzazione e per la ripresa del materiale le indicazioni circa la loro forma, posizione, altezza presenti nel paragrafo relativo allo stoccaggio in cumuli;
- se possibile stoccare gli inerti in silo aperti sulla sommità anziché in cumuli all'aperto: l'altezza del cumulo interno non deve superare quella del silo ed essere inferiore alla sua altezza di almeno 0,5 m, se possibile i silo aperti dovrebbero essere direttamente connessi con le tramogge riceventi dell'impianto tramite connessioni chiuse;
- se non è possibile, stoccare gli inerti in strutture che confinino i cumuli su tre lati (baie aperte), con muri alti almeno 0,5 metri sopra la linea di massima altezza di carico, con reti antivento estese ad un'altezza di almeno mezzo metro sopra l'altezza del muro del cumulo, possibilmente dotati di copertura e con cortina antipolvere montata sul lato di ingresso della baia aperta;
- gli aggregati aventi dimensioni inferiori ai 5 mm dovrebbero essere stoccati in strutture completamente chiuse;
- utilizzare i silo per stoccare qualsiasi materiale in grado di generare polveri fuggitive in particolare cemento e ceneri polverizzate;
- i sistemi di trasferimento materiali ai silo (per esempio il sollevatore a tazze, nastro trasportatore) devono essere completamente chiusi;
- le aree per il conferimento dei materiali in silo con tramogge riceventi devono essere chiuse o confinate su almeno 3 lati con muri alti almeno 3 metri rispetto al punto di scarico;
- attrezzare i silo di stoccaggio del cemento o di prodotti in polvere di sistemi di aspirazione localizzata posti sulla sommità oppure sistemi di aspirazione a colonna centrale connessi a stadi di abbattimento/filtrazione o per lo meno di valvole di sfogo o sfiati collegati a sistemi di filtrazione;
- attrezzare i silo di stoccaggio del cemento o di prodotti in polvere di:
 - sistema di allarme per sovra riempimenti,

- sistemi di allarme o altri sistemi di protezione contro le sovrappressioni in fase di caricamento che consentano di bloccare il flusso di materiale addotto. Questi sistemi devono avere un circuito interno che testi il dispositivo e deve esserne testata regolarmente la disponibilità.

10.3.11.4 Interventi di tipo primario e secondario relativi al trasferimento di materiali tra parti di impianto

- Utilizzare quando è possibile sistemi di trasferimento pneumatici di materiali polverulenti;
- gli aggregati aventi dimensioni inferiori ai 5 mm non dovrebbero essere trasferiti o manipolati in aree aperte;
- i punti di alimentazione dei sistemi di trasferimento dei materiali utilizzando nastri trasportatori, trasportatori a catena, sollevatori a tazze dovrebbero essere attrezzati con ugelli irroratori per la bagnatura del materiale posti prima del punto in cui il materiale viene trasferito, particolare attenzione va posta a:
 - i punti di alimentazione dei nastri direttamente connessi a cumuli (alimentazione mediante coclea e connessione ai nastri);
 - i punti di trasferimento tramogge/coclea oppure tramogge/nastro estrattore, nastro estrattore oppure coclea estrattrice/nastro trasportatore-caricatore oppure sollevatore a tazze-caricatore, nastro trasportatore-caricatore o sollevatore a tazze-caricatore/miscelatore, nastro trasportatore-caricatore o sollevatore a tazze-caricatore/erogatore (doccione di carico), miscelatore/doccione di carico;
 - i punti di alimentazione tramogge/nastri o tramogge/sovvatore a tazze se posti prima di lunghi tratti allo scoperto.
- utilizzare per quanto possibile nastri trasportatori in sotterraneo, oppure chiusi (tubolari per esempio) oppure attrezzati mediante:
 - confinamento totali;
 - coperture a cupola;
 - barriere di protezione laterali su entrambi i lati;
 - direzionatori antiperdite che orientino il flusso di materiale al centro del nastro;
 - dispositivi di raschiatura e pulizia del nastro posti dopo la puleggia di testa.

10.3.11.5 Interventi di tipo primario e secondario relativi al conferimento dei prodotti finali

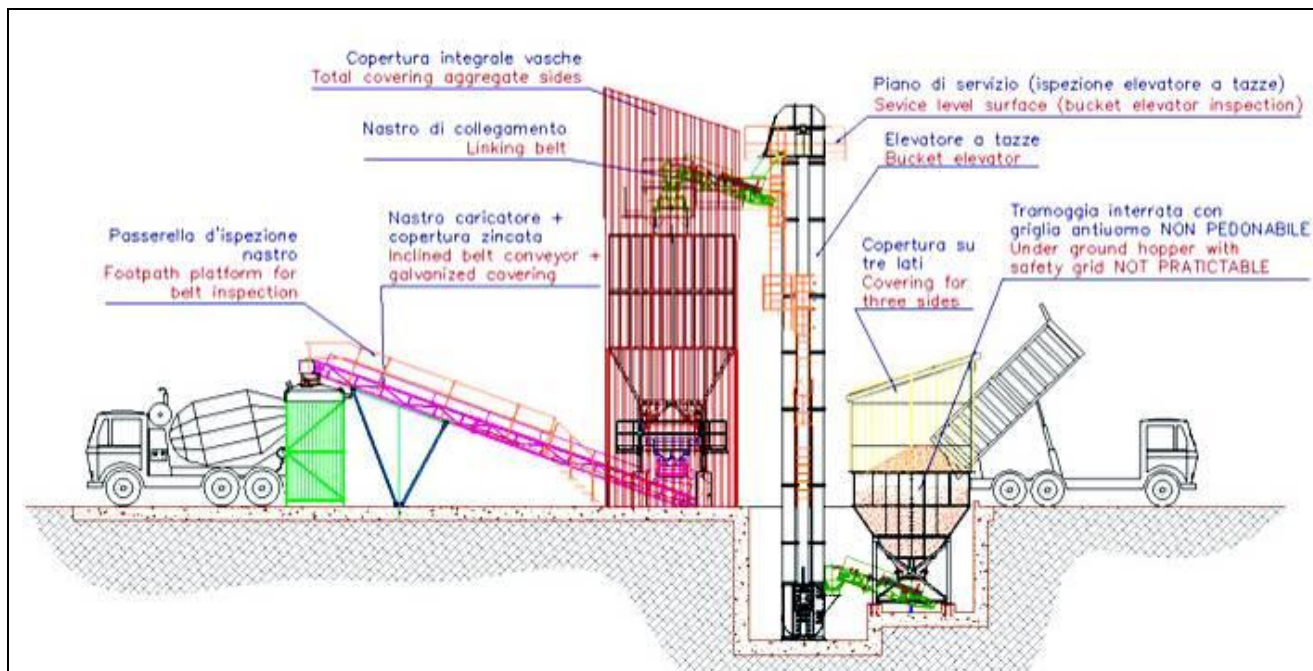
- Possibilmente premiscelare i materiali finali in un mixer chiuso prima di conferirli in betoniera;

- chiudere completamente la baia di carico delle betoniere o degli eventuali autocarri a cipolla durante la fase di carico, se non è possibile utilizzare strutture fisse: sono disponibili strutture a teli per confinare sia in altezza sia lateralmente la baia;
- diversamente utilizzare schermi o confinamenti mobili che confinino solo la tubazione piena di scarico e la tramoggia (possibilmente regolabile) di carico dei camion/betoniere (per impianti di conferimento a secco);
- se non presente, applicato alla tubazione piena di carico, installare nel confinamento un sistema di aspirazione localizzata connesso ad un sistema di abbattimento polveri mediante filtrazione;
- utilizzare collettori dotati di ugelli nebulizzatori per abbattimento polveri alla tramoggia di carico di camion/betoniere (per impianti di conferimento a secco);
- possibilmente dotare la baia di carico di sistemi per pulire la carrozzeria del camion/betoniera dopo la fase di scarico.

10.3.11.6 Ulteriori interventi di tipo secondario relativi al conferimento di miscele secche

Una soluzione di approccio secondario è quella di dotare l'ingresso delle tramogge riceventi ed il punto di ingresso degli inerti e del cemento nella tramoggia di carico delle betoniere di sistemi di abbattimento delle polveri costituiti da ugelli nebulizzatori abbattitori ad alta pressione.

In alternativa posizionare in posizione baricentrica un cannone nebulizzatore ad ampio raggio che possa servire da abbattimento secondario ad umido nelle diverse zone di potenziale fonte di emissioni fugitive ed in particolare: la zona tramogge riceventi, la zona cumuli, il piazzale di transito delle betoniere, il punto di conferimento inerti e cemento nelle betoniere.



Esempi di confinamenti potenzialmente presenti in un impianto di betonaggio



Copertura delle vasche: il lato sommitale e le paratie laterali dovrebbero essere allungate di 2 metri, verso la zona di carico della pala, a partire dal ciglio della vasca



Confinamento ed aspirazione del doccione di conferimento delle miscele in betoniera

FIGURA 10.3-20 - ESEMPI DI INTERVENTI PRIMARI E SECONDARI PER IMPIANTI DI BETONAGGIO



Tramoggia di alimentazione di un impianto di betonaggio: il punto di conferimento è completamente chiuso in una struttura e la connessione con il nastro estrattore-sollevatore dei materiali ai dosatori è in sotterraneo in struttura chiusa



Baie di stoccaggio inerti chiuse su tre lati: l'altezza dei cumuli di materiale è scorretta perché supera l'altezza del muro finale



Punto di conferimento delle miscele alle betoniere ubicato in strutture chiuse, dotate di serrande e di sistemi di aspirazione.



Nastro estrattore-sollevatore protetto sia sommitalmente sia lateralmente. E' inoltre dotato di una struttura inferiore per la raccolta delle perdite

FIGURA 10.3-21 - ESEMPI DI INTERVENTI PRIMARI E SECONDARI PER IMPIANTI DI BETONAGGIO

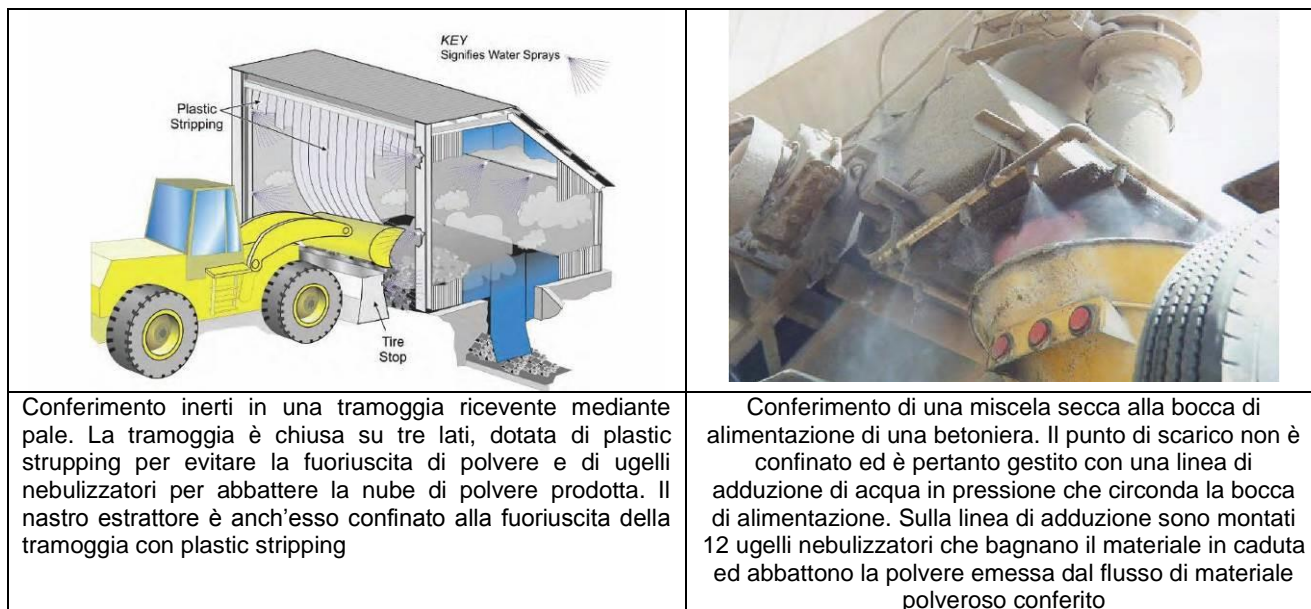


FIGURA 10.3-22 ESEMPI DI INTERVENTI DI SECONDARI PER IMPIANTI DI BETONAGGIO

10.4. MATRICE RUMORE E VIBRAZIONI

10.4.1. Rumore

Le analisi di simulazione riportate nel precedente paragrafo 6 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 dalle 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 6.2-1, 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 "occhiature" visibili nella mappa isolivello sonoro presentate nell'allegato 2 al presente documento.

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.

10.4.1.1 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.

10.4.1.2 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.

10.4.1.3 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.

10.4.1.4 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:

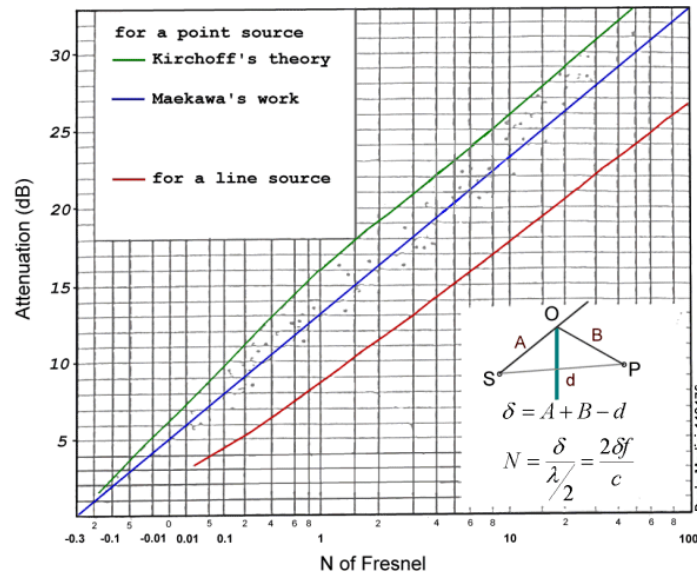


FIGURA 10.4-1 – ATTENUAZIONE IN FUNZIONE DELLA DIFFERENZA DI CAMMINO DELL'ONDA SONORA

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.

L'uso delle dune e delle schermature antirumore è stato previsto principalmente al perimetro dei cantieri fissi, onde limitare la propagazione del rumore sui lati verso i quali si ha prossimità con potenziali ricettori.

In generale, tutti i cantieri fissi e le zone di stoccaggio temporanee vengono circondate da dune in terra, di altezza pari a circa 2.0 m, come mostrato nelle tavole dei "libretti" di cantiere.

Tuttavia, in tre casi, (un'area di stoccaggio e due aree di cantierizzazione) l'azione schermante esercitata dalle dune antirumore si è rivelata insufficiente, e pertanto sono state previste ulteriori schermature, alte sino a 4.0m, collocate al di sopra delle dune. Le seguenti figure mostrano i tre casi suddetti.

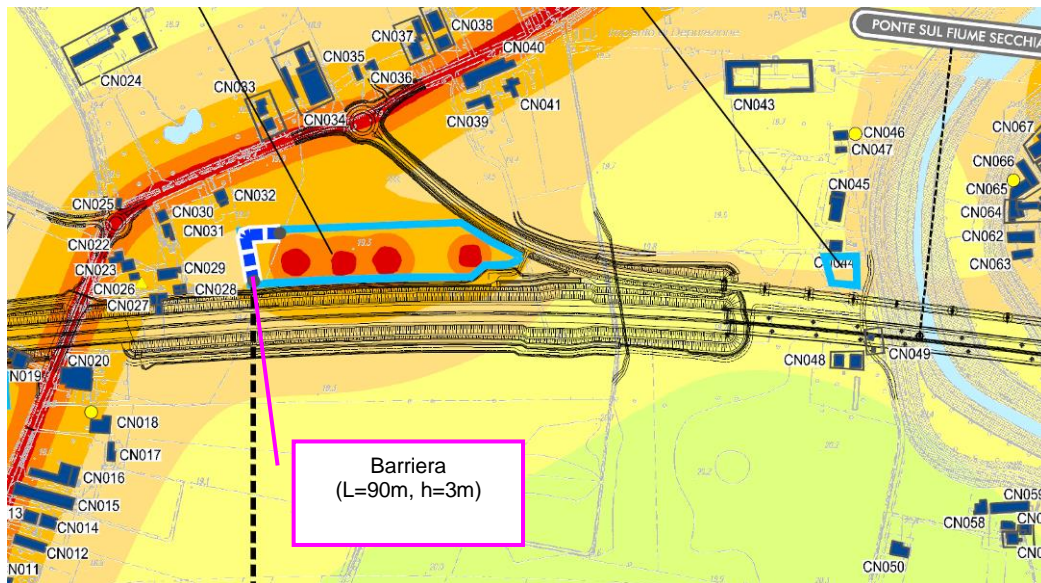


FIGURA 10.4-2 – AREA STOCCAGGIO 1-D3 - SCHERMATURA ALTA 5M (2M DUNA, 3M BARRIERA) LUNGA 90 M DA MAPPATURE

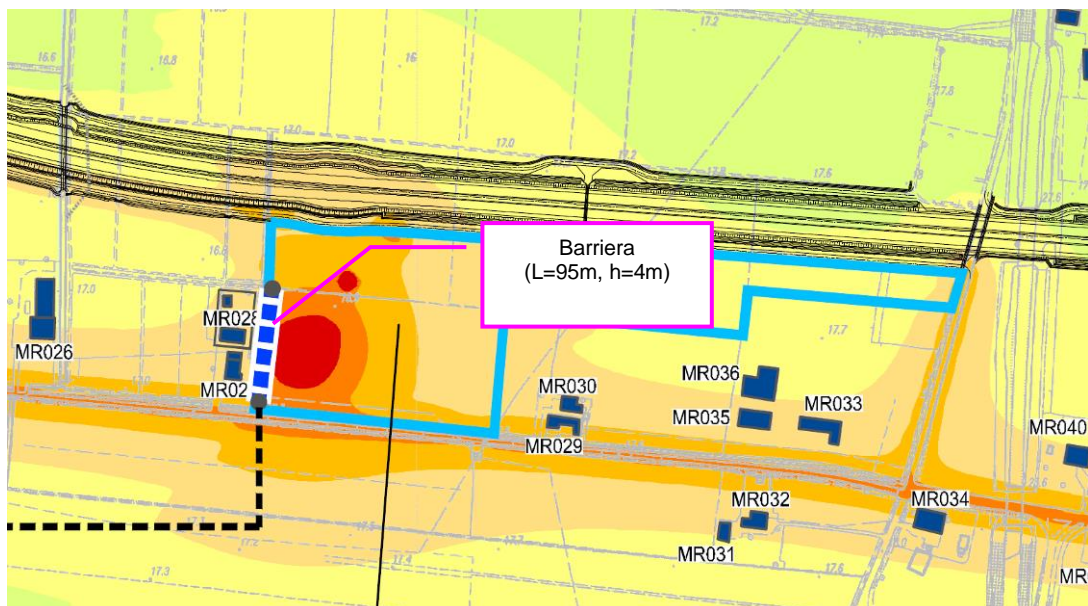
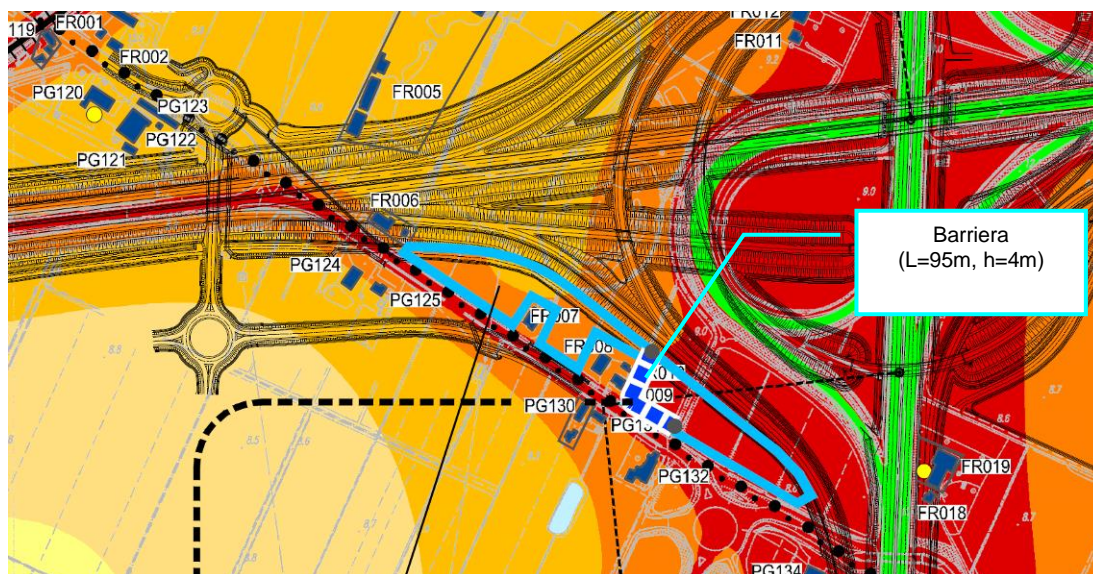


FIGURA 10.4-3 – AREA DI CANTIERIZZAZIONE 1-B2 - SCHERMATURA ALTA 6M (2M DUNA, 4M BARRIERA) LUNGA 95 M DA MAPPATURE



**FIGURA 10.4-4 – AREA DI CANTIERIZZAZIONE 2-B2 - SCHERMATURA ALTA 6M (2M DUNA + 4M SCHERMO)
 LUNGA 95 M DA MAPPATURE**

10.4.1.5 Mitigazione antirumore dei cantieri mobili (F.A.L.)

Le macchine ed attrezzature utilizzate nei cantieri mobili, anche se in regola con le prescrizioni normative, sono rumorose, con livelli di pressione sonora significativi e possibile presenza di componenti tonali o impulsive. Nei casi di ridotte distanze tra le attività e i fronti edificati introduce un fattore sfavorevole nel controllo del rumore, in particolare rispetto agli ultimi piani degli edifici.

La minimizzazione del disturbo da rumore in fase di cantiere richiede, a valle della scelta di attrezzature, macchine ed impianti omologati e a bassa emissione, l'organizzazione di interventi sulla propagazione del rumore in grado di rispondere con efficienza, nel corso delle varie fasi dei lavori, alla domanda di contenimento del rumore, adottando anche la flessibilità operativa necessaria a rispondere ad esigenze imprevedibili, che possono emergere ed essere tempestivamente mitigate grazie all'incessante attività di monitoraggio ambientale prevista durante l'esecuzione dei lavori.

La strategia di contenimento del rumore che verrà applicata per i lavori di realizzazione della nuova autostrada regionale, inserita in un più ampio e generale protocollo di gestione del rumore all'interno delle aree di cantiere e nell'ambiente immediatamente circostante, è pertanto basata sui seguenti assunti:

- acquisti silenziosi ("buy quiet") – L'impresa acquisterà attrezzature nuove rispondenti ai valori minimi di potenza acustica presenti sul mercato o utilizzerà attrezzature, macchine, impianti di propria dotazione di minima rumorosità;
- retrofitting di sistemi di silenziamento addizionale sul macchinario già disponibile, ma non allineato con le emissioni delle migliori apparecchiature di attuale commercializzazione.

- formazione delle maestranze finalizzata a rendere esplicita la grande opportunità di contenimento del rumore conseguente a semplici accorgimenti operativi o a modalità di comportamento (interventi gestionali, contenimento attivo);
- riduzione del tempo di impatto sui ricettori più prossimi alla linea di avanzamento mediante accurata organizzazione logistica, tale da garantire un avanzamento del FAL spedito e privi di intoppi in occasione dei “passaggi ravvicinati” a tali ricettori (gestione degli accumuli di materiale e dei fabbisogni in modo da evitare gli stalli allorchè si opera nelle zone critiche).

10.4.1.6 Acquisiti silenziosi (“buy quiet” program)

Le macchine, le attrezzature, gli impianti, i veicoli e i prodotti per il controllo del rumore possono essere scelti con l'obiettivo di minimizzare il “carico” di rumore localizzato nel cantiere a parità di funzionalità tecnica e di “performance”. Il primo passo per agire consapevolmente sulla gestione dei problemi del rumore consiste quindi nella possibilità che l'Impresa attui, nell'ambito del piano di controllo del rumore, una politica di acquisti ecosostenibili e silenziosi.

L'implementazione di un programma di “Buy Quiet” è una delle più efficaci strategie per controllare l'esposizione al rumore i cui vantaggi, conseguenti alla riduzione delle emissioni, si esplicano sia sull'ambiente di lavoro sia sull'ambiente esterno al cantiere.

A tal fine l'Impresa utilizzerà il data base delle macchine, attrezzature, impianti aggiornato settimanalmente con i dati estratti da uno strumento IT reso disponibile agli stakeholders della Direttiva NOISE 2000/14/EC con lo scopo di codificare elettronicamente la loro dichiarazione di conformità (FIGURA 10.4-5). Maggiori informazioni sono disponibili nel sito http://ec.europa.eu/enterprise/mechan_equipment/noise/declconf.htm.

EUROPEAN COMMISSION
 ENTERPRISE DIRECTORATE-GENERAL

Equipment Noise by Type, Split by Power Category
 11. CONCRETE OR MORTAR MIXERS

Net Installed Power Category : 000002

	Certificate Date	Certificate Number	Equipment Model Name	Permissible Sound Power Level	Guaranteed Sound Level	Measured Sound Power Level
Belle Engineering (Sheen) Ltd Belle Engineering (Sheen) LtdSheen UK	9/02/2006	EX_64573	MINIMIX 140 HONDA		89	87
Benford Limited Warwik CV34 5DR, Warwickshire UK	4/12/2002	2539	RG		101	98
Benford Limited Warwik CV34 5DR, Warwickshire UK	4/12/2002	2540	LS		103	100
Benford Limited Warwik CV34 5DR, Warwickshire UK	4/12/2002	2541	CT		100	99
FIORI S.p.A. Via_Per Ferrara 7 , Finale Emilia (MO) IT	3/02/2004	4150	BF03S		108	107

FIGURA 10.4-5 – ESEMPIO DATA BASE EMISSIONI MISCELATORI CALCESTRUZZO

Per i dati di emissione sonora relativi ad attrezzature e impianti non coperti dalla Direttiva Macchine potranno essere considerati data base complementari, quali il già citato documento “Conoscere per Prevenire” utilizzato per reperire i dati di emissione sonora impiegati nel capitolo 6.2) per le simulazioni delle mappature isolivello sonoro nei due scenari di cantiere analizzati.

La procedura di “Buy Quiet” (Figura 10.4-6) viene attuata dall’Ufficio Acquisti in base a:

- il data base di riferimento delle emissioni sonore delle attrezzature, macchine, ecc.;
- una conoscenza di base da parte dell’ufficio acquisti (e del venditore) delle emissioni sonore e della metrica di riferimento (potenza sonora, livello di pressione sonora,..);
- un accordo sulle condizioni operative di lavoro delle attrezzature, macchine, ecc. e sui requisiti prestazionali minimi richiesti;
- la conoscenza delle modalità di impiego da parte del personale;
- la conoscenza dei fattori ambientali che possono influenzare il rumore.

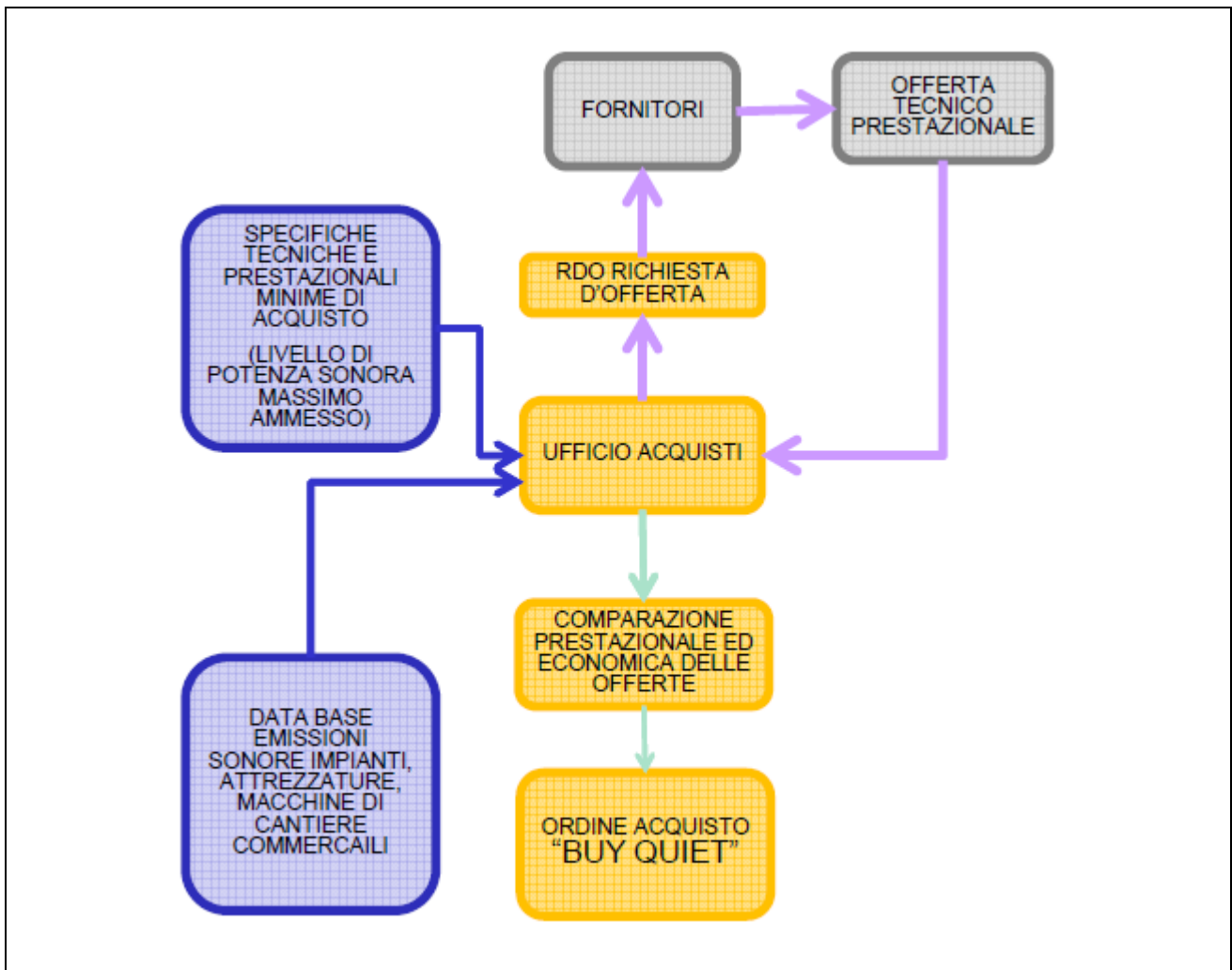


FIGURA 10.4-6 – SCHEMA SEMPLIFICATO PROCEDURA ACQUISTI

A parità di lavorazione e di prestazione l'ufficio acquisti identificherà il prodotto silenzioso più conveniente e valuterà, in caso di prezzo maggiore, se la riduzione di rumore giustifica una extra spesa, considerando anche i risparmi in termini di interventi sulla propagazione del rumore, il rischio di fermo dei cantieri in caso di conflitto con le comunità residenti nell'area di cantiere, la minore esposizione dei lavoratori, ecc.

Nel caso in cui vengano privilegiati impianti, attrezzature, ecc. già disponibili all'Impresa, verranno selezionati quelli che meglio si adattano alla lavorazione richiesta, evitando l'impiego di macchine sovradimensionate o sottodimensionate in termini di potenza. Ogniqualevolta possibile verrà usato l'equipaggiamento più silenzioso. A titolo esemplificativo attrezzature elettriche sono più silenziose di attrezzature azionate con motori diesel e attrezzature idrauliche sono più silenziose di quelle pneumatiche.

Nel caso le emissioni sonore di macchinari già disponibili risultino significativamente maggiori di quelle di apparecchiature equivalenti oggi disponibili sul mercato, si valuterà la convenienza dell'installazione di kit di silenziamento after-market sui macchinari già disponibili, in alternativa alla sostituzione degli stessi con macchinari moderni a bassa emissione.

10.4.1.7 Esempio 1

Lame per il taglio del calcestruzzo (FIGURA 10.4-7): i test di differenti lame svolti in condizioni comparabili di lavoro evidenziano livelli di rumore in corrispondenza della posizione dell'operatore compresi tra 91 e 97 dBA.

L'ufficio acquisti, in una logica di politica "Buy Quiet" dovrà privilegiare lame con il maggiore numero di denti di minore larghezza, con gole piccole, con smorzatore di vibrazioni.

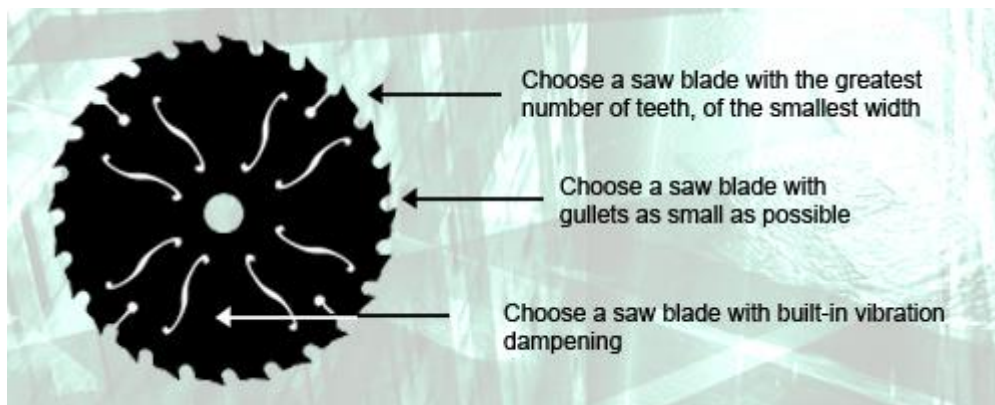


FIGURA 10.4-7 – SCHEMA GRAFICO DI LAMA PER IL TAGLIO DEL CLS

10.4.1.8 Esempio 2

I compressori e generatori sono generalmente al secondo posto in termini di energia sonora prodotta nelle aree di cantiere. I generatori diesel di ultima generazione sono caratterizzati da emissioni sonore inferiori di 15 dBA rispetto ai modelli più vecchi. Queste unità sono totalmente cofanate e silenziate, incluso il sistema di raffreddamento e di aspirazione. Dotare compressori esistenti ma non cofanati di tali sistemi di protezione acustica è tecnicamente possibile, ma il costo di tale intervento rende solitamente più conveniente l'acquisto di macchine nuove già silenziate di fabbrica.

10.4.1.9 Formazione delle maestranze e procedure silenziose

Considerando conseguito all'interno delle procedure di "buy quiet" l'obiettivo di ottenere la massima riduzione intrinseca delle emissioni di rumore localizzate nelle aree di cantiere, si pone l'esigenza di ridurre la componente di rumore originata dalle modalità di lavorazione. Il controllo del comportamento degli addetti è una azione mitigativa preventiva a costo modesto, che può dare esiti molto soddisfacenti.

Tutti possono contribuire a ridurre l'impatto ambientale del cantiere e il risultato è tanto migliore quanto più la squadra di cantiere agisce sinergicamente. L'Impresa procederà pertanto con la responsabilizzazione delle maestranze, tramite specifici incontri informativi, e predisponendo una sorveglianza da parte della DL ambientale. La prima regola è evitare comportamenti/azioni inutilmente disturbanti da parte degli operatori nonché spostamenti, avviamenti o altro scorrelati dalla produzione. Per quanto attiene al rumore, i consigli pratici possono riguardare:

- rispettare l'orario di inizio e fine lavori;
- avviare gradualmente le attività all'inizio del turno lavorativo mattutino;
- evitare l'uso di avvisatori acustici, utilizzare sistemi di avviso luminosi di cui tutti mezzi debbono essere dotati, anche se di uso unicamente diurno;
- non tenere i motori o le attrezzature inutilmente accese quando non ce n'è bisogno;
- non sbattere ma posare;
- non far cadere i materiali dall'alto;
- evitare percorsi o manovre inutili;
- comunicare a distanza con moderni sistemi via radio, anziché urlando
- evitare manovre in retromarcia, che oltre ad essere pericolose, comportano l'automatico azionamento dei sistemi di allarme acustico.

Queste e altre semplici regole, consolidate all'interno di procedure operative, devono essere estese anche alle aziende subappaltatrici, ai fornitori di servizi e devono essere introdotte nella squadra di cantiere per mezzo di una specifica attività di formazione/addestramento del personale. È sempre da considerare con attenzione il fatto che, nei confronti del giudizio che esprime la popolazione esposta, le disattenzioni di pochi possono vanificare il lavoro di tanti. Uno dei temi più interessanti che verrà implementato riguarda l'organizzazione della produzione del rumore. La popolazione residente al contorno delle aree di cantiere riceve un insieme di suoni che si sovrappongono in modo casuale al clima acustico locale (modificato dai lavori in corso) generando ciò che comunemente viene definito rumore e avvertito soggettivamente come fastidio o "annoyance". A prescindere da casi particolari riferibili a categorie di soggetti che svolgono attività lavorative simili a quelle che generano disturbo, o a comunità che da generazioni traggono la principale fonte di sostentamento da attività correlate alle costruzioni (cave, lavorazione pietra, ecc.), la risposta soggettiva è negativa e diventa conflittuale nel caso in cui l'inizio delle lavorazioni interessa le prime ore della mattina, generalmente dalle 6:00 alle 8:00. Verranno attuate delle modalità operative di inizio lavorazione che, senza nulla togliere all'efficienza della produzione, permetteranno di ottenere un incremento graduale di rumore meno fastidioso.

La sequenza di inizio delle lavorazioni sarà basata sui seguenti criteri base:

- all'ingresso in cantiere dei lavoratori evitare attività o operazioni che determinano rumori impulsivi;
- accendere i macchinari con il minimo anticipo rispetto alle necessità di produzione e in sequenza, in modo tale da determinare un innalzamento progressivo del rumore di fondo;
- iniziare le lavorazioni lontano dalle abitazioni, e solo successivamente avviare le lavorazioni vicino alle stesse;
- iniziare per ultime le lavorazioni caratterizzate da emissioni tonali e discontinue.

Se l'attacco deve essere graduale e distribuito in un intervallo di durata pari ad almeno un'ora, la discesa a fine giornata può essere più ripida, ma anch'essa con un profilo decrescente. Se, a fine giornata, i mezzi non vengono lasciati nella zona di avanzamento dei cantieri mobili, ma vengono portati nell'Area operativa più vicina, è opportuno farli allontanare alla spicciolata, man mano non servono più, anziché portarli tutti assieme in gruppo come "convoglio" a fine turno.

10.4.1.10 Barriere antirumore mobili

L'obiettivo di ridurre al massimo il disturbo a carico della popolazione residente e dei ricettori sensibili verrà conseguito attuando, a valle degli interventi precedentemente illustrati, una strategia di mitigazione sulla propagazione del rumore basata sull'impiego di strutture e barriere antirumore fonoassorbenti rilocalizzabili, il cui allestimento seguirà l'evoluzione delle attività di cantiere. Gli interventi previsti riguardano:

- utilizzo di incapsulamenti solidali alle macchine stesse nel caso delle piccole sorgenti di rumore di carattere puntuale (pompe, valvole, ecc.)
- utilizzo di barriere antirumore di altezza differente a seconda della necessità di schermatura;
- utilizzo di schermature fonoassorbenti mobili modulari, riposizionabili in base alla specifica esigenza mitigativa e allo spostamento delle attività all'interno del cantiere.

10.4.2. Vibrazioni

In conseguenza dell'analisi condotta al precedente paragrafo 6.4 si evidenzia come le aree di attività dei mezzi risultino ovunque collocate a distanze dai ricettori maggiori delle distanze limite riportate nella precedente Tabella 6.4-3, 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.

10.4.2.1 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.

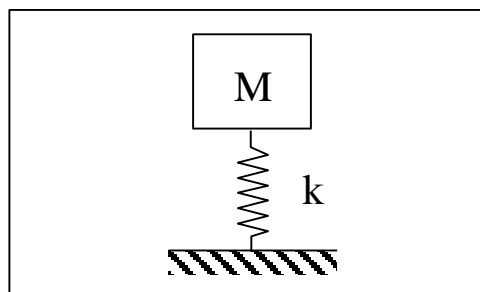


FIGURA 10.4-8 – SISTEMA MASSA-MOLLA SEMPLICE

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.

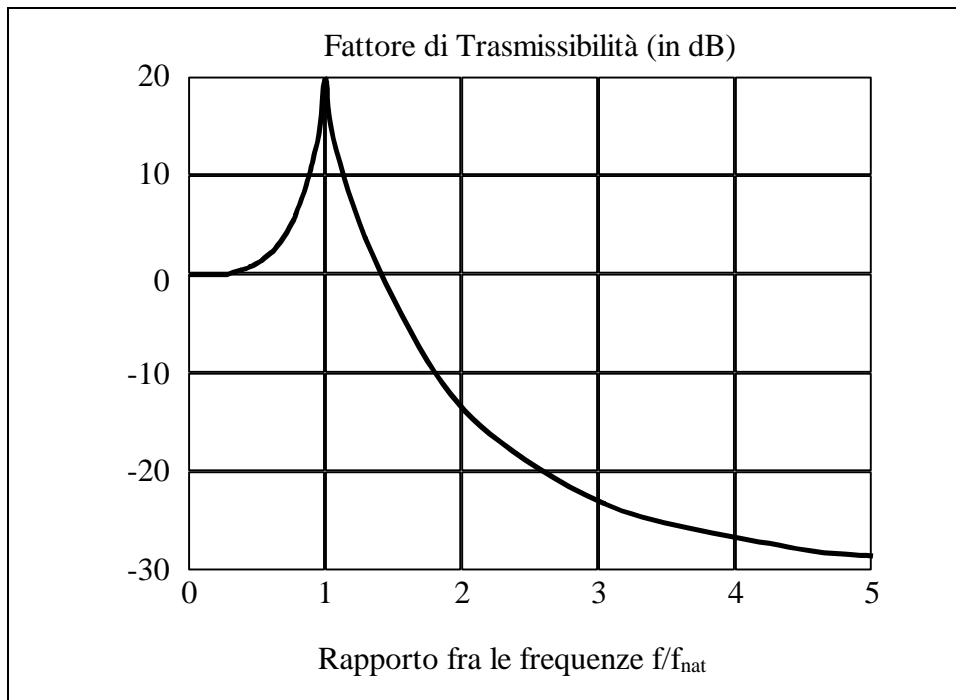


FIGURA 10.4-9 – FATTORE DI TRASMISSIBILITÀ DI UN SISTEMA AD 1 GRADO DI LIBERTÀ

Il dimensionamento di un supporto elastico costituito da una lastrina di materiale resiliente (materasino 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”.

10.4.2.2 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. 6.4.3.

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.

10.5. MATRICE ECOLOGICA

In ragione dell'analisi condotta per valutare gli effetti delle attività di cantiere sulla matrice ecologica, descritta nel precedente paragrafo 7.1, si ritiene opportuno prevedere, laddove è prevista la creazione di un canale by-pass per la messa in asciutta del corso d'acqua da intubare, una paratoia solamente in corrispondenza della deviazione di monte che immette le acque nel by-pass; in tal modo il deflusso delle acque presenti nel canale da intubare avverrà per gravità e, quindi, consentendo alla fauna ittica l'abbandono delle aree interessate dall'intervento.

Nei casi in cui si dovessero necessariamente applicare paratoie a monte e valle del by-pass, generando di conseguenza un tratto chiuso, prima dell'eliminazione dell'acqua mediante l'ausilio di pompe idrovore sarà necessario intervenire con azioni di recupero, mediante tecniche di pesca elettrica con elettroscorditore e rilascio a valle del pesce che dovesse eventualmente risultare presente nel tratto interessato dai lavori.

Si precisa, inoltre, 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.

10.5.1. Interventi per il recupero agronomico dei terreni

Si illustrano di seguito gli interventi operativi necessari per la restituzione all'uso agricolo tradizionale delle aree di cantiere al termine delle opere di costruzione del raccordo autostradale. Tali operazioni sono dette anche di ripristino agronomico. Le aree soggette a questi interventi sono per la gran parte aree di cantiere sul sedime esterno all'autostrada e quindi, soggette ad esproprio temporaneo.

10.5.1.1 Condizioni di lavoro generali

Per permettere una buona riuscita agronomica delle opere descritte nel presente capitolo, i lavori verranno effettuati con il terreno in ottime condizioni fisico-chimiche, quindi con terreni in tempera, ossia né troppo bagnati, né eccessivamente asciutti. Da evitare con particolare cura la lavorazione dei terreni argillosi in condizioni di eccessiva umidità.

Per non causare un eccessivo compattamento del terreno e la distruzione delle caratteristiche strutturali dei suoli, durante le lavorazioni di ripristino, verranno utilizzate mezzi di tipo agricolo, ovvero mezzi con gomme larghe (in bassa pressione) e pesi non eccessivi. Saranno evitate le macchine per la cantieristica stradale, o comunque quelle eccessivamente pesanti, sovradimensionate rispetto ai lavori da effettuare o con eccessivo carico sui pneumatici. Nel caso i mezzi provochino solchi e carreggiate nel terreno, queste saranno ripristinate appena le condizioni del terreno lo permetteranno.

10.5.1.2 Scoticismo e gestione dei cumuli di terreno

In tutte queste aree, prima dell'installazione delle opere di cantiere o delle piste, la superficie dei terreni agricoli sarà sottoposta a scoticamento dello strato superficiale (orizzonte fertile) per una profondità pari a circa 20 cm e il materiale asportato sarà raccolto in cumuli.

Data la lunga permanenza del terreno in cumuli, la loro gestione tenderà alla conservazione delle condizioni di fertilità ante operam. Perciò sono previsti opportuni interventi di contenimento della vegetazione infestante spontanea, da effettuare prima che queste vadano a seme. Tali interventi saranno effettuati tramite sfalcio/triturazione della vegetazione spontanea e rilascio in loco del materiale di risulta o con lavorazione superficiale con zappatrice.

I cumuli avranno un rapporto opportuno tra altezza e larghezza alla base in modo da evitare fenomeni di ruscellamento sulla loro superficie e, quindi, la dispersione del terreno.

10.5.1.3 Interventi per il ripristino agronomico

I lavori necessari alla restituzione delle aree per l'uso agricolo, tendono a ripristinare la fertilità del terreno e le condizioni di ospitabilità delle colture agrarie.

10.5.1.4 Lavori preliminari e di bonifica

Ogni area sarà ripulita da ogni elemento o materiale estraneo ai terreni agricoli. Tutte le opere ed i materiali infissi nel sottosuolo (tubazioni, pali, linee, fondazioni, ecc.) saranno accuratamente rimossi e smaltiti secondo le norme vigenti. Ogni opera (strutture di cantiere, impianti...) e materiale accumulato o disperso, compreso ogni tipo di rifiuto, sulla superficie delle aree sarà rimosso e smaltito secondo le disposizioni di legge vigenti.

Le aree dove si sono avute dispersioni di materiali quali bitume, cemento, calce, o comunque tali da poter arrecare danno alle coltivazioni o alterare il drenaggio delle acque nei suoli, saranno accuratamente rimosse, anche tramite ulteriore scoticamento della superficie, smaltimento secondo le norme del materiale di risulta e sua sostituzione con materiale terroso di analoga composizione.

10.5.1.5 Lavorazioni e concimazione del terreno

La superficie delle aree, una volta bonificate come nel punto precedente 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. In sintesi le lavorazioni previste sono quelle elencate di seguito.

Prima dell'installazione del cantiere:

- scoticamento;
- accumulo del terreno;
- diserbi periodici.

Al ripristino dell'area:

- pulizia e bonifica totale della superficie e del sottosuolo;
- trasporto e smaltimento dei rifiuti secondo le norme vigenti;
- ripuntatura del terreno;
- redistribuzione uniforme del terreno fertile;
- formazione delle affossature superficiali;
- seconda ripuntatura del terreno;
- distribuzione di concime chimico e organico;
- aratura superficiale.
- eventuale diserbo.

10.6. MATRICE PAESAGGIO E PATRIMONIO STORICO CULTURALE

10.6.1. Mitigazioni paesaggistiche delle aree di cantiere

A seguito della definizione di Layout di cantiere si è ritenuto opportuno, ai fini di un corretto inserimento di tali elementi nel contesto paesaggistico di riferimento, provvedere all'individuazione di specifici interventi di mitigazione percettiva di tali aree, caratterizzate, in alcuni casi, da importanti impronte temporanee sul suolo e da manufatti operativi, mezzi o protezioni emissive di altezza considerevole.

Anche in ragione di quanto esposto nel precedente paragrafo 8.2, 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, si evidenzia tuttavia come la mancata progettazione di opportuni interventi mitigativi possa condurre a un potenziale degrado della qualità paesaggistica e percettiva, legata in molti contesti ad ampi campi di visuale caratteristici dell'ambito agricolo rurale prevalente lungo lo sviluppo del tracciato.

Le considerazioni relative all'inserimento del cantiere nel contesto e alla sua integrazione con l'intorno non hanno interessato esclusivamente le opere di mitigazione ma sono state assunte quale elemento discriminante per la progettazione del layout di cantiere; in particolare si è operato perseguendo l'ottimizzazione di tutte le attività legate al cantiere e dei relativi spazi fisici al fine di limitare il più possibile l'occupazione, seppur temporanea di suolo.



FIGURA 10.6-1 – CANTIERE 2-B.1 SIMULAZIONE VISTA TERRA SENZA OPERE DI MITIGAZIONE

Le considerazioni sviluppate hanno riguardato prevalentemente le aree di Campo Base e le aree di Stoccaggio, a causa delle dimensioni e della maggior permanenza sul territorio in funzione dei tempi di lavorazione. Considerate le caratteristiche morfologiche di un territorio pianeggiante a vocazione prevalentemente agricola che vede nell'idrografia naturale ed artificiale delle diffuse opere idrauliche e nelle relative arginature la risorsa ed il presidio al mantenimento delle proprie peculiarità, nonché i segni ordinatori del paesaggio, si è ritenuto come soluzione di maggior efficienza ai fini dell'armonizzazione paesaggistica, l'impiego diffuso di mitigazioni visive afferenti alla tipologia della duna inerbita.

Sul perimetro esterno di tutti gli ambiti di Campo Base e di stoccaggio si prevede pertanto la realizzazione di una duna con altezza pari a 2 metri opportunamente inerbita; come ulteriore presidio schermante nei confronti di elementi e mezzi di altezza considerevole si prevede la piantumazione di siepi arbustive caratterizzate da rapido accrescimento a metà del versante esterno della duna o in sommità a seconda della collocazione e del layout di cantiere.



FIGURA 10.6-2 – CANTIERE 2-B.1 SIMULAZIONE VISTA TERRA CON LE OPERE DI MITIGAZIONE PREVISTE

In determinati ambiti, l'adiacenza di recettori ha reso necessario prevedere l'inserimento di opportune protezioni antifoniche di contenimento delle emissioni sonore dovute alle lavorazioni; tali protezioni, con sviluppo verticale previsto di 5 metri saranno collocate sulla sommità delle dune al fine di ridurre la consistenza del manufatto artificiale a soli 3 metri di sviluppo verticale.

Anche tali elementi fondamentali per il mantenimento del comfort ambientale dei residenti dovranno necessariamente integrarsi in maniera consona con il paesaggio circostante, si prevede pertanto un layout di protezione antifonica analogo a quanto previsto per la tipologia 1 relativa alle barriere acustiche dell'infrastruttura autostradale.

Tale tipologia di barriera infatti prevede l'accostamento di rivestimenti metallici orizzontali riportante le cromie prevalenti del paesaggio circostante definite sulla base di specifiche analisi; è stata pertanto operata una mappatura delle localizzazioni delle aree di cantiere al fine di verificarne l'ambito paesaggistico di riferimento e di definire di conseguenza i cromatismi più opportuni a garantire un'efficace armonizzazione.

Si è proceduto inoltre a una definizione puntuale delle finiture relative agli edifici prefabbricati funzionali al cantiere prevedendo in particolare un'altezza limitata dei nuovi manufatti provvisori e l'impiego, per i medesimi manufatti, di pigmentazioni e finiture superficiali analoghe alle cromie prevalenti individuate nei diversi contesti di inserimento.

Per garantire l'integrazione nel contesto preesistente e nel paesaggio circostante di tali manufatti si prevede pertanto l'impiego di opportune colorazioni da applicarsi sulle partizioni verticali di tali elementi; tali cromie non avranno tonalità univoche lungo tutto il tracciato ma saranno riferite sulla base degli ambiti paesaggistici individuati nel percorso concettuale di analisi delle cromie prevalenti sviluppato in funzione del progetto di armonizzazione per le protezioni antifoniche; l'assemblaggio modulare dei singoli manufatti, accostati o sovrapposti a formare corpi edilizi più grandi, e pigmentati in maniera diversa consentirà la percezione vibrante di cromie differenti accostate fra loro.



FIGURA 10.6-3 – CANTIERE 2-B.1 SIMULAZIONE A VOLO D'UCCELLO CON LE OPERE DI MITIGAZIONE PREVISTE: DUNA, SIEPE ARBUSTIVA E PIGMENTAZIONE DEGLI EDIFICI DI CANTIERE SECONDO LE CROMIE PREVALENTI (AMBITO FLUVIALE)

Mediante tali accorgimenti viene pertanto garantita anche l'integrazione degli edifici funzionali provvisori, evitando l'inserimento di manufatti ed elementi discordanti con le cromie prevalenti degli ambiti agricolo rurale, insediativo o fluviale naturale che caratterizzano i diversi contesti.

Per quanto riguarda le Aree Operative, data la ridotta dimensione delle stesse e, soprattutto, il loro carattere di forte temporaneità, circoscritta alla realizzazione di specifici manufatti o opere d'arte, non si è ritenuto necessario prevedere opere di mitigazione per la componente paesaggio.

10.6.2. Valutazione dell'inserimento paesaggistico delle aree di cantiere 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 (area operativa, di stoccaggio o campo base) e l'ambito operativo di appartenenza.

Ambito Operativo	Codice area di cantiere	tipologia	Corso d'acqua oggetto di Vincolo
1	A.O.1-S.2	Area Operativa	Cavo Parmigiana Moglia
	1-D.1	Area di Stoccaggio	Cavo Parmigiana Moglia
	A.O.1-S.3	Area Operativa	Fossa Raso
	A.O.1-S.7	Area Operativa	Cavo Lama
	A.O.1-S.10	Area Operativa	Fiume Secchia
	1-D.2	Area di Stoccaggio	Cavo Lama
	A.O.1-S.13	Area Operativa	Dugale Ramedello
	A.O.1-S.22	Area Operativa	Fosso Pavignane
2	A.O.2-S.1	Area Operativa	Cavo Vallicella
	A.O.2-S.4	Area Operativa	Fiume Panaro
	2-B.1	Campo Base	Canale di Cento
	2-D.4	Area di Stoccaggio	Canale di Cento
	A.O.2-S.14	Area Operativa	Canale Angelino
	A.O.2-S.17	Area Operativa	Scolo Riolo
	2-D.5	Area di Stoccaggio	Scolo Riolo

Per ognuna di tali aree 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.

A valle di tale attività si evidenzia come la maggior parte di queste aree risultino aree operative a forte carattere di temporaneità in quanto finalizzate unicamente alla realizzazione di manufatti circoscritti, tali aree non prevedono 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.

Analogamente le aree di stoccaggio 1-D.1, 1-D.2, 2-D.4 e 2-D.5, analogamente alle aree operative non prevedono pavimentazioni, sistemi di raccolta acque, né specifici interventi di mitigazione per altre componenti ambientali, tuttavia, data la maggior impronta al suolo si prevedono mitigazioni perimetrali da realizzarsi con dune inerbite e piantumate con arbusti autoctoni a rapido accrescimento.

Per quanto riguarda l'area di Campo base 2-B.1, a causa delle considerevoli dimensioni e delle attività di cantiere che è chiamata ad ospitare, sono previsti diversi interventi di mitigazione, anche per quanto riguarda la componente paesaggio, in particolare si prevede la realizzazione di una duna inerbita di altezza pari a 2 m sul perimetro dell'area, la piantumazione di arbusti autoctoni di rapido accrescimento e l'applicazione di finiture cromatiche specifiche riferite al contesto circostante sui manufatti di barriera acustica e sui baraccamenti di cantiere; i criteri e le metodologie di applicazione di tali interventi di mitigazione paesaggistica sono opportunamente descritti al precedente capitolo 10.6.1 a cui si rimanda per approfondimenti.

10.6.3. Mitigazioni per il patrimonio archeologico

Nella presente fase progettuale, in relazione alla valutazione del grado di "rischio" espressa nel precedente paragrafo 8.1, si ritiene che, qualora emergessero strutture/depositi di interesse archeologico in fase di cantiere, seguirebbe lo scavo archeologico e tutte le operazioni di rilievo/documentazione connesse, e tali operazioni esaurirebbero l'impatto stesso del progetto sul patrimonio archeologico.

Sulla base delle segnalazioni archeologiche da fonti bibliografiche e di archivio, della ricostruzione della centuriazione e della viabilità in epoca romana e medievale, dei rinvenimenti archeologici effettuati in corso di ricognizione archeologica, sono state individuate aree direttamente interessate dalle operazioni di scavo per l'opera in progetto dove è consigliabile l'esecuzione di verifiche preventive al fine di permettere una migliore definizione del rischio.

Nell'ambito dell'area interessata dalla **variante di Novi**, si consiglia l'esecuzione della ricognizione archeologica superficiale, al fine da localizzare gli eventuali siti in cui eseguire indagini archeologiche mirate. Si consiglia una campagna di indagini preliminari nei settori indicati a potenziale rischio archeologico relativo alto. Nel dettaglio:

- AREA 1: tra le progressive chilometriche 4+475 e 5+900.

Si consigliano 8 trincee esplorative lunghe 20 m, larghe 1 m e profonde almeno 2m così distribuite:

- 4 trincee nel tracciato della variante tra la progressive chilometriche 4+900 e 5+250, in considerazione della presenza in affioramenti di reperti romani riconducibili ad insediamenti (4MO e 5MO) a nord e a sud del tratto;
- una trincea esplorativa in relazione al sottovia poderale pk 4+914, per la presenza a breve distanza dell'affioramento di materiale di epoca romana 4MO;
- una trincea esplorativa tra le progressive 5+400 e 5+450 per verificare la segnalazione da foto aerea AF06;

- 2 trincee esplorative in relazione al ramo sud del sottovia S.C. Siltata pk 5+856.349, per la presenza a breve distanza dell'affioramento di materiale di epoca romana 6MO;
- AREA 2 tra le progressive chilometriche 7+850 circa e 8+710 circa.

Si consigliano 8 trincee esplorative così distribuite:

- 6 trincee esplorative lunghe 20 m, larghe 2 m e profonde almeno 2 m tra le progressive chilometriche 7+850 e 8+200 per verificare l'eventuale presenza di ulteriori insediamenti nell'ambito del centro demico di Santo Stefano, o eventuali insediamenti di epoca romana lungo l'asse N/S;
- 2 trincee esplorative lunghe 20 m, larghe 1 m e profonde almeno 2 m tra le progressive chilometriche 8+390 e 8+550 in relazione all'affioramento di materiale di epoca medievale 31MO.

Per quanto riguarda, invece, l'area interessata dalla **variante del Panaro**, si consiglia una campagna di indagini preliminari nei settori indicati a potenziale rischio archeologico relativo alto. Nel dettaglio:

- n°7 sondaggi stratigrafici a carotaggio continuo profondi almeno 10 m così distribuiti:
 - n°2 sondaggi presso il ponte sul fiume Panaro (AP012), uno per ciascuna spalla;
 - n°2 sondaggi nel campo a sud della spalla est del ponte sul fiume Panaro, in considerazione dell'ipotesi bibliografica relativo all'ipotesi di transito in zona di una viabilità in epoca romana riconducibile alla Bononia – Hostilia;
 - n°1 sondaggio a metà del sottovia di SC Selvabella (V31) in considerazione delle profondità di progetto raggiunte;
 - n°2 sondaggi presso il ponte sul canale collettore acque alte (APO013) uno per ciascuna spalla in considerazione delle profondità di scavo raggiunte.

Le operazioni saranno condotte secondo un preciso programma di intervento stabilito prima dell'inizio dei lavori in accordo con la Soprintendenza Archeologia, Belle arti e Paesaggio per la città metropolitana di Bologna e le province di Modena, Reggio Emilia e Ferrara. Per l'esecuzione delle indagini ci si dovrà avvalere di operatori archeologi specialisti in materia e si dovranno seguire i dettami della migliore regola d'arte, stabiliti in accordo con la Soprintendenza competente. Tali attività saranno condotte a seguito di autorizzazione da parte dai funzionari della Soprintendenza e sotto la loro direzione scientifica. Le metodologie utilizzate saranno indicate dai funzionari preposti alla tutela. I sondaggi stratigrafici a carotaggio continuo verranno eseguiti per una profondità minima di 10 m e verrà effettuata la lettura geoarcheologica dei campioni prelevati, con redazione di relazione specifica.

Per quanto concerne l'esecuzione di eventuali trincee di verifica, esse verranno realizzate mediante l'ausilio di escavatore dotato di benna a lama liscia; esse avverranno secondo le indicazioni della competente Soprintendenza ma nel rispetto dei piani di sicurezza.

Si prevede in assistenza un archeologo esperto ed un eventuale autocarro per lo spostamento dei materiali di risulta all'interno del cantiere. Lo scavo sarà eseguito, in assenza di stratigrafie archeologiche significative fino alla profondità stabilita. In presenza di stratigrafie archeologiche le attività di rimozione del terreno si fermeranno al tetto dei livelli archeologici.

L'archeologo oltre alle normali attività di assistenza e direzione del cantiere si occuperà anche della redazione della documentazione grafica e fotografica. Una volta riportati alla luce i livelli antropici si eseguirà una accurata pulizia dei medesimi con piccoli attrezzi e trowel da parte di personale specializzato e verrà eseguito il rilievo e la documentazione fotografica della stratigrafia. Gli eventuali scavi di approfondimento dovranno essere autorizzati o richiesti dalla Soprintendenza Archeologia, Belle arti e Paesaggio per la città metropolitana di Bologna e le province di Modena, Reggio Emilia e Ferrara. La chiusura delle trincee e dei saggi sarà eseguita solo dopo autorizzazione da parte della Soprintendenza competente, ed andrà effettuata secondo le prescrizioni da essa impartite; normalmente in presenza di strutture o stratificazioni archeologiche lasciate *in situ*, queste andranno protette con geotessuto o rete, quindi si provvederà a stendere circa cm 10 di sabbia ricoprendo poi con la terra di risulta. Per quanto attiene all'assistenza archeologica essa deve essere prevista per tutti i movimenti di terreno e svolta da operatori archeologi qualificati.

Il complesso dei dati raccolti attraverso le indagini preliminari confluirà in una relazione conclusiva che dovrà fornire una valutazione del "rischio archeologico" associata alle emergenze individuate. In allegato dovranno essere fornite per ogni singolo intervento:

- relazione tecnica;
- posizionamento topografico delle singole indagini (saggio, trincea, sondaggio);
- ubicazione dell'area indagata;
- una scheda riassuntiva per ogni indagine eseguita;
- la documentazione grafica relativa;
- la documentazione fotografica.

La documentazione sarà completata da una planimetria che dovrà discriminare la reale portata dei ritrovamenti ai fini dell'attribuzione del rischio archeologico nelle aree indagate. Essa andrà inviata alla Soprintendenza Archeologia, Belle arti e Paesaggio per la città metropolitana di Bologna e le province di Modena, Reggio Emilia e Ferrara al fine del rilascio definitivo del parere di competenza.