




## PROLUNGAMENTO DELLA S.S. n° 9 "TANGENZIALE NORD di REGGIO EMILIA" NEL TRATTO DA S. PROSPERO STRINATI A CORTE TEGGE

### PROGETTO DEFINITIVO

**COORDINAMENTO GRUPPO DI PROGETTAZIONE:**

 **COMUNE DI REGGIO EMILIA**  
ing. David Zilioli - Dirig. U.diP. Area Nord

**IL PROGETTISTA:**

dott. ing. Andrea Burchi  
Ordine Ingegneri di Bologna n° 7927A

**IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:**

dott. ing. Rodolfo Biondi  
Ordine Ingegneri di Modena n° 1256

**IL GEOLOGO:**

dott. geol. Pier Luigi Cocetti  
Ordine Geologi della Regione Emilia Romagna n° 455

**VISTO: IL RESPONSABILE  
DEL PROCEDIMENTO**

ing. Angela Maria Carbone

**VISTO: IL RESPONSABILE  
UNITA' DEL COORDINAMENTO**

ing. Nicola Dinnella

**GRUPPO DI PROGETTAZIONE:**



**PROGETTISTA**

dott. ing. Andrea Burchi  
Ordine Ingegneri di Bologna n° 7927A

**TECNICO COMPETENTE IN ACUSTICA  
Legge n° 447/95**

dott. ing. Alessandro Bertetti  
D.G.R. Regione Piemonte  
42-16518 del 10/02/1997

**Dott. Ing. Alessandro Bertetti**  
**TECNICO COMPETENTE L. 447/95**  
**D.G.R. Regione Piemonte n. 42-16518 del 10/02/1997**

**PROTOCOLLO**

**DATA**

### CANTIERIZZAZIONE

### RELAZIONE

CODICE PROGETTO			NOME FILE		REVISIONE	SCALA:
PROGETTO	LIV. PROG.	N. PROG.	20.1 T00CA00CANRE01B.DOC			
COBO27	D	1101	CODICE ELAB. T00CA00CANRE01		B	-
C						
B	AGGIORNAMENTO A SEGUITO DI ISTRUTTORIA ANAS	febbraio 2014	VENTURELLI	FRASCARI	BURCHI	
A	EMISSIONE	settembre 2013	VENTURELLI	FRASCARI	BURCHI	
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	

## INDICE

<b>1. DESCRIZIONE GENERALE DEL PROCESSO DI CANTIERIZZAZIONE.....</b>	<b>6</b>
1.1. CONSIDERAZIONI PRELIMINARI E PIANIFICAZIONE STRATEGICA DEL PROCESSO DI CANTIERIZZAZIONE .....	6
1.2. PROGRAMMAZIONE DELLE TEMPISTICHE REALIZZATIVE .....	11
1.3. DESCRIZIONE DELLE ATTIVITÀ REALIZZATIVE .....	13
1.3.1. Rilevato .....	14
1.3.2. Trincea .....	14
1.3.3. Fasi di esecuzione delle opere d'arte maggiori .....	15
1.3.3.1 Viadotto Torrente Crostolo – Campata in acciaio.....	15
1.3.3.2 Viadotto Torrente Crostolo – Campate in c.a.p. ....	16
1.3.3.3 Viadotto via Ferraroni – Viadotto in c.a.p. ....	18
1.3.3.4 Viadotto Torrente Modolena – Viadotto in c.a.p. ....	19
1.3.3.5 Viadotto Quaresimo .....	21
1.3.4. Fasi di esecuzione delle opere d'arte minori .....	22
1.3.4.1 Sottovia "Rete 2".....	23
1.3.4.2 Sottovia "via Hiroshima" n°1 e n°2 .....	24
1.3.4.3 Sottovia "Pieve Modolena" .....	26
1.3.4.4 Sottovia "via Marx" .....	27
1.3.4.5 Sottovia "Ferrovie MI-BO" .....	29
1.3.4.6 Sottovia podereale "Roncocesi".....	30
1.3.4.7 Sottovia ciclabile "via Ferraroni".....	31
1.3.4.8 Sottovia podereale "Quaresimo 1".....	32
1.3.4.9 Sottovia podereale "Quaresimo 2" .....	33
1.3.4.10 Opere idrauliche minori: tombini scatolari e circolari.....	34
1.4. DESCRIZIONE DELLE VIABILITÀ DI CANTIERE E PIANO DEI TRASPORTI .....	34
1.4.1. Percorsi di cantiere.....	37
1.4.1.1 Percorsi di cantiere coincidenti con la viabilità maggiore e minore esistente.....	39
1.4.1.2 Piste di cantiere.....	43
1.4.2. I nodi delle viabilità di cantiere con le viabilità esistenti .....	45
1.4.3. Frequenze dei mezzi operativi nelle differenti fasi realizzative .....	45
1.4.3.1 Frequenze dei mezzi di cantiere relativamente all'Ambito Funzionale 1.....	47
1.4.3.2 Frequenze dei mezzi di cantiere relativamente all'Ambito Funzionale 2.....	50
1.5. DESCRIZIONE DEI CRITERI ADOTTATI PER IL DIMENSIONAMENTO DEI CANTIERI .....	53
1.6. UBICAZIONE E CARATTERISTICHE FUNZIONALI DEI CANTIERI .....	57
1.6.1. Descrizione delle tipologie funzionali delle differenti aree di cantiere.....	57
1.6.1.1 Campo base (CB) .....	57
1.6.1.2 Area tecnica (AT) .....	59
1.6.1.3 Aree operative (AO) .....	60
1.6.2. Descrizione degli edifici e degli impianti a servizio dei cantieri.....	61
1.6.2.1 Tipologia di prefabbricati.....	61
1.6.2.2 Reti tecnologiche a servizio delle aree di cantiere .....	65

---

1.6.2.3	Descrizione delle singole attività presenti nei cantieri .....	66
1.6.2.4	Modalità di pulizia degli ambienti.....	69
1.6.3.	Descrizione dei tipi di mezzi o veicoli utilizzati per l'esecuzione delle opere .....	69
<b>2.</b>	<b>MATRICE SUOLO E SOTTOSUOLO .....</b>	<b>74</b>
2.1.	DESCRIZIONE DEI VOLUMI E DELLE TIPOLOGIE DEGLI INERTI DI CAVA.....	74
2.1.1.	Inerti da rilevato.....	74
2.1.1.1	Stabilizzazione a calce.....	75
2.1.2.	Stabilizzato granulometrico .....	76
2.1.3.	Anticapillare.....	76
2.1.4.	Inerti per calcestruzzi e conglomerati bituminosi.....	77
2.1.5.	Terreno vegetale .....	77
2.1.6.	Bilancio materiali e quadro riepilogativo dei fabbisogni di inerti.....	78
2.2.	LOCALIZZAZIONE E DESCRIZIONE DELLE TIPOLOGIE DI CAVA .....	79
2.2.1.	Indicazioni in merito al piano di utilizzo del materiale da scavo.....	80
2.3.	PRINCIPALI INTERVENTI DI MITIGAZIONE ADOTTATI IN FASE DI CANTIERE .....	82
<b>3.</b>	<b>MATRICE ACQUE SUPERFICIALI E SOTTERRANEE .....</b>	<b>83</b>
3.1.	DESCRIZIONE DELLE QUANTITÀ, DELLE TIPOLOGIE E DELLE MODALITÀ DI APPROVVIGIONAMENTO DELLA RISORSA IDRICA.....	83
3.1.1.	Attività e lavorazioni previste nei cantieri.....	84
3.1.2.	Tipologia e caratteristiche delle acque utilizzate nei cantieri .....	85
3.1.3.	Sistemi di approvvigionamento e distribuzione nei cantieri .....	85
3.1.4.	Volumi e portate richieste .....	86
3.2.	DESCRIZIONE DELLE MODALITÀ DI SMALTIMENTO DI REFLUI ED ACQUE DI SCORRIMENTO DEI CANTIERI.....	89
3.2.1.	Caratterizzazione delle acque reflue e di scorrimento superficiale.....	89
3.2.2.	Sistema di raccolta, trasporto e depurazione dei reflui e delle acque meteoriche di dilavamento .....	90
3.2.2.1	Campo base.....	90
3.2.2.2	Area tecnica.....	93
3.2.2.3	Aree operative.....	100
3.3.	POTENZIALI IMPATTI IN FASE DI CANTIERE E PRINCIPALI INTERVENTI DI MITIGAZIONE PER LA COMPONENTE ACQUE SUPERFICIALI .....	102
3.3.1.	Aree di cantiere .....	103
3.3.2.	Opere provvisorie e descrizione delle fasi operative durante la costruzione delle opere di attraversamento del Torrente Crostolo.....	104
3.3.2.1	Descrizione delle Fasi di lavoro.....	104
3.3.2.2	Disposizioni realizzative ed opere di mitigazione .....	107
3.3.2.3	Opere di presidio idraulico e di contenimento per potenziali piene del torrente .....	107
3.3.2.4	Guado provvisorio a valle del ponte .....	108
3.3.2.5	Opere di mitigazione per l'interferenza con la condotta acquedottistica CAVAZZOLI-RONCOGESI..	108

---

3.3.3.	Opere provvisoriale per il Torrente Modolena e Quaresimo .....	111
3.3.4.	Opere provvisoriale per i corsi d'acqua secondari .....	111
3.3.5.	Opere provvisoriale per i corsi d'acqua minori .....	113
3.3.6.	Competenze del soggetto esecutore durante i lavori .....	114
3.4.	ACQUE SOTTERRANEE .....	114
3.4.1.	Potenziali impatti in fase di cantiere .....	114
3.5.	PRINCIPALI INTERVENTI DI MITIGAZIONE ADOTTATI IN FASE DI CANTIERE .....	117
<b>4.</b>	<b>MATRICE ATMOSFERA.....</b>	<b>118</b>
4.1.	IMPOSTAZIONE E METODOLOGIA DI ANALISI.....	118
4.1.1.	Modelli di calcolo .....	118
4.1.2.	Analisi delle problematiche.....	119
4.1.2.1	<i>Generalità</i> .....	119
4.1.2.2	<i>Analisi e descrizione dei fenomeni</i> .....	121
4.2.	EMISSIONI IN ATMOSFERA DOVUTI ALLE AZIONI DI CANTIERE .....	132
4.2.1.	Potenziali impatti associati al trasporto dei materiali .....	132
4.2.2.	Fronte di avanzamento.....	136
4.2.3.	Cantieri fissi.....	138
4.2.4.	Analisi dei risultati.....	142
4.3.	PRINCIPALI INTERVENTI DI MITIGAZIONE ADOTTATI IN FASE DI CANTIERE .....	142
4.3.1.	Interventi di carattere generale.....	143
4.3.2.	Adeguata scelta delle macchine operatrici .....	143
4.3.3.	Interventi per il contenimento delle emissioni associate al transito dei mezzi pesanti su piste e piazzali .....	146
4.3.3.1	<i>Pulizia piste/piazzali pavimentati</i> .....	146
4.3.3.2	<i>Pulizia piste/piazzali non pavimentati</i> .....	151
4.3.4.	Interventi per il contenimento delle emissioni associate al trasporto di materiale.....	154
4.3.5.	Interventi per il contenimento delle emissioni associate allo stoccaggio di materiale.....	154
4.3.6.	Realizzazione di micropali e paratie .....	157
4.3.7.	Impianti di betonaggio .....	159
4.3.8.	Stabilizzazione a calce dei rilevati .....	164
<b>5.</b>	<b>MATRICE RUMORE E VIBRAZIONI .....</b>	<b>166</b>
5.1.	PRODUZIONE DI RUMORE IN FASE DI CANTIERE .....	166
5.1.1.	Impostazione e metodologia di analisi.....	166
5.1.2.	Cantieri fissi.....	169
5.1.2.1	<i>Campo base (CB)</i> .....	169
5.1.2.2	<i>Area Tecnica (AT)</i> .....	174
5.1.2.3	<i>Aree operative (AO)</i> .....	178
5.1.3.	Cantieri Mobili – Fronte avanzamento lavori (FAL) .....	188

---

5.1.4. Viabilità di cantiere .....	194
<b>5.2. PRODUZIONE DI VIBRAZIONI IN FASE DI CANTIERE.....</b>	<b>195</b>
5.2.1. Impostazione e metodologia di analisi.....	195
5.2.1.1 <i>Il contesto giuridico</i> .....	195
5.2.1.2 <i>Fattori causali</i> .....	196
5.2.1.3 <i>Metodologia di previsione dei livelli vibrazionali</i> .....	205
5.2.2. Risultati.....	212
<b>5.3. PRINCIPALI INTERVENTI DI MITIGAZIONE ADOTTATI IN FASE DI CANTIERE PER RUMORE E VIBRAZIONI .....</b>	<b>214</b>
5.3.1. Cantieri fissi.....	214
5.3.2. Aree Operative e cantieri mobili (Fronte Avanzamento Lavori "FAL") .....	216
5.3.3. Viabilità di cantiere .....	219
5.3.4. Mitigazione della componente vibrazionale.....	220
<b>6. MATRICE ECOLOGICA.....</b>	<b>221</b>
6.1. DESCRIZIONE DEI POTENZIALI IMPATTI DERIVANTI DALLE AZIONI DI CANTIERE SULLA VEGETAZIONE, LA FLORA, LA FAUNA E GLI ECOSISTEMI .....	221
6.2. DESCRIZIONE DEI POTENZIALI IMPATTI DERIVANTI DALLE AZIONI DI CANTIERE SUL SISTEMA AGROALIMENTARE .....	227
<b>7. MATRICE PAESAGGIO E PATRIMONIO ARCHEOLOGICO .....</b>	<b>230</b>
7.1. VALUTAZIONE DEI POTENZIALI IMPATTI IN FASE DI CANTIERE PER IL PAESAGGIO .....	231
7.1.1. Ambito Funzionale 1.....	232
7.1.2. Ambito Funzionale 2.....	234
7.2. VALUTAZIONE DEI POTENZIALI IMPATTI IN FASE DI CANTIERE PER IL PATRIMONIO ARCHEOLOGICO .....	237
7.3. PRINCIPALI INTERVENTI DI MITIGAZIONE ADOTTATI IN FASE DI CANTIERE .....	240
<b>8. PRODUZIONE DI RIFIUTI IN FASE DI CANTIERE.....</b>	<b>243</b>
8.1. DESCRIZIONE DELLE QUANTITÀ E DEL TIPO DI MATERIALI DI RISULTA DEI CANTIERI.....	243
8.1.1. Reflui.....	243
8.1.2. Materiali di scavo.....	243
8.1.3. Materiali derivanti dalla dismissione delle aree di cantiere .....	245
8.1.4. Materiali derivanti dalle demolizioni.....	246
8.1.5. Rifiuti urbani (RU).....	247
8.1.5.1 <i>Gestione degli olii esausti, combustibili e delle sostanze pericolose</i> .....	250
8.2. SITI DI CONFERIMENTO .....	254
<b>9. RISCHI DI INCIDENTE IN FASE DI CANTIERE.....</b>	<b>256</b>

---

9.1. DESCRIZIONE DELLE POSSIBILITÀ DI INCIDENTE NELLA FASE DI CANTIERE IN RIFERIMENTO AD ESONDAZIONI .....	256
9.1.1. Inquadramento dell'area di cantiere dal punto di vista idraulico .....	256
9.1.2. Torrente Crostolo .....	260
9.1.3. Torrente Modolena .....	270
9.1.4. Torrente Quaresimo .....	275
9.1.5. Corsi d'acqua secondari .....	279
9.1.6. Corsi d'acqua minori .....	282
9.2. DESCRIZIONE DELLE POSSIBILITÀ DI INCIDENTE NELLA FASE DI CANTIERE IN RIFERIMENTO AD INCENDI O ESPLOSIONI .....	284
9.3. DESCRIZIONE DELLE POSSIBILITÀ DI INCIDENTE NELLA FASE DI CANTIERE IN RIFERIMENTO AD INTERAZIONI DEI LAVORI CON RETI TECNOLOGICHE .....	285
<b>ALLEGATO 1 – ALLONTANAMENTO ACQUE REFLUE DA AREA TECNICA.....</b>	<b>286</b>
TAVOLA 01 – INQUADRAMENTO GENERALE .....	286
TAVOLA 02 – SPINGITUBO: PLANIMETRIE E SEZIONI.....	286
TAVOLA 03 – SPINGITUBO: PROFILO E SEZIONI.....	286

## 1. DESCRIZIONE GENERALE DEL PROCESSO DI CANTIERIZZAZIONE

La presente sezione tematica del Progetto Definitivo fornisce una descrizione puntuale ed approfondita del processo di cantierizzazione pianificato per la costruzione del PROLUNGAMENTO DELLA S.S.N°9 "TANGENZIALE NORD DI REGGIO EMILIA" NEL TRATTO DA S.PROSPERO STRINATI A CORTE TEGGE.

### 1.1. CONSIDERAZIONI PRELIMINARI E PIANIFICAZIONE STRATEGICA DEL PROCESSO DI CANTIERIZZAZIONE

L'infrastruttura in progetto s'innesta, ad Est, sul tracciato della tangenziale esistente, in corrispondenza delle vie XX Settembre e Martiri di Piazza Tien An Men, termina in prossimità della zona industriale di Corte Tegge, ad Ovest, attraverso un'intersezione a rotatoria sulla S.S. 9 Via Emilia ed è caratterizzata da uno sviluppo complessivo di 6+367 km (vedasi successiva Figura 1.1-1).



FIGURA 1.1-1 – INQUADRAMENTO TERRITORIALE DELLA NUOVA TANGENZIALE NORD DI REGGIO EMILIA

Il nuovo tracciato della tangenziale comprende 3 svincoli di raccordo alla viabilità locale:

- svincolo "Rete 2";
- svincolo "Pieve Modolena";
- svincolo "Corte Tegge".

Il sedime di progetto, dall'innesto sulla tangenziale esistente fino allo svincolo di Pieve Modolena, è caratterizzato da una sezione tipo a due corsie per senso di marcia, con caratteristiche geometriche rispondenti alla categoria "B" in ambito extraurbano, secondo quanto definito dal D.M. 5.11.2001 "*Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade*". Questo tratto è caratterizzato dalla presenza di opere d'arte di notevole importanza, quali il viadotto di interconnessione con il vecchio tracciato della Tangenziale, finalizzato anche allo scavalco del torrente Crostolo ed il sottopassaggio dello svincolo "Rete 2". A partire dallo svincolo "Pieve Modolena" il tracciato si sviluppa parallelamente alla linea ferroviaria storica Milano-Bologna a circa 30 metri a Nord di essa. Lungo tale tratto sono presenti alcune opere minori di scavalco dei torrenti Modolena e Quaresimo ed un breve tratto in trincea in concomitanza con l'elettrodotto AV. Una volta superato il torrente Quaresimo, il tracciato compie una lunga curva sinistrorsa a raggio variabile per attraversare quasi perpendicolarmente la linea ferroviaria storica RFI Bologna-Milano. Una volta oltrepassato tale ostacolo, prosegue in maniera sostanzialmente rettilinea fino alla rotatoria conclusiva, posta in asse al tracciato storico della S.S.9 "Via Emilia". Questo tratto prevede un passaggio della sezione tipo da due carreggiate separate, ciascuna composta da due corsie per senso di marcia, a una sezione di tipo "C1" a carreggiata unica e una corsia per senso di marcia. Il passaggio tra la sezione di tipo B a quella di tipo C1, parte dalla progressiva 4+050 e termina alla progressiva 4+300.

Consolidata la configurazione progettuale descritta in precedenza, il progetto di cantierizzazione è stato elaborato con la priorità di conseguire i seguenti obiettivi:

- dimensionare operativamente un processo di cantierizzazione in grado di garantire le esigenze realizzative dell'infrastruttura salvaguardando i caratteri ambientali del contesto territoriale interessato dai lavori;
- assicurare la compatibilità ambientale della fase realizzativa dell'opera in oggetto.

In virtù di quanto sopra, quindi, il processo di cantierizzazione è stato pianificato in relazione all'analisi puntuale delle caratteristiche localizzative, costruttive e dei fabbisogni generati da ogni singolo intervento, relativo ai lavori di realizzazione del prolungamento della tangenziale Nord di Reggio Emilia, nonché alla necessità di rispettare le tempistiche realizzative previste per l'esecuzione del nuovo asse viario. La corretta pianificazione del processo di cantierizzazione che governa la fase realizzativa dell'opera, è da ritenersi fattore prioritario anche in termini ambientali, al fine di ridurre i potenziali impatti legati alla fase costruttiva. In relazione alle tempistiche realizzative, la pianificazione operata in questa sede prevede che i tratti dell'estesa di progetto siano realizzati in due ambiti funzionali, distinti in altrettanti periodi temporali sequenziali (vedasi anche successive Figura 1.1-2 e Tabella 1.1-1):

- **AMBITO FUNZIONALE N°1.** Prevede la realizzazione del tracciato della nuova tangenziale in progetto, da inizio intervento (Podere Castellani - Linea F.S.) allo svincolo di "Rete 2". Il tratto è caratterizzato da uno sviluppo di circa km 1+600, in questo ambito è inclusa la realizzazione dello svincolo stesso in una configurazione funzionale in grado di garantire l'immissione in tangenziale anche in direzione Est;



- **AMBITO FUNZIONALE N°2.** La realizzazione è prevista in seguito al completamento dell'Ambito 1, con il nuovo tratto di tangenziale già in esercizio. In questo caso si prevede la costruzione di un nuovo tratto di tangenziale per uno sviluppo planimetrico di circa km 4+800, con inizio dallo svincolo di "Rete 2" e termine in corrispondenza dello svincolo di "Corte Tegge". In tale ambito è incluso anche il ramo di viabilità che, a partire dallo svincolo di "Pieve Modolena", conduce, in direzione Nord, verso Roncoesi.

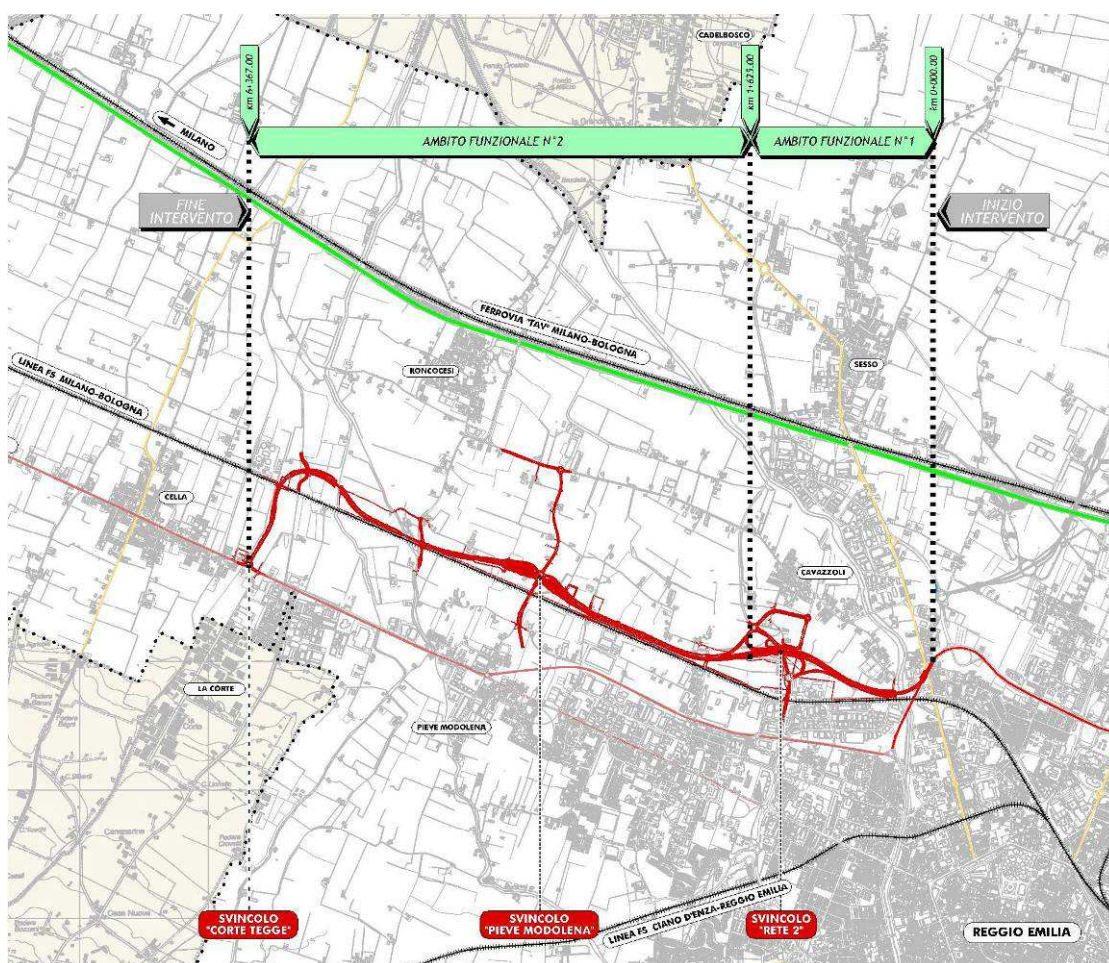


FIGURA 1.1-2 – SUDDIVISIONE DEL TRACCIATO DELLA NUOVA TANGENZIALE NORD DI REGGIO EMILIA IN AMBITI FUNZIONALI (STRALCIO DELL'ELABORATO T00CA00CANPL02A)

AMBITO FUNZIONALE	LOCALIZZAZIONE TERRITORIALE	ESTENSIONE (km)	AMBITI AMMINISTRATIVI: Provincia (Comune)
N° 1	Da Podere Castellani – Linea FS allo svincolo "Rete 2"	1+625	Reggio Emilia (Reggio Emilia)
N° 2	Da svincolo "Rete 2" a svincolo "Corte Tegge"	4+742	Reggio Emilia (Reggio Emilia)

TABELLA 1.1-1 – DEFINIZIONE DEGLI AMBITI FUNZIONALI.

Ciascuno dei precedenti ambiti funzionali, inoltre, è stato suddiviso in 2 fasi. Tali fasi caratterizzano rispettivamente: il primo periodo temporale, durante il quale è realizzato il completamento delle piste di cantiere lungo il tracciato della tangenziale ed il secondo periodo temporale, che si articola dal completamento delle piste fino alla fine lavori. Più precisamente:

- **la prima fase operativa ("1")** è caratterizzata, sostanzialmente, dalla realizzazione della viabilità di servizio del nuovo tracciato stradale, 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 stradale. Tali piste consentiranno di assorbire il traffico prodotto dai mezzi d'opera durante il processo di realizzazione dell'infrastruttura stessa, 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 tre mesi (per ciascuno degli Ambiti Funzionali), con inizio dalla data di consegna dei lavori al soggetto esecutore. La fase è caratterizzata, contestualmente, anche dall'inizio delle lavorazioni legate all'avanzamento dei fronti mobili per la costruzione del corpo stradale della nuova viabilità, oltre che delle principali opere d'arte previste in progetto. Questa fase, quindi, 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 ("2")** si estenderà sino all'ultimazione dei lavori; in tale periodo la mobilità dei mezzi d'opera avverrà per la quasi totalità all'interno dell'area di sedime del tracciato di progetto, 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. In virtù della configurazione proposta, quindi, potrà essere limitato, in fase di cantiere, l'utilizzo della viabilità ordinaria.

Questa impostazione deriva dal fatto che, oggettivamente, una tale pianificazione risulta essere quella che presenta la probabilità maggiore di essere attuata, in ragione delle risorse disponibili. All'atto della redazione del presente documento, infatti, non è ancora definito il periodo di realizzazione dell'Ambito Funzionale n°2, tuttavia, al fine di fornire una valutazione degli impatti in fase di cantierizzazione che risulti più cautelativa, se ne ipotizza la realizzazione subito dopo il completamento dell'Ambito 1.

L'alternativa, infatti, è rappresentata dalla realizzazione dell'intera tratta stradale in un periodo temporale senza soluzione di continuità, comunque suddivisa per ambiti. Il vantaggio in termini ambientali di una tale eventualità consiste fondamentalmente nel fatto che non si avrebbe la necessità di prevedere attività di cantiere in due intervalli temporali distinti, con inevitabili interferenze sull'esercizio di infrastrutture esistenti e relativi disagi per gli utenti.

A questo occorre aggiungere, inoltre, il beneficio per la città di avere a disposizione l'intera tangenziale, completa nella nuova configurazione funzionale, in un lasso temporale inferiore rispetto l'inizio dei lavori.

**Le considerazioni di cui sopra consentono di affermare che, qualora lo sviluppo dei successivi livelli progettuali facesse nascere l'esigenza/possibilità di realizzare l'opera in oggetto senza soluzione di continuità temporale, il processo di cantierizzazione descritto nel presente studio può essere confermato e, allo stesso tempo, caratterizzato da un'ulteriore riduzione dei potenziali impatti legati alle attività di cantiere.**

In questa fase si è quindi valutato corretto prevedere che gli interventi di progetto siano governati da processi di cantierizzazione sequenziali, in quanto tale scenario si configura come il più critico dal punto di vista ambientale. Le scelte operate in questa sede, in termini di pianificazione logistica della fase di cantiere, sono mirate, pertanto, a verificare la sostenibilità ambientale del processo costruttivo dell'opera nella sua configurazione più critica. Gli aspetti fondamentali che caratterizzano la pianificazione strategica 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.

Tutto ciò premesso, il presente documento descrive il progetto di cantierizzazione dell'opera analizzando, per i due ambiti funzionali con cui si intende operare, la programmazione delle tempistiche realizzative, i criteri adottati per il dimensionamento dei cantieri, le pertinenze in termini di attrezzature fisse, mezzi d'opera ed addetti, il piano di utilizzazione dei materiali, il piano delle viabilità di cantiere e l'analisi degli impatti sulle componenti ambientali (atmosfera, rumore e vibrazioni, ambiente idrico superficiale e sotterraneo) durante la fase realizzativa dell'opera.

I temi sviluppati all'interno del presente documento sono stati inoltre integrati ed approfonditi attraverso l'ausilio di una dettagliata serie di elaborati grafici, di cui al seguente elenco, ai quali si rimanda per una visione completa ed esaustiva dell'intero progetto di cantierizzazione dell'opera e più precisamente:

- *Planimetria di inquadramento con indicazione degli ambiti operativi e delle aree estrattive proposte, con la designazione delle competenze di approvvigionamento dei materiali (T00CA00CANPL01A in scala 1:50.000), che illustra la suddivisione del progetto di cantierizzazione in ambiti funzionali ed individua i poli estrattivi per l'approvvigionamento dei materiali con le relative pertinenze;*

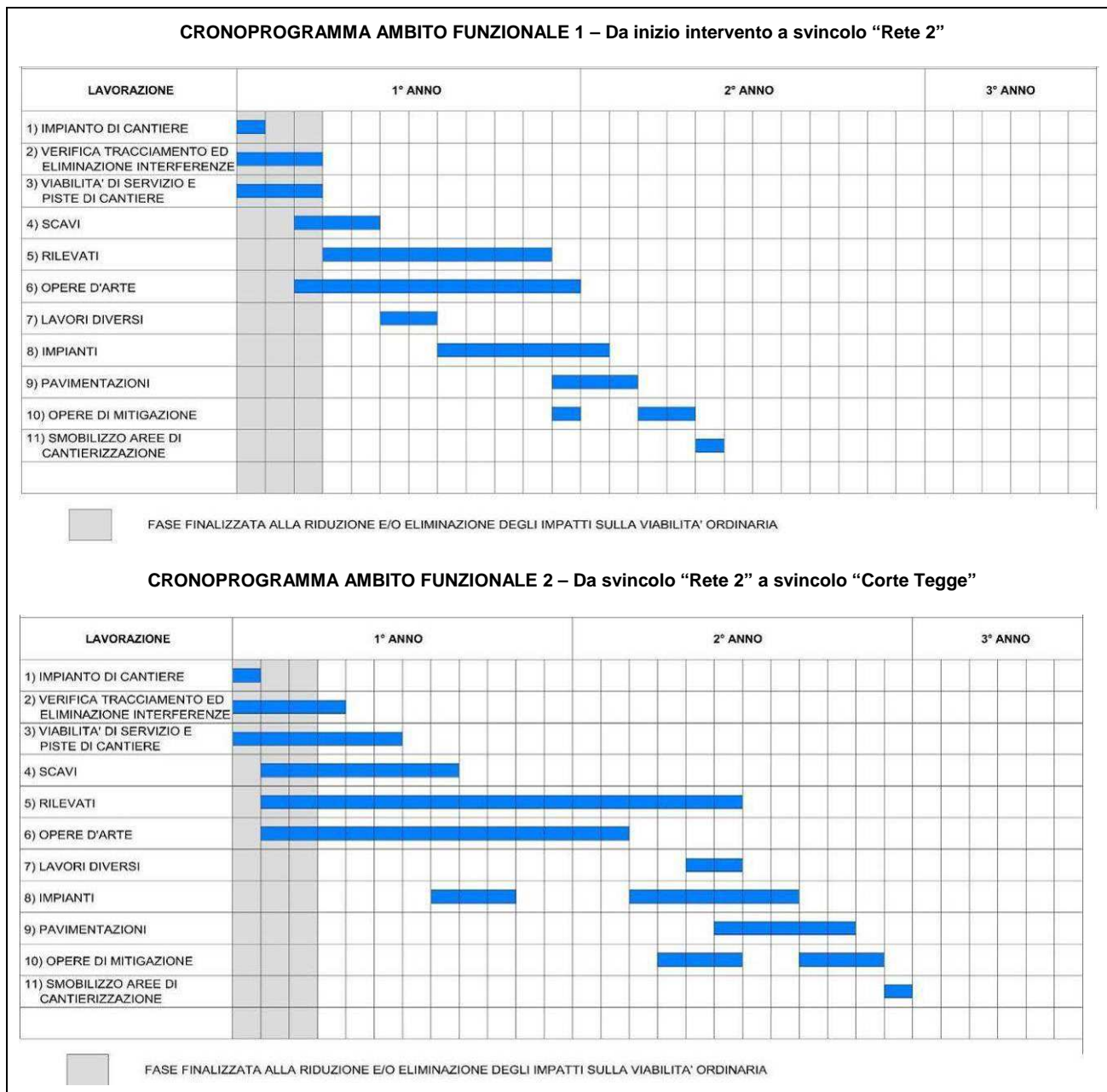
- *Planimetria generale con indicazione degli ambiti operativi, delle aree e delle piste di cantiere e dei percorsi dei mezzi operativi coincidenti con le viabilità maggiori e minori esistenti (T00CA00CANPL02A in scala 1:25.000), che illustra la localizzazione delle diverse aree di cantiere, le principali opere d'arte da realizzare e fornisce un'indicazione delle viabilità di cantiere operative in prima e seconda fase temporale;*
- *Planimetria con indicazione delle aree di cantiere, dei percorsi dei mezzi operativi coincidenti con le viabilità maggiori e minori esistenti (Ambito 1/2 – Fase 1/2 T00CA00CANPE01÷04A in scala 1:10.000), che illustra, ad un dettaglio maggiore, la localizzazione delle diverse aree di cantiere ed i percorsi da utilizzarsi durante le varie fasi operative per l'approvvigionamento dei materiali necessari alla realizzazione dell'opera;*
- *Planimetria di dettaglio delle piste di cantiere e dei percorsi dei mezzi operativi, con indicazione delle opere propedeutiche alla realizzazione (Ambito 1/2 T00CA00CANPE05÷06A in scala 1:5.000), che illustra il dettaglio delle piste di cantiere predisposte, durante le differenti fasi operative, per garantire i collegamenti fra il fronte di avanzamento dei lavori e le aree di cantiere fisse;*
- *Pianificazione temporale dei lavori e dimensionamento funzionale delle aree di cantierizzazione (T00CA00CANLF01A), che contiene il cronoprogramma dei lavori, la stima della frequenza dei mezzi di cantiere sulla viabilità ordinaria, il layout funzionale delle aree di cantiere ed il relativo dimensionamento;*
- *Schede di censimento delle viabilità esistenti utilizzate in fase di cantiere (T00CA00CANSC01A), che rappresenta il censimento di tutte le viabilità esistenti che si prevede di utilizzare durante la fase realizzativa delle opere;*
- *Abaco delle principali tipologie dei fabbricati provvisori di cantiere (T00CA00CANSC02A).*

## **1.2. PROGRAMMAZIONE DELLE TEMPSTICHE REALIZZATIVE**

---

Come detto precedentemente i due ambiti funzionali saranno realizzati in altrettanti periodi temporali la cui sequenzialità prevede dapprima il completamento dell'Ambito 1 e, poi, il completamento del secondo Ambito.

Al fine di consentire un'immediata valutazione delle tempistiche programmate per la realizzazione di ogni singolo Ambito Funzionale sono stati elaborati specifici cronoprogrammi riferiti alla fase di cantiere dell'opera (elaborato di progetto T00CA00CANLF01A – TAVV.01 e 10) riportati anche nella successiva Figura 1.2-1.



**FIGURA 1.2-1 – PIANIFICAZIONE TEMPORALE DEI LAVORI**

I diagrammi offrono 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:

- la durata complessiva dei lavori è stimata in tre anni e cinque mesi (di cui 17 mesi per realizzare il primo ambito e 24 mesi per realizzare il secondo ambito);

- in entrambi gli ambiti funzionali si prevede di completare la realizzazione delle aree di cantierizzazione, delle piste di cantiere e delle opere di tracciamento e di eliminazione delle interferenze nella prima fase di esecuzione dei lavori (primi tre mesi).

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

- realizzazione delle piste di cantiere, in prossimità del sedime della nuova infrastruttura viaria, che consentono il collegamento delle differenti aree di cantiere con la viabilità ordinaria;
- risoluzione delle principali interferenze delle piste di cantiere, sia con la viabilità ordinaria, che con le interferenze idrauliche anticipando nel corso della prima fase la realizzazione di quelle opere (es. intersezioni stradali, tombini, opere idrauliche in generale, ecc..) che consentano di dare la maggiore continuità possibile alle piste di cantiere. A tal proposito si evidenziano di seguito le opere, previste in progetto, che debbono essere realizzate già nell'ambito della prima fase:
  - 1) per quanto riguarda l'Ambito Funzionale n°1 la rotatoria a Nord dello svincolo di "Rete 2", prevista fra la nuova viabilità di progetto e via Bertani Davoli;
  - 2) per quanto riguarda l'Ambito Funzionale n°2 l'attraversamento idraulico del torrente Quaresimo;
- parte dei movimenti materiali relativi al corpo stradale di progetto, con relativi processi di consolidamento;
- parte delle opere d'arte principali (ponti, viadotti, gallerie artificiali), in particolare opere fondazionali e parte delle strutture in elevazione.

### **1.3. DESCRIZIONE DELLE ATTIVITÀ REALIZZATIVE**

Nella presente sezione si riporta una descrizione delle attività che illustrano le operazioni necessarie per realizzare il corpo stradale del nuovo tratto di tangenziale con il relativo fronte di avanzamento dei lavori.

In generale le lavorazioni relative alla realizzazione del corpo stradale, che avviene mediante la stesa di strati successivi regolarmente compattati prima della stesa dello strato successivo, devono condurre alla sezione avente le caratteristiche previste in progetto sia in termini geometrici che prestazionali.

Le attività realizzative riguarderanno, quindi, la costituzione di rilevati, trincee e la predisposizione delle relative opere strutturali.

### 1.3.1. Rilevato

Prima di procedere alla costruzione del rilevato stradale occorre assicurare un idoneo piano di appoggio al rilevato stesso. Si procede quindi allo scotico, cioè all'asportazione del terreno vegetale più superficiale (per una profondità di circa 20-30 centimetri) e quindi rimaneggiato e con scadenti caratteristiche strutturali (vedasi anche successiva Figura 1.3-1).

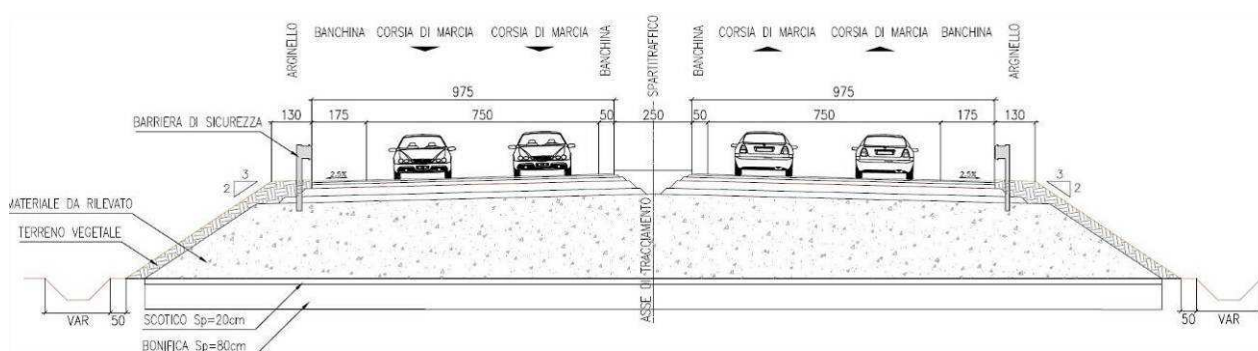


FIGURA 1.3-1 – SEZIONE TIPO IN RILEVATO (ESTRATTO DALL'ELABORATO T00PS00TRAST01A)

Questo terreno viene momentaneamente conservato per essere recuperato, successivamente, a copertura e protezione delle scarpate del rilevato stesso e per favorire l'inerbimento. Nei punti in cui il terreno sottostante allo scotico non ha le caratteristiche atte a fungere da piano di appoggio del rilevato stesso si procede ad una operazione di bonifica, consistente in un approfondimento dello scavo fino a raggiungere strati di terreno che presentino le condizioni ideali per garantire la stabilità del rilevato o nel trattamento dello stesso al fine di garantire il raggiungimento delle prestazioni richieste.

Questo scavo viene riempito con materiale arido (pietrame pulito e asciutto) di pezzatura idonea; insieme al posizionamento di uno strato di materiale avente opportune caratteristiche di filtraggio nonché al preventivo costipamento del piano d'appoggio, così da impedire la risalita capillare dell'acqua, sempre presente nel sottosuolo, la separazione tra le parti fini del terreno e il sovrastante materiale arido. Il rilevato viene formato, con l'ausilio di apposite macchine operatrici differenziate a seconda del materiale da trattare, attraverso la stesa, il costipamento e la configurazione di successivi strati (di spessore pari a circa 30-50 centimetri) di materiale avente le caratteristiche riportate negli appositi elaborati progettuali sino al raggiungimento della quota prevista.

### 1.3.2. Trincea

Per realizzare lo scavo del terreno sino alla quota prevista dal progetto si interviene in modo differente a seconda della natura del terreno e della situazione al contorno, orografia, vie di accesso, ecc. (vedasi ad es. la successiva Figura 1.3-2).

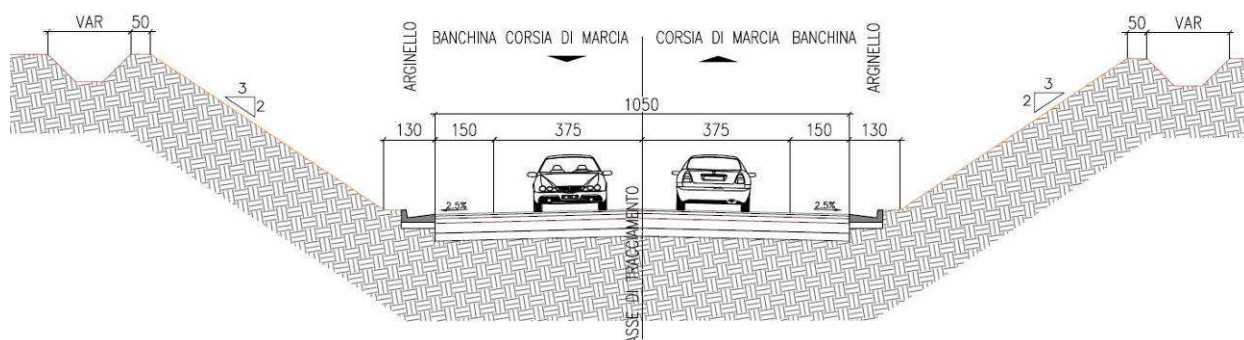


FIGURA 1.3-2 – SEZIONE TIPO IN TRINCEA (ESTRATTO DALL'ELABORATO T00PS00TRAST01A)

Giunti in prossimità della quota di progetto, attraverso la modellazione delle pareti che delimitano lo scavo secondo quanto indicato negli specifici elaborati progettuali e in funzione delle caratteristiche del terreno stesso, è necessario procedere ulteriormente a una modellazione del fondo per permettere, come nel caso del rilevato, la realizzazione del pacchetto di sovrastruttura previa interposizione del materiale idoneo a costituire barriera anticapillare e opportuno contenimento della sede stradale medesima.

### 1.3.3. Fasi di esecuzione delle opere d'arte maggiori

#### 1.3.3.1 Viadotto Torrente Crostolo – Campata in acciaio

L'opera in oggetto è un ponte a due carreggiate e due corsie per senso di marcia costituito da 1 campata in curva di luce di calcolo variabile tra 59.90 m e 67.67 m. L'impalcato è costituito da due cassoni metallici ad altezza costante pari a 3.50 m aventi le anime inclinate su cui appoggiano due solette collaboranti in c.a. aventi funzionamento principale lungo la direzione trasversale (vedasi successiva Figura 1.3-3).

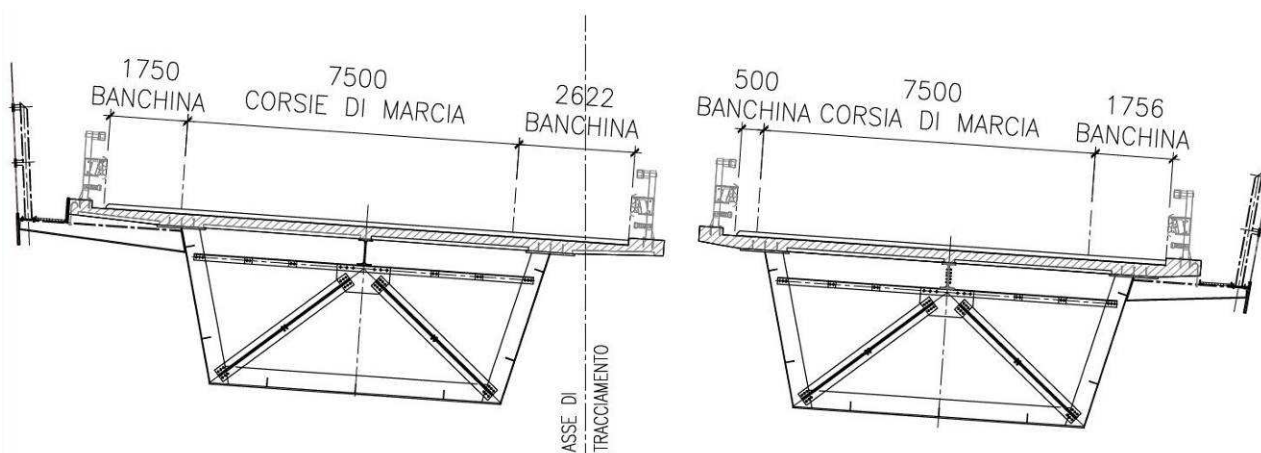


FIGURA 1.3-3 – SEZIONE TIPO CAMPATA IN ACCIAIO VIADOTTO CROSTOLO (ESTRATTO DALL'ELABORATO T00VI01STRDI02A)

Le sezioni sono completate da una trave centrale avente funzione di rompitratta per la soletta realizzata con profilo HEA600 e di luce massima di 10.60 m (distanza massima tra due diaframmi consecutivi), dai cordoli in c.a. di posizionamento dei guard-rail e da tutti gli elementi di arredo del ponte (veletta laterale in c.a., strutture leggere reggi-impianti, impianti, elementi di scolo e di raccolta delle acque meteoriche, ecc.).



Gli impalcati verranno divisi in un totale di 5 conci: 2 conci "di spalla", 3 conci di "campata". I collegamenti tra i vari conci (aventi tutti lunghezza media inferiore ai 13.10 m per garantire la trasportabilità standard) sono previsti tramite saldature a completa penetrazione. Le spalle si prevedono come strutture di contenimento del rilevato stradale aventi altezza variabile tra 4.23 m e 5.22 m dallo spiccatto della platea di fondazione la cui altezza è di 1.50 m e le cui dimensioni in pianta sono 25.65 m di lunghezza e 5.60 m di larghezza. Ogni plinto di spalla funge da "chiusura di testa" della fondazione a cassone costituita da una serie di diaframmi in c.a. di dimensioni 280x80 cm<sup>2</sup>. I diaframmi hanno sviluppo di 35 m. Sulla sommità della spalla è inoltre previsto un muro paraghiaia di altezza 4.65 m, spessore 0.60 m e larghezza 25.65 m.

Le fasi necessarie all'esecuzione dell'opera sono le seguenti:

1. scavo propedeutico alla posa in opera dei diaframmi;
2. getto dei diaframmi con lunghezza di 35 m e disposizione geometrica a cassone;
3. realizzazione del plinto di spalla a chiusura dei diaframmi;
4. elevazione della spalla e del muro paraghiaia;
5. completamento delle spalle e sistemazione degli appoggi;
6. assemblaggio dei conci in cantiere, sollevamento dal basso, posa in opera e successivo collegamento degli stessi;
7. completamento della sezione di impalcato attraverso la posa delle solette collaboranti in c.a.;
8. getto dei cordoli di posizionamento dei guard-rail e degli elementi di arredo del ponte;
9. realizzazione del pacchetto stradale e della segnaletica;
10. sistemazione delle scarpate ed opere di finitura.

#### 1.3.3.2 Viadotto Torrente Crostolo – Campate in c.a.p.

Il tratto di collegamento tra il rilevato esistente (da cui parte il progetto dell'infrastruttura stradale) e la campata in acciaio del ponte sul fiume Crostolo, viene realizzato su viadotto per consentire la massima fruibilità degli spazi a servizio del tessuto urbano. Il ponte ha lunghezza totale pari a 168.0 m (distanza tra asse appoggi sulle spalle). Il ponte presenta 5 luci, di cui 3 centrali da 34 m e le due laterali da 33 m. Lo scavalco dell'interferenza è realizzato mediante due impalcati separati di larghezza totale rispettivamente di 12.20 m e 14.30 m, misurati nei punti di massima larghezza (vedasi successiva Figura 1.3-4).

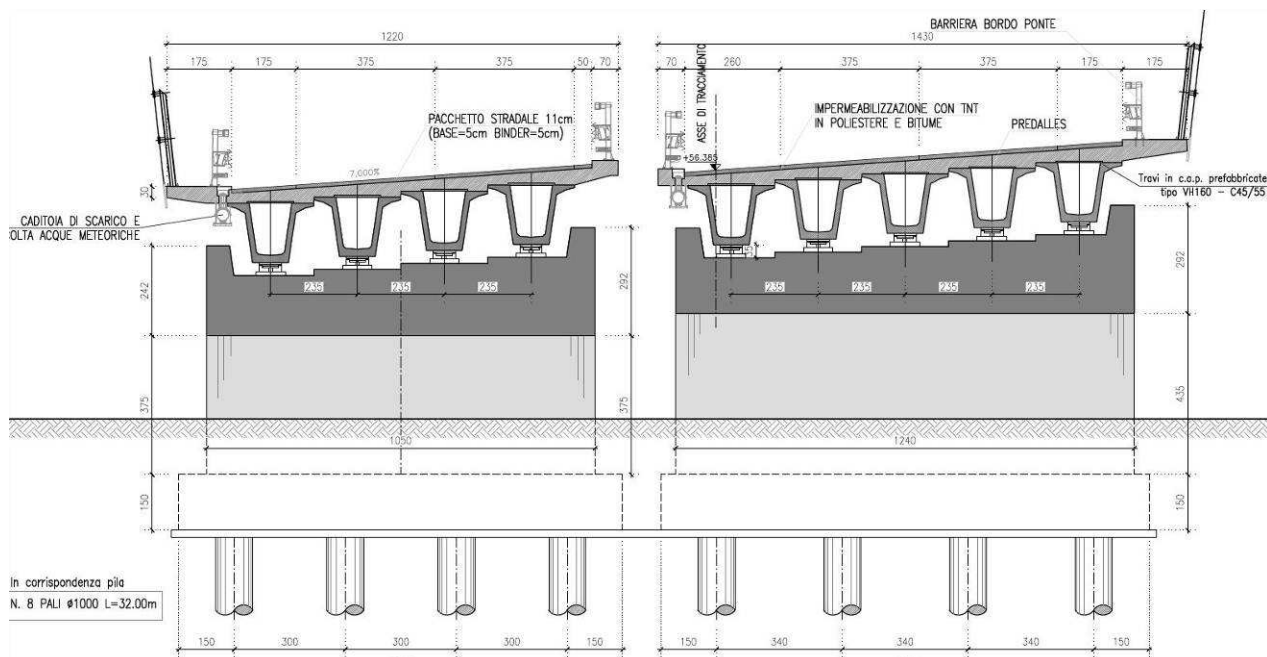


FIGURA 1.3-4 – SEZIONE TIPO CAMPATA IN C.A.P. VIADOTTO CROSTOLO (ESTRATTO DALL'ELABORATO T00VI01STRDI01A)

Il Ponte è ad asse curvilineo ( $R_{\min} \cong 250$  m). L'impalcato è realizzato mediante n°4 travi (impalcato Nord) e n°5 travi (impalcato Sud) a 'V' poste ad interasse 2.35 m. L'impalcato è previsto con funzionamento tradizionale, ovvero ogni campata si muove in maniera indipendente dalle adiacenti. Le spalle sono di tipo 'tradizionale'.

Esse sono costituite da:

- una fondazione di spessore 1.50 m , larghezza 13.2 (12.60) m, lunghezza 9.2 m;
- un paramento frontale di spessore 2.00 m, altezza media 6.00 m, lunghezza 12.00 (11.35) m;
- un paraghiaia di spessore 0.60 m, altezza media 2.40 m, lunghezza 12.00 (11.35) m;
- due pareti di risvolto di spessore 0.80 m, altezza 8.45 m, lunghezza 3.00 m + orecchie di risvolto per contenere il rilevato.

Le spalle gravano su n°12 pali Ø1000 di lunghezza 32 m.

Le pile sono del tipo con fusto verticale e dado di fondazione.

Le pile esterne sono costituite da:

- un pulvino di spessore 3.00 m , altezza 1.5 m, lunghezza 12.40 (10.50) m;
- un fusto verticale di spessore 2.00 m , altezza media 4.00 m, lunghezza 12.40 (10.50) m;
- un plinto di fondazione di spessore 1.5 m, larghezza 13.2 (12.60) m, lunghezza 7.0 m.

Ogni pila grava su n°8 pali Ø1000 di lunghezza 32 m.

Per la realizzazione dell'opera si prevedono le seguenti fasi esecutive:

1. scavo di fondazione fino allo spiccato della platea di spalle e pile;
2. realizzazione della palificata di  $\varnothing 1000$  con lunghezza 32 m;
3. esecuzione plinti e platea di fondazione;
4. realizzazione di spalle e pile;
5. finitura e posizionamento degli appoggi;
6. sollevamento e posa delle travi in c.a.p. di impalcato;
7. completamento sezione di impalcato, posa pacchetto stradale, barriere e segnaletica;
8. sistemazione delle scarpate ed opere di finitura.

1.3.3.3 Viadotto via Ferraroni – Viadotto in c.a.p.

Lo scavalco della rotatoria in progetto in corrispondenza di via Ferraroni viene realizzato su viadotto per consentire la massima fruibilità degli spazi (visibilità per l'ingresso in rotatoria) e il raccordo con tutte le rampe dello svincolo a diamante. Il ponte ha lunghezza totale pari a 150.0 m (distanza tra asse appoggi sulle spalle). Il ponte presenta 5 luci, ciascuna di 30 m. Lo scavalco dell'interferenza è realizzato mediante due impalcati separati di larghezza totale rispettivamente di 12.70 m e 13.70 m, misurati nei punti di massima larghezza (vedasi successiva Figura 1.3-5).

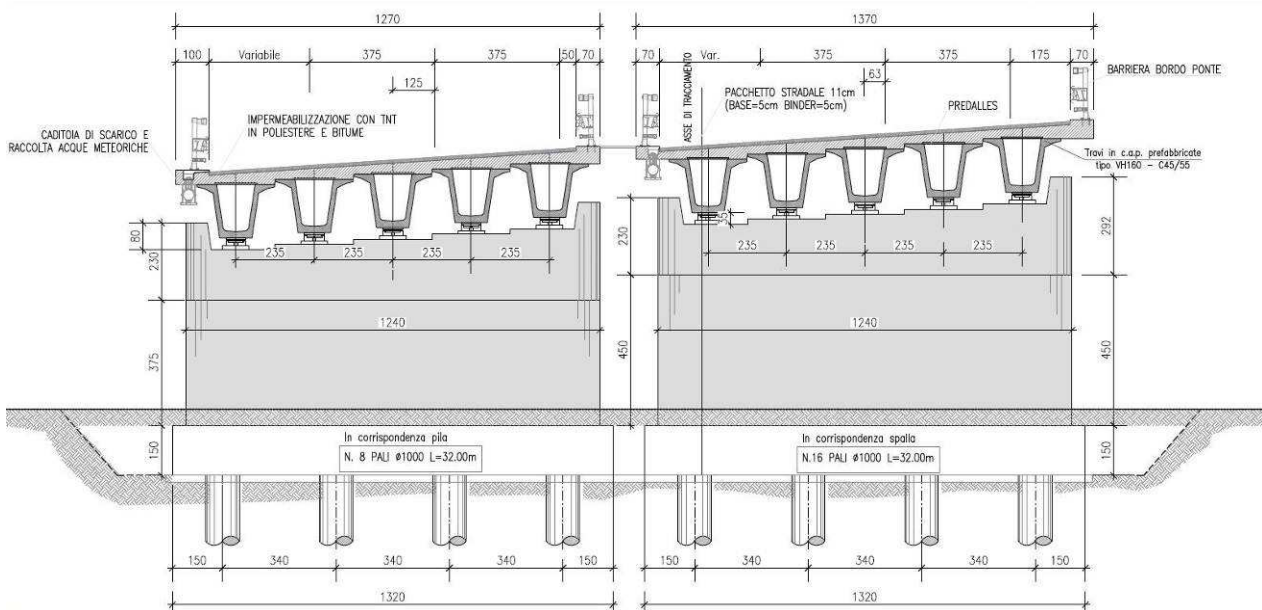


FIGURA 1.3-5 – SEZIONE TIPO CAMPATA IN C.A.P. VIADOTTO VIA FERRARONI (ESTRATTO DALL'ELABORATO T00VI02STRDI01A)

Il ponte è ad asse curvilineo ( $R_{\min} \cong 740$  m). L'impalcato è realizzato mediante n°5 travi (impalcato Nord) e n°5 travi (impalcato Sud) a 'V' poste ad interasse 2.35 m. L'impalcato è previsto con funzionamento tradizionale, ovvero ogni campata si muove in maniera indipendente dalle adiacenti. Le spalle sono di tipo 'tradizionale'. Esse sono costituite da:

- una fondazione di spessore 1.50 m , larghezza 13.2 m, lunghezza 9.0 m;
- un paramento frontale di spessore 2.00 m, altezza media 6.00 m, lunghezza 12.00 m;
- un paraghiaia di spessore 0.60 m, altezza media 2.40 m, lunghezza 12.00 m;
- due pareti di risvolto di spessore 0.80 m, altezza 8.30 m, lunghezza 3.00 m + orecchie di risvolto per contenere il rilevato.

Le spalle gravano su n°12 pali  $\varnothing 1000$  di lunghezza 32 m.

Le pile sono del tipo con fusto verticale e dado di fondazione.

Le pile esterne sono costituite da:

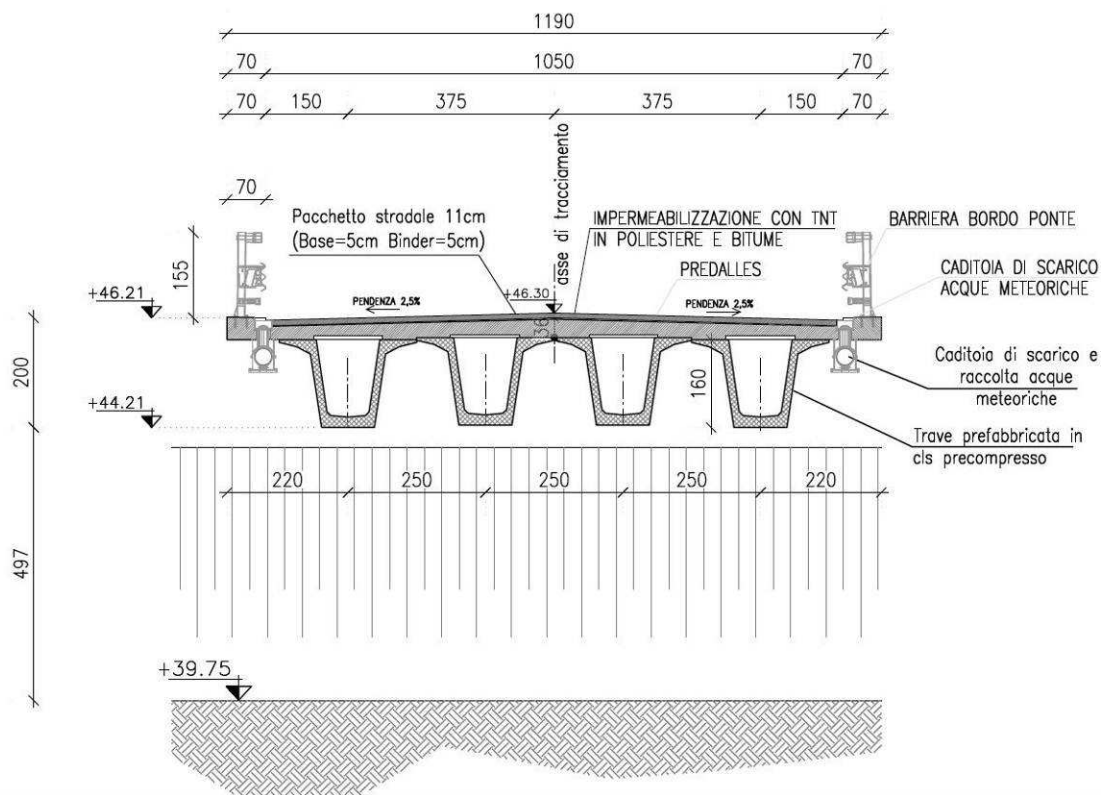
- un pulvino di spessore 3.00 m , altezza 1.5 m, lunghezza 12.40 m;
- un fusto verticale di spessore 2.00 m , altezza media 4.15 m, lunghezza 12.40 m;
- un plinto di fondazione di spessore 1.5 m, larghezza 13.2 m, lunghezza 7.0 m.

Ogni pila grava su n°8 pali  $\varnothing 1000$  di lunghezza 32 m. Per la realizzazione dell'opera si prevedono le seguenti fasi esecutive:

1. scavo di fondazione fino allo spiccato della platea di spalle e pile;
2. realizzazione della palificata di  $\varnothing 1000$  con lunghezza 32 m;
3. esecuzione plinti e platea di fondazione;
4. realizzazione di spalle e pile;
5. finitura e posizionamento degli appoggi;
6. sollevamento e posa delle travi in c.a.p. di impalcato;
7. completamento sezione di impalcato, posa pacchetto stradale, barriere e segnaletica;
8. sistemazione delle scarpate ed opere di finitura.

#### 1.3.3.4 Viadotto Torrente Modolena – Viadotto in c.a.p.

Lo scavalco del torrente Modolena viene realizzato mediante un ponte in c.a.p. Il manufatto ha lunghezza totale pari a 32.0 m (distanza tra asse appoggi sulle spalle) in semplice appoggio. Lo scavalco dell'interferenza è realizzato mediante un impalcato di larghezza totale di 11.90 m (vedasi successiva Figura 1.3-6).



**FIGURA 1.3-6 – SEZIONE TIPO CAMPATA IN C.A.P. VIADOTTO TORRENTE MOLENA  
 (ESTRATTO DALL'ELABORATO T00VI03STRDI01A)**

Il ponte è rettilineo ( $R_{\min} \cong \infty$ ). L'impalcato è realizzato mediante n°4 travi a 'V' poste ad interasse 2.5 m. Le spalle sono di tipo 'sella su diaframma'; essendo l'opera in prossimità di un corso d'acqua, si sfruttano le fondazioni profonde della spalla con la funzione oltre che strutturale anche di diaframma arginale.

Esse sono costituite da:

- una fondazione di spessore 1.50 m , larghezza 17.5 m, lunghezza 3.1 m;
- un paraghiaia di spessore 0.50 m, altezza media 2.3 m, lunghezza 17.5 m;
- orecchie di risvolto per contenere il rilevato.

Le spalle gravano su n°7 diaframmi 100x250 di lunghezza 32 m.

Per la realizzazione dell'opera si prevedono le seguenti fasi esecutive:

1. scavo di fondazione fino allo spiccato della platea delle spalle;
2. realizzazione dei diaframmi con lunghezza 32 m e sezione 100x250 cm;
3. esecuzione della fondazione di spalla a coronamento dei diaframmi;
4. realizzazione delle spalle;
5. finitura e posizionamento degli appoggi;
6. sollevamento e posa delle travi in c.a.p. di impalcato;

7. completamento sezione di impalcato, posa pacchetto stradale, barriere e segnaletica;
8. sistemazione delle scarpate ed opere di finitura.

### 1.3.3.5 Viadotto Quaresimo

Lo scavalco del torrente Quaresimo viene realizzato mediante un ponte in c.a.p. Il ponte ha lunghezza totale pari a 32.0 m (distanza tra asse appoggi sulle spalle) in semplice appoggio. Lo scavalco dell'interferenza è realizzato mediante un impalcato di larghezza totale di 15.00 m.

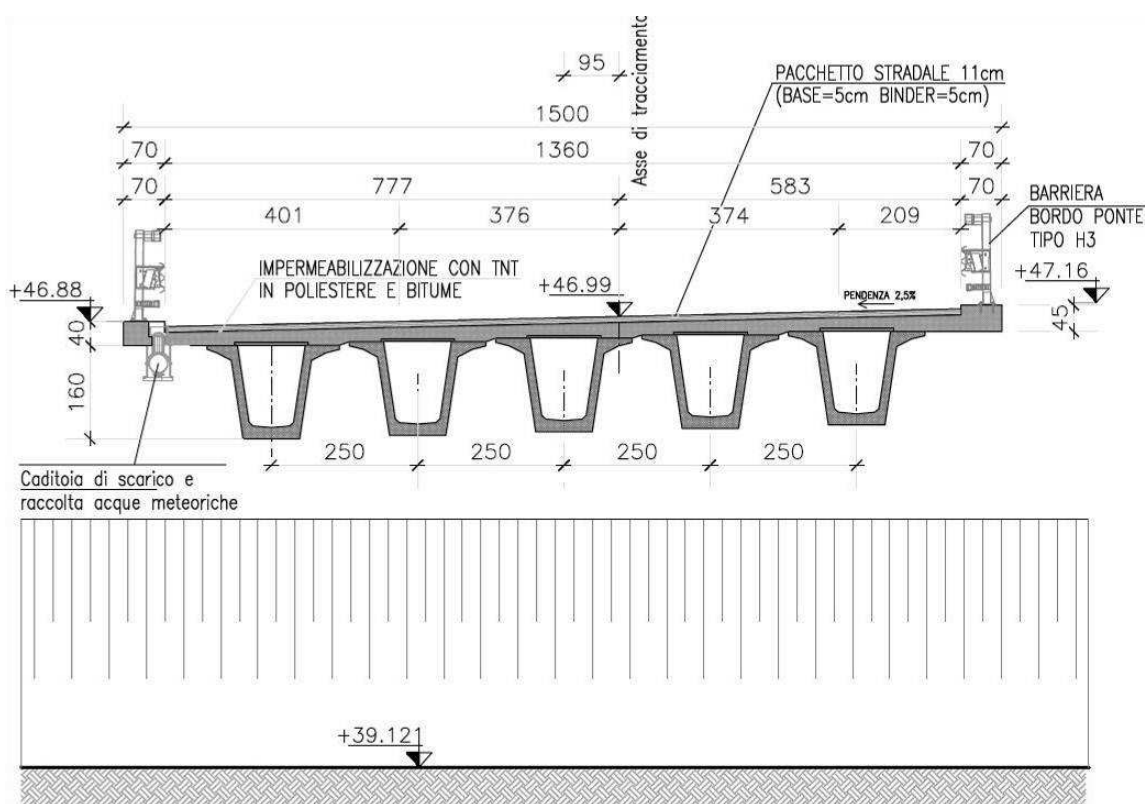


FIGURA 1.3-7 – SEZIONE TIPO CAMPATA IN C.A.P. VIADOTTO TORRENTE QUARESIMO  
 (ESTRATTO DALL'ELABORATO T00VI04STRDI01A)

Il ponte è rettilineo ( $R_{\min} \cong \infty$ ). L'impalcato è realizzato mediante n°5 travi a 'V' poste ad interasse 2.5 m. Le spalle sono di tipo 'sella su diaframma'; essendo l'opera in prossimità di un corso d'acqua, si sfruttano le fondazioni profonde della spalla con la funzione oltre che strutturale anche di diaframma arginale.

Esse sono costituite da:

- una fondazione di spessore 1.50 m , larghezza 17.0 m, lunghezza 3.1 m;
- un paraghiaia di spessore 0.50 m, altezza media 2.3 m, lunghezza 13.95 m;
- orecchie di risvolto per contenere il rilevato.

Le spalle gravano su n°8 diaframmi 100x250 di lunghezza 32 m.

Per la realizzazione dell'opera si prevedono le seguenti fasi esecutive:

1. scavo di fondazione fino allo spiccato della platea delle spalle;
2. realizzazione dei diaframmi con lunghezza 32 m e sezione 100x250 cm;
3. esecuzione della fondazione di spalla a coronamento dei diaframmi;
4. realizzazione delle spalle;
5. finitura e posizionamento degli appoggi;
6. sollevamento e posa delle travi in c.a.p. di impalcato;
7. completamento sezione di impalcato, posa pacchetto stradale, barriere e segnaletica;
8. sistemazione delle scarpate ed opere di finitura.

#### **1.3.4. Fasi di esecuzione delle opere d'arte minori**

Rientrano nella presente categoria di opere i sottopassi (stradali, poderali e ciclopedonali) e le opere idrauliche, necessari per garantire la continuità del nuovo tracciato di progetto rispetto alle interferenze con gli elementi territoriali presenti lungo il sedime dello stesso.

In particolare per quanto riguarda le opere di sottopasso, tutte hanno struttura scatolare chiusa in conglomerato cementizio armato.

I sottovia principali si trovano sotto al piano campagna attuale e, quindi interessati dalla falda esistente, in ragione della quota che questa presenta sulle aree di intervento. In queste situazioni sono state considerate soluzioni di impermeabilizzazione atte a garantire la piena funzionalità delle opere. Sono stati inoltre previsti muri ad U cioè strutture di sostegno in conglomerato cementizio armato, adeguatamente verificate nei confronti del problema del galleggiamento. Nella successiva Tabella 1.3-1 si riporta l'elenco dei sottopassi di progetto con il relativo codice wbs identificativo.

Nome	Largh.	Altezza	Lung. (m)
Sottovia svincolo Rete2 (ST01)	14.30	7.00	75.00
Sottovia via Hiroshima (ST02 n1)	11.80	6.86	15.00
Sottovia via Hiroshima (ST02 n2)	9.00	6.86	15.00
Sottovia svincolo Pieve Modolena (ST03)	11.50	6.74	23.40
Sottovia via Carlo Marx (ST04)	10.00	6.70	46.13
Sottovia ferrovia MI-BO (ST05)	16.06	7.32	32.30
Sottovia Roncocesi (ST06)	5.00	5.00	46.13
Sottovia ciclabile via Ferraroni (ST07)	3.80	5.00	98.00
Sottovia poderale Quaresimo 1 (ST08)	5.00	4.00	22.17
Sottovia poderale Quaresimo 2 (ST09)	5.00	4.50	21.34

**TABELLA 1.3-1 – ELENCO DEI SOTTOPASSI DI PROGETTO**

In particolare si evidenzia che le opere ST02, ST03, ST04, ST05 sono state inserite per oltrepassare il tracciato della storica linea ferroviaria MI-BO, la quale taglia il territorio oggetto di intervento in direzione est-ovest. Per queste opere si è previsto una soluzione di scatolare a spinta e le fasi di realizzazione sono le seguenti:

1. realizzazione del cantiere mediante infissione di diaframmi e successivo scavo fino a quota fondo;
2. realizzazione platea di varo, muro reggi spinta e manufatto e contemporanea realizzazione della struttura di sostegno della linea ferroviaria;
3. spinta del manufatto;
4. demolizione del rostro, smontaggio del sistema di sostegno della linea ferroviaria e successiva realizzazione dei muri ad "U".

#### 1.3.4.1 Sottovia "Rete 2"

Il sottovia ST01, denominato "Rete 2", ha dimensioni interne 14,30X7,00 m ed uno sviluppo di 75,00 m (vedasi successiva Figura 1.3-8).

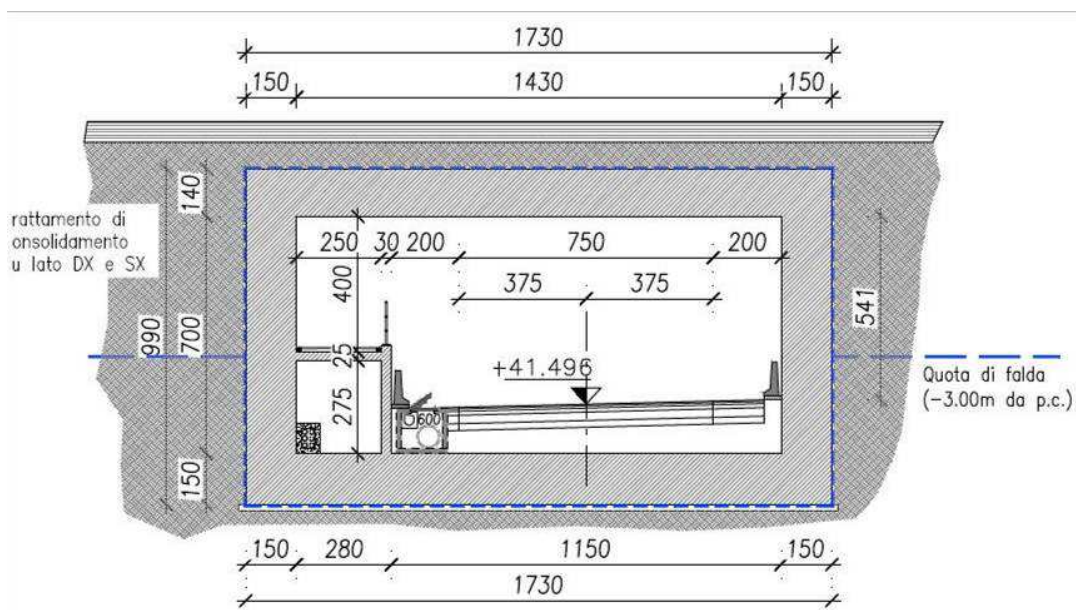


FIGURA 1.3-8 – SEZIONE TRASVERSALE SOTTOVIA "RETE 2" (ESTRATTO DALL'ELABORATO T00ST01STRSZ01A)

Il ricoprimento, ovvero la distanza tra la quota del piano ferro e l'estradosso della soletta superiore, è 1,40 m. L'opera è posta sotto falda, pertanto sono previste opere provvisorie, un impianto di sollevamento, muri ad U ed L di iscrizione della viabilità all'interno del manufatto.



La procedura di realizzazione si articola nei seguenti stadi di avanzamento (per un maggior dettaglio delle fasi realizzative si rimanda agli elaborati grafici della corrispondente sezione del Progetto Definitivo):

1. consolidamento terreno esistente in corrispondenza delle opere provvisionali;
2. scavo propedeutico ed infissione dei diaframmi;
3. scavo fino alla quota di posa della fondazione;
4. predisposizione well-point e getto di fondazione;
5. realizzazione piedritti e soletta superiore;
6. realizzazione muri ad U in corrispondenza dei diaframmi;
7. realizzazioni muri ad U ed L su scavo naturale;
8. completamento del rilevato;
9. opere di finitura.

#### 1.3.4.2 Sottovia "via Hiroshima" n°1 e n°2

I sottovia ST02 posti su via Hiroshima hanno dimensioni interne 9,00X6,86 m e 11,00X6,86 m (vedasi successiva Figura 1.3-9).

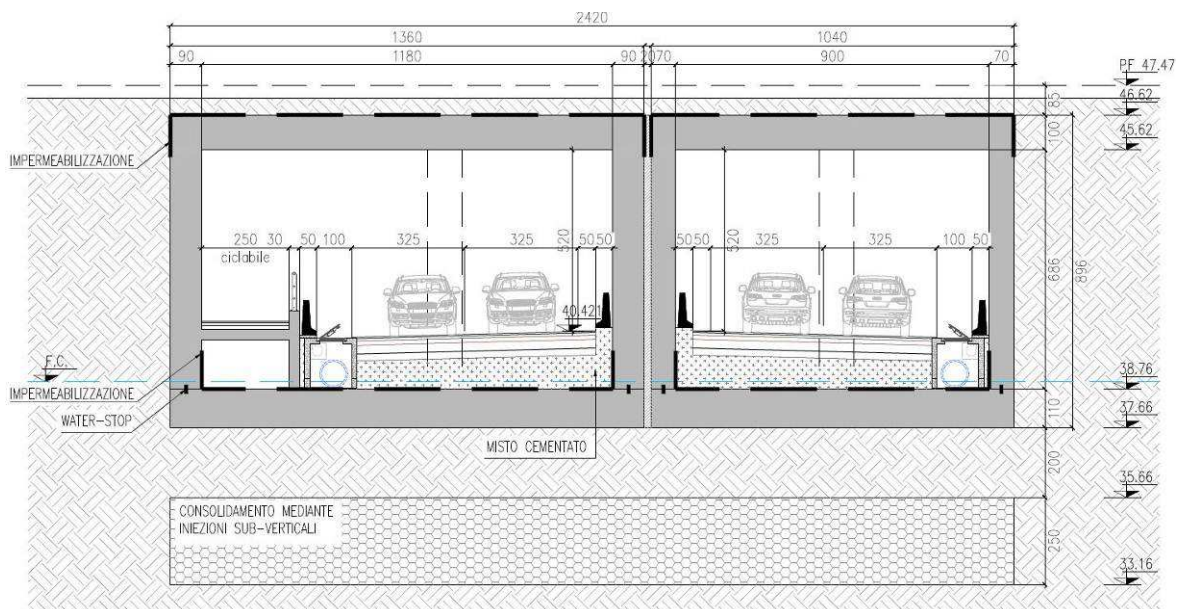


FIGURA 1.3-9 – SEZIONE TRASVERSALE SOTTOVIA "VIA HIROSHIMA" (ESTRATTO DALL'ELABORATO T00ST02STRSZ01A)

Il ricoprimento, ovvero la distanza tra la quota del piano ferro e l'estradosso della soletta superiore, è 0,85 m. L'opera viene varata col sistema del "sottopasso a spinta", mediante martinetti idraulici che lavorano a contrasto su un muro reggispinta. La procedura di varo si articola sui seguenti step di avanzamento (per un maggior dettaglio delle fasi realizzative si rimanda agli elaborati grafici della corrispondente sezione del Progetto Definitivo):

1. scavo e realizzazione della soletta gettata in opera, collegata in testa ai micropali\parete Ø320;
2. scavo e posa in opera del sistema Essen poggiate sui micropali;
3. scavo sotto copertura e preparazione della vasca di varo;
4. realizzazione del muro reggispinta e della soletta di varo;
5. realizzazione fuori sede del sottopasso a spinta e successiva spinta vuoto fino alla configurazione di progetto;
6. completamento e finiture delle opere.

Per la realizzazione degli scavi si impiegheranno paratie di diaframmi in calcestruzzo contrastate mediante ordini di tiranti. In fase definitiva il contrasto delle paratie sarà fornito dagli elementi di elevazione dei muri ad "U" e dal solettone di fondo. Le strutture interne si completano con il getto delle contropareti in c.a. contro le paratie, previa posa di guaine impermeabilizzanti.

Le principali fasi esecutive sono:

- formazione delle corree di guida, realizzazione delle paratie (compresa trave di coronamento);
- scavi successivi per le opportune tirantature e per la realizzazione del tampone di fondo;
- scavo finale fino alla quota di imposta del solettone di fondo;
- posa dell'impermeabilizzazione sul fondo scavo e a ridosso delle paratie (realizzazioni dei relativi massetti in cls);
- getto del solettone di fondo in cui devono essere previste le opere di drenaggio delle acque;
- completamento dell'impermeabilizzazione delle pareti laterali; getto delle contropareti;
- completamento delle opere.

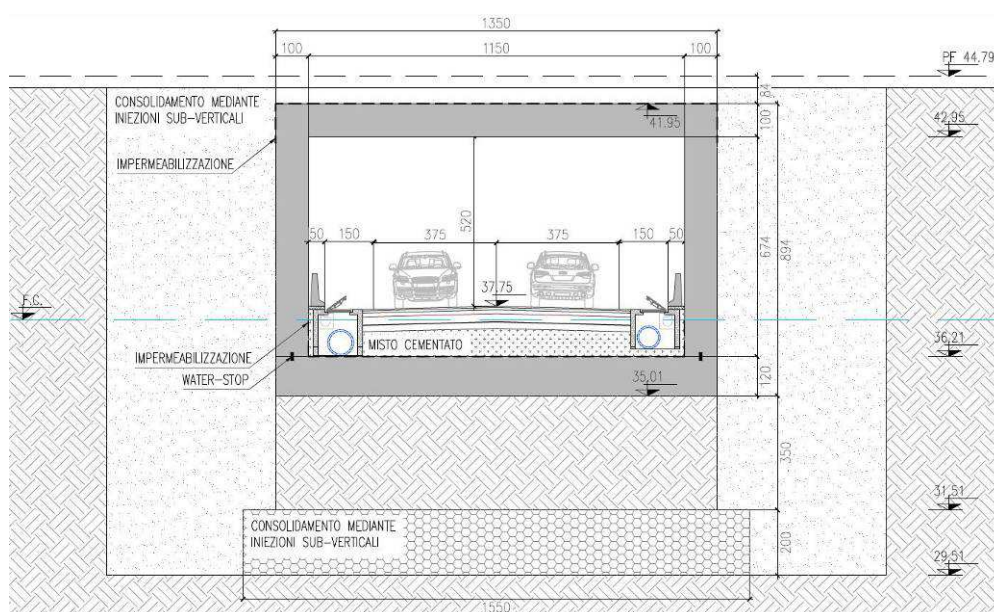
L'esecuzione dei tiranti provvisori dovrà avvenire secondo le seguenti fasi:

- perforazione secondo la geometria di progetto;
- posa in opera del tirante, dotato di distanziatori a canne per la successiva iniezione del bulbo di ancoraggio;
- iniezione della miscela cementizia per la formazione del bulbo di ancoraggio, della lunghezza prevista in progetto;
- iniezione di cementazione secondaria nella parte libera del tirante tra guaina liscia e parete foro;
- fissaggio del tirante.

Per garantire il sostegno dello scavo e del sistema Essen, vengono realizzate 2 berlinesi (una per ciascun lato) di micropali  $\phi 320$  accostati armati con un profilato HEM200, solidarizzati in testa mediante una trave di correa in c.a.  $52 \times 50$  cm<sup>2</sup>, e intrantata su 2 ordini di tiranti (ciascun tirante costituito da 6 trefoli da 0,6"). La lunghezza complessiva di ciascuna berlinese è pari a 15,70 m.

#### 1.3.4.3 Sottovia "Pieve Modolena"

L'opera, denominata ST03, ha dimensioni interne  $11,50 \times 6,74$  m ed è posta alla progressiva km 3+425,00 (vedasi successiva Figura 1.3-10).



**FIGURA 1.3-10 – SEZIONE TRASVERSALE SOTTOVIA "PIEVE MODOLENA" (ESTRATTO DALL'ELABORATO T00ST03STRSZ01A)**

Il ricoprimento, ovvero la distanza tra la quota del piano ferro e l'estradosso della soletta superiore, è 0,84 m. L'opera viene varata col sistema del "sottopasso a spinta", mediante martinetti idraulici che lavorano a contrasto su un muro reggispinga. La procedura di varo si articola sui seguenti step di avanzamento (per un maggior dettaglio delle fasi realizzative si rimanda agli elaborati grafici della corrispondente sezione del Progetto Definitivo):

1. realizzazione della paratia di diaframmi;
2. scavo e posa in opera del sistema Essen;
3. preparazione della vasca di varo;
4. realizzazione del muro reggispinga e della soletta di varo;
5. realizzazione fuori sede del sottopasso a spinta e successiva spinta fino alla configurazione di progetto;
6. completamento e finitura delle opere.

Per la realizzazione degli scavi si impiegheranno paratie di diaframmi in calcestruzzo contrastate mediante ordini di tiranti. In fase definitiva il contrasto delle paratie sarà fornito dagli elementi di elevazione dei muri ad "U" e dal solettone di fondo. Le strutture interne si completano con il getto delle contropareti in c.a. contro le paratie, previa posa di guaine impermeabilizzanti.

Le principali fasi esecutive sono:

- formazione delle corree di guida, realizzazione delle paratie (compresa trave di coronamento);
- scavi successivi per la realizzazione del tampone di fondo;
- scavo finale fino alla quota di imposta del solettone di fondo;
- posa dell'impermeabilizzazione sul fondo scavo e a ridosso delle paratie (realizzazioni dei relativi massetti in cls);
- getto del solettone di fondo in cui devono essere previste le opere di drenaggio delle acque;
- completamento dell'impermeabilizzazione delle pareti laterali; getto delle contropareti;
- completamento delle opere.

#### 1.3.4.4 Sottovia "via Marx"

Il sottovia ST04 di dimensioni interne 9,53X6,70 m è posto alla progressiva km 4+378,00 (vedasi successiva Figura 1.3-11).

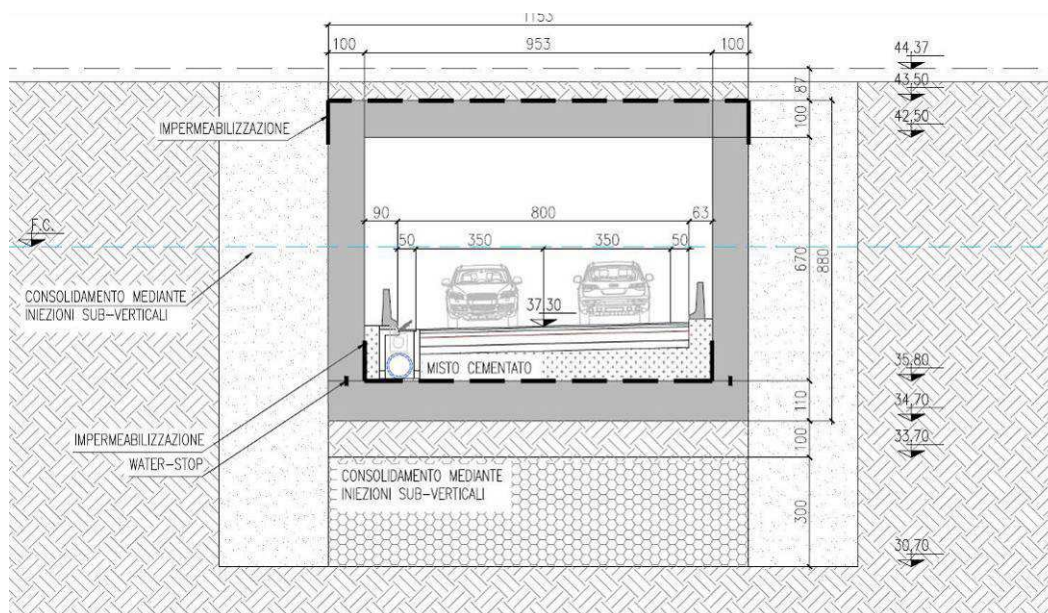


FIGURA 1.3-11 – SEZIONE TRASVERSALE SOTTOVIA "VIA MARX" (ESTRATTO DALL'ELABORATO T00ST04STRSZ01A)

Il ricoprimento, ovvero la distanza tra la quota del piano ferro e l'estradosso della soletta superiore, è 0,87 m. L'opera viene varata col sistema del "sottopasso a spinta", mediante martinetti idraulici che lavorano a contrasto su un muro reggispinta.

La procedura di varo si articola sui seguenti step di avanzamento (per un maggior dettaglio delle fasi realizzative si rimanda agli elaborati grafici della corrispondente sezione del Progetto Definitivo):

1. realizzazione della paratia di diaframmi su via Marx;
2. scavo e posa in opera del sistema Essen;
3. preparazione della vasca di varo;
4. realizzazione del muro reggispinta e della soletta di varo;
5. realizzazione fuori sede del sottopasso a spinta e successiva spinta fino alla configurazione di progetto;
6. completamento e finiture delle opere.

Per la realizzazione degli scavi si impiegheranno paratie di diaframmi in calcestruzzo contrastate mediante ordini di tiranti. In fase definitiva il contrasto delle paratie sarà fornito dagli elementi di elevazione dei muri ad "U" e dal solettone di fondo.

Le strutture interne si completano con il getto delle contropareti in c.a. contro le paratie, previa posa di guaine impermeabilizzanti.

Le principali fasi esecutive sono:

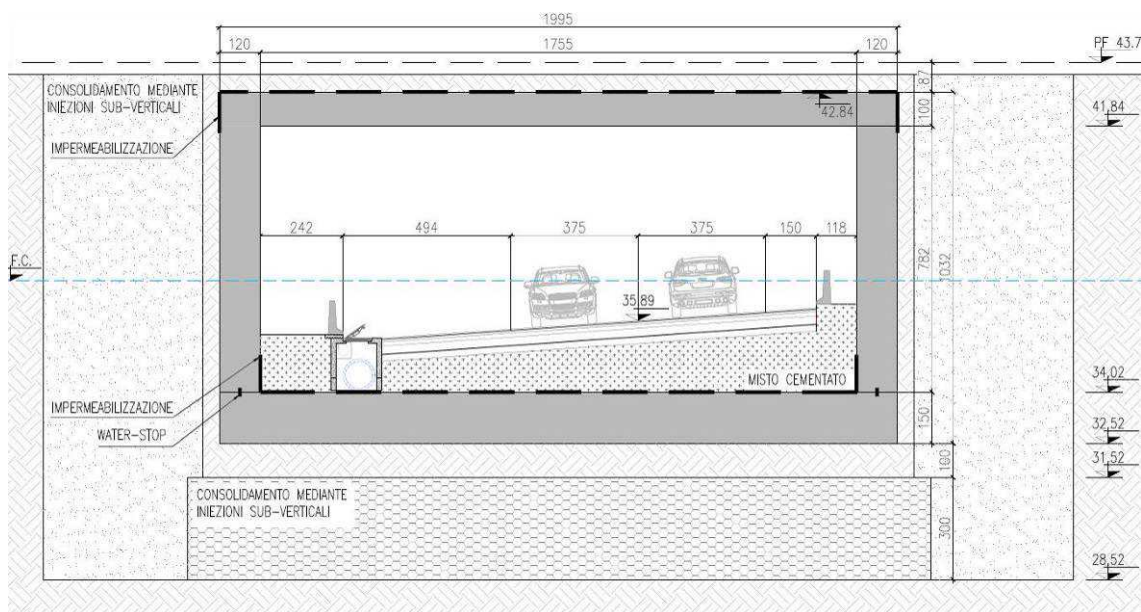
- formazione delle corree di guida, realizzazione delle paratie (compresa trave di coronamento);
- scavi successivi per le opportune tirantature e per la realizzazione del tampone di fondo;
- scavo finale fino alla quota di imposta del solettone di fondo;
- posa dell'impermeabilizzazione sul fondo scavo e a ridosso delle paratie (realizzazioni dei relativi massetti in cls);
- getto del solettone di fondo in cui devono essere previste le opere di drenaggio delle acque;
- completamento dell'impermeabilizzazione delle pareti laterali; getto delle contropareti;
- completamento delle opere.

L'esecuzione dei tiranti provvisori dovrà avvenire secondo le seguenti fasi:

- perforazione secondo la geometria di progetto;
- posa in opera del tirante, dotato di distanziatori a canne per la successiva iniezione del bulbo di ancoraggio;
- iniezione della miscela cementizia per la formazione del bulbo di ancoraggio, della lunghezza prevista in progetto;
- iniezione di cementazione secondaria nella parte libera del tirante tra guaina liscia e parete foro;
- fissaggio del tirante.

### 1.3.4.5 Sottovia "Ferrovía MI-BO"

L'opera di sottopasso ST05, prevista nell'ambito dei lavori inerenti il prolungamento della SS9 "Tangenziale nord di Reggio Emilia", ha dimensioni interne 17,55X7,82 m ed è posta alla progressiva km 5+715,40 (vedasi successiva Figura 1.3-12).



**FIGURA 1.3-12 – SEZIONE TRASVERSALE SOTTOVIA "FERROVIA MI-BO" (ESTRATTO DALL'ELABORATO T00ST05STRSZ01A)**

Il ricoprimento, ovvero la distanza tra la quota del piano ferro e l'estradosso della soletta superiore, è 0,87m. L'opera viene varata col sistema del "sottopasso a spinta", mediante martinetti idraulici che lavorano a contrasto su un muro reggispinga. La procedura di varo si articola sui seguenti step di avanzamento (per un maggior dettaglio delle fasi realizzative si rimanda agli elaborati grafici della corrispondente sezione del Progetto Definitivo):

1. realizzazione della paratia di diaframmi;
2. scavo e posa in opera del sistema Essen;
3. preparazione della vasca di varo;
4. realizzazione del muro reggispinga e della soletta di varo;
5. realizzazione fuori sede del sottopasso a spinta e successiva spinta fino alla configurazione di progetto;
6. completamento e finiture delle opere.

Per la realizzazione degli scavi si impiegheranno paratie di diaframmi in calcestruzzo contrastate mediante ordini di tiranti. In fase definitiva il contrasto delle paratie sarà fornito dagli elementi di elevazione dei muri ad "U" e dal solettone di fondo. Le strutture interne si completano con il getto delle contropareti in c.a. contro le paratie, previa posa di guaine impermeabilizzanti.

Le principali fasi esecutive sono:

- formazione delle corree di guida, realizzazione delle paratie (compresa trave di coronamento);
- scavi successivi per le opportune tirantature e per la realizzazione del tampone di fondo;
- scavo finale fino alla quota di imposta del solettone di fondo;
- posa dell'impermeabilizzazione sul fondo scavo e a ridosso delle paratie (realizzazioni dei relativi massetti in cls);
- getto del solettone di fondo in cui devono essere previste le opere di drenaggio delle acque;
- completamento dell'impermeabilizzazione delle pareti laterali; getto delle contropareti;
- completamento delle opere.

L'esecuzione dei tiranti provvisori dovrà avvenire secondo le seguenti fasi:

- perforazione secondo la geometria di progetto;
- posa in opera del tirante, dotato di distanziatori a canne per la successiva iniezione del bulbo di ancoraggio;
- iniezione della miscela cementizia per la formazione del bulbo di ancoraggio, della lunghezza prevista in progetto;
- iniezione di cementazione secondaria nella parte libera del tirante tra guaina liscia e parete foro;
- fissaggio del tirante.

#### 1.3.4.6 Sottovia poderale "Roncocesi"

Lo scatolare di servizio poderale denominato "Roncocesi", di dimensioni in retto di 5,00x5,00m, è previsto nell'ambito dei lavori inerenti il "Prolungamento della S.S. n°9 Tangenziale Nord di Reggio Emilia nel tratto da S. Prospero Strinati a Corte Tegge", in corrispondenza della pk. km 3+700.000 (vedasi successiva Figura 1.3-13).

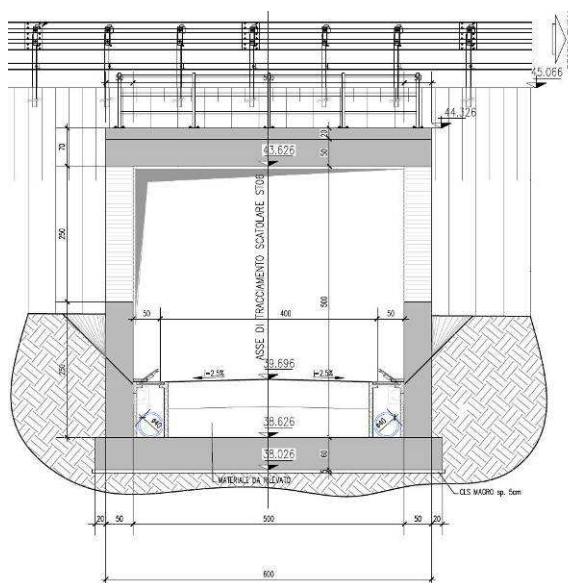


FIGURA 1.3-13 – SEZIONE TRASVERSALE SOTTOVIA "RONCOCESI" (ESTRATTO DALL'ELABORATO T00ST06STRSZ01A)

L'opera è realizzata sopra falda ad una quota tale da non rendere necessarie strutture provvisorie di sostegno dello scavo, pertanto si procederà allo scavo naturale seguendo le pendenze di progetto fino al raggiungimento del piano di posa dello strato di calcestruzzo magro. Il sottovia verrà gettato in opera in conci, isolati mediante water-stop bentonitici e dato l'andamento planimetrico della poderale interna verrà previsto un impianto di sollevamento per convogliare all'esterno le acque provenienti dalla carreggiata.

Le principali fasi esecutive per la realizzazione dell'opera sono:

1. scavo fino alla quota di posa della fondazione, comprensiva di strato di calcestruzzo magro;
2. getto della fondazione;
3. getto di piedritti e soletta superiore;
4. realizzazione muri di appoggio ad U;
5. completamento del rilevato;
6. realizzazione delle opere di finitura.

#### 1.3.4.7 Sottovia ciclabile "via Ferraroni"

Il manufatto ciclopedonale di progetto ha dimensioni interne 5,00X4,50m ed è ubicato in appoggio al sottovia esistente di via Ferraroni posto al di sotto della linea ferroviaria Milano - Bologna.

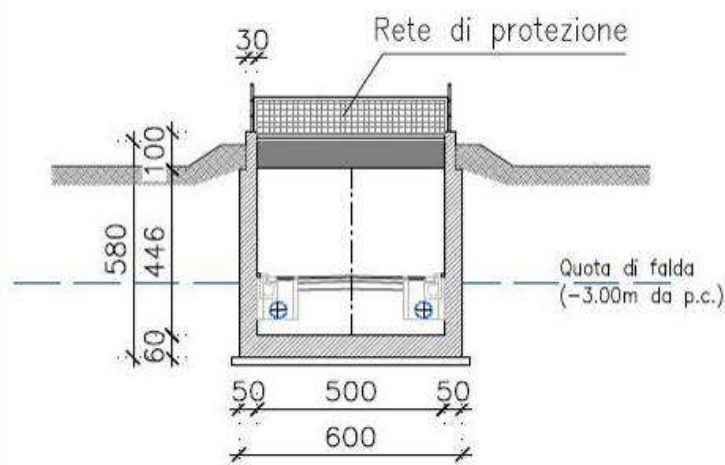


FIGURA 1.3-14 – SEZIONE TRASVERSALE SOTTOVIA "VIA FERRARONI" (ESTRATTO DALL'ELABORATO T00ST07STRSZ01A)

Lo sviluppo dell'opera è di 36,00 m. La struttura è accompagnata da muri ad U di appoggio alle rampe A e B, che per l'andamento altimetrico discendente rendono necessaria la previsione di un impianto di raccolta e sollevamento delle acque di piattaforma convogliate.



Le principali fasi esecutive per la realizzazione dell'opera sono:

1. scavo naturale fino alla quota di posa della fondazione;
2. predisposizione del well-point e getto della fondazione;
3. getto di piedritti e soletta superiore;
4. realizzazione dei muri ad U su scavo naturale delle scarpate in corrispondenza delle rampe;
5. completamento del rilevato;
6. realizzazione delle opere di finitura.

#### 1.3.4.8 Sottovia poderale "Quaresimo 1"

Lo scatolare di servizio Quaresimo 1, di dimensioni in retto di 5,00x4,00m, è previsto nell'ambito dei lavori inerenti il Prolungamento della S.S. n°9 "Tangenziale Nord di Reggio Emilia" nel tratto da S. Prospero Strinati a Corte Tegge, in corrispondenza della pk. 5+121,80 (vedasi successiva Figura 1.3-15).

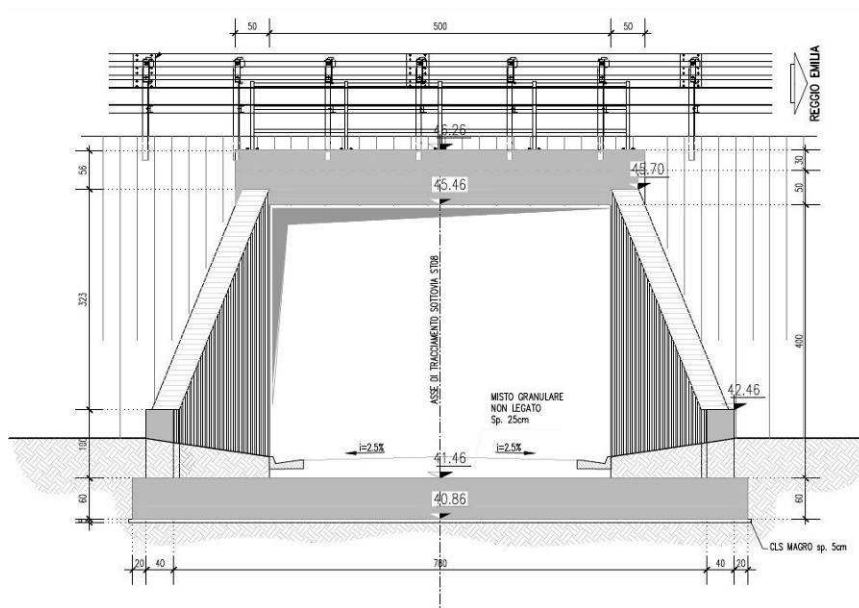


FIGURA 1.3-15 – SEZIONE TRASVERSALE SOTTOVIA "QUARESIMO 1" (ESTRATTO DALL'ELABORATO T00ST08STRSZ01A)

Il sottovia è posto ad una quota superiore alla falda, pertanto non saranno necessarie opere di protezione dalla spinta idraulica.

Le principali fasi esecutive per la realizzazione dell'opera sono:

1. scavo fino alla quota di posa della fondazione;
2. getto della fondazione e dei piedritti;

3. getto del traverso;
4. realizzazione muri di appoggio ad U;
5. completamento del rilevato;
6. realizzazione delle opere di finitura.

#### 1.3.4.9 Sottovia poderale "Quaresimo 2"

Lo scatolare di servizio Quaresimo 2, di dimensioni in retto di 5,00x4,50m, è previsto nell'ambito dei lavori inerenti il Prolungamento della S.S. n°9 "Tangenziale Nord di Reggio Emilia" nel tratto da S. Prospero Strinati a Corte Tegge, in corrispondenza della pk. km 5+250,000 (vedasi successiva Figura 1.3-16).

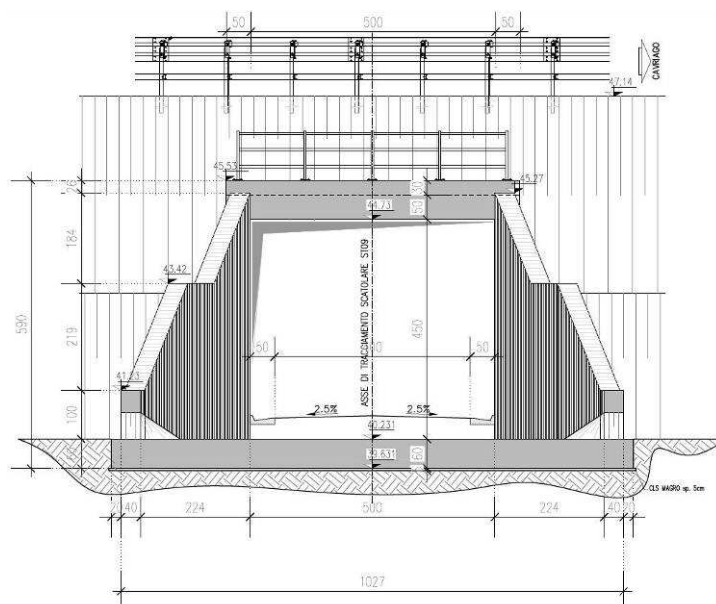


FIGURA 1.3-16 – SEZIONE TRASVERSALE SOTTOVIA "QUARESIMO 2" (ESTRATTO DALL'ELABORATO T00ST09STRSZ01A)

Le principali fasi esecutive per la realizzazione dell'opera sono:

1. scavo fino alla quota di posa della fondazione, comprensiva di strato di calcestruzzo magro;
2. getto della fondazione e dei piedritti;
3. getto del traverso;
4. realizzazione muri di appoggio ad U;
5. completamento del rilevato;
6. realizzazione delle opere di finitura.

#### 1.3.4.10 Opere idrauliche minori: tombini scatolari e circolari

Per garantire la continuità idraulica del reticolo interferito vengono realizzate opere d'arte adeguatamente dimensionate in c.a.

Le opere che vengono realizzate lungo il tracciato sono di due tipi:

- tombini in scatolari idraulici di forma rettangolare c.a.;
- tombini circolari in c.a. prefabbricati ( $\phi 600$  \  $\phi 1000$  \  $\phi 1200$ ).

I tombini scatolari sono realizzati in c.a. gettato in opera, predisponendo giunti a cordone bentonitico nelle riprese di getto e giunti tipo hypalon nelle giunzioni per garantire l'impermeabilità dell'opera.

I tombini circolari sono in c.a. prefabbricato (dimensione massima del concio pari a 2 m), giuntati con collegamento maschio-femmina; l'impermeabilizzazione è garantita da una guarnizione interna al collegamento.

Le fasi esecutive sono analoghe a quanto già indicato per i sottovia poderali.

### **1.4. DESCRIZIONE DELLE VIABILITÀ DI CANTIERE E PIANO DEI TRASPORTI**

---

Lo studio dei tragitti dei veicoli per il carico e lo scarico merci e la movimentazione delle materie, nella fase di pianificazione del processo di cantierizzazione dell'opera, nonché la definizione delle modalità temporali di spostamento e la relativa frequenza dei mezzi operativi, assumono un'importanza rilevante non solo per l'organizzazione logistica dei lavori, ma anche nei riguardi delle componenti ambientali.

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 individuare i percorsi più adatti e prevedere potenziamenti infrastrutturali (piste di cantiere) 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 Funzionale, l'avanzamento cronologico delle fasi costruttive dell'intera opera sono state suddivise in due periodi temporali sequenziali, con complessivi sei fronti di avanzamento (due per il 1° Ambito e 4 per il 2°).

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. T00CA00CANPL01A "*Planimetria di inquadramento con indicazione degli ambiti operativi e delle aree estrattive proposte, con la designazione delle competenze di approvvigionamento dei materiali*" - scala 1:50.000);
- 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. T00CA00CANPL02A "*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*" – 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 3 mesi di esecuzione dei lavori (elab. T00CA00CANPE01 e 03A "*Planimetria con indicazione delle aree di cantiere, dei percorsi dei mezzi operativi coincidenti con le viabilità maggiori e minori esistenti - Ambito 1 e 2*" – 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. T00CA00CANPE02 e 04A "*Planimetria con indicazione delle aree di cantiere, dei percorsi dei mezzi operativi coincidenti con le viabilità maggiori e minori esistenti - Ambito 1 e 2*" – 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 l'elaborato T00CA00CANPL02A "*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*" di cui si riporta uno stralcio nella successiva Figura 1.4-1 a titolo esemplificativo).

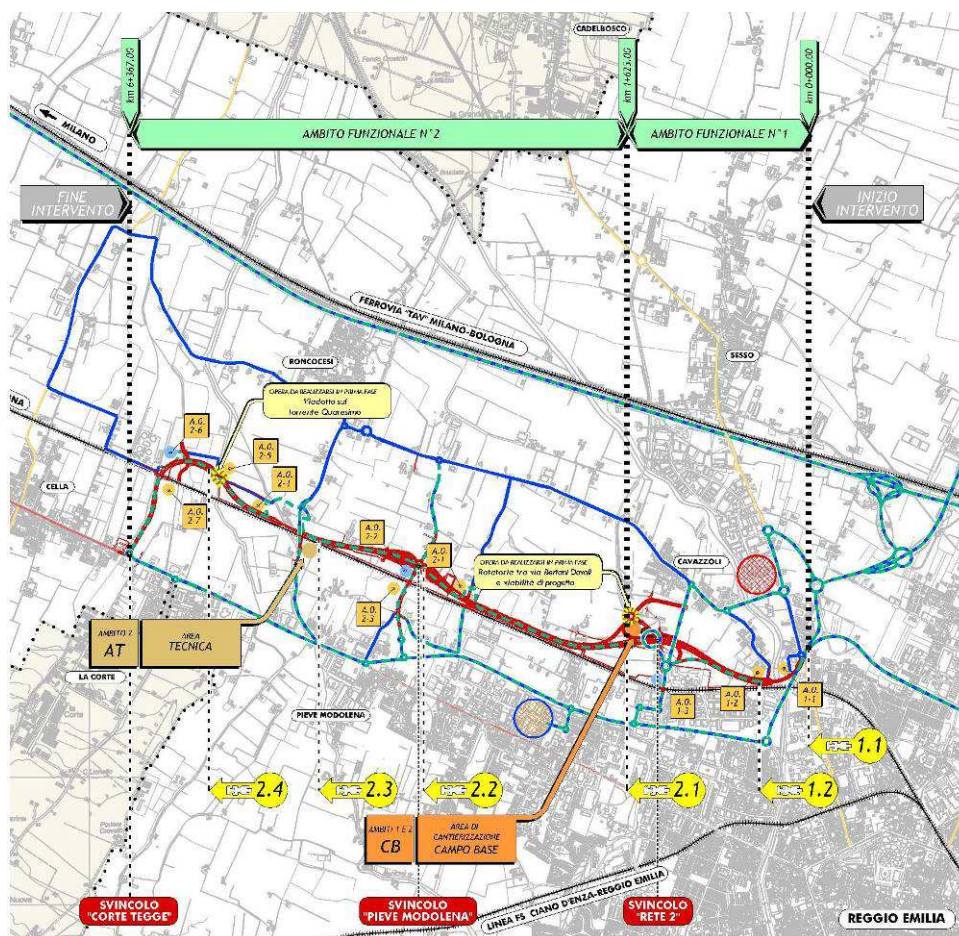


FIGURA 1.4-1 – UBICAZIONI DELLE AREE OPERATIVE E DEI FRONTI DI AVANZAMENTO PER LA REALIZZAZIONE DEL NUOVO TRATTO DI TANGENZIALE NORD DI REGGIO EMILIA (ESTRATTO DALL'ELABORATO T00CA00CANPL02A)

Nella successiva Tabella 1.4-1 si elencano le caratteristiche principali dei fronti di avanzamento.

AMBITO	N° Fronte	Inizio	Fine	Sviluppo (km)
1	1.1	Inizio intervento	Spalla Ovest del ponte sul Torrente Crostolo	0+412
	1.2	Spalla Ovest del ponte sul Torrente Crostolo	Limite Ovest 1°Ambito Funzionale	1+213
2	2.1	Limite Est 2°Ambito Funzionale	Lato Est opera di scavalco dello svincolo "Pieve Modolena"	1+717
	2.2	Lato Est opera di scavalco dello svincolo "Pieve Modolena"	Lato Est sottovia "via Marx – SP70"	0+933
	2.3	Lato Est sottovia "via Marx – SP70"	Spalla Ovest del ponte sul Torrente Quaresimo	0+925
	2.4	Spalla Ovest del ponte sul Torrente Quaresimo	Fine intervento	1+167

TABELLA 1.4-1 – ELENCO DEI FRONTI DI AVANZAMENTO DI CANTIERE

#### **1.4.1. Percorsi di cantiere**

L'organizzazione operativa è stata studiata al fine di minimizzare le interferenze tra il cantiere e la viabilità esistente perseguendo un criterio oggettivo di economicità e di salvaguardia 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<sup>a</sup> e 2<sup>a</sup> 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.

A tal proposito si evidenzia che il sistema delle viabilità utilizzate durante la 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 1.4.1.2).

Tali viabilità saranno realizzate e completate durante il primo periodo di cantierizzazione, al fine di garantire la piena fruibilità delle stesse 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.

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 T00CA00CANPE03A (1<sup>a</sup> fase) e T00CA00CANPE04A (2<sup>a</sup> 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 1.4-2 evidenzia come durante la 1<sup>a</sup> fase temporale (primi tre mesi da inizio lavori) i mezzi di cantiere interessano le viabilità primarie e secondarie esistenti (linea magenta a nord del tracciato di progetto).

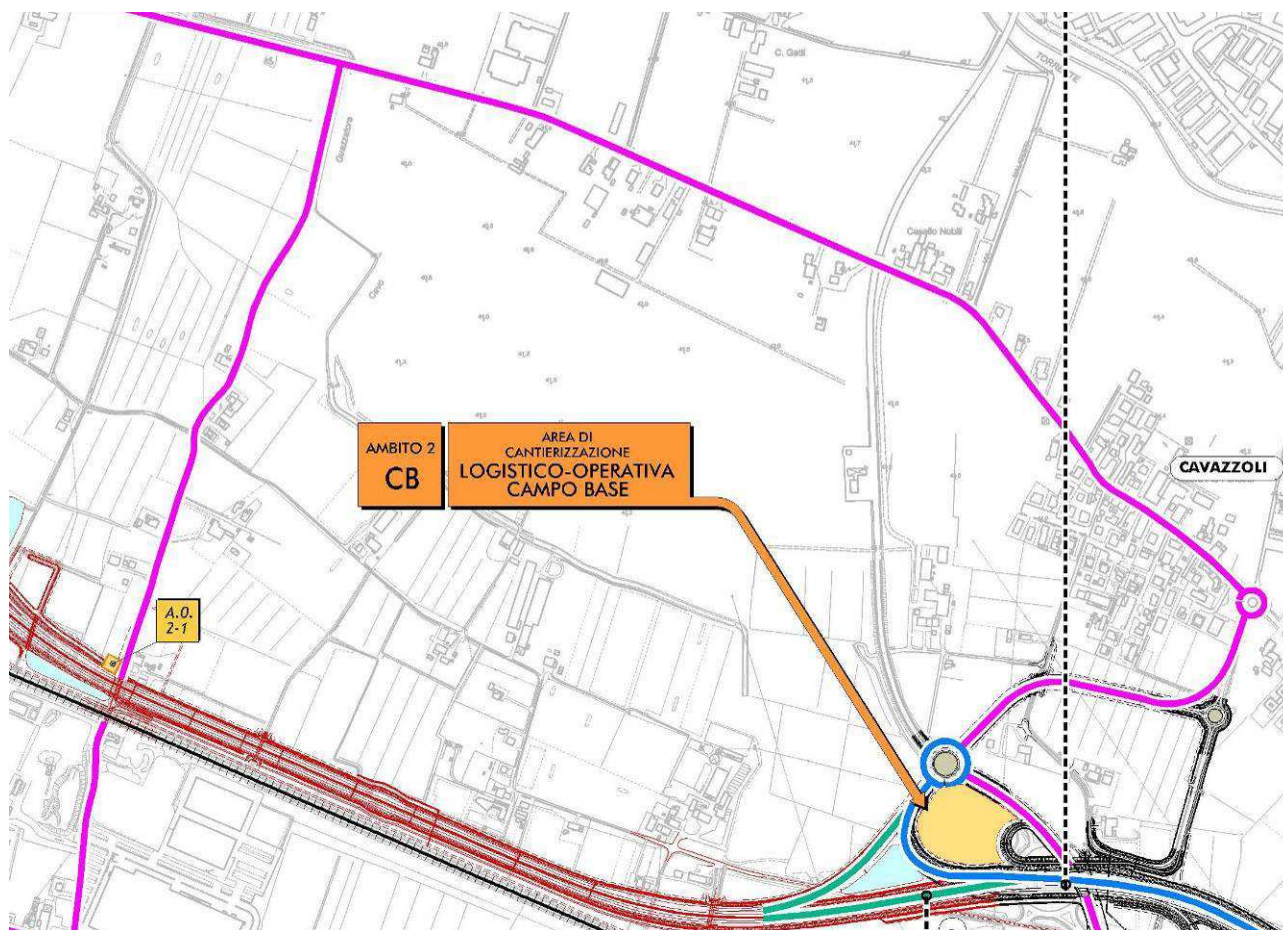


FIGURA 1.4-2 – 1<sup>A</sup> FASE OPERATIVA: VIABILITÀ INTERESSATE DAI MEZZI DI CANTIERE  
(ESTRATTO DALL'ELABORATO T00CA00CANPE03A).

Durante la 2<sup>a</sup> fase (Figura 1.4-3) i mezzi di cantiere, che opereranno in quantità maggiore rispetto alla prima fase, circoleranno in prevalenza lungo le piste di cantiere aderenti al sedime di progetto (linea verde scura a fianco del tracciato) riducendo l'interferenza con le viabilità ordinarie del territorio e, conseguentemente, i relativi impatti sulle differenti componenti ambientali.

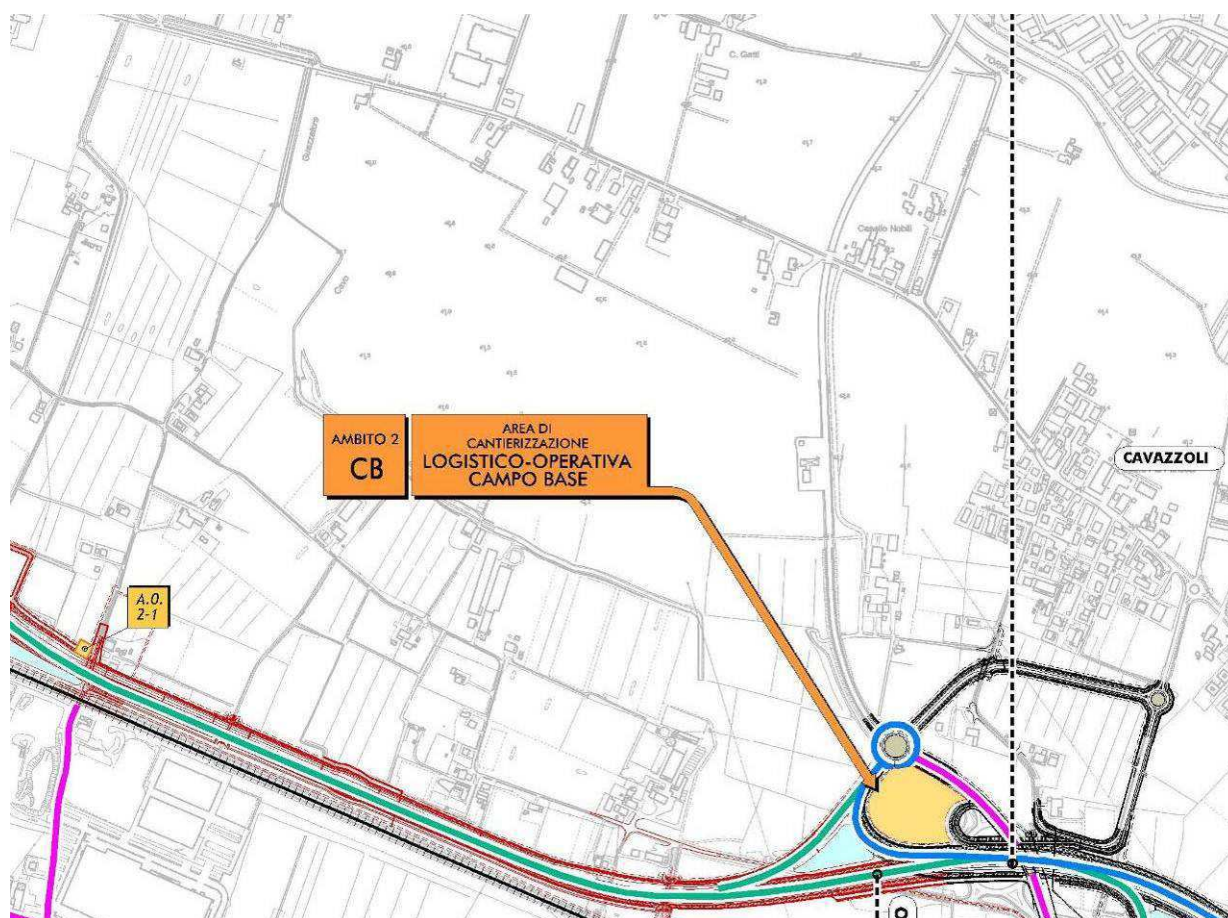


FIGURA 1.4-3 – 2<sup>A</sup> FASE OPERATIVA: VIABILITÀ INTERESSATE DAI MEZZI DI CANTIERE  
(ESTRATTO DALL'ELABORATO T00CA00CANPE04A).

Di seguito si riporta un commento descrittivo rispetto alle differenti tipologie di viabilità di cantiere.

#### 1.4.1.1 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 (impianto all'interno del campo base);
- 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 stradale di progetto. Tale attività si è esplicitata attraverso sia un'accurata analisi cartografica, che una campagna di censimento puntuale della viabilità esistente.

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 (vedasi l'elaborato T00CA00CANSC01A "Schede di censimento delle viabilità esistenti utilizzate in fase di cantiere") di cui si riporta un esempio nella successiva Figura 1.4-4.



FIGURA 1.4-4 – ESEMPIO DI SCHEDA DI CENSIMENTO DELLA VIABILITÀ UTILIZZATA IN FASE DI CANTIERE

La scheda, oltre a riportare uno stralcio planimetrico che inquadra in termini generali lo sviluppo della viabilità censita, riporta una documentazione fotografica che ne attesta lo stato attuale. La scheda, infine, è completata da un contributo descrittivo che contiene:

- le denominazioni ed indicazioni territoriali;
- l'indicazione in merito all'utilizzo principale della viabilità in fase di cantiere;
- la 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 stradali 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 dello strato di sottofondo;
- 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 già presentano normalmente caratteristiche idonee alle funzioni previste nell'ambito del processo di cantierizzazione, eventuali ulteriori interventi puntuali di adeguamento e/o sistemazione saranno oggetto, nell'ambito del livello esecutivo della progettazione, di specifici elaborati relativi alla sicurezza.

A tale 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.. Di seguito si riporta, nelle Tabella 1.4-2 e Tabella 1.4-3, l'elenco delle viabilità interessate dalla movimentazione dei mezzi durante la realizzazione del nuovo tracciato stradale e la relativa ubicazione territoriale, suddivise per i due Ambiti Funzionali.

Nome viabilità	Provincia	Comune	Nome viabilità	Provincia	Comune
Via dei Trattati di Roma	Reggio Emilia	Reggio Emilia	Via Cesare Campioli	Reggio Emilia	Reggio Emilia
Viale Città di Cutro	Reggio Emilia	Reggio Emilia	Via Hiroshima	Reggio Emilia	Reggio Emilia*
SS9 Tangenziale Nord	Reggio Emilia	Reggio Emilia	Via Bice Bertani Davoli	Reggio Emilia	Reggio Emilia*
SS63 – via dei Gonzaga	Reggio Emilia	Reggio Emilia	Via Nagasaki	Reggio Emilia	Reggio Emilia*
Via Mafalda di Savoia	Reggio Emilia	Reggio Emilia	Viale Martiri di Piazza Tien An Men	Reggio Emilia	Reggio Emilia*
Via Giovanni Rinaldi (I tratto)	Reggio Emilia	Reggio Emilia			

**TABELLA 1.4-2 – ELENCO DELLE VIABILITÀ ESISTENTI UTILIZZATE IN FASE DI CANTIERE: AMBITO FUNZIONALE N° 1**

Nome viabilità	Provincia	Comune	Nome viabilità	Provincia	Comune
Via dei Trattati di Roma	Reggio Emilia	Reggio Emilia	Via Pietro Ancini	Reggio Emilia	Reggio Emilia
Viale Città di Cutro	Reggio Emilia	Reggio Emilia	Viabilità Poderale (I)	Reggio Emilia	Reggio Emilia
SS9 Tangenziale Nord	Reggio Emilia	Reggio Emilia	Viabilità Poderale (II)	Reggio Emilia	Reggio Emilia
Via Hiroshima	Reggio Emilia	Reggio Emilia	Via Delmino Spaggiari	Reggio Emilia	Reggio Emilia
Via Bice Bertani Davoli	Reggio Emilia	Reggio Emilia	SP62 – via Cella all'Oldo	Reggio Emilia	Reggio Emilia
Via Nagasaki	Reggio Emilia	Reggio Emilia	Via Felesino	Reggio Emilia	Reggio Emilia
Viale Martiri di Piazza Tien An Men	Reggio Emilia	Reggio Emilia	Via Villana	Reggio Emilia	Reggio Emilia
Via Amilcare Cipriani	Reggio Emilia	Reggio Emilia	Via Giovanni Rinaldi (III tratto)	Reggio Emilia	Reggio Emilia
Via Carlo Cafiero	Reggio Emilia	Reggio Emilia	Via Gianmaria Ferraroni (I tratto)	Reggio Emilia	Reggio Emilia
SS9 – via Fratelli Cervi	Reggio Emilia	Reggio Emilia	Via Gianmaria Ferraroni (II tratto)	Reggio Emilia	Reggio Emilia
SS9 – via Giambattista Vico	Reggio Emilia	Reggio Emilia	Via Arcangelo Ghisieri	Reggio Emilia	Reggio Emilia
SP70 – via Carlo Marx	Reggio Emilia	Reggio Emilia	Via Beniamino Disraeli	Reggio Emilia	Reggio Emilia
Via Erbosio	Reggio Emilia	Reggio Emilia	Via d'accesso al nuovo parcheggio scambiatore	Reggio Emilia	Reggio Emilia

**TABELLA 1.4-3 – ELENCO DELLE VIABILITÀ ESISTENTI UTILIZZATE IN FASE DI CANTIERE: AMBITO FUNZIONALE N° 2**

Dalle tabelle si evince che, vista la suddivisione delle opere in fasi operative, alcuni percorsi potranno risultare in comune a più tratti della viabilità in progetto. Inoltre, in ragione della sequenzialità realizzativa prevista per i due Ambiti Funzionali, l'Ambito n°2 potrà usufruire del tratto già realizzato della nuova tangenziale, coincidente con l'Ambito Funzionale n°1.

#### 1.4.1.2 Piste di cantiere

Il sistema delle viabilità utilizzate in fase di cantiere, infine, è completato dalla realizzazione di specifiche piste destinate ai mezzi d'opera e 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 (3 mesi circa).

Tali percorsi, si sono previsti coincidenti quanto più possibile con i sedimi delle piste ciclabili e delle viabilità di servizio previste a completamento del progetto della nuova tangenziale.

Tale scelta è stata effettuata con la finalità di ridurre al massimo l'occupazione anche temporanea di nuovo territorio. Nei tratti dove non era possibile fare coincidere i sedimi delle differenti opere, sono stati previsti percorsi delle piste di cantiere in corrispondenza del sedime della tangenziale di progetto, ovvero in fregio allo stesso.

Al termine dei lavori le piste di cantiere saranno riconvertite alla destinazione prevista da progetto, ovvero restituite al territorio attraverso il ripristino della destinazione originaria del terreno occupato.

Il tracciato planimetrico di queste viabilità di cantiere è rappresentato negli elaborati T00CA00CANPE05÷06A "Planimetria di dettaglio delle piste di cantiere e dei percorsi dei mezzi operativi, con indicazione delle opere propedeutiche alla realizzazione – Ambito 1 e Ambito 2" (vedasi ad esempio la successiva Figura 1.4-5).

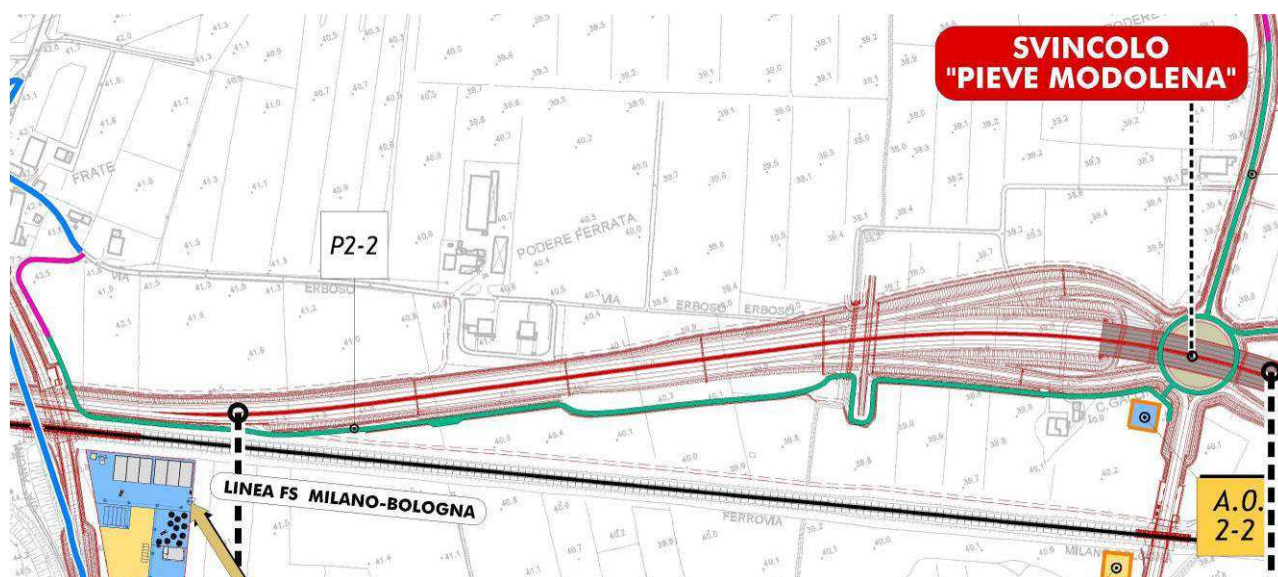
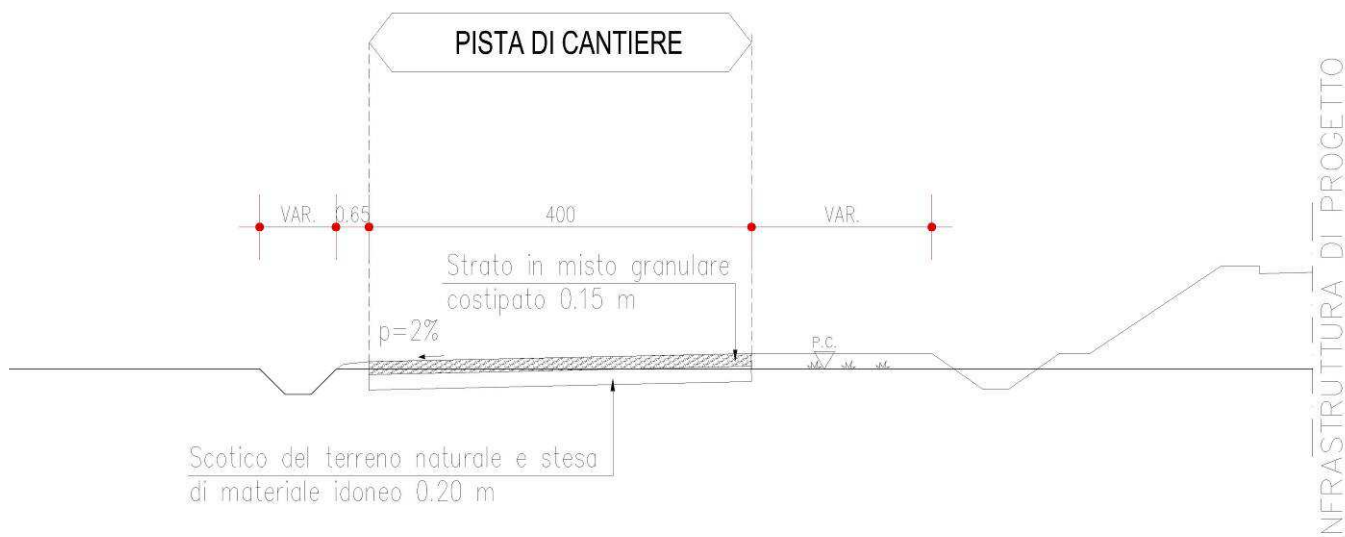


FIGURA 1.4-5 – STRALCIO PLANIMETRICO DELLA PISTA 2-2 (ESTRATTO DALL'ELAB. T00CA00CANPE06A)

Per le piste di cantiere si prevede una sezione tipo coincidente con quella schematizzata nella successiva Figura 1.4-6.



**FIGURA 1.4-6 – SEZIONE TIPO DELLE PISTE DI CANTIERE (ESTRATTO DALL'ELAB. T00CA00CANLF01A- TAV. 24)**

La larghezza complessiva della piattaforma, avente pendenza trasversale unica del 2% verso il 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 1.4-4 e Tabella 1.4-5 si riportano le caratteristiche principali delle piste di cantiere previste, rispettivamente, per i due ambiti funzionali.

N° Pista	Sviluppo (m)	Tratto Pavimentato (m)	Tratto coincidente con pista di servizio o ciclabile (m)
P1-1	794.70	50.00	-

**TABELLA 1.4-4 – PISTE DI CANTIERE PREVISTE PER L'AMBITO N° 1**

N° Pista	Sviluppo (m)	Tratto Pavimentato (m)	Tratto coincidente con pista di servizio o ciclabile (m)
P2-1	585.20	-	-
P2-2	3286.90	179.00	990.50
P2-3	142.50	142.50	-
P2-4	282.90	50.00	-
P2-5	408.50	50.00	-
P2-6	212.70	212.70	212.70
P2-7	1445.50	150.00	347.00
P2-8	644.20	50.00	118.75

TABELLA 1.4-5 – PISTE DI CANTIERE PREVISTE PER L'AMBITO N° 2

#### **1.4.2. I nodi delle viabilità di cantiere con le viabilità esistenti**

In generale l'andamento piano-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 guardia previsto nell'ambito del progetto della nuova tangenziale. 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, 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.

#### **1.4.3. 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 2.1.6) durante la fase esecutiva.

Negli elaborati allegati alla documentazione in esame (elab. T00CA00CANLF01A: "*Pianificazione temporale dei lavori e dimensionamento funzionale delle aree di cantierizzazione*" - TAVV. 2.1, 2.2, 11.1 e 11.2) 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 nella precedente Figura 1.2-1, 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" sono stati amplificati di un coefficiente di sicurezza (pari ad 1.2) che tenga conto dell'aumento di volume che il materiale stesso subisce dopo l'operazione di scavo e le successive operazioni di messa in opera. Tale valutazione è stata effettuata al fine di determinare l'effettivo movimento dei mezzi di cantiere per il calcolo dei fattori emissivi, durante il processo di realizzazione delle opere.

Da una semplice classificazione dei mezzi operativi (si veda anche successivo paragrafo 1.6.3), 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 m<sup>3</sup> di calcestruzzo;
- autocarri o mezzi d'opera con capacità max. di 20 m<sup>3</sup> 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 le 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.

Sono stati individuati i poli di fornitura "esterni" all'area di cantiere coincidente con il sedime della nuova tangenziale e, di conseguenza, le relative aree di influenza rispetto a:

- campo base (in cui trova ubicazione l'impianto di produzione del calcestruzzo);
- aree di stoccaggio provvisorio;
- aree operative.

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 viario e, quindi, al fronte avanzamento lavori (approvvigionamenti dal campo base/area 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.

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

#### 1.4.3.1 Frequenze dei mezzi di cantiere relativamente all'Ambito Funzionale 1

In relazione alla **prima fase operativa** (della durata di 90 giorni) l'analisi di dettaglio del cronoprogramma ha permesso di individuare quale sezione temporale più critica quella corrispondente alla sovrapposizione di:

- movimenti terra (movimentazione inerti da rilevato, scotico) per la realizzazione delle piste di servizio e di cantiere;
- esecuzione delle opere d'arte principali (ponte sul Crostolo) 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 1.4-6.



Durata Complessiva	90 giorni nat. 66 giorni lav.	Fattore aumento volume	Totale materiale m <sup>3</sup>	Capacità trasporto m <sup>3</sup>	Numero transiti giornalieri N°	
<b>Bilancio movimentazione inerti da rilevato</b>						
16284 m <sup>3</sup>		1.2	19541.09	20	33	Da cave al sedime della tangenziale
Durata fase 60 gg						
<b>Bilancio movimentazione scavi</b>						
6119 m <sup>3</sup>		1.2	7342.22	15	15	Are di scavo lungo il sedime della tangenziale
Durata fase 66 gg						
<b>Materiale per dreni e rinfianchi</b>						
14874 m <sup>3</sup>		1	14873.57	20	25	Da aree di cava al sedime della tangenziale
Durata fase 60 gg						
<b>Bilancio materiale stabilizzato a calce</b>						
15141 m <sup>3</sup>		1	15141.31	20	25	Movimentato nell'ambito del sedime della tangenziale
Durata fase 60 gg						
<b>Materiale derivante da demolizioni varie</b>						
2314 m <sup>3</sup>		1	2313.53	15	5	Movimentato nell'ambito del sedime della tangenziale
Durata fase 66 gg						
<b>Materiale di scavo da destinarsi a deposito definitivo</b>						
10032 m <sup>3</sup>		1.2	12038.69	20	18	Da sedime della tangenziale ai siti di deposito definitivo
Durata fase 66 gg						
<b>Materiale per strati vegetali</b>						
-14 m <sup>3</sup>		1.2	-16.99	20	0	Da sedime della tangenziale ai siti di deposito definitivo
Durata fase 60 gg						
<b>Bilancio movimentazione conglomerati bituminosi</b>						
3606 m <sup>3</sup>		1	3606.42	20	6	Da impianti al sedime della tangenziale
Durata fase 60 gg						
<b>Bilancio movimentazione calcestruzzi</b>						
7057 m <sup>3</sup>		1	7057.17	10	21	Da campo base al sedime della tangenziale
Durata fase 66 gg						
<b>Totale transiti giornalieri</b>					<b>148</b>	<b>*/**</b>
<b>Traffico orario medio</b>					<b>18</b>	

TABELLA 1.4-6 - VALUTAZIONE DEI TRANSITI COMPLESSIVI DEI VEICOLI PESANTI: FASE 1.

Il calcolo, in questo caso, consente di evidenziare che il flusso di traffico generato dalla presente fase operativa si traduce in un valore medio di circa **18 veic/h** (somma dei viaggi in andata e ritorno). Di questo flusso **10 veic/h** è previsto che percorra la rete viabilistica locale in ragione degli approvvigionamenti dai poli esterni, mentre **8 veic/h** è il flusso generato dal fronte mobile, quindi, interno al cantiere stesso.

In relazione alla **seconda fase operativa** (della durata di 420 giorni), l'analisi di dettaglio del cronoprogramma ha permesso di individuare quale sezione temporale più critica quella corrispondente alla sovrapposizione di:

- esecuzione dei movimenti terra (completamento delle attività legate alla movimentazione inerti da rilevato, scotico e 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 1.4-7.

Durata Complessiva	420 giorni nat. 308 giorni lav.	Fattore aumento volume	Totale materiale m <sup>3</sup>	Capacità trasporto m <sup>3</sup>	Numero transiti giornalieri N°	
<b>Bilancio movimentazione inerti da rilevato</b>						
119424 m <sup>3</sup>		1.2	143308.63	20	81	Da cave al sedime della tangenziale
Durata fase 176 gg						
<b>Bilancio movimentazione scavi</b>						
10005 m <sup>3</sup>		1.2	12006.45	15	36	Aree di scavo lungo il sedime della tangenziale
Durata fase 44 gg						
<b>Materiale per dreni e rinfianchi</b>						
113068 m <sup>3</sup>		1	113067.54	20	64	Da aree di cava al sedime della tangenziale
Durata fase 176 gg						
<b>Bilancio materiale stabilizzato a calce</b>						
111042 m <sup>3</sup>		1	111041.91	20	63	Movimentato nell'ambito del sedime della tangenziale
Durata fase 176 gg						
<b>Materiale derivante da demolizioni varie</b>						
4526 m <sup>3</sup>		1	4526.47	15	14	Movimentato nell'ambito del sedime della tangenziale
Durata fase 44 gg						
<b>Materiale di scavo da destinarsi a deposito definitivo</b>						
10032 m <sup>3</sup>		1.2	12038.69	20	7	Da sedime della tangenziale ai siti di deposito definitivo
Durata fase 176 gg						
<b>Materiale per strati vegetali</b>						
-104 m <sup>3</sup>		1.2	-124.58	20	0	Da sedime della tangenziale ai siti di deposito definitivo
Durata fase 176 gg						
<b>Bilancio movimentazione conglomerati bituminosi</b>						
14174 m <sup>3</sup>		1	14173.52	20	21	Da impianti al sedime della tangenziale
Durata fase 66 gg						
<b>Bilancio movimentazione calcestruzzi</b>						
22267 m <sup>3</sup>		1	22267.42	10	22	Da campo base al sedime della tangenziale
Durata fase 198 gg						
<b>Totale transiti giornalieri</b>					<b>310</b>	<b>***</b>
<b>Traffico orario medio</b>					<b>39</b>	

TABELLA 1.4-7 – VALUTAZIONE DEI TRANSITI COMPLESSIVI DEI VEICOLI PESANTI: FASE 2.

Il calcolo, in questo caso, consente di evidenziare che il flusso di traffico generato dalla presente fase operativa si traduce in un valore medio di circa **39 veic/h** (somma dei viaggi in andata e ritorno). Di questo flusso **22 veic/h** è previsto che percorra la rete viabilistica locale in ragione degli approvvigionamenti dai poli esterni, mentre **17 veic/h** è il flusso generato dal fronte mobile, quindi, interno al cantiere stesso.

Il raffronto tra i risultati della Tabella 1.4-6 e la Tabella 1.4-7 evidenzia che i flussi di traffico sulle viabilità esistenti rappresentano percentuali trascurabili rispetto ai flussi in esercizio sulle stesse, inoltre l'incremento di traffico è riscontrabile nella fase temporale in cui saranno già in esercizio le piste di cantiere.

Si precisa, infine, 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 principali esistenti interessate dalle attività di cantiere.

#### 1.4.3.2 Frequenze dei mezzi di cantiere relativamente all'Ambito Funzionale 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** (della durata di 90 giorni), l'analisi di dettaglio del cronoprogramma ha permesso di individuare quale sezione temporale più critica quella corrispondente alla sovrapposizione di:

- movimenti terra (movimentazione inerti da rilevato, scotico) per la realizzazione delle piste di servizio e di cantiere;
- esecuzione dei movimenti terra (completamento delle attività legate alla movimentazione inerti da rilevato, scotico e stabilizzazione a calce del nuovo rilevato);
- esecuzione delle opere d'arte principali (ponti sul Quaresimo) 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 1.4-8.

Durata Complessiva	90 giorni nat. 66 giorni lav.	Fattore aumento volume	Totale materiale m <sup>3</sup>	Capacità trasporto m <sup>3</sup>	Numero transiti giornalieri N°	
<b>Bilancio movimentazione inerti da rilevato</b>						
19293 m <sup>3</sup>		1.2	23151.03	20	39	Da cave al sedime della tangenziale
Durata fase 60 gg						
<b>Bilancio movimentazione scavi</b>						
10665 m <sup>3</sup>		1.2	12798.37	15	26	Aree di scavo lungo il sedime della tangenziale
Durata fase 66 gg						
<b>Materiale per dreni e rinfianchi</b>						
20231 m <sup>3</sup>		1	20230.90	20	34	Da aree di cava al sedime della tangenziale
Durata fase 60 gg						
<b>Bilancio materiale stabilizzato a calce</b>						
22714 m <sup>3</sup>		1	22713.75	20	38	Movimentato nell'ambito del sedime della tangenziale
Durata fase 60 gg						
<b>Materiale derivante da demolizioni varie</b>						
4275 m <sup>3</sup>		1	4275.00	15	9	Movimentato nell'ambito del sedime della tangenziale
Durata fase 66 gg						
<b>Materiale di scavo da destinarsi a deposito definitivo</b>						
18248 m <sup>3</sup>		1.2	21897.41	20	36	Da sedime della tangenziale ai siti di deposito definitivo
Durata fase 60 gg						
<b>Materiale per strati vegetali</b>						
134 m <sup>3</sup>		1.2	160.45	20	0	Da poli esterni di fornitura al sedime della tangenziale
Durata fase 60 gg						
<b>Bilancio movimentazione conglomerati bituminosi</b>						
6035 m <sup>3</sup>		1	6035.28	20	10	Da impianti al sedime della tangenziale
Durata fase 60 gg						
<b>Bilancio movimentazione calcestruzzi</b>						
47291 m <sup>3</sup>		1	47291.26	10	143	Da campo base al sedime della tangenziale
Durata fase 66 gg						
<b>Totale transiti giornalieri</b>					<b>335</b>	<b>*/**</b>
<b>Traffico orario medio</b>					<b>42</b>	

TABELLA 1.4-8 – VALUTAZIONE DEI TRANSITI COMPLESSIVI DEI VEICOLI PESANTI: FASE 1.

Il calcolo, in questo caso, consente di evidenziare che il flusso di traffico generato dalla presente fase operativa si traduce in un valore medio di circa **42 veic/h** (somma dei viaggi in andata e ritorno). Di questo flusso **15 veic/h** è previsto che percorra la rete viabilistica locale in ragione degli approvvigionamenti dai poli esterni, mentre **27 veic/h** è il flusso generato dal fronte mobile, quindi, interno al cantiere stesso.

In relazione alla **seconda fase operativa**, l'analisi di dettaglio del cronoprogramma ha permesso di individuare quale sezione temporale più critica (della durata di 780 giorni) quella corrispondente alla sovrapposizione delle seguenti attività:

- 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 1.4-9.

Durata Complessiva	630 giorni nat. 462 giorni lav.	Fattore aumento volume	Totale materiale m <sup>3</sup>	Capacità trasporto m <sup>3</sup>	Numero transiti giornalieri N°	
<b>Bilancio movimentazione inerti da rilevato</b>						
185382 m <sup>3</sup>		1.2	222458.9	20	67	Da cave al sedime della tangenziale
Durata fase 330 gg						
<b>Bilancio movimentazione scavi</b>						
19485 m <sup>3</sup>		1.2	23382.42	14	30	Aree di scavo lungo il sedime della tangenziale
Durata fase 110 gg						
<b>Materiale per dreni e rinfianchi</b>						
203271 m <sup>3</sup>		1	203270.5	20	62	Da aree di cava al sedime della tangenziale
Durata fase 330 gg						
<b>Bilancio materiale stabilizzato a calce</b>						
218257 m <sup>3</sup>		1	218257.1	20	66	Movimentato nell'ambito del sedime della tangenziale
Durata fase 330 gg						
<b>Materiale derivante da demolizioni varie</b>						
9405 m <sup>3</sup>		1	9405	15	29	Movimentato nell'ambito del sedime della tangenziale
Durata fase 44 gg						
<b>Materiale di scavo da destinarsi a deposito definitivo</b>						
33339 m <sup>3</sup>		1.2	40006.23	20	12	Da sedime della tangenziale ai siti di deposito definitivo
Durata fase 330 gg						
<b>Materiale per strati vegetali</b>						
1285 m <sup>3</sup>		1.2	1541.763	20	0	Da poli esterni di fornitura al sedime della tangenziale
Durata fase 330 gg						
<b>Bilancio movimentazione conglomerati bituminosi</b>						
28043 m <sup>3</sup>		1	28042.9	20	25	Da impianti al sedime della tangenziale
Durata fase 110 gg						
<b>Bilancio movimentazione calcestruzzi</b>						
172748 m <sup>3</sup>		1	172748.3	10	143	Da campo base al sedime della tangenziale
Durata fase 242 gg						
<b>Totale transiti giornalieri</b>					<b>435</b>	<b>*/**</b>
<b>Traffico orario medio</b>					<b>54</b>	

TABELLA 1.4-9 – VALUTAZIONE DEI TRANSITI COMPLESSIVI DEI VEICOLI PESANTI: FASE 2.

Il calcolo, in questo caso, consente di evidenziare che il flusso di traffico generato dalla presente fase operativa si traduce in un valore medio di circa **54 veic/h** (somma dei viaggi in andata e ritorno). Di questo flusso **21 veic/h** è previsto che percorra la rete viabilistica locale in ragione degli approvvigionamenti dai poli esterni, mentre **33 veic/h** è il flusso generato dal fronte mobile, quindi, interno al cantiere stesso.

Il raffronto tra i risultati della Tabella 1.4-8 e la Tabella 1.4-9 evidenzia che i flussi di traffico sulle viabilità esistenti rappresentano percentuali trascurabili rispetto ai flussi in esercizio sulle stesse. Questo risultato indica, anche per questo Ambito Funzionale, che le viabilità esterne al nuovo sedime della tangenziale saranno progressivamente disimpegnate dal flusso dei mezzi d'opera, 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 opere d'arte e pavimentazioni. Tale situazione si verifica per un intervallo temporale limitato e, soprattutto, con un'incidenza trascurabile sugli attuali flussi di traffico transitanti sulle viabilità principali esistenti interessate dalle attività di cantiere.

## 1.5. 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 m<sup>3</sup>/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 - CB). 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, realizzazione diaframmi, deposito attrezzature e manutenzione dei mezzi operativi. Nell'area, quindi, sono ubicati sia edifici destinati alla logistica di cantiere, come: spogliatoi, dormitori, infermeria, ecc., sia strutture più strettamente legate alle attività produttive: magazzini, uffici, laboratori e anche impianti produttivi (calcestruzzi e diaframmi);
- area di cantierizzazione operativa (area tecnica - AT). L'area ha 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 tale area di accumulo è opportunamente attrezzata/organizzata per stoccare le differenti tipologie di materiali attraverso l'utilizzo di muri prefabbricati in c.a., fino alla relativa posa in opera degli inerti. L'area, quindi, ha dimensioni più contenute ed è utilizzata come deposito temporaneo di materiali inerti e si precisa che sarà realizzata solo in concomitanza della realizzazione del secondo Ambito funzionale, quando si prevedono le maggiori attività di scavo;
- area di cantierizzazione operativa (area operativa – AO). Svolge una funzione propedeutica alla costruzione delle opere d'arte in prossimità delle quali sono ubicate, in ragione di ciò all'interno si prevedono essenzialmente funzioni legate al deposito materiali ed attrezzature. Alcune aree della presente tipologia, ubicate in prossimità dei nuovi sottopassi di progetto, prevedono l'installazione di impianti per la realizzazione di diaframmi (silos, disabbiatore, pompa, ecc.).

In termini generali si evidenzia che, in relazione alle tempistiche esecutive (vedasi anche successivo paragrafo 1.2), 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 stradale, la creazione di più fronti d'avanzamento del cantiere mobile (2 per l'Ambito funzionale 1 e 4 per l'Ambito funzionale 2). Le "aree tecniche operative", quindi, sono aree di dimensioni più contenute, utilizzate prevalentemente come deposito temporaneo di materiali (casseri, armature, ecc.) necessari alla realizzazione delle varie opere d'arte. Per queste aree si è proceduto con un'identificazione attraverso una stringa alfanumerica così strutturata: 4 caratteri, in cui le prime lettere indicano la funzione (A.O.), il primo numero l'Ambito funzionale di competenza ed, infine, la seconda cifra il numero progressivo all'interno dell'Ambito stesso.

L'ubicazione di tutte le aree di cantiere è rappresentata graficamente nell'elaborato T00CA00CANPL02A "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".

Nella successiva Tabella 1.5-1 sono riportati: l'elenco delle aree di cantiere, le caratteristiche principali ed il relativo fronte di avanzamento lavori di competenza.

AMBITO	FASE N°	N. cantieri	Superficie (m <sup>2</sup> )	Tipologia	Localizzazione	Fronte lavori
1	1 e 2	CB	13.152	Campo base + Impianto cls + Impianto diaframmi	Area in prossimità dello svincolo di "Rete 2" (Area interclusa, lato Nord-Ovest).	Tutti
		A.O. 1.1	500	Area Operativa	Area in prossimità del nuovo ponte sul torrente Crostolo (lato Nord-Est).	1.1
		A.O. 1.2	500	Area Operativa	Area in prossimità del nuovo ponte sul torrente Crostolo (lato Nord-Ovest).	1.1
		A.O. 1.3	500	Area Operativa + Impianto diaframmi	Area in prossimità del nuovo sottopasso FS nello svincolo "Rete 2".	1.2
2	1 e 2	CB	13.152	Campo base + Impianto cls + Impianto diaframmi	Area in prossimità dello svincolo di "Rete 2" (Area interclusa, lato Nord-Ovest).	Tutti
		AT	10.137	Area Operativa + deposito materiali	Area in prossimità del nuovo sottopasso di via Marx (lato Nord-Est).	Tutti
		A.O. 2.1	500	Area Operativa	Area in prossimità di via Ferraroni (lato Nord-Ovest).	2.1
		A.O. 2.2	500	Area Operativa + Impianto diaframmi	Area in prossimità del nuovo svincolo "Pieve Modolena" (lato Sud-Ovest).	2.2
		A.O. 2.3	500	Area Operativa	Area in prossimità del nuovo sottopasso FS nello svincolo "Pieve Modolena" (lato Sud-Ovest).	2.2
		A.O. 2.4	500	Area Operativa	Area in prossimità del nuovo attraversamento del canale "Modolena" (lato Nord-Ovest).	2.3
		A.O. 2.5	500	Area Operativa	Area in prossimità del nuovo attraversamento del torrente "Quaresimo" (lato Nord-Est).	2.3
		A.O. 2.6	500	Area Operativa + Impianto diaframmi	Area in prossimità del nuovo sottopasso FS nello svincolo "Corte Tegge" (lato Nord-Ovest).	2.6
		A.O. 2.7	500	Area Operativa	Area in prossimità del nuovo sottopasso FS nello svincolo "Corte Tegge" (lato Sud-Est).	2.7

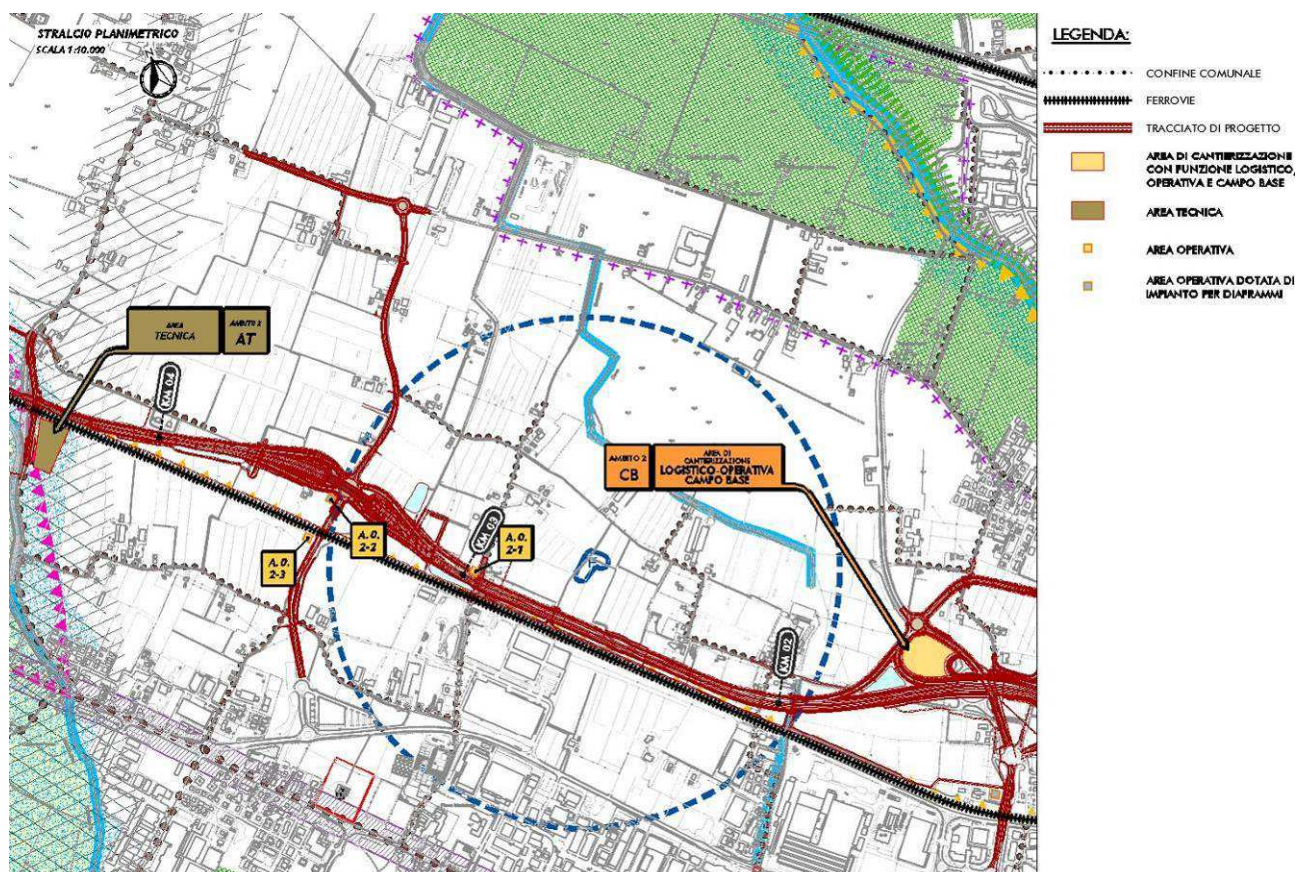
**TABELLA 1.5-1 – ELENCO AREE DI CANTIERE E CARATTERISTICHE PRINCIPALI**

Le superfici in cui sono ubicate aree di cantiere, che non risultano comprese in un ambito territoriale oggetto di esproprio definitivo (quali sedime di progetto ovvero aree di ripristino ambientale), sono soggette ad un regime di occupazione temporanea durante la fase realizzativa delle opere stradali. Al termine dei lavori tutte le aree di cantiere saranno restituite alla loro destinazione originaria, ovvero oggetto di riqualificazione ambientale. In particolare per le aree a destinazione agricola, le lavorazioni compiute all'interno del perimetro individuato, dovranno attenersi a quanto previsto nel successivo capitolo 6. 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, seguendo quanto più possibile i confini di proprietà dei singoli appezzamenti e le sistemazioni idrauliche dei fondi.



La valutazione sull'ubicazione territoriale delle aree di cantiere, inoltre, è stata completata da un'attenta analisi in merito alla presenza di eventuali vincoli ambientali e di tutela paesaggistica e storico-testimoniale.

A tal proposito si rimanda agli elaborati T00CA00CANLF01A "Pianificazione temporale dei lavori e dimensionamento funzionale delle aree di cantierizzazione - TAVV.3.1÷3.4", di cui si riporta uno stralcio nella successiva Figura 1.5-1, a titolo esemplificativo dell'analisi condotta rispetto al sistema dei vincoli esistente.



**FIGURA 1.5-1 – ESEMPIO DI SOVRAPPOSIZIONE DELLE AREE DI CANTIERE CON LE PREVISIONI DELLE TUTELE E DEI VINCOLI SOVRAORDINATI (STRALCIO DELL'ELABORATO T00CA00CANLF01A)**

L'analisi è stata condotta censendo tutti i vincoli (ambientali e di tutela paesaggistica e storico-testimoniale) 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.

Nel successivo capitolo 1.6 si fornisce una descrizione dettagliata delle precedenti tipologie di aree di cantiere, con le relative attrezzature ed impianti.

## **1.6. UBICAZIONE E CARATTERISTICHE FUNZIONALI DEI CANTIERI**

Descritti i criteri adottati per il dimensionamento e l'ubicazione delle differenti tipologie di aree di cantiere, 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, è stata prodotta una specifica documentazione grafica (elaborato di riferimento: T00CA00CANLF01A – *"Pianificazione temporale dei lavori e dimensionamento funzionale delle aree di cantierizzazione - TAVV. 4, 5, 6.1, 6.2, 7.1÷7.3, 8, 9 e 12, 13, 14.1, 14.2, 15.1÷15.3, 16, 17, 18.1, 18.2, 19.1÷19.2, 20.1÷20.2, 21.1÷21.2, 22)*, a cui si rimanda per eventuali verifiche ed approfondimenti e da cui è possibile evincere, per ogni singolo Ambito funzionale, 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.

### **1.6.1. Descrizione delle tipologie funzionali delle differenti aree di cantiere**

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

- campo base;
- area tecnica;
- aree operative.

#### **1.6.1.1 Campo base (CB)**

Il campo base è destinato ad accogliere gli edifici legati alla funzione logistica (sale di ristorazione e ricreative, dormitori, spogliatoi, infermeria, ecc.) ed operativa (uffici per impresa esecutrice, direzione lavori, magazzino, officina, ecc.). È localizzato nell'area interclusa delimitata dalla nuova rampa "a cappio", posta a nord del tracciato di progetto, che collega l'attuale via Bertani-Davoli con la carreggiata nord della tangenziale (vedasi successiva Figura 1.6-1).

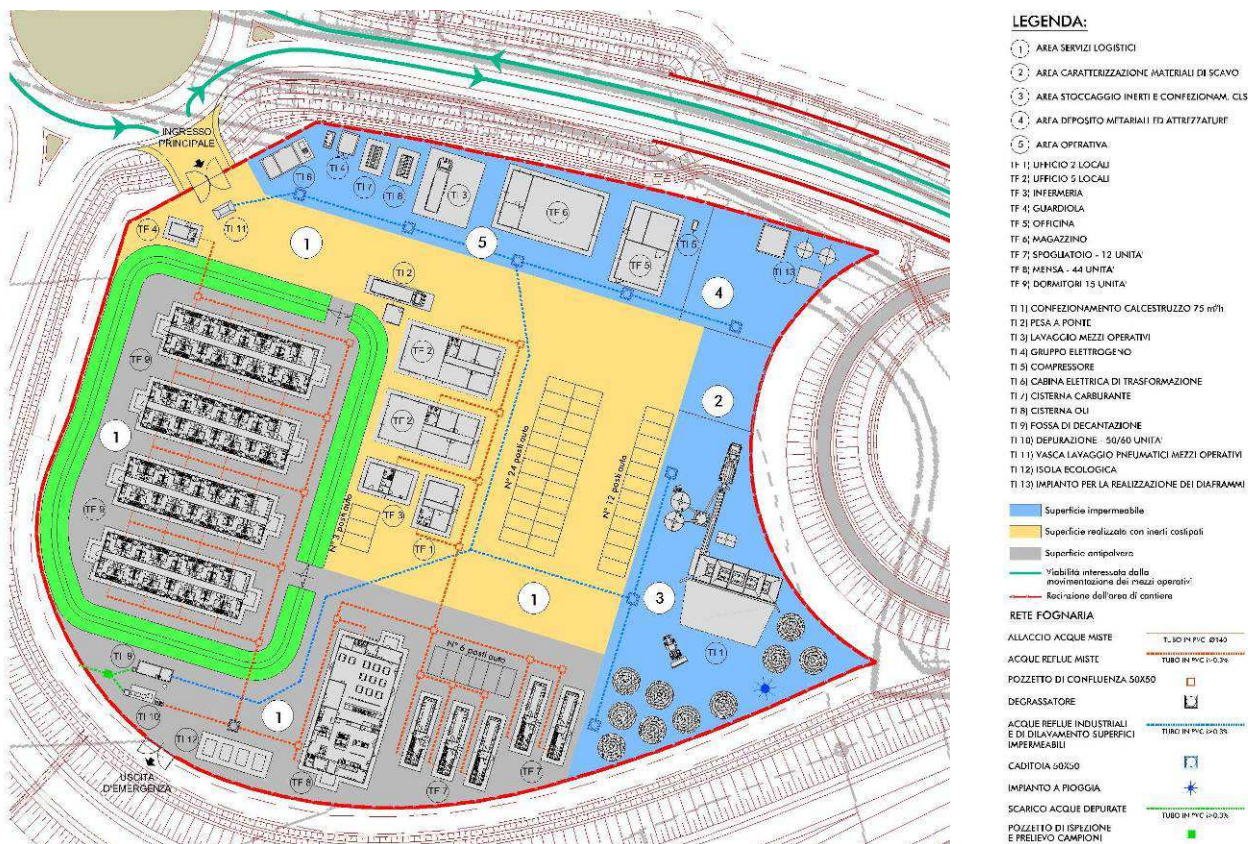


FIGURA 1.6-1 – LAY-OUT DEL CAMPO BASE C-B (ESTRATTO DALL'EAB. T00CA00CANLF01A- TAV. 06.1).

L'area è posizionata su un'area agricola e si estende per una superficie complessiva di circa 13.100 m<sup>2</sup>. Il dimensionamento delle strutture di cantiere garantisce una ricettività media di addetti pari a circa 60 unità. Nell'ambito del presente campo base è prevista, inoltre, la dislocazione, su una superficie operativa di circa 2.300 m<sup>2</sup>, delle strutture necessarie per le seguenti funzioni:

- confezionamento di cls;
- realizzazione diaframmi;
- stoccaggio materiali.

In ragione dell'ubicazione geografica e delle caratteristiche funzionali che lo caratterizzano, il campo base assolve la sua funzione logistico-operativa sia per l'Ambito Funzionale n° 1 che per l'Ambito Funzionale n° 2. La sua posizione, infatti, in prossimità dello svincolo della tangenziale, ne agevola l'utilizzo anche per la realizzazione del secondo tratto del tracciato di progetto, rendendo immediati i collegamenti da/per le differenti aree operative previste, ovvero per il sedime di progetto, riducendo al minimo le interferenze fra i mezzi di cantiere ed il traffico veicolare in esercizio.

1.6.1.2 Area tecnica (AT)

L'area di cantiere in oggetto è destinata prevalentemente all'accumulo temporaneo del materiale proveniente dalle cave e che non è posto direttamente in opera sul sedime di progetto. L'area, inoltre, è dimensionata per garantirne la compatibilità 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 2.2.1). La superficie individuata, quindi, sono in grado di garantire la continuità delle lavorazioni per le condizioni di scavo medie, in ragione dei tempi di caratterizzazione. L'area, funzionale alla realizzazione dell'Ambito Funzionale n° 2, è ubicata sul lato Est della SP70 (via Marx) esistente, a Sud della linea FS Milano-Bologna, in fregio al nuovo sottovia di progetto (vedasi successiva Figura 1.6-2).

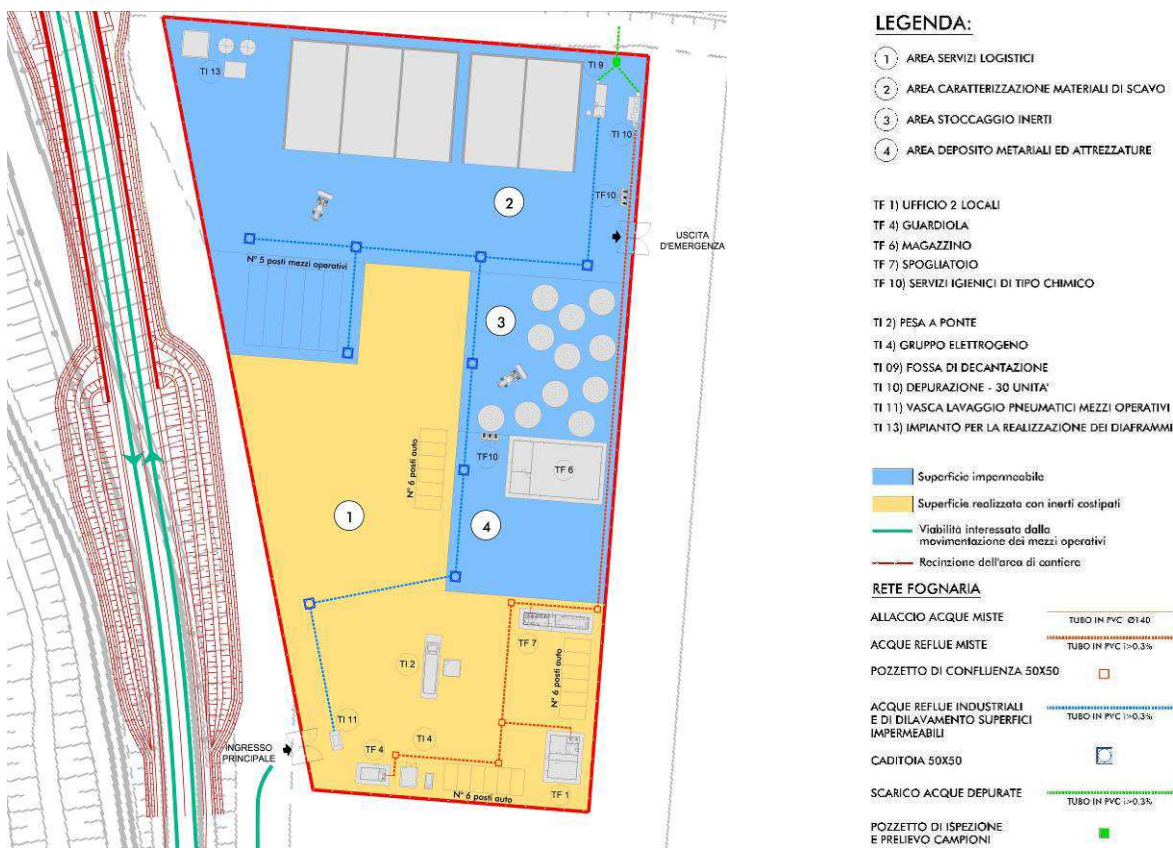


FIGURA 1.6-2 – LAY-OUT DEL CANTIERE A-T (ESTRATTO DALL'EAB. T00CA00CANLF01A- TAV. 18.1).

Le attività previste in tale ambito di cantiere, quindi, sono essenzialmente di accumulo e movimento materiali. In ragione, poi, della vicinanza dell'area stessa con il sottovia di progetto di via Marx, si prevede al suo interno anche l'ubicazione dell'impianto necessario alla realizzazione dei diaframmi (silos, pompa, disabbiatore, ecc.).

L'organizzazione funzionale della presente tipologia di area di cantierizzazione, pertanto, si caratterizza per la presenza di:

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

#### 1.6.1.3 Aree operative (AO)

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 1.6-3).

Tutte le aree operative saranno posizionate in un ambito sub-pianeggiato prevalentemente in sedimi a destinazione agricola, nelle immediatamente vicinanze del nuovo tracciato autostradale ovvero di opere d'arte. L'ubicazione di tali aree è graficizzata negli elaborati T00CA00CANPE01÷04A "Planimetria con indicazione delle aree di cantiere, dei percorsi dei mezzi operativi coincidenti con le viabilità maggiori e minori esistenti - Ambito 1/2 – Fase 1/2".



FIGURA 1.6-3 – LAY-OUT TIPOLOGICO DI AREA OPERATIVA (ESTRATTO DALL'EAB. T00CA00CANLF01A- Tav. 22).

La superficie di ogni singola area operativa è pari a circa = 500 m<sup>2</sup> e sarà dotata di recinzioni.

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).

Per alcune delle aree appartenenti a questa tipologia, in particolare, è prevista l'ubicazione in prossimità dei nuovi sottopassi di progetto:

- AO1-3 – sottopasso FS lungo via Hiroshima;
- AO2-2 – sottopasso FS lungo via Ferraroni;
- AO2-6 – sottopasso FS lungo svincolo di Corte Tegge.

In ragione del fatto che per i sottopassi, citati nei punti precedenti, è prevista la realizzazione delle rampe d'approccio attraverso l'utilizzo della tecnica a diaframmi, le corrispondenti aree operative saranno attrezzate per ospitare il relativo impianto produttivo. Tali aree operative, quindi, oltre ad ospitare le attrezzature necessarie per la realizzazione delle paratie in calcestruzzo (silos, pompa per il getto, disabbiatore, ecc.) saranno opportunamente pavimentate al fine di ridurre i potenziali impatti su suolo e sottosuolo, conseguenti ad eventuali sversamenti accidentali.

## **1.6.2. Descrizione degli edifici e degli impianti a servizio dei cantieri**

### *1.6.2.1 Tipologia di prefabbricati*

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 questa area 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, la pesa a ponte, l'area di lavaggio dei mezzi operativi, cabina elettrica, il compressore, la cisterna carburante e le cisterne per il deposito degli oli esausti.

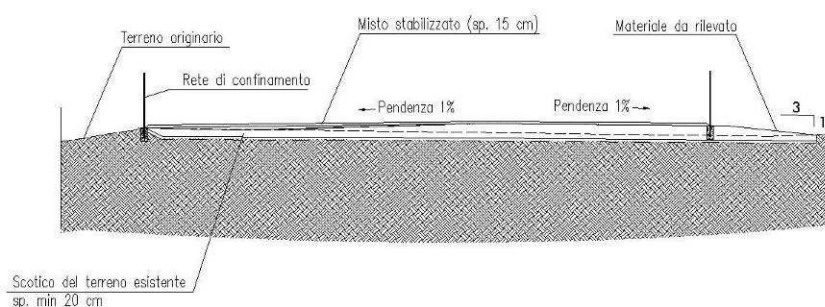
Il posizionamento dei vari fabbricati all'interno delle aree di cantierizzazione è stato progettato in modo tale da ottenere un disegno distributivo ordinato e per quanto possibile compatto; tutti i servizi sono accessibili mediante un'adeguata viabilità ed il numero dei parcheggi è stato calcolato in 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 (stimati in 60 unità fisse in corrispondenza della fase operativa di punta) e la capacità di produzione di calcestruzzi (con picchi di circa 600 m<sup>3</sup>/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. T00CA00CANLF01A – TAV. 23 di cui si riporta uno stralcio nella successiva Figura 1.6-4).

PARTICOLARE PAVIMENTAZIONE CANTIERI  
SUPERFICIE CON INERTI COSTIPATI  
SCALA 1:100



PARTICOLARE PAVIMENTAZIONE CANTIERI  
SUPERFICIE IMPERMEABILE  
SCALA 1:100

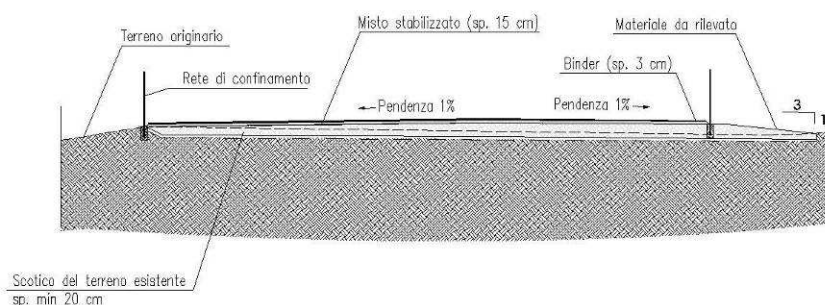


FIGURA 1.6-4 – PARTICOLARE DELLA PAVIMENTAZIONE DELLE AREE DI CANTIERE

Nelle zone in cui si verifica il potenziale rischio di sversamenti accidentali, quali le aree ove sono localizzati gli impianti di confezionamento dei cls, l'impianto diaframmi 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.

Nell'area, inoltre, sarà posizionato 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 zone in cui è previsto lo stoccaggio di materiali inerti, sono previsti impianti idrici a pioggia.

Tutti i materiali da cantiere allo stato solido polverulento (cemento ecc.) saranno stoccati in silos e movimentati tramite trasporti pneumatici presidiati da opportuni filtri in grado di garantire valori d'emissione non superiori a 10 mg/Nm<sup>3</sup>.

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, dell'impianto di produzione di cls saranno dotati di protezioni opportune.

Le dotazioni di cantiere prevedono, inoltre, un'apposita piazzola, ubicata nei pressi dell'uscita principale, in cui avverrà il lavaggio dei pneumatici 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 opportune schermature (duna in terra ed eventualmente pannelli fonoassorbenti), aventi funzioni di barriere acustiche ed antipolvere.

I riferimenti normativi principali per le installazioni residenziali ed i servizi per i lavoratori sono stati:

- Nota Interregionale n. 12 (Prot. N°27965/PRC del 10/07/2000) - "Principali requisiti igienicosanitari 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";
- Avviso di rettifica (Prot. N° 40226/PRC del 16/10/2000 - Nota Interregionale n. 13;
- Chiarimenti inerenti il punto 3.2.2 Dormitori in materia di resistenza al fuoco (Prot. N° 8080 FC-CO/FC del 23/02/2001) - Nota Interregionale n. 14;



- Aspetti applicativi inerenti il punto 3.2.2 "Dormitori" in tema di condizioni microclimatiche degli ambienti di riposo" (Prot. N° 60750 del 25/11/2003) - Nota Interregionale n. 21.

Gli edifici a servizio dei cantieri, le cui principali tipologie sono riportate graficamente nell'elaborato T00CA00CANSC02A "*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" in cui la funzione operativa principale è quella di deposito temporaneo dei materiali inerti. La configurazione di tale area si presenta sicuramente più semplice e contenuta nelle dimensioni rispetto alla precedente tipologia, avendo principalmente funzione di movimentazione e deposito temporaneo dei materiali inerti. La pavimentazione, in generale, è caratterizzata da materiali costipati, ma nelle zone in cui è previsto l'accumulo temporaneo dei materiali inerti ovvero la caratterizzazione dei materiali provenienti dagli scavi, invece, si prevede un'impermeabilizzazione, al fine di evitare potenziali dilavamenti. 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. Le dotazioni di tipo logistico della presente tipologia di cantiere prevedono: un ufficio per l'impresa, il locale per la guardiana, un magazzino, uno spogliatoio e servizi igienici chimici. Per quanto riguarda gli impianti, invece, oltre alla pesa a ponte e alla piazzola per il lavaggio dei pneumatici, si prevede l'introduzione delle attrezzature propedeutiche alla realizzazione di diaframmi, in ragione della vicinanza dell'area di cantiere al sottovia di via Marx, in cui è prevista la realizzazione di questa tipologia di paratia di contenimento degli scavi.

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 m<sup>2</sup>), 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. Fanno eccezione le tre aree operative (vedasi precedente paragrafo ) in cui è prevista l'installazione di impianti per la realizzazione di diaframmi. Per tali aree, infatti, è prevista la pavimentazione impermeabile (strato di binder di 3 cm) in ragione della tipologia di lavorazione prevista al fine di contenere potenziali sversamenti accidentali.

Tutte le tipologie di cantiere saranno dotate di un'adeguata 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.

#### 1.6.2.2 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 sicurezza per i servizi di guardiana);
- 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 del cantiere;
- gruppo elettrogeno 75 KVA destinato alla riserva di alimentazione del gruppo di pompaggio.

#### 1.6.2.3 Descrizione delle singole attività presenti nei cantieri

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 una 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 m<sup>3</sup> 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 da. 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 autoadescente 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, cinghiali 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 44 persone essendo prevista la distribuzione su due turni. 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; tutto il prefabbricato sarà pavimentato in monocottura o idoneo materiale di elevati requisiti igienici e facilmente lavabile.

#### 1.6.2.4 Modalità di pulizia degli ambienti

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

### 1.6.3. 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.

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.

Tale elenco indica il numero minimo di mezzi che si prevede di utilizzare per la singola fase operativa.

## LAVORI DI ASFALTATURA

### *Attrezzatura:*

- impianti di produzione conglomerato bituminoso presenti nel territorio con i relativi mezzi di servizio;
- N° 1 vibrofinitrice (tipo VOGELE SUPER 1803 con larghezza minima 8 metri e capacità di 700 tonn/ora);
- circa 5 camion con capacità superiore a 20 ton. (tipo Astra HD8 84.44 o similare);
- N° 2 rulli min 10 ton. (tipo CATERPILLAR CB534).

## PILE DEI VIADOTTI

### *Attrezzatura:*

- impianto di calcestruzzo presente nel cantiere CB con i relativi mezzi di servizio;
- n° 2 autogrù tipo LTM 1080/1 per la movimentazione del ferro e dei casseri;
- n° 5 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 m<sup>3</sup>/h (tipo CIFA PC607 D);
- 4 betoniere (tipo CIFA SLA 7);
- 1 set di vibrator per calcestruzzo.

## IMPALCATI DEI VIADOTTI

### *Attrezzatura:*

- impianto di calcestruzzo presente nel cantiere CB 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 m<sup>3</sup>/h (tipo CIFA PC607 D);
- 4 betoniere (modello CIFA SLA 7);
- 1 set di vibrator per calcestruzzo.



## **SOTTOPASSI**

### *Attrezzatura:*

- impianto di calcestruzzo presente nel cantiere CB con i relativi mezzi di servizio;
- 3 impianti per la realizzazione dei diaframmi presenti nel CB e nelle AO individuate, 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 m<sup>3</sup>/h (tipo CIFA PC607 D);
- n° 1 infissore palancolati;
- 4 betoniere (tipo CIFA SLA 7);
- 1 set di vibratori per calcestruzzo.

## **PALI E PLINTI**

### *Attrezzatura:*

- impianto di calcestruzzo presente nel cantiere CB con i relativi mezzi di servizio;
- n° 2 escavatore (tipo CAT 323D) per 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 m<sup>3</sup>/h (tipo CIFA PC607 D);
- 3 betoniere (tipo CIFA SLA 7);
- 1 set di vibratori per calcestruzzo;
- n° 1 infissore palancolati.

## **MOVIMENTI TERRA - SCAVO TRINCEE**

### *Attrezzatura:*

- n° 2 escavatore (tipo CAT 323D) per lo scavo ed il carico dei camion;
- n° 2 pala caricatrice (tipo Caterpillar 924H);
- n° 5 camion (tipo Astra IID8 84.44 o similare) per il trasporto del terreno;
- n° 2 compattatore (tipo Caterpillar CS56);

## **MOVIMENTI TERRA - REALIZZAZIONE RILEVATI**

### *Attrezzatura:*

- n° 2 escavatore (tipo CAT 323D);
- n° 2 pala caricatrice (tipo Caterpillar 924H);
- n° 5 camion (tipo Astra HD8 84.44 o similare) per il trasporto del terreno;
- n° 2 compattatore (tipo Caterpillar CS56);
- n° 1 Grader (tipo Caterpillar D6T);
- n° 1 Bulldozer (tipo Caterpillar 120 M);
- n° 5 auto (montata su camion Astra IID8 84.44 o similare);
- n°5 pulmini per personale
- n° 1 pulvimixer per la stabilizzazione a calce dei rilevati;
- n° 1 terna (tipo Caterpillar 430 D).

La tipologia ed il numero complessivo di mezzi che si prevede di utilizzare, suddivisi per i singoli Ambiti Funzionali, sono riportati nelle opportune schede contenute nell'elaborato T00CA00CANLF01A – *“Pianificazione temporale dei lavori e dimensionamento funzionale delle aree di cantierizzazione - TAVV. 7.3 e 15.3.*

## 2. MATRICE SUOLO E SOTTOSUOLO

Nel presente capitolo sono descritti i fabbisogni di inerti, sia sotto il profilo qualitativo che quantitativo, necessari per la realizzazione dell'opera in oggetto e la valutazione degli effetti del loro utilizzo sulla matrice suolo e sottosuolo.

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

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

Le opere previste nel progetto (Nuova tangenziale Nord + collegamenti alla viabilità esistente) necessitano delle seguenti tipologie di inerti e derivati:

- inerti da rilevato;
- stabilizzato granulometrico;
- anticapillare;
- inerti per calcestruzzi e bitumi;
- terreno vegetale.

Segue una breve descrizione delle classi sopra descritte.

#### 2.1.1. Inerti da rilevato

I materiali idonei per la realizzazione dei rilevati sono quelli appartenenti alle classi A1-a, A1-b, A3, A2-4 e A2-5 in riferimento alla classificazione CNR-UNI 10006. L'ultimo strato di 30 cm del rilevato deve essere composto esclusivamente con materiale di classe A1-a e A3. A compattazione avvenuta i materiali dovranno presentare una densità pari o superiore al 90% della densità massima individuata dalle prove di compattazione AASHO Modificata, salvo per l'ultimo strato di 30 cm costituente il piano di posa della fondazione della pavimentazione che dovrà presentare una densità pari o superiore al 95%.

Secondo alcuni capitolati vigenti possono inoltre essere utilizzati tal quali, nella realizzazione dei rilevati i materiali di classe A4, solo se provenienti dagli scavi.

Materiali di classe A5, A6 e A7-6 possono essere utilizzati solo previa stabilizzazione. Nel presente progetto, in effetti, si prevede la possibilità d'impiego della stabilizzazione a calce utilizzando quale materia prima terreni argillosi e limosi.

Allo scopo di ridurre il fabbisogno di materia prima tuttavia si potranno utilizzare, ove fossero disponibili in quantità significative al momento della costruzione, materiali alternativi quali stabilizzati granulometrici da frantumazione di inerti da demolizione e/o fresati.

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 m<sup>3</sup> di volume in banco = 1 m<sup>3</sup> di volume posato sul rilevato).

Il fabbisogno complessivo degli inerti da rilevato, per i due ambiti funzionali, risulta il seguente:

Ambito funzionale 1: 268.731,32 m<sup>3</sup>;

Ambito funzionale 2: 459.325,80 m<sup>3</sup>;

Totale: 728.057,12 m<sup>3</sup>.

#### 2.1.1.1 Stabilizzazione a calce

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

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

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

Secondo le norme vigenti si possono stabilizzare a calce i terreni argillosi e limosi che abbiano un indice di plasticità superiore al 10% (A6 e A7 secondo la CNR-UNI 10006).

Nei terreni prevalentemente limoso-argillosi l'azione stabilizzante è tanto più sensibile quanto più elevato è l'indice di plasticità. Il trattamento a calce produce come effetto immediato una fortissima riduzione dell'umidità, dell'affinità all'acqua e modifica la struttura dell'argilla. In particolare si ottiene un abbattimento dell'indice di plasticità e di rigonfiamento/contrazione.

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

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

Il volume complessivo degli inerti provenienti da scavi e trattati a calce, per i due ambiti funzionali, risulta il seguente:

Ambito funzionale 1: 126.183,22 m<sup>3</sup>;

Ambito funzionale 2: 240.970,85 m<sup>3</sup>;

Totale: 367,154,07 m<sup>3</sup>.

### **2.1.2. Stabilizzato granulometrico**

La fondazione del pacchetto stradale è di norma costituita da miscele di terre stabilizzate granulometricamente, la frazione grossa di tali miscele (trattenuto al crivello 2 UNI) può essere costituita da ghiaie, frantumati, detriti di cava, scorie o anche altro materiale ritenuto idoneo. La fondazione può inoltre essere formata da materiale di apporto idoneo oppure da correggersi con adeguata attrezzatura in impianto fisso di miscelazione. Il materiale in opera, dopo l'eventuale correzione e miscelazione, deve rispondere alle caratteristiche seguenti:

- l'aggregato non deve avere dimensioni superiori a 71 mm, né forma appiattita, allungata o lenticolare;
- la granulometria deve essere compresa nel fuso e avere andamento continuo e uniforme, concorde a quello di determinate curve limite.

Nel computo dei fabbisogni di materiali da cava rispetto al volume di stabilizzato si è mantenuto un rapporto di volume 1.2:1 per tener conto della perdita di materiale durante la lavorazione (lavaggio del fine, perdita per frantumazione, ecc.), nel complesso dunque si avrà 1.2 m<sup>3</sup> di volume in banco = 1 m<sup>3</sup> di stabilizzato posato sul rilevato. La fondazione stradale in misto granulare stabilizzato, con granulometria continua, viene compattata con idonei rulli vibranti di adeguato peso, il tutto secondo le prescrizioni di normativa.

Il volume totale di materiale stabilizzato utilizzato è pari a: 62.753,92 m<sup>3</sup>.

### **2.1.3. Anticapillare**

Per anticapillare s'intende un materiale ad elevata permeabilità che non consenta la risalita capillare dell'umidità del terreno naturale all'interno del rilevato, può essere costituito da sabbie ben gradate o da spaccato di cava (pietrisco).

Per questo motivo i fabbisogni di anticapillare successivamente sono stati accorpati con quelli di inerti non pregiati. Anche in questo caso nel computo dei fabbisogni di materiali da cava rispetto al volume dei rilevati si è mantenuto un rapporto di volume 1:1. Vengono forniti materiali aridi con funzione anticapillare, posati in opera al di sotto dei rilevati o della sovrastruttura, aventi funzione di filtro per i terreni sottostanti, disposti su una granulometria da porre in relazione con quella dello strato nei confronti del quale disporsi a protezione secondo la regola del Terzaghi per D.85 % - D.15%.

Il volume totale di materiale stabilizzato utilizzato è pari a: 241.433,63 m<sup>3</sup>.

#### **2.1.4. Inerti per calcestruzzi e conglomerati bituminosi**

Gli aggregati previsti per calcestruzzo strutturale devono sottostare alle specifiche indicate nelle norme UNI EN 12620 e UNI EN 13055-1. In fase di realizzazione dell'opera si necessita di inerti per calcestruzzi a prestazione garantita fino alla classe di esposizione XC1, XC2 secondo le UNI EN-206 e UNI 11104 in conformità al D.M. 14/01/2008, confezionato a norma di legge secondo le indicazioni e prescrizioni del capitolato Speciale d'Appalto oltre a materiali per la preparazione di conglomerati bituminosi caratterizzati da una miscela costituita da inerti (pietrischi) provenienti dalla frantumazione di rocce naturali.

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.

Anche in questo caso nel computo dei fabbisogni di materiali da cava rispetto al volume di stabilizzato si è mantenuto un rapporto di volume 1.2:1 per tener conto della perdita di materiale durante la lavorazione.

Il fabbisogno complessivo di calcestruzzi corrisponde ad un volume di: 249364.12 m<sup>3</sup>.

Considerando il metodo di stima dei rapporti si valuta il dosaggio dei componenti del conglomerato ottenendo un rapporto medio calcestruzzo/inerti pari a 5. Pertanto il volume di inerti necessario è di 831.214 m<sup>3</sup>, assumendo un peso specifico degli inerti di 1800 kg/m<sup>3</sup> circa.

Per quanto concerne gli inerti necessari ai conglomerati bituminosi si fa riferimento al volume complessivo computato pari a 53.198,62 m<sup>3</sup>.

#### **2.1.5. Terreno vegetale**

Il terreno vegetale è impiegato per la ricopertura e l'inerbimento delle scarpate e/o delle aree di mitigazione e ripristino ambientale. Questo materiale proverrà anche dallo scotico del terreno di imposta del rilevato del nuovo asse stradale della tangenziale. Per la fornitura del terreno vegetale si dovrà tenere in considerazione materiali provenienti da depositi di proprietà dell'amministrazione o direttamente fornito dall'impresa, miscelato con sostanze concimanti, pronto per la stesa anche in scarpata.

Nel caso in cui i depositi non fossero sufficienti si potrà utilizzare materiale proveniente dagli scavi di scotico, qualora non sia stato possibile il diretto trasferimento dallo scavo al sito di collocazione definitiva.

Il fabbisogno complessivo di materiale vegetale, per i due ambiti funzionali, risulta il seguente:

Ambito funzionale 1: 16.005,92 m<sup>3</sup>;

Ambito funzionale 2: 31.569,17 m<sup>3</sup>;

Totale: 47.575,09 m<sup>3</sup>.

### 2.1.6. Bilancio materiali e quadro riepilogativo dei fabbisogni di inerti

Nella successiva Tabella 2.1-1 vengono riportati i fabbisogni di materia prima suddivisi sia per tipologie, così come definite nel paragrafo precedente.

			U.M.	Ambito funzionale 1	Ambito funzionale 2	Totale
<b>Fabbisogni totali</b>	A	Materiale da rilevato	m <sup>3</sup>	268.731,32	459.325,80	728.057,12
	B	Vegetale	m <sup>3</sup>	16.005,92	31.569,17	47.575,09
	C	Materiale per dreni e rinfianchi	m <sup>3</sup>	127.941,11	223.501,40	351.442,50
	D	Calcestruzzi	m <sup>3</sup>	29.324,59	220.039,53	249.364,12
	E	Conglomerati bituminosi	m <sup>3</sup>	19.030,44	34.168,18	53.198,62
<b>Inerti di recupero (provenienti dagli scavi, trattamenti a calce e/o demolizioni)</b>	F	Materiale da rilevato proveniente da trattamenti a calce	m <sup>3</sup>	126.183,22	240.970,85	367.154,07
	G	Materiale da rilevato proveniente da demolizioni	m <sup>3</sup>	6.840,00	13.680,00	20.520,00
	H	Vegetale	m <sup>3</sup>	16.123,89	30.150,66	46.274,55
	I	Materiale per pavimentazione proveniente da fresati	m <sup>3</sup>	1.250,50	90,00	1.340,50
<b>Fornitura esterna (da cave e/o impianti)</b>	L (A-F-G)	Materiale da rilevato	m <sup>3</sup>	135.708,10	204.674,95	340.383,05
	M (B-H)	Vegetale	m <sup>3</sup>	-117,97	1.418,51	1.300,54
	N (E-I)	Conglomerati bituminosi	m <sup>3</sup>	17.779,94	34.078,18	51.858,12
	O	Materiale per dreni e rinfianchi	m <sup>3</sup>	127.941,11	223.501,40	351.442,50
	P	Calcestruzzi	m <sup>3</sup>	29.324,59	220.039,53	249.364,12
	Q	Sterro portato a deposito definitivo	m <sup>3</sup>	26.437,57	51.586,37	78.023,94

TABELLA 2.1-1 – BILANCIO MATERIALI

La tabella riporta nelle prime cinque righe (A-E) i fabbisogni globali suddivisi per i due ambiti funzionali. Le righe successive (F-I) individuano i materiali che potranno essere recuperati nell'ambito degli scavi, ovvero delle demolizioni, previsti nell'ambito opera stessa.

Le sei righe successive (L-Q) riportano le quantità di materiale che dovranno essere fornite da poli di fornitura, calcolate mediante la compensazione tra fabbisogni e scavi (possibile solo per inerti da rilevato, vegetale e conglomerati bituminosi), ovvero gli eventuali materiali in esubero che saranno trasportato nei siti di deposito definitivo.

Nell'ambito del suddetto bilancio, quindi, si evidenzia come sia stata ottimizzata la percentuale dei materiali recuperati provenienti dagli scavi (previo trattamento a calce) per entrambi gli Ambiti funzionali: l'84.3% per l'Ambito 1 e l'84% per l'Ambito 2. Il reimpiego del materiale inerte proveniente dagli scavi, infatti, produce notevoli vantaggi in termini ambientali. Questo non solo per un minor sfruttamento di risorse non rinnovabili, ma anche a seguito della riduzione del numero di mezzi d'opera che occorre movimentare per la realizzazione della nuova infrastruttura.

## **2.2. LOCALIZZAZIONE E DESCRIZIONE DELLE TIPOLOGIE DI CAVA**

---

L'infrastruttura in progetto è ubicata per tutto il suo sviluppo all'interno di terreni pianeggianti. Tale fatto, osservato altresì che per evidenti ragioni progettuali il piano stradale si trova generalmente ad una quota maggiore rispetto al piano campagna, determina l'impossibilità di poter compensare le quantità di materiali inerti da costruzione necessari con i volumi derivanti dagli scavi comunque prodotti per la realizzazione del nuovo.

Tutto ciò induce ad osservare come il fabbisogno di inerti necessari per la realizzazione dell'opera non possa che essere soddisfatto utilizzando specifici poli di fornitura (cave).

Dopo aver individuato nel capitolo precedente le diverse tipologie d'inerti da costruzione necessari, saranno di seguito avanzate alcune proposte progettuali atte ad ottimizzare le possibilità di reperimento di materiali inerti, anche in previsione dei prossimi sviluppi della pianificazione in materia.

Considerata la fase della progettazione, si è scelto di fornire i volumi complessivamente disponibili nel polo d'approvvigionamento individuato.

Per la definizione dei poli estrattivi sono stati adottati i seguenti criteri guida:

- utilizzo privilegiato dei poli esistenti;
- individuazione di cave il più possibile limitrofe al tracciato per la riduzione degli impatti da trasporto;
- tipologie di recupero che s'integrino con il contesto ambientale locale e con la ricomposizione ambientale legata alla nuova tangenziale.



I volumi dei poli estrattivi sono indicativi della relativa potenzialità.

Le disponibilità dei poli sono state mantenute superiori ai volumi richiesti per consentire un'ampia possibilità di scelta nella pianificazione.

Nella successiva Tabella 2.2-1 viene riportato il riepilogo di tutte le cave previste, suddivise per ambiti funzionali, con i volumi potenzialmente disponibili.

		CAVE		
		Cava	Tipologia di materiale	Volume disponibile (m <sup>3</sup> )
Ambito 1	Fasi 1 e 2	SE00E	ghiaia/sabbia	149.500
		SE018N	ghiaia/sabbia	218.000
		SE018S	ghiaia/sabbia	431.000
<b>Totale Ambito 1</b>				<b>798.500</b>
Ambito 2	Fasi 1 e 2	EN007	ghiaia/sabbia	244.444
		EN008	ghiaia/sabbia	3.518.000
		EN005	ghiaia/sabbia	193.000
<b>Totale Ambito 2</b>				<b>3.955.444</b>

**TABELLA 2.2-1 – RIEPILOGO COMPLESSIVO, SUDDIVISO PER AMBITI FUNZIONALI, DELLE CAVE PROPOSTE**

Le disponibilità di inerti presenti nelle differenti cave, indicate dalla pianificazione vigente e riportate nella precedente tabella, sono in grado di coprire i fabbisogni necessari per la realizzazione della nuova infrastruttura viaria (vedasi anche Tabella 2.1-1).

### **2.2.1. Indicazioni in merito al piano di utilizzo del materiale da scavo**

Il piano di utilizzo del materiale di scavo è volto a definire nel dettaglio le modalità di produzione, caratterizzazione, gestione, ecc. delle terre e rocce da scavo, prodotte nell'ambito della costruzione della nuova Tangenziale di Reggio Emilia, in modo che siano conformi alla vigente normativa di settore introdotta dal D.M. 161/2012 "Regolamento recante la disciplina dell'utilizzazione delle terre e rocce da scavo", il quale ha aggiornato la normativa previgente, abrogando l'Art. 186 del D.Lgs. 152/2006.

Come indicato dell'Art. 3 – comma 2 del succitato decreto: "Sono esclusi dall'ambito di applicazione del presente regolamento i rifiuti provenienti direttamente dall'esecuzione di interventi di demolizione di edifici o altri manufatti preesistenti, la cui gestione è disciplinata ai sensi della parte quarta del decreto legislativo n. 152 del 2006".

L' Art. 4, inoltre, dispone che:

"1. In applicazione dell'articolo 184-bis, comma 1, del decreto legislativo n. 152 del 2006 e successive modificazioni, è un sottoprodotto di cui all'articolo 183, comma 1, lettera qq), del medesimo decreto legislativo, il materiale da scavo che risponde ai seguenti requisiti:

- a. *il materiale da scavo è generato durante la realizzazione di un'opera, di cui costituisce parte integrante, e il cui scopo primario non è la produzione di tale materiale;*
- b. *il materiale da scavo è utilizzato, in conformità al Piano di Utilizzo:*
  - 1. *nel corso dell'esecuzione della stessa opera, nel quale è stato generato, o di un'opera diversa, per la realizzazione di reinterri, riempimenti, rimodellazioni, rilevati, ripascimenti, interventi a mare, miglioramenti fondiari o viari oppure altre forme di ripristini e miglioramenti ambientali;*
  - 2. *in processi produttivi, in sostituzione di materiali di cava;*
- c. *il materiale da scavo è idoneo ad essere utilizzato direttamente, ossia senza alcun ulteriore trattamento diverso dalla normale pratica industriale secondo i criteri di cui all'Allegato 3;*
- d. *il materiale da scavo, per le modalità di utilizzo specifico di cui alla precedente lettera b), soddisfa i requisiti di qualità ambientale di cui all'Allegato 4.*

*2. La sussistenza delle condizioni di cui al comma 1 del presente articolo è comprovata dal proponente tramite il Piano di Utilizzo. ..."*

Alla luce delle distinzioni tra i diversi tipi di materiale che saranno scavati nell'opera il Piano di utilizzo prevede un'opportuna classificazione degli stessi. Le terre conformi ai requisiti stabiliti dal Piano di utilizzo delle terre potranno essere trattate come sottoprodotti, destinati alla realizzazione di rilevati, riempimenti/rinterri, o in sostituzione dei materiali di cava. Al fine di verificarne la riutilizzabilità per gli scopi previsti le terre da scavo saranno sottoposte ad adeguati controlli ed analisi. Le indagini previste in corso d'opera riguardano il monitoraggio dei cumuli di terreno in deposito temporaneo all'interno delle aree di cantiere e presso i siti di scavo.

La gestione delle terre e rocce da scavo che saranno riutilizzate direttamente per la costruzione dell'opera, richiede lo stoccaggio temporaneo delle medesime in apposite aree, identificate nell'ambito del progetto di cantierizzazione.

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

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.

## 2.3. PRINCIPALI INTERVENTI DI MITIGAZIONE ADOTTATI IN FASE DI CANTIERE

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, delle infrastrutture esistenti interferite 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 cave interessate dai prelievi sono individuate dal Piano delle Attività Estrattive della Provincia di Reggio Emilia;
- si è fatto ricorso al reimpiego dei materiali provenienti sia dagli scavi operati lungo il tracciato di progetto, sia dalle demolizioni, 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 dallo scotico (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.

### 3. 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.

In particolare per quanto riguarda la matrice delle acque superficiali la relativa sezione affronta ed analizza il potenziale impatto che la fase di cantierizzazione dell'infrastruttura stradale, esercita sulla gestione delle acque superficiali, sia di quelle generate nei cantieri che quelle di scorrimento nei corsi d'acqua attraversati dall'infrastruttura, affrontando i seguenti argomenti:

1. nel primo paragrafo viene trattata la gestione dell'approvvigionamento idrico nelle aree di cantiere (Campo Base, Area Tecnica e Aree operative) ove è previsto il sistema di stoccaggio e distribuzione delle acque, in termini di volumi e portate richieste per sopperire ai fabbisogni della cantierizzazione stessa (vedasi successivo paragrafo 3.1);
2. nel secondo si affrontano, sempre nelle aree di cantiere, le modalità di smaltimento dei reflui generati, sia provenienti dal dilavamento dei piazzali che di scarto di processo. Sono altresì definite le portate massime sostenibili di scarico rispetto le caratteristiche del recettore finale e le quote di imposta delle aree ove saranno posizionati gli impianti tecnologici e le vasche di stoccaggio (vedasi successivo paragrafo 3.2);
3. infine nel terzo l'attenzione si concentra sui potenziali impatti che le attività di cantiere possono generare sui singoli attraversamenti fluviali; individuandone i principali interventi di mitigazione per evitare i potenziali impatti puntuali e diffusi (vedasi successivo paragrafo 3.3).

Per quanto riguarda le acque sotterranee, invece, la specifica trattazione in merito alla valutazione dei potenziali impatti ed interventi mitigativi è riportata, rispettivamente, nei successivi paragrafi 3.4 e 3.5.

#### 3.1. DESCRIZIONE DELLE QUANTITÀ, DELLE TIPOLOGIE E DELLE MODALITÀ DI APPROVVIGIONAMENTO DELLA RISORSA IDRICA

La valutazione della singola fornitura di acqua (potabile e non) 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. Per riguarda i dati indiretti, invece, si sono effettuate valutazioni parametriche riferite ai cantieri di grandi infrastrutture stradali e codificati nelle principali azioni idroesigenti. L'approvvigionamento idrico è previsto nei seguenti cantieri: **Campo Base, Area Tecnica, Aree operative.**

### 3.1.1. Attività e lavorazioni previste nei cantieri

Di seguito si descrivono sinteticamente le aree di cantiere specificando il ruolo di ognuno di essi e le attività e lavorazioni ivi svolte.

**Campo base:** in questa area sono ubicati oltre agli edifici destinati alla logistica di cantiere, come: spogliatoi, dormitori, infermeria, ecc., anche strutture più strettamente legate alle attività produttive: magazzini, uffici, laboratori ed impianti produttivi (calcestruzzi e diaframmi). Le principali attività previste sono: confezionamento di cls, realizzazione diaframmi, deposito attrezzature e manutenzione dei mezzi operativi.

**Area tecnica:** è un'area che ospita 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 ragione di ciò tale area di accumulo è opportunamente attrezzata/organizzata per stoccare le differenti tipologie di materiali attraverso l'utilizzo di muri prefabbricati in c.a., fino alla relativa posa in opera degli inerti.

**10 Aree operative:** si tratta di aree di controllo e sorveglianza tecnica, deposito di carpenterie, ferri per armatura, malte, cementi e additivi; emungimento acque non potabili da pozzi superficiali, stoccaggio acque, caricamento autobotti e, solo per tre aree operative, anche la realizzazione di diaframmi per i sottovia.

Di seguito è riportata la Tabella 3.1-1 che elenca tutte e 10 le aree operative, indicando il loro codice identificativo, la superficie sottesa, la localizzazione e la tipologia, la quale si differenzia in area operativa semplice ed area operativa con impianto di produzione dei diaframmi per i sottovia.

N. Area operativa	Superficie (m <sup>2</sup> )	Tipologia	Localizzazione
A.O. 1.1	500	Area Operativa	Area in prossimità del nuovo ponte sul torrente Crostolo (lato Nord-Est).
A.O. 1.2	500	Area Operativa	Area in prossimità del nuovo ponte sul torrente Crostolo (lato Nord-Ovest).
A.O. 1.3	500	Area Operativa Impianto diaframmi +	Area in prossimità del nuovo sottopasso FS nello svincolo "Rete 2" lungo via Hiroshima.
A.O. 2.1	500	Area Operativa	Area in prossimità di via Ferraroni (lato Nord-Ovest).
A.O. 2.2	500	Area Operativa Impianto diaframmi +	Area in prossimità del nuovo svincolo "Pieve Modolena" (lato Sud-Ovest) lungo via Ferraroni.
A.O. 2.3	500	Area Operativa	Area in prossimità del nuovo sottopasso FS nello svincolo "Pieve Modolena" (lato Sud-Ovest).
A.O. 2.4	500	Area Operativa	Area in prossimità del nuovo attraversamento del canale "Modolena" (lato Nord-Ovest).
A.O. 2.5	500	Area Operativa	Area in prossimità del nuovo attraversamento del torrente "Quaresimo" (lato Nord-Est).
A.O. 2.6	500	Area Operativa Impianto diaframmi +	Area in prossimità del nuovo sottopasso FS nello svincolo "Corte Tegge" (lato Nord-Ovest).
A.O. 2.7	500	Area Operativa	Area in prossimità del nuovo sottopasso FS nello svincolo "Corte Tegge" (lato Sud-Est).

TABELLA 3.1-1 – ELENCO DELLE 10 AREE OPERATIVE

Le tre aree evidenziate in grassetto ospitano attrezzature necessarie per la realizzazione delle paratie in calcestruzzo per i rispettivi sottovia (silos, pompa per il getto, disabbiatore, ecc.) quindi dovranno essere opportunamente pavimentate al fine di ridurre i potenziali impatti su suolo e sottosuolo, conseguenti ad eventuali sversamenti accidentali.

### **3.1.2. Tipologia e caratteristiche delle acque utilizzate nei cantieri**

Le tipologie delle acque utilizzate nei cantieri sono essenzialmente due: quelle potabili e quelle non potabili o industriali, di seguito caratterizzate:

- **Acque potabili**: tra queste rientrano sia quelle per il consumo umano, per le quali si provvederà con forniture anche in bottiglia, che quelle per i servizi igienico-sanitari. Questa opportunità è prevista nel Campo base e nell'Area Tecnica (limitatamente ai servizi igienici degli spogliatoi) dove è previsto l'allaccio alla rete idrica pubblica, mentre nelle Aree operative i servizi igienici sono di tipo chimico e non è previsto l'allaccio alla rete pubblica acquedottistica;
- **Acque non potabili o industriali**: impiegate per le attività legate alla realizzazione dell'infrastruttura viaria tra cui la produzione del cls e dei diaframmi, la costruzione del rilevato, la bagnatura delle piste, il lavaggio dei mezzi meccanici, ecc. Nel caso della produzione del cls, l'acqua impiegata dovrà essere particolarmente pura, in caso contrario si procederà mediante rifornimento di cisterne di stoccaggio con autobotti. Lo stoccaggio avviene tramite sollevamento acqua di falda.

### **3.1.3. Sistemi di approvvigionamento e distribuzione nei cantieri**

L'utilizzo delle acque potabili ai fini igienico-sanitari nel Campo Base, si rende necessaria per asservire attività legate alla funzione logistica (sale di ristorazione e ricreative, dormitori, spogliatoi, infermeria, ecc.) ed operativa (uffici per impresa esecutrice, direzione lavori, magazzino, officina, ecc.).

La domanda idrica industriale, limitata alle lavorazioni che necessitano di impianti fissi, come per esempio per il confezionamento del cls, sarà sostenuta con prelievo da falde. Nel caso in cui la qualità delle acque si rivelasse non idonea agli usi richiesti, si procederà mediante rifornimento di cisterne di stoccaggio con autobotti. L'acqua di scarso pregio, così captata, serve per tutte le attività delle aree e a servizio del fronte cantiere.

Dopo il sollevamento dal pozzo si prevede un preliminare stoccaggio dell'acqua in appositi serbatoi per calibrare la distribuzione in funzione di una domanda discontinua. La presenza di serbatoi di stoccaggio consente inoltre di calibrare la portata di emungimenti senza arrecare danni o limitazioni ai pozzi esistenti.

Il fronte di cantiere sarà sostenuto nella domanda idrica non potabile mediante rifornimento mobile con autobotti che preleveranno acqua nell'area operativa e, in caso di indisponibilità o insufficienza, nell'area del campo base.

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 del Consorzio competente.

### **3.1.4. Volumi e portate richieste**

Il calcolo dei volumi idrici richiesti è stato condotto sulla base delle singole attività idroesigenti per le quali si sono determinate le domande specifiche in relazione ad usi e tipologie degli impianti previsti.

I volumi e le portate di emungimento sono state stimate preliminarmente con riferimento alla domanda idrica media giornaliera incrementata per garantire la portata di punta.

Acqua potabile – Il volume di acqua potabile, per il Campo base, è stato stimato moltiplicando la dotazione idrica giornaliera fissata in 200l/AE/Giorno necessario per tutte le attività igienico-sanitarie e di ristorazione, per il numero di 60 Unità Operative o A.E. presumibilmente presenti in cantiere giornalmente. Analogamente dell'Area Operativa il quantitativo di acqua potabile prelevata dalla rete pubblica somma a 6.000l/die (200l/AE/Giorno X 30 A.E).

Acqua non potabile - La quantità di acqua non potabile per usi industriali è stata determinata, invece, con riferimento alle lavorazioni idroesigenti da realizzarsi, quali il confezionamento del cls, la realizzazione dei diaframmi di contenimento delle scarpate nei sottovia, il lavaggio dei mezzi operativi, il lavaggio dei pneumatici dei mezzi operativi, l'umidificazione del materiale da rilevato durante la posa e le lavorazioni, la bagnatura dei piazzali e delle piste di cantiere e la pulizia dei locali tecnologici.

Più in particolare i volumi stimati sono i seguenti:

- confezionamento del cls: il consumo medio di acqua necessario per la produzione del cls impiegato per la realizzazione dei manufatti di cantiere e di progetto è stimato in circa 200 l/m<sup>3</sup>. Questa attività viene svolta solo nel Campo base con una produzione media giornaliera stimata di circa 600m<sup>3</sup> di cls. Dovrà essere impiegata acqua pulita e pura, ovvero non inquinata e scevra da particolato e sostanze in sospensione, nel qual caso, si procederà, mediante rifornimento di cisterne di stoccaggio con autobotti, oppure utilizzando l'acqua della rete idrica potabile qualora disponibile.
- lavaggio dei mezzi operativi: la quantità di acqua non potabile per questa attività è stimata moltiplicando il consumo medio di circa 100 l necessario per il lavaggio con idropulitrice per ogni singolo automezzo impiegato giornalmente nell'attività di cantiere. Questa attività viene svolta solo nel Campo base dove, periodicamente tutti i mezzi che operano all'interno del cantiere dovranno essere lavati presso l'impianto, con una frequenza stimata di circa un lavaggio a settimana. Il consumo giornaliero per il lavaggio di ogni automezzo è di 20 l/cad\*gg. Mediamente i mezzi pesanti impiegati a pieno regime nella realizzazione dell'infrastruttura stradale sono 30, mentre i mezzi leggeri sono 12.

- lavaggio dei pneumatici dei mezzi operativi: il volume di acqua necessario è valutato in un consumo medio giornaliero di circa 1.500 l/gg necessario per il riempimento della vasca per il lavaggio dei pneumatici posta all'uscita principale sia del Campo base che dell'Area tecnica. In entrambi i casi la singola vasca ha una superficie di circa 6 m<sup>2</sup>, con una profondità di circa 30 cm. Tale operazione consente di scongiurare la possibilità di un'eventuale dispersione da parte dei mezzi d'opera di materiale polveroso sulle viabilità ordinarie;
- trattamento materiale da rilevati: il consumo di acqua è valutata in 15 l/m<sup>3</sup> necessario per l'umidificazione del materiale da rilevato durante la posa e lavorazione o stoccato in cantiere;
- bagnatura piazzali e strade: per questa attività si prevede un consumo di 2 l/m<sup>2</sup>\*gg. Il lavaggio avviene con autobotti che in continuo percorrono le piste di cantiere ed i piazzali delle aree fisse, si considerano almeno 2 bagnature giornaliere durante la stagione secca. Per ogni passaggio si utilizza 1 l/m<sup>2</sup>;
- pulizia locali tecnologici: il consumo è valutato in 0.2 l/m<sup>2</sup>\*gg relativo alla pulizia di officina e magazzino considerando 1 lavaggio settimanale per il quale si utilizza 1l/m<sup>2</sup>.

Di seguito sono riportate le tabelle riassuntive che indicano, per ogni area di cantiere, i consumi idrici giornalieri.

TIPOLOGIA	CAMPO BASE					
FUNZIONE	LOGISTICO - OPERATIVA					
N. ADDETTI MEDI	60					
SUPERFICIE AREA LOGISTICA (m <sup>2</sup> )	9.712					
SUPERFICIE AREA OPERATIVA (m <sup>2</sup> )	3.440					
USI E ATTIVITA'	RIFERIMENTO		CONSUMI SPECIFICI		CONSUMO TOTALE	
	Quantità	UM	Quantità	UM	POTABILE l/gg	NON POT. (l/gg)
Fabbisogno idrico da rete idrica potabile, per servizi igienico-sanitari e ristorazione.	60	cad (N° unità personale)	200	l/cad*gg	12.000	
Confezionamento del cls per realizzazione opere d'arte.	600	m <sup>3</sup> di cls/gg	200	l/m <sup>3</sup>	-	120.000
Lavaggio automezzi (1 lavaggio a settimana )	42	cad (N° mezzi pesanti)	20	l/cad*gg	-	840
Lavaggio dei pneumatici degli automezzi	1	cad (N° vasche per lavaggio)	1.500	l/cad	-	1.500
Trattamento materiale da rilevati del Campo base e del Fronte cantiere(umidificazione)	1.500	m <sup>3</sup> /gg	15	l/m <sup>3</sup>	-	22.500
Bagnatura piazzali e strade (2 lavaggi al giorno in estate)	4.000	m <sup>2</sup>	2	l/m <sup>2</sup> gg	-	8.000
Pulizia locali tecnologici (1 lavaggio a settimana)	2.650	m <sup>2</sup>	0.2	l/m <sup>2</sup> *gg	-	530
<b>TOTALI</b>					<b>12.000</b>	<b>153.370</b>

**TABELLA 3.1-2 – FABBISOGNO IDRICO PER IL CAMPO BASE**



TIPOLOGIA	AREA TECNICA					
FUNZIONE	LOGISTICO - OPERATIVA					
N. ADDETTI MEDI	30					
SUPERFICIE AREA LOGISTICA (m <sup>2</sup> )	1.717					
SUPERFICIE AREA OPERATIVA (m <sup>2</sup> )	8.420					
USI E ATTIVITA'	RIFERIMENTO		CONSUMI SPECIFICI		CONSUMO TOTALE	
	Quantità	UM	Quantità	UM	POTABILE l/gg	NON POTABILE (l/gg)
Fabbisogno idrico da rete idrica potabile, per servizi igienico-sanitari spogliatoio	30	cad (N° unità personale)	200	l/cad*gg	6.000	
Lavaggio dei pneumatici degli automezzi	1	cad (N° vasche per lavaggio)	1.500	l/cad	-	1.500
Trattamento materiale da rilevati (umidificazione)	1.000	m <sup>3</sup> /gg	15	l/m <sup>3</sup>	-	15.000
Bagnatura piazzali e strade (2 lavaggi al giorno in estate)	4.200	m <sup>2</sup>	2	l/m <sup>2</sup> gg	-	8.400
Pulizia locali tecnologici (1 lavaggio a settimana)	1.800	m <sup>2</sup>	0.2	l/m <sup>2</sup> *gg	-	360
<b>TOTALI</b>					<b>6.000</b>	<b>25.260</b>

**TABELLA 3.1-3 – FABBISOGNO IDRICO PER L'AREA TECNICA**

TIPOLOGIA	AREA OPERATIVA TIPO					
FUNZIONE	OPERATIVA					
N. ADDETTI MEDI	5					
SUPERFICIE AREA LOGISTICA (m <sup>2</sup> )	0					
SUPERFICIE AREA OPERATIVA (m <sup>2</sup> )	500					
USI E ATTIVITA'	RIFERIMENTO		CONSUMI SPECIFICI		CONSUMO TOTALE	
	Quantità	UM	Quantità	UM	POTABILE l/gg	NON POTABILE (l/gg)
Bagnatura piazzali e strade (2 lavaggi al giorno in estate)	500	m <sup>2</sup>	2	l/m <sup>2</sup> gg	-	1.000
<b>TOTALI</b>					<b>0</b>	<b>1.000</b>

**TABELLA 3.1-4 – FABBISOGNO IDRICO PER L'AREA OPERATIVA TIPO**

## 3.2. DESCRIZIONE DELLE MODALITÀ DI SMALTIMENTO DI REFLUI ED ACQUE DI SCORRIMENTO DEI CANTIERI

### 3.2.1. Caratterizzazione delle acque reflue e di scorrimento superficiale

Ogni singolo cantiere, in funzione delle lavorazioni ivi previste, come per l'emungimento, produce quindi una quantità di acqua che in funzione delle sue caratteristiche quali-quantitative dovrà essere poi smaltita attraverso metodi e tecniche capaci di ridurne il possibile inquinamento prima dello scarico nel recettore finale. Le acque reflue generate nei cantieri si possono distinguere in:

- **Acque reflue domestiche.** Acque provenienti da insediamenti umani, quali servizi igienici, lavabi, docce, mensa ecc.. Queste presentano carichi inquinanti con frazione importante di solidi e liquidi organici per i quali è previsto preliminarmente un trattamento completo ad ossidazione totale e disinfezione. In alternativa l'impresa può conferire questi reflui nella rete di raccolta acque pubbliche gestita da Iren. In questo caso spetta alla Impresa stessa di farsi carico dell'ottenimento dei relativi pareri ed autorizzazioni di merito e dei relativi costi gestionali. Nel campo base **la produzione di reflui domestici è coincidente con la quantità di acque stoccata dalla rete acquedottistica (12.000l/die)**. Analogamente nell'area tecnica le 30 Unità Operative che logisticamente hanno la possibilità di usufruire dei servizi igienici all'interno degli spogliatoi, il volume di acqua da trattare è coincidente con quello stoccato dalla rete pubblica (**6.000l/die**), mentre sono previsti anche bagni chimici per il personale di passaggio e temporaneo. Nelle Aree operative è previsto che i bagni chimici siano di tipo chiuso, per cui i reflui verranno periodicamente raccolti ed allontanamenti presso appositi siti di conferimento;
- **Acque reflue industriali.** Provengono dalle aree di lavorazione e trasportano particelle grossolane e polverulente in sospensione con oli ed idrocarburi. Rientrano in questa categoria anche le acque impiegate durante le fasi costruttive delle opere d'arte lungo i tratti operativi principalmente nell'esecuzione e bagnatura dei getti di calcestruzzo. La raccolta nelle aree operative sarà fatta tramite vasche temporanee di raccolta reflui industriali successivamente trasferiti nel campo base per la depurazione. All'interno del campo base e dell'area tecnica, la formazione di scarichi classificati reflui industriali, sono direttamente raccolti all'interno della rete fognaria predisposta per tali scarichi e, prima del rilascio nel corpo idrico recettore, sono opportunamente depurate;
- **Acque meteoriche di dilavamento.** Rappresentano le acque di precipitazione dilavate dai piazzali e dalle coperture. Esse raccolgono sostanze idroinquinanti depositate in tempo secco, per cui è previsto un pretrattamento prima del loro conferimento nel recettore finale tramite vasche di decantazione. Questa opportunità è prevista nel campo base e nell'area tecnica, contrariamente nelle aree operative data l'assenza di superfici pavimentate.

Solo nelle tre aree operative che presentano l'impianto per la realizzazione dei diaframmi (A.O.1.3 - A.O. 2.2 - A.O. 2.6) ubicate in prossimità dei sottopassi di progetto, ove è prevista una opportuna pavimentazione, la conseguente formazione di acque meteoriche di dilavamento dovrà essere opportunamente staccata in apposite vasche e quindi conferita nel vicino impianto di decantazione (Campo Base o Area Tecnica) oppure, se ritenuto opportuno dall'impresa appaltatrice, decantata direttamente in situ prima del conferimento nel corpo ricettore finale.

### **3.2.2. Sistema di raccolta, trasporto e depurazione dei reflui e delle acque meteoriche di dilavamento**

Ogni area di cantiere è caratterizzata da una specifica localizzazione e da particolari lavorazioni che ne contraddistinguono le modalità di smaltimento dei reflui e delle acque meteoriche di dilavamento prodotte. Per tale ragione nel seguito sono riportati i sistemi di raccolta, trasporto e depurazione previsti.

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 officine ed i luoghi ove è prevista la produzione di questi reflui verranno pavimentati e delimitati al fine di impedire l'uscita del refluo che verrà raccolto e stoccato nei serbatoi di accumulo. I serbatoi sono previsti nei cantieri ove avvengono attività con utilizzo di idrocarburi, oli e bitumi.

#### **3.2.2.1 Campo base**

Nel campo base è prevista sia una rete fognaria acque nere per la raccolta dei reflui domestici, una rete fognaria per la raccolta dei reflui industriali (congiunta alla precedente e chiamata acque miste) ed infine un'altra dedicata alla raccolta delle sole acque bianche. Tutte queste acque verranno collettate verso il recapito finale dopo opportuno trattamento. In particolare:

- per i reflui domestici è previsto un impianto di depurazione a ossidazione totale dimensionato per 60 AE (unità lavorative), a fronte di un pari numero medio di personale, mentre per i reflui industriali;
- per le acque meteoriche di dilavamento è presente una fossa di decantazione (Volume $\geq$ 20m<sup>3</sup>) comprensiva di by pass laterale in caso di necessità. Questa opportunità consente la separazione dagli oli e dal sedimento in sospensione, consentendo di scaricare nel corpo idrico recettore un'acqua decantata.

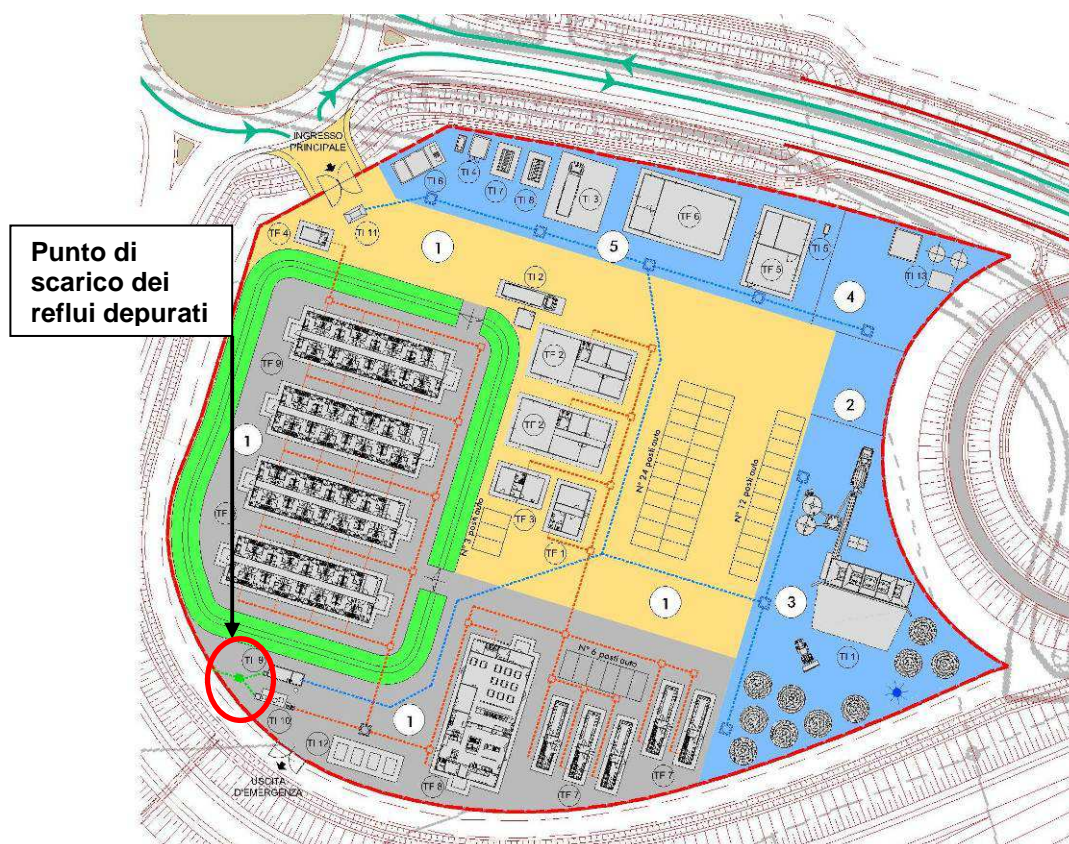


FIGURA 3.2-1 – STRALCIO PLANIMETRICO DEL CAMPO BASE CON INDIVIDUATO IL PUNTO DI SCARICO DEI REFLUI DEPURATI

I reflui così trattati potranno essere scaricati nel recettore finale rappresentato dal Cavo Guazzatore, canale gestito dal Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale. Prima però di entrare nel Cavo, le acque saranno convogliate nel sistema di fossi di guardia, già previsti per l'allontanamento delle acque generate dalla piattaforma stradale nella fase di esercizio Relazione Idrologica-Idraulica sulla gestione delle acque di piattaforma (cod. *T00ID00IDRRE02A*). In questo modo ed in considerazione della modesta pendenza, arriveranno al ricettore finale acque ulteriormente "finissate" ed anche in parte laminate.

Oltre ai fossi di guardia in esame, tutti di tipo B (base maggiore di 2,60 m, minore di 0,50 m ed altezza di 0,70 m), è previsto un invaso di laminazione (INV\_01), posto all'interno dell'area interclusa tra l'asse principale e le rampe 3 e 4. Tale invaso è in grado di assicurare un volume massimo di laminazione pari a 2.800m<sup>3</sup> ed è collegato al sistema di fossi di guardia tramite tre tombini circolari Ø1000 in CA.

Per un corretto funzionamento del sistema dei fossi, tale da garantire l'allontanamento a gravità dei reflui depurati nel campo base, fino al recapito finale nel Guazzatore, occorre rispettare le quote altimetriche di scorrimento, determinate nell'ambito delle verifiche idrologiche-idrauliche sulla gestione delle acque generate dalla piattaforma stradale nella fase di esercizio e riportate negli elaborati grafici di progetto (cod. *T00ID00IDRFP01A - 02A - 03A - 04A - 05A - 06A*). Il rispetto di queste quote impone che lo scorrimento della tubazione di scarico diam400 dei reflui depurati dal Campo base sia ad una **quota  $\geq$  43.60m slm** coincidente con la quota di scorrimento del tombino TM44.

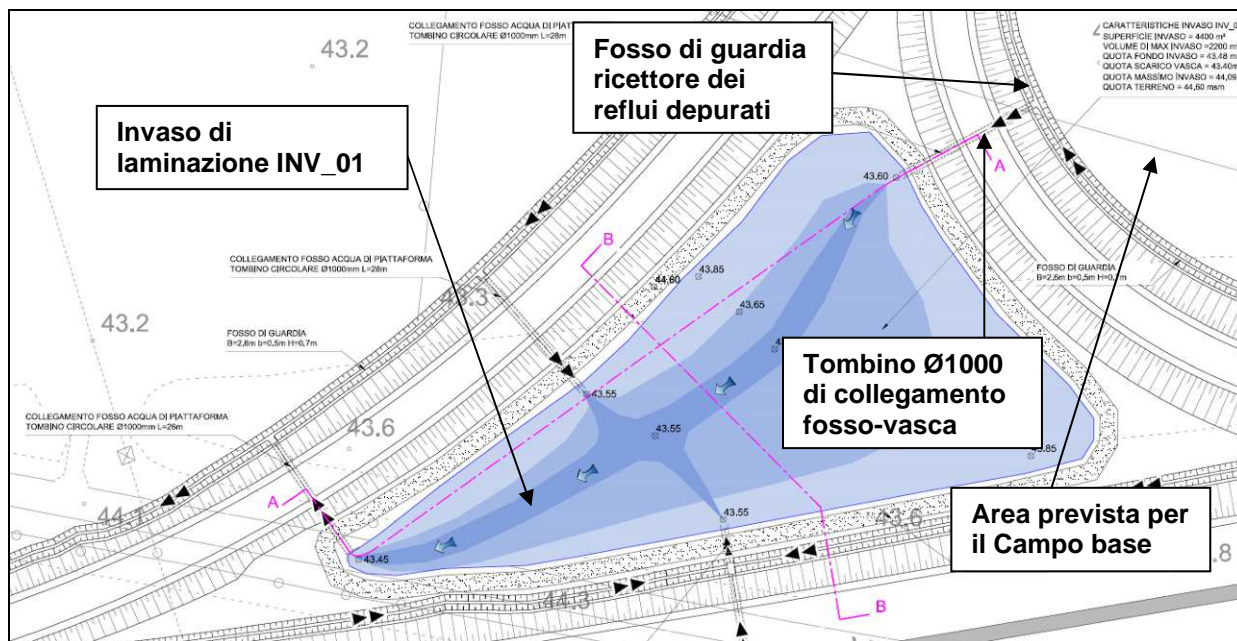


FIGURA 3.2-2 – INVASO DI LAMINAZIONE INV\_01 IN PROSSIMITÀ DEL CAMPO BASE

Come riportato pocanzi il corso d'acqua recettore dei reflui e delle acque meteoriche di dilavamento, generati dal Campo base è il Cavo Guazzatore, che, dalle verifiche idrauliche condotte, tramite modellazione monodimensionale in moto permanente, è in grado di far defluire una portata massima sostenibile, nel tratto studiato, di  $9,0 \text{ m}^3/\text{s}$ , valore di circa due ordini di grandezza superiore a quello prodotto dal campo base sommando tutte le portate di scarico.

Infatti calcolando una pioggia critica di  $43.32 \text{ mm}$  ( $t_p = 30 \text{ minuti}$   $TR = 25 \text{ anni}$ ) su tutta la superficie del capo base ( $S = 13.200 \text{ m}^2$ ) e con un coefficiente di deflusso  $= 0.9$ , risulta che il volume lordo di pioggia assomma a  $515 \text{ m}^3$ , mentre la portata al picco (prima della sedimentazione che svolge anche il ruolo di laminatore) è di circa  $170 \text{ l/sec}$  ai quali si assommano circa  $30 \text{ l/sec}$  per lo scarico degli altri reflui.

Per tale ragione il **potenziale impatto che gli scarichi del Campo Base possono generare sull'idrodinamismo del Guazzatore, in termini di alterazioni del profilo di rigurgito, è trascurabile ed insignificante.**

Tutta l'area di cantiere, e quindi anche quella del Campo base, è stata interessata nel passato da allagamenti dovuti all'esonazione dei corsi d'acqua attigui. Gli areali di allagamento, riportati nell'elaborato grafico del presente Progetto Definitivo "*Idrografia superficiale: individuazione delle interferenze e problematiche idrauliche*" (cod. *T00ID00IDRPL01A*), sono stati forniti dal Consorzio di Bonifica ed in parte sono stati estratti dalla carta delle aree storicamente inondate del PTCP 2010 della Provincia di Reggio Emilia.

Gli allagamenti risalgono a periodi passati, in particolare l'anno 1979 e il 2004, successivamente ai quali sono stati condotti, dagli enti territorialmente competenti, mirati interventi di sistemazione, al fine di ridurre ai minimi termini altri fenomeni di allagamento.

Ciononostante, si ritiene cautelativamente necessario prevedere un arginello perimetrale all'intero campo base (che può essere realizzato lungo il sedime dei rilevati stradali), con lo scopo di mitigare un eventuale rischio di allagamento. Al fine di mitigare il potenziale rischio idraulico di allagamento dell'area di cantiere si ritiene che l'arginello dovrà avere una quota di sommità di circa 80-100cm e potrà essere realizzato con terreno di sterro opportunamente compattato, mentre lo scarico finale del diam 400 dovrà essere provvisto di valvola di non ritorno.

Oltre all'arginello, che difende il campo base da potenziali allagamenti dovuti alle esondazioni dei corsi d'acqua circostanti, si prevede che le aree che ospitano impianti e strutture potenzialmente fonte di inquinamento (es: gruppo elettrogeno, impianto per diaframmi, officina, magazzino, impianto per il confezionamento del cls, cabina elettrica di trasformazione, cisterna carburante e oli, isola ecologica, vasche di stoccaggio, ecc) e impianti tecnologici, siano rialzate fino ad una quota pari o superiore a 44.80 m slm.

### 3.2.2.2 Area tecnica

Nell'Area tecnica, come nel campo base, è prevista sia una rete fognaria acque nere, per la raccolta dei reflui domestici, che una rete fognaria per la raccolta dei reflui industriali e delle acque meteoriche di dilavamento dell'area. Tutte queste acque vengono collettate verso il recapito finale, prima del quale avviene opportuno trattamento. Come per il caso precedente esso si ottiene con due tecniche differenti:

1. per i reflui domestici si prevede la realizzazione di un impianto di depurazione ad ossidazione totale con disinfezione dimensionato per 30AE, a fronte di un analogo numero medio/giorno di personale nell'area;
2. per i reflui industriali e per le acque meteoriche di dilavamento si prevede la realizzazione di una fossa di decantazione ( $V=10m^3$ ) che permette la separazione dagli oli e dal sedimento in sospensione, consentendo di scaricare nel corpo idrico recettore un acqua depurata.

I reflui così depurati saranno collettati con una tubazione  $\varnothing 315$  che, sottopassando la FFSSMI-BO con spingitubo, sarà veicolata al fosso di guardia di tipo B lato NORD e quindi nell'invaso di laminazione INV\_04 capace di contenere un volume di acque 5 volte superiore al volume generato da un evento di pioggia con TR=25 anni che investe il cantiere.

Infatti ipotizzando una pioggia critica di 43.32 mm ( $t_p=30$  minuti TR=25 anni) su tutta la superficie ( $S=10.000m^2$ ) e con un coefficiente di deflusso  $=0.9$  risulta che il volume lordo di pioggia assomma a  $415m^3$ , mentre la portata al picco (prima della sedimentazione che svolge anche il ruolo di laminatore) è di circa 150l/sec che entrano nell'invaso di laminazione capace di contenere  $2.300m^3$ . Il recettore finale è la fossetta valle Roncocesi. La portata massima di scarico dall'impianto sarà di 2l/sec ovvero di due ordini di grandezza inferiore rispetto quella del canale. Ne consegue che il relativo incremento è trascurabile ed insignificante.

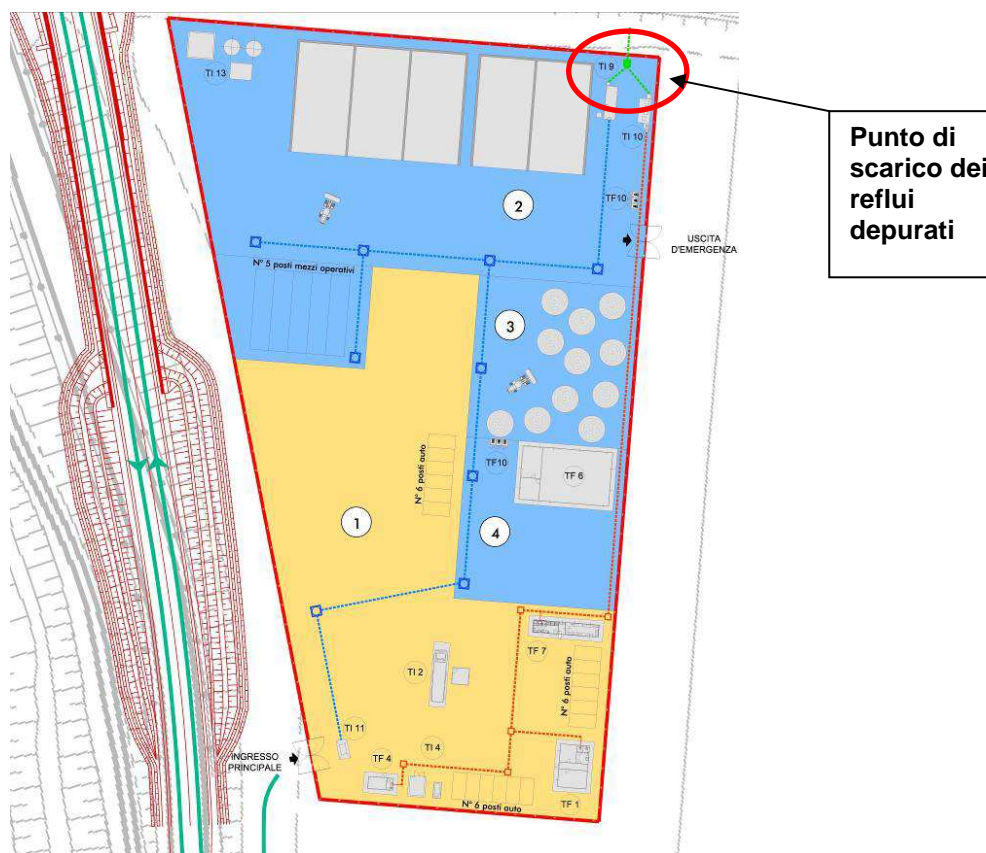


FIGURA 3.2-3 – PLANIMETRIA DELL'AREA TECNICA CON INDIVIDUATO IL PUNTO DI SCARICO

Analogamente a quanto previsto per il Campo base, in termini di messa in sicurezza dal rischio idraulico per allagamento dell'area di cantiere, dovuto al potenziale straripamento del torrente Modolena, si ritiene necessario predisporre un arginello perimetrale all'area tecnica che si chiude sui rilevati esistenti, di circa 60-80 cm di altezza e un leggero sovralzato di almeno 50 cm sopra il pc (circa quota 43,00 m s.l.m.) per ospitare impianti e strutture potenzialmente fonte di inquinamento (es: gruppo elettrogeno, impianto per diaframmi, bagni chimici).

#### 3.2.2.2.1 Realizzazione del tubo di scarico acque reflue

L'attraversamento della linea ferroviaria MI-BO è previsto mediante la tecnica della presso trivella idraulica con infissione di una tubazione camicia del diametro esterno  $\varnothing 400$  mm in acciaio laminato a caldo del tipo S275 secondo il D.M. 14 gennaio 2008. All'interno del tubo camicia troverà alloggio la tubazione per lo scarico delle acque in PVC SN8  $\varnothing 315$ . La progettazione dell'attraversamento è stata sviluppata in conformità ai disposti del D.M. 2445 del 23 febbraio 1971 modificato con il D.M. 10 agosto 2004 per quanto attiene agli **attraversamenti interrati convoglianti acque a pelo libero**.

L'attraversamento in progetto è stato collocato alla progressiva chilometrica PK 4263 della linea MI-BO (vedasi successiva Figura 3.2-4).

Le distanze in progetto rispettano il limite imposto dal D.M. 2445 del 23 febbraio 1971 che impone di mantenere una distanza, rispetto al manufatto adiacente, superiore all'altezza del piano del ferro calcolata a partire dalla fondazione di quest'ultimo, con un valore massimo imposto di 10 m.

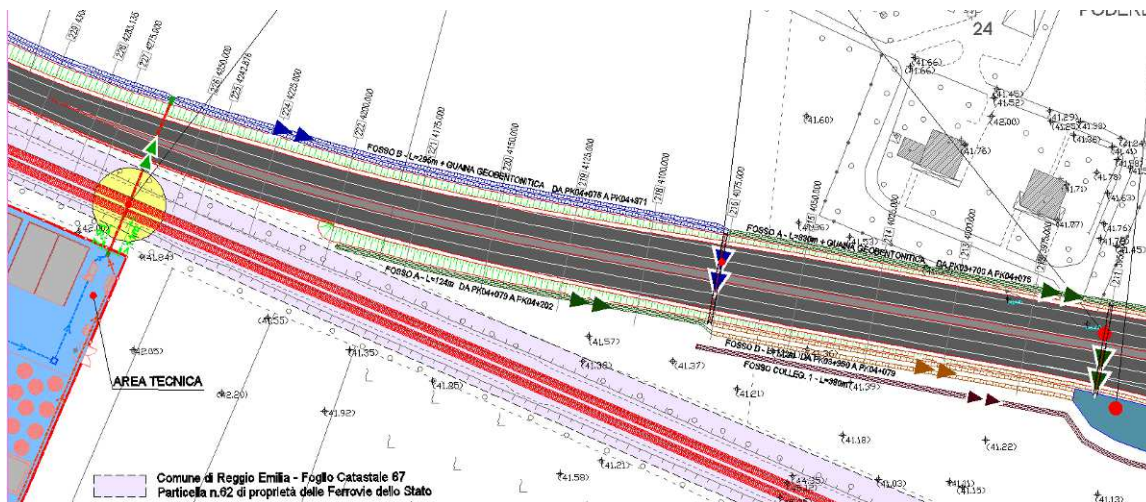
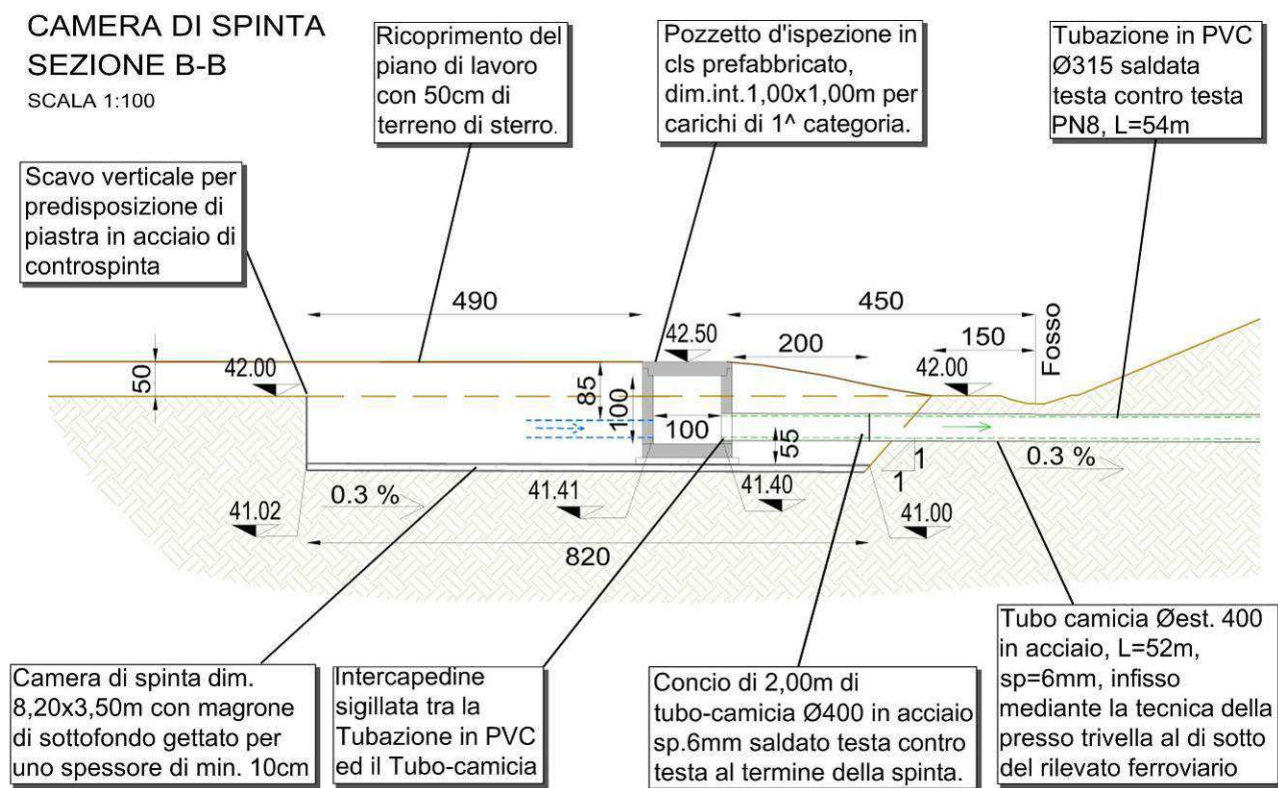


FIGURA 3.2-4 – ATTRAVERSAMENTO DELLA LINEA FS MI-BO PK 4263 E RELATIVO PERCORSO DI SCARICO

**L'ALLEGATO 1 – ALLONTANAMENTO ACQUE REFLUE DA AREA TECNICA** - al presente documento (vedasi Tavv 01, 02 e 03) mostra inoltre l'ubicazione del progetto sulla planimetria. Il terreno di pertinenza delle Ferrovie dello Stato interessato dal passaggio del nuovo attraversamento, oggetto di richiesta di concessione, è identificato con il numero di foglio 67 del Comune di Reggio.

L'attraversamento della linea ferroviaria è lungo all'incirca 52 m di cui 32 m da realizzare mediante spingitubo con la tecnica della presso trivella idraulica. A monte e a valle dell'attraversamento, al di fuori del perimetro di proprietà delle Ferrovie dello Stato, sono state previste due camerette d'ispezione. Il manufatto di valle, in particolare, è stato suddiviso in due pozzetti funzionali all'ispezione del contro tubo e della fognatura, rispettivamente. L'utilizzo di un manufatto con doppio pozzetto consente l'individuazione di eventuali perdite sul ramo di fognatura e contemporaneamente il tubo – camicia in acciaio protegge il rilevato ferroviario dalle eventuali temporanee perdite d'acqua. Per fare fronte all'eventualità di una perdita nella condotta di attraversamento, i due pozzetti di valle sono stati collegati mediante foro del diametro di 140 mm, opportunamente impermeabilizzato nei giunti e dotato di valvola clapet in acciaio inox con guarnizione di tenuta per evitare il rigurgito da valle (vedasi successiva Figura 3.2-5).





**FIGURA 3.2-5 – MANUFATTO DI VALLE DELL'ATTRAVERSAMENTO (STRALCIO ALLEGATO 1 – TAV.02)**

La distanza del pozzetto di monte dal binario più vicino è pari a circa 12m mentre per quello di valle 30m. In entrambi i casi è rispettata la distanza di 10m a partire dal binario più vicino (vedasi ALLEGATO 1 - tav.01 "Attraversamento linea FFSS MI-BO").

L'attraversamento è costituito come anzidetto da una duplice tubazione:

- quella interna in PVC PN8, diametro esterno 315mm, spessore mm realizzato in conci di 6m a perfetta tenuta idraulica secondo i disposti del D.M. 2445 del 23 febbraio 1971 di lunghezza complessiva 54 m;
- quella esterna in acciaio laminato a caldo del tipo S275 secondo i disposti del DM 14 gennaio 2008 (Norme Tecniche per le Costruzioni) di spessore 6mm diam 400 come da calcoli strutturali secondo il D.M. 2445 del 23 febbraio 1971 (vedi paragrafo 3.2.2.2.2);

Entrambe le tubazioni, nel tratto realizzato mediante spingitubo, sono state previste con pendenza di circa il 18%. L'angolo d'inclinazione tra l'asse della linea FFSS e quello dell'attraversamento è di 90°.

Al termine della realizzazione del tratto in spingitubo, è previsto il prolungamento, contestuale per entrambe le tubazioni, al fine di collegare i pozzetti di monte e di valle. La tubazione utilizzata è del medesimo diametro con spessore 6mm. Il tratto di prolungamento verso monte si estende per circa 2 m mentre quello di valle ha una lunghezza pari a circa 30 m).

La camera di spinta è stata prevista a monte dell'attraversamento, ad una distanza di circa 3,5 m dal piede del rilevato ferroviario (vedasi ALLEGATO 1 - tav.02).

### 3.2.2.2 Dimensionamento tubazione in acciaio

Il diametro della contro-tubazione in acciaio è stato dimensionato in conformità ai disposti del D.M. 2445 del 23 febbraio 1971. Sebbene per ottemperare alle esigenze di tipo idraulico, sarebbe stato sufficiente adottare una contro tubazione del diametro esterno  $\varnothing 350\text{mm}$ , si è deciso di utilizzare un tubo di diametro esterno maggiore e pari a  $\varnothing 400\text{mm}$  per facilitare le operazioni di spinta in relazione alle dimensioni medie dei trovanti che potrebbero caratterizzare questo tratto. È stata eseguita la verifica del dimensionamento della tubazione in base ai seguenti carichi agenti:

- peso proprio della tubazione;
- carico ripartito superiore  $p$ , corrispondente al peso del terrapieno sovrastante la tubazione e al carico mobile transitante sul binario. Tale carico è valutato pari a:
  - $13.200 / (2,60+2 H)$   $\text{kg/m}^2$  per ferrovie a semplice binario;
  - $13.200 / (3,08 + H)$   $\text{kg/m}^2$  per ferrovie a doppio binario;
  - dove  $H$  = distanza minima tra il piano inferiore delle traverse e la generatrice superiore della tubazione;
- carico ripartito laterale  $q$ , corrispondente alla parte rettangolare del diagramma di spinta;
- carico triangolare laterale  $z$ , corrispondente alla parte triangolare del diagramma di spinta;
- reazione radiale costante in un settore corrispondente ad un angolo al centro di  $60^\circ$ , in funzione del carico  $Q$  pari alla somma di tutti i carichi verticali, agente sulla tubazione.

Nelle sezioni verticale superiore, orizzontale mediana, verticale inferiore sono state calcolate le sollecitazioni dovute ai carichi individuati attraverso le formule riportate nella seguente Tabella 3.2-1.

		peso proprio	ripar. sup.	ripar. lat.	triang. lat.	radiale cost.
			$p$	$q$	$z$	$Q$
sez. vert.	$M$ [ $\text{kg}\cdot\text{m}$ ]	$1/2 \gamma_t s R^2$	$(4/3\pi-1/8)pR^2$	$-1/4 q R^2$	$-5/48 z R^2$	$-0,073038 QR$
sup.	$N$ [ $\text{kg}$ ]	$1/2 \gamma_t s R$	$1/3\pi pR$	$qR$	$5/16 z R$	$0,014817 Q$
sez. oriz.	$M$ [ $\text{kg}\cdot\text{m}$ ]	$-(\pi-2)/\pi \gamma_t s R^2$	$(1/\pi-5/8)pR^2$	$1/4 q R^2$	$1/8 z R^2$	$0,0075118 QR$
med.	$N$ [ $\text{kg}$ ]	$\pi/2 \gamma_t s R$	$pR$	$0$	$0$	$0$
sez. ver.	$M$ [ $\text{kg}\cdot\text{m}$ ]	$3/2 \gamma_t s R^2$	$(2/3\pi+3/8)pR^2$	$-1/4 q R^2$	$-7/48 z R^2$	$-0,11165 QR$
inf.	$N$ [ $\text{kg}$ ]	$1/2 \gamma_t s R$	$1/3\pi pR$	$qR$	$11/16 z R$	$0,11916 Q$

TABELLA 3.2-1 – FORMULE PER IL CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI NELLE TUBAZIONI INTERRATE

Dati della tubazione:

s = spessore	0,006 m
$\phi_{int}$ = diametro interno	0,390 m
$\phi_{est}$ = diametro esterno	0,402 m
R = raggio medio	0,198 m

Caratteristiche acciaio:

Tipo di acciaio: laminato a caldo

Classe: S275

Fy (tensione di snervamento): 275 N/mm<sup>2</sup>

fu (tensione ultima a rottura): 430 N/mm<sup>2</sup>

Dati del terreno:

$\phi$  = angolo di attrito del terreno 30°

K = coefficiente di spinta attiva 0,41

H = distanza tra estradosso del contro tubo in acciaio e il piano del ferro:

- H = 3,4 m (2 binario)

### **Carichi relativi a conchi di 1m**

#### **• carico ripartito superiormente p per la linea a due binari**

- peso massicciata  $\gamma hs = 66.700 \text{ N/m}$

- carichi mobili (vedi equaz. illustrata precedentemente) : 20.000 N/m

**totale 86.700 N/m**

#### **• carico ripartito laterale q**

- si ricava dalla relazione:  $q = k p$

**totale 26.900 N/m**

#### **• carico ripartito triangolare z**

- si ricava dalla relazione  $z = \gamma k \phi_{est}$

**totale 2.700 N/m**

#### **• carico radiale costante Q**

- pari alla somma di tutti i carichi verticali

**totale 34.700 N**

Nella seguente Tabella 3.2-2 si riportano i risultati ottenuti dalla verifica effettuata: si osserva che il coefficiente di sicurezza, in tutte le sezioni verificate, è superiore al valore  $f_s = 2$  imposto dalla normativa vigente.

		Calcolo delle azioni agenti						calcolo delle tensioni		coeff. sicurezza
		peso proprio	ripar. sup.	ripar. lat.	triang. lat.	radiale cost.	totale	$\sigma_f$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_f$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_s$ ferro
			<b>P</b>	<b>q</b>	<b>z</b>	<b>Q</b>		<b>N</b>	<b>M</b>	
sez. verticale superiore	<b>M</b> [N*m] <b>N</b> [N]	9 46	1017 -1820	-263 5310	-11 163	-50 513	<b>703</b> <b>4211</b>		39.03	6.02
sez. orizzontale mediana	<b>M</b> [N*m] <b>N</b> [N]	-10 144	-1042 17158	263 0	13 0	52 0	<b>-725</b> <b>17302</b>	2.884	40.28	5.83
sez. verticale inferiore	<b>M</b> [N*m] <b>N</b> [N]	27 46	1995 1820	-263 5310	-15 358	-766 4128	<b>978</b> <b>11661</b>	1.944	54.36	4.32

TABELLA 3.2-2 – VERIFICA DELLE SOLLECITAZIONI SULLA CONTRO-TUBAZIONE IN ACCIAIO

#### 3.2.2.2.3 Collari distanziatori

Per facilitare l'inserimento del tubo condotta, in materiale plastico, all'interno della contro tubazione in acciaio e per fare in modo che sia garantito il rispetto dell'intercapedine tra i due elementi, così come prescritto nel D.M. 2445 del 23 febbraio 1971, sono stati previsti opportuni collari distanziatori in materiale plastico. Questi elementi sono realizzati in materiale dielettrico, resistente agli agenti chimici e alle sollecitazioni sottoposte alla condotta durante la fase di inserimento nel tubo camicia.

In fase di montaggio deve essere posta particolare cura al fissaggio degli anelli al tubo condotta in modo che non scorra durante la fase d'inserimento nel tubo camicia. Sono stati previsti elementi del tipo Raci M-N o similari posti ad interasse di 2 m.

#### 3.2.2.2.4 Cronoprogramma

Il cronoprogramma che segue (vedasi Figura 3.2-6) mostra le lavorazioni interferenti con la linea ferroviaria e correlate alla spinta della tubazione al di sotto del rilevato ferroviario.

ATTRAVERSAMENTO LINEA FERROVIARIA MI-BO																
CRONOPROGRAMMA DEI LAVORI																
LAVORAZIONI	DURATA (gg)	1°Settimana					2°Settimana					3°Settimana				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Spingitubo con tecnica della pressotrivella idraulica	20.0															
Realizzazione delle fosse di spinta e di arrivo	3.0	■	■	■												
Preparazione del piano di manovra e sistemazione attrezzatura	3.0		■	■	■											
Infissione del controtubo in acciaio ø400 mm mediante pressotrivella idraulica, saldatura dei conci e accatastamento materiale di risulta a lato del cantiere	6.0					■	■	■	■	■	■					
Rimozione attrezzatura e pulizia	1.0											■				
Prolungamento controtubazione in acciaio	3.0												■			■
Realizzazione pozzetto d'ispezione a monte dell'attraversamento	1.0												■			
Inserimento della tubazione interna in PVC PN8 DIAM315 con opportuni distanziatori	4.0											■	■			■
Impermeabilizzazioni e sigillature giunti	2.0													■	■	
Ricoprimento e sistemazione finale dell'area FFSS	3.0													■	■	■

FIGURA 3.2-6 – CRONOPROGRAMMA DELLA FASE REALIZZATIVA DELLO SPINGITUBO

### 3.2.2.3 Aree operative

All'interno delle Aree operative non si generano reflui domestici in quanto i servizi igienici sono di tipo chiuso. Le acque stoccate nei bagni periodicamente saranno prelevate, trasportate e smaltite in appositi siti di conferimento, da ditte specializzate.

Viceversa in queste aree è previsto l'uso di acque di scarso pregio per far fronte alle diverse lavorazioni previste. Tali reflui saranno stoccati provvisoriamente in bacini naturali od artificiali temporanei, a perfetta tenuta idraulica, e saranno poi prelevati da autobotti e portati nel campo base o nell'area tecnica per essere depurati nei rispettivi impianti.

Nelle sole tre aree operative (A.O.1.3 - A.O. 2.2 - A.O. 2.6) in cui è presente l'impianto per la realizzazione dei diaframmi (vedasi successive Figura 3.2-7, Figura 3.2-8 e Figura 3.2-9), è prevista una opportuna pavimentazione che, oltre a permettere di evitare potenziali sversamenti accidentali nel sottosuolo, comporta la formazione di acque meteoriche di dilavamento.

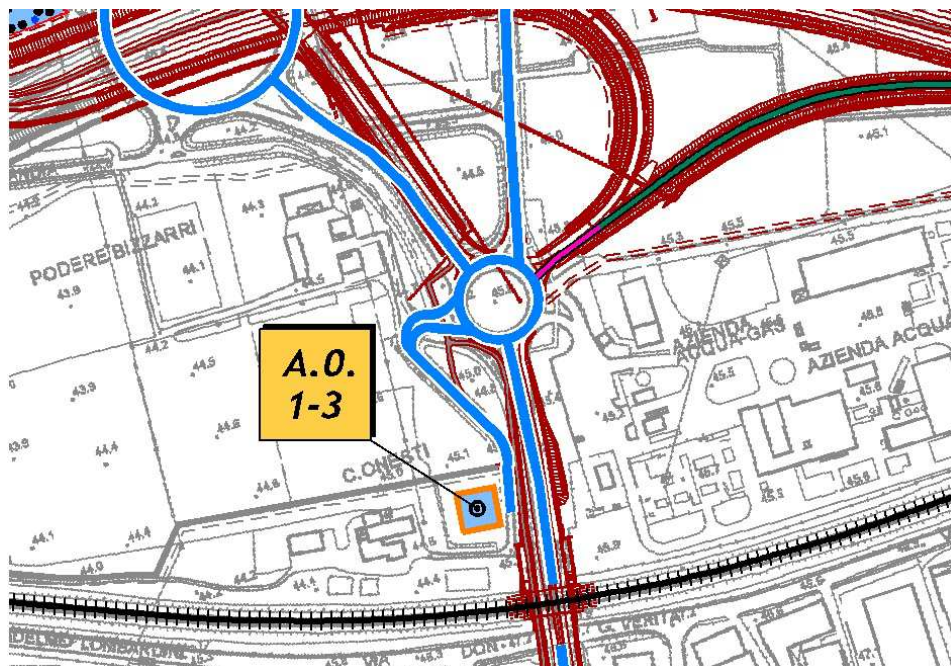


FIGURA 3.2-7 – A.O.1-3 IN CORRISPONDENZA DEL SOTTOPASSO FS LUNGO VIA HIROSHIMA

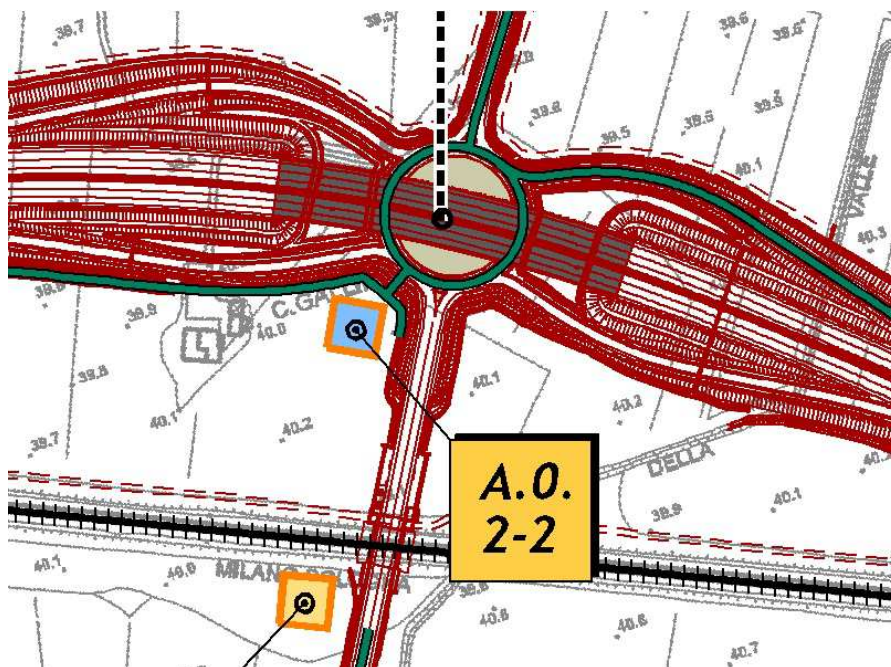


FIGURA 3.2-8 – A.O.2-2 IN CORRISPONDENZA DEL SOTTOPASSO FS LUNGO SVINCOLO "PIEVE MODOLENA"

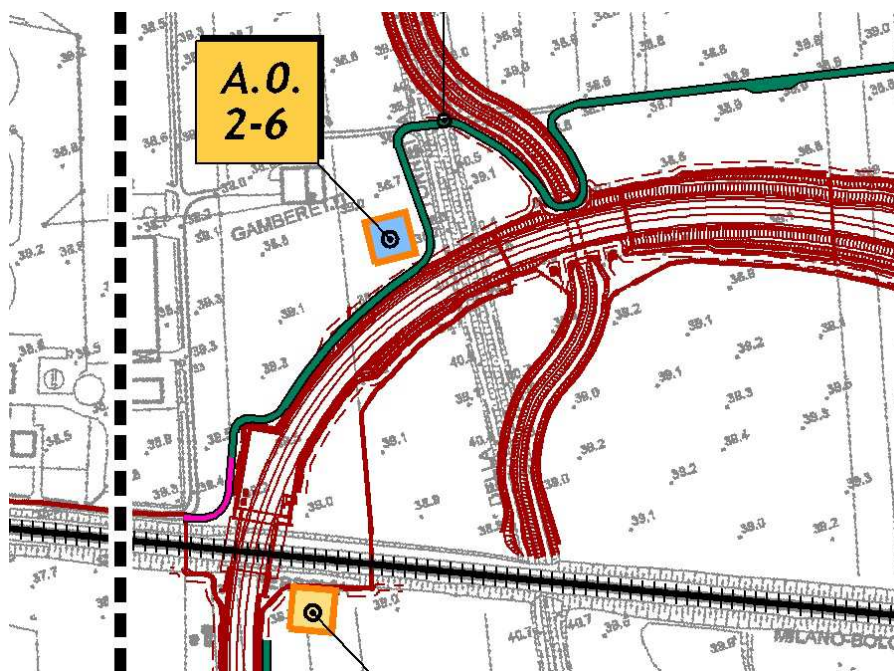


FIGURA 3.2-9 – A.O.2-6 IN CORRISPONDENZA DEL SOTTOPASSO FS LUNGO SVINCOLO “CORTE TEGGE”

Queste acque saranno stoccate provvisoriamente negli stessi bacini pocanzi menzionati per poi essere conferite, tramite autobotte, nel campo base o nell’area tecnica ove è prevista il trattamento. L’impresa potrà valutare, come alternativa per queste tre aree, l’opportunità di inserire una vasca di decantazione che potrebbe supplire l’esigenza di trattamento.

Infine e solo per le tre aree operative sopramenzionate che ospitano impianti e strutture potenzialmente fonte di inquinamento (es.: impianto per diaframmi e bagni chimici), la sede di imposta per queste strutture dovranno essere rialzate di almeno 50 cm rispetto al piano campagna circostante.

### 3.3. POTENZIALI IMPATTI IN FASE DI CANTIERE E PRINCIPALI INTERVENTI DI MITIGAZIONE PER LA COMPONENTE ACQUE SUPERFICIALI

Il presente capitolo affronta la fase di cantierizzazione dell’infrastruttura stradale dal punto di vista dei potenziali impatti che le attività di cantiere possono generare sulle acque superficiali, individuandone i principali interventi di mitigazione.

### **3.3.1. Aree di cantiere**

Il Campo base, più di ogni altra area di cantiere, ospita impianti e strutture potenzialmente fonte di inquinamento (es: gruppo elettrogeno, impianto per diaframmi, officina, magazzino, impianto per il confezionamento del cls, cisterna carburante e oli, isola ecologica) per tale motivo è stata predisposta una doppia rete fognaria e due sistemi di trattamento: l'impianto di depurazione per i reflui domestici e la vasca di decantazione per quelli industriali e per le acque meteoriche di dilavamento. Naturalmente questi sistemi di depurazione dovranno risultare efficienti per l'intera durata della cantierizzazione, a tal fine si renderà necessario prevedere sia periodiche manutenzioni, da definire in funzione delle caratteristiche dimensionali e costruttive degli impianti medesimi, che periodici controlli, da parte di ARPA, sulla qualità delle acque scaricate.

Nelle zone in cui si verifica il potenziale rischio di sversamenti accidentali, quali le aree ove sono localizzati gli impianti di confezionamento dei cls, l'impianto diaframmi 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, occorrerà prevedere una delimitazione con cordoli rialzati, al fine di consentire l'opportuna raccolta delle acque meteoriche nella rete fognaria ed il relativo smaltimento. Tale accorgimento occorrerà estenderlo 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.

Le cisterne adibite allo stoccaggio degli olii ed i contenitori degli elementi filtranti esausti, dovranno essere periodicamente vuotati; lo smaltimento di tali rifiuti dovrà essere 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.

Nel campo base, dove è prevista la predisposizione di un'area per il rifornimento dei carburanti, caratterizzata dall'installazione di una cisterna per il gasolio con relativa pompa per l'alimentazione dei mezzi da cantiere, dovrà essere provvisto di bacino di contenimento degli sversamenti accidentali a perfetta tenuta idraulica, inoltre, prima della dismissione del cantiere, dovrà essere condotta una opportuna bonifica.

Per quanto riguarda l'Area tecnica, in ragione della tipologia di lavorazioni svolte al suo interno, si dovranno attuare le medesime procedure riportate pocanzi già previste per il Campo Base, in termini di manutenzione degli impianti di depurazione ed analisi delle acque scaricate.

Anche nelle Aree operative, come riportato nel capitolo precedente, è possibile la produzione di reflui e di acque meteoriche di dilavamento, che a differenza del Campo base e dell'Area tecnica, sono stoccati provvisoriamente in bacini artificiali opportunamente impermeabilizzati.



### 3.3.2. Opere provvisorie e descrizione delle fasi operative durante la costruzione delle opere di attraversamento del Torrente Crostolo

In corrispondenza del Torrente Crostolo, che viene attraversato dall'infrastruttura viaria tramite ponte in acciaio a unica campata di luce pari a 62 m (Figura 3.3-1), sono state previste opportune opere provvisorie durante la fase di cantierizzazione e soprattutto è stata opportunamente definita la sequenza delle Fasi di Lavoro. Si tratta di una preliminare descrizione del cronoprogramma delle diverse fasi lavorative previste, che l'impresa potrà variare sempre però nella consapevolezza che dovrà ottenere nulla osta di merito da parte degli Enti competenti e soprattutto al fine di ridurre ulteriormente il rischio per l'incolumità degli operai.

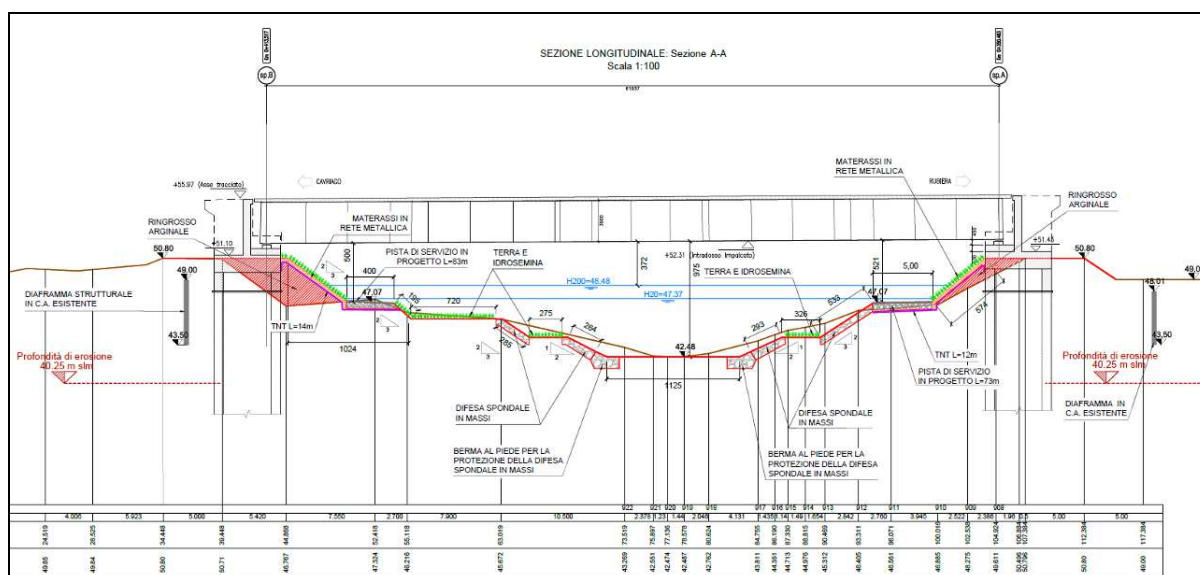


FIGURA 3.3-1 – PONTE IN PROGETTO SUL TORRENTE CROSTOLO

#### 3.3.2.1 Descrizione delle Fasi di lavoro

La realizzazione del ponte potrà avvenire secondo le seguenti fasi:

##### Fase 1 (periodo di lavoro 1 Marzo-15 Aprile):

- decespugliamento e picchettamento per la preparazione dell'area di lavoro;
- realizzazione dello sbancamento arginale e del riempimento per la preparazione del piano di lavoro per l'infissione dei diaframmi;
- realizzazione di arginello provvisorio di protezione durante i lavori, fino ad un evento di piena biscolare;
- realizzazione di diversi saggi esplorativi, con escavatore, per individuare la condotta esistente compresa la baulatura, e per materializzare tutto l'andamento planoaltimetrico della stessa, nel tratto compreso tra i due diaframmi in c.a. esistenti;
- reinterro dei saggi precedentemente eseguiti.

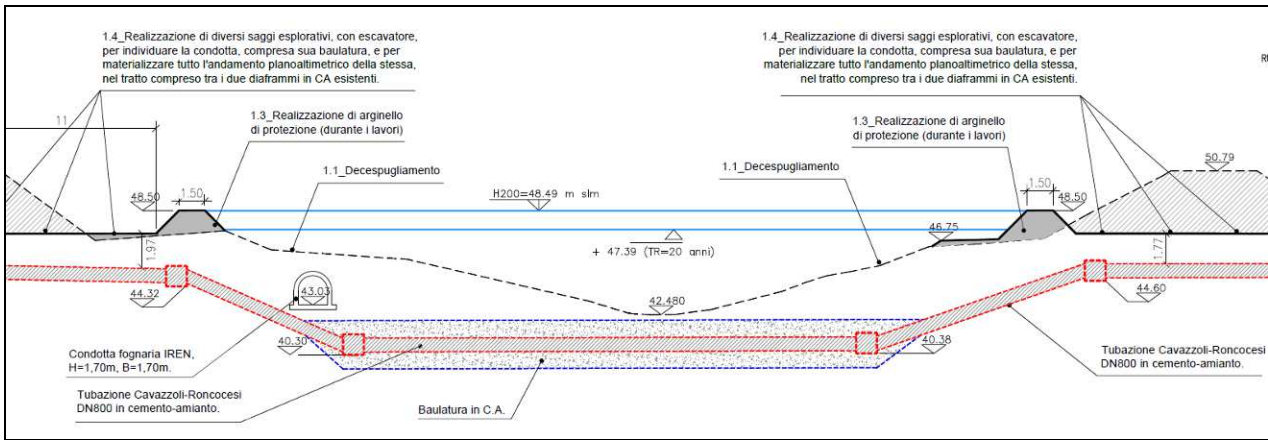


FIGURA 3.3-2 – FASI REALIZZATIVE DEL TORRENTE CROSTOLO: FASE 1

Fase 2 (periodo di lavoro 1 Marzo-15 Aprile):

- esecuzione dei diaframmi strutturali con mezzo oleodinamico;
- scapitozzatura dei diaframmi;
- realizzazione della soletta per procedere con le opere di elevazione.

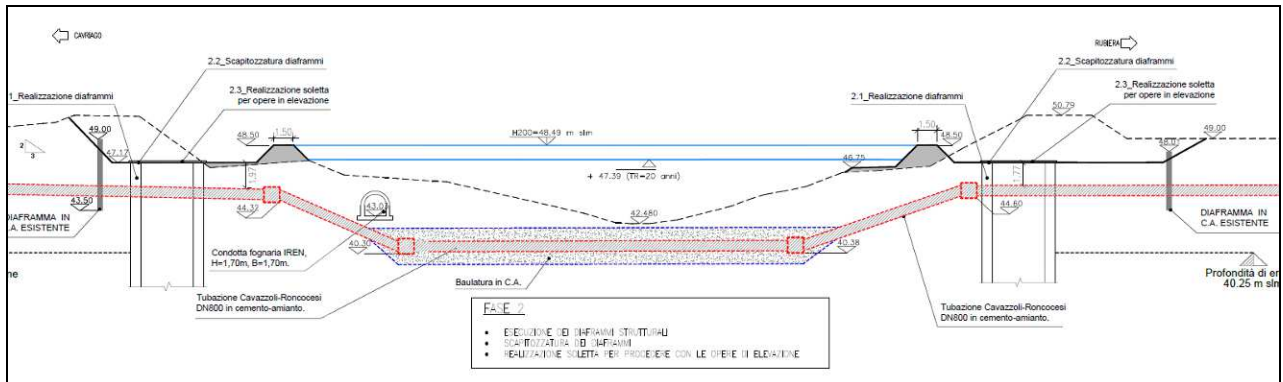


FIGURA 3.3-3 – FASI REALIZZATIVE DEL TORRENTE CROSTOLO: FASE 2

Fase 3 (periodo di lavoro dopo il 15 Aprile):

- realizzazione delle armature e del getto delle opere in elevazione;

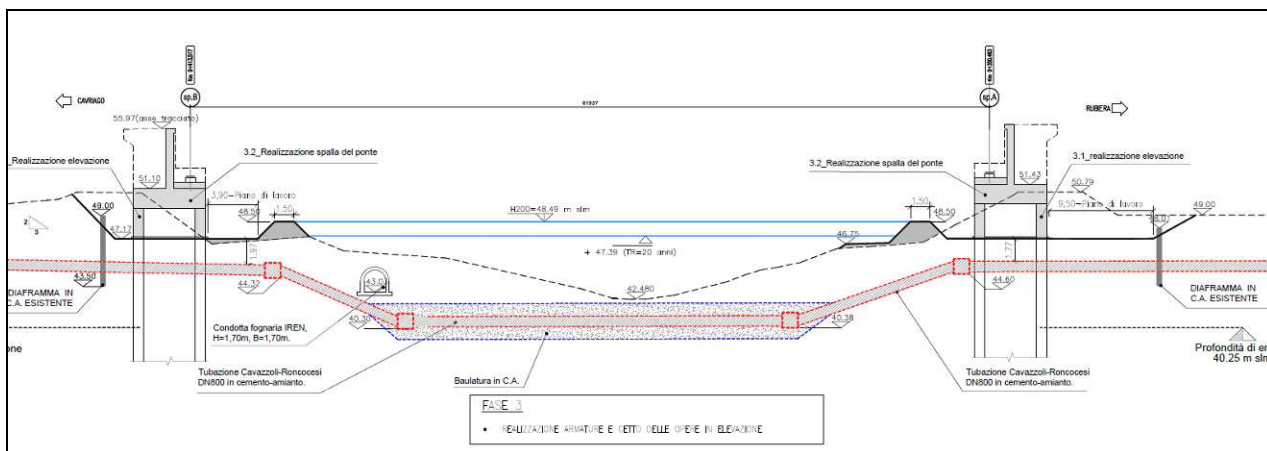


FIGURA 3.3-4 – FASI REALIZZATIVE DEL TORRENTE CROSTOLO: FASE 3

*Fase 4 (periodo di lavoro dopo il 15 Aprile):*

- realizzazione del ringrosso arginale con terreno di scavo rullato e compattato;
- completamento delle opere di difesa spondale come da progetto;
- realizzazione della pista di servizio.

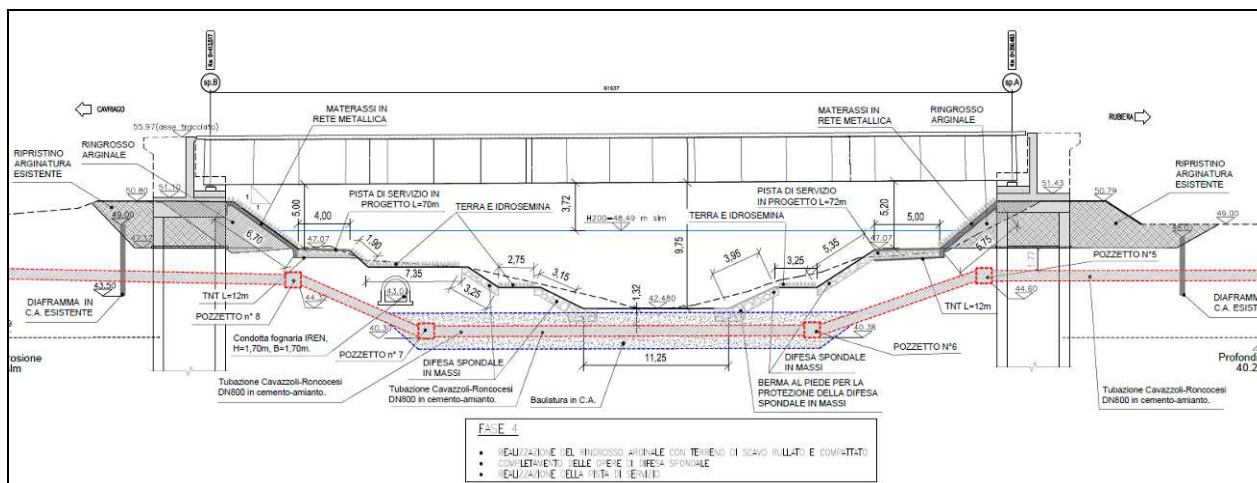


FIGURA 3.3-5 – FASI REALIZZATIVE DEL TORRENTE CROSTOLO: FASE 4

La fase finale della realizzazione del ponte consiste nel varo della trave, che comporta operazione in alveo di mezzi meccanici. Per consentire queste operazioni è prevista la realizzazione di un guado provvisorio, mentre per tutti gli altri spostamenti dei mezzi di cantiere si utilizza la viabilità esistente.

### 3.3.2.2 Disposizioni realizzative ed opere di mitigazione

Di seguito sono illustrate le prescrizioni e le opere di mitigazione a cui l'Impresa dovrà scrupolosamente attenersi:

- le aree destinate allo stoccaggio provvisoriale di materie, e quindi anche di materiali inerti provenienti da movimenti terra effettuati in ambito di cantiere, dovranno essere poste esternamente 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, dovranno essere ubicati esternamente ai corpi arginali;
- la quota sommitale degli arginelli provvisoriale non dovrà essere inferiore a 48.50 m s.l.m., in modo da garantire la sicurezza del personale operante in tale area;
- le operazioni di varo della trave del ponte, che avranno una durata limitata di alcuni giorni, dovranno essere previste in un periodo idoneo caratterizzato da assenza o comunque scarsità di precipitazioni sull'intero bacino del T. Crostolo a monte dell'attraversamento in progetto e da livelli idrici di magra del corso d'acqua.

Durante la fase di cantiere si prescrive all'impresa di effettuare regolarmente un attento monitoraggio dei dati pluviometrici e idrometrici visualizzabili in tempo reale dal sito internet dell'ARPA Emilia Romagna, Servizio IdroMeteoClima (<http://www.arpa.emr.it/sim/?idrologia>). Lungo l'asta del Torrente Crostolo si possono visualizzare, in tempo reale i livelli idrometrici rilevati nelle stazioni idrometriche di Cadelbosco di Sopra e Puianello. Il monitoraggio si completa con un attento controllo delle previsioni meteo e di un costante collegamento radio con i tecnici di AIPO, territorialmente competenti.

### 3.3.2.3 Opere di presidio idraulico e di contenimento per potenziali piene del torrente

Al fine di poter svolgere i lavori del ponte in sicurezza è stato previsto l'inserimento di due arginelli in sponda destra e sinistra la cui quota di sommità è pari a 48.50m s.l.m., capace di contenere senza franco un evento con  $T_R$ 200 anni. Si tratta di una assunzione progettuale certamente cautelativa che tuttavia comporta la realizzazione di un'opera minimale e dal costo limitato. Lo stesso arginello di protezione può inoltre rappresentare anche un presidio al ruscellamento delle acque durante forti acquazzoni, un presidio per evitare il rotolamento nell'area di lavoro di ciottolame o terreno smosso. Insomma presenta una valenza di presidio più ampia e tutto per proteggere l'incolumità degli operai durante l'esecuzione delle pile (operazione alquanto impegnativa).

Le verifiche idrauliche funzionali al dimensionamento dei presidi sono riportate nel successivo Capitolo 9.1 - "Descrizione delle possibilità di incidente nella fase di cantiere in riferimento ad esondazioni".

### 3.3.2.4 Guado provvisorio a valle del ponte

Il guado posto subito a valle dell'attraversamento in progetto permette di svolgere in sicurezza le operazioni di varo della trave del ponte. L'attraversamento provvisorio presenta una luce libera realizzabile con due scatolari di dimensione 4.50x1.50m, posti a distanza di circa 2.0m tra loro. Il riempimento tra gli scatolari e le sponde del corso d'acqua è costituito da massi di cava non gelivi del peso di 800-1000 Kg/cad, che potranno essere riutilizzati per la realizzazione della sistemazione spondale finale dell'alveo.

Le verifiche idrauliche funzionali al dimensionamento del guado sono riportate nel successivo Capitolo 9.1 - "Descrizione delle possibilità di incidente nella fase di cantiere in riferimento ad esondazioni".

### 3.3.2.5 Opere di mitigazione per l'interferenza con la condotta acquedottistica CAVAZZOLI-RONCOCESI

L'area attraversata dal tracciato stradale, in corrispondenza del ponte sul T. Crostolo è caratterizzata dalla presenza di numerosi sottoservizi (Figura 3.3-6), che hanno condizionato le scelte progettuali.

I sottoservizi presenti nell'area sono riassunti nella specifica tavola "Risoluzione attraversamento Torrente Crostolo: Sottoservizi" (Cod. T00ID00IDRPP06A). In particolare soprattutto per la scelta della posizione e tipologia delle fondazioni ha svolto un ruolo importante la deviazione delle condotta Cavazzoli-Roncocesi.

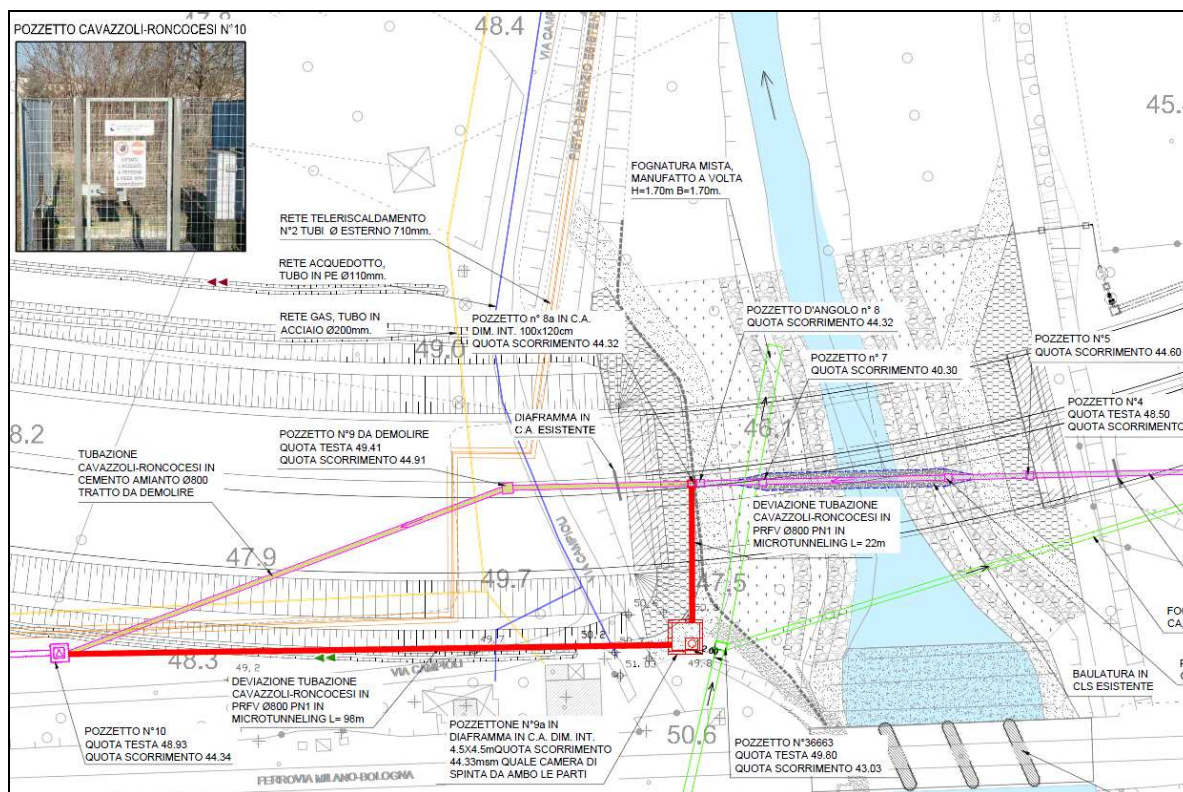


FIGURA 3.3-6 – STRALCIO PLANIMETRICO DEI SOTTO SERVIZI NELL'AREA DEL PONTE SUL TORRENTE CROSTOLO E DELLA DEVIAZIONE DELLA CONDotta CAVAZZOLI-RONCOCESI (STRALCIO DELL'ELABORATO T00ID00IDRPP06A)

La condotta irrigua Cavazzoli Roncocesi gestita dal Consorzio di Bonifica si sviluppa trasversalmente al corso d'acqua e lo attraversa con una botte a sifone che sottopassa il t. Crostolo. Entrambe le spalle del ponte interferiscono con la condotta irrigua, che nel tratto in esame è in cemento amianto del Ø800mm. Per evitare questa interferenza le fondazioni del ponte sono state progettate con la tecnica dei diaframmi scatolari, prevedendo un'interruzione degli stessi in corrispondenza della condotta, ad una distanza variabile dalle fondamenta del ponte, comunque mai inferiori a 1,0 m (Figura 3.3-7).

L'interferenza è presente in sponda sinistra. Il tratto deviato va dal pozzetto N°10 al pozzetto N°8 per una lunghezza di circa 126 m (Figura 3.3-6). Il tratto deviato è previsto che venga realizzato, in accordo con il Consorzio di Bonifica, con tubi in PRFV (resina poliestere rinforzata con fibre di vetro) Ø800 PN1 e con una Rigidezza Nominale di 80KN/m<sup>2</sup>.

La presenza dell'infrastruttura ferroviaria a breve distanza dall'ubicazione del tratto deviato, la profondità di scavo, ha comportato la necessità di operare tramite la tecnica del Microtunneling.

Le fasi realizzative della deviazione sono di seguito elencati e visualizzati nella Figura 3.3-8:

1. esecuzione di tappone in jet grouting (spessore 1,50m);
2. esecuzione dei diaframmi strutturali (con Waterstop);
3. scavo all'interno dei diaframmi fino a quota 43.10m slm per realizzazione del pozzettone di spinta del tubo;
4. scapitozzatura dei diaframmi e realizzazione trave di correa;
5. getto di magrone (spessore 20 cm) armato con rete elettrosaldata Ø6 maglia 15cmx15cm;
6. realizzazione di Microtunneling e stuccatura con resine epossidiche delle tubazioni negli angoli e nelle discontinuità;
7. realizzazione del solettone a quota 48,00m slm;
8. realizzazione del torrino in elevazione con chiusino in ghisa per rendere ispezionabile il pozzettone.

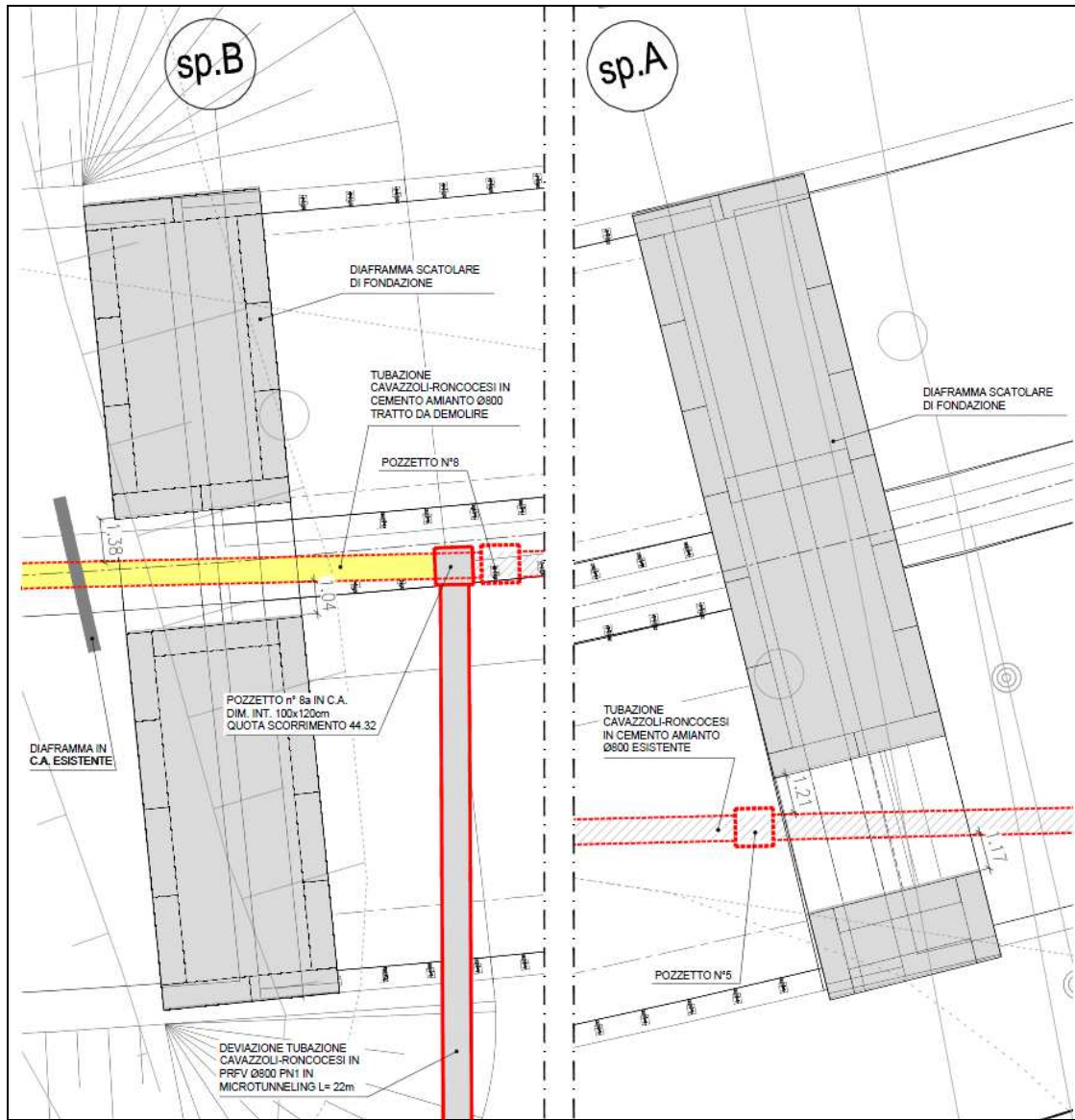


FIGURA 3.3-7 – PLANIMETRIA DI DETTAGLIO DELLE FONDAZIONI DEL PONTE E DELLA CONDOTTA CAVAZZOLI-RONCOCESI

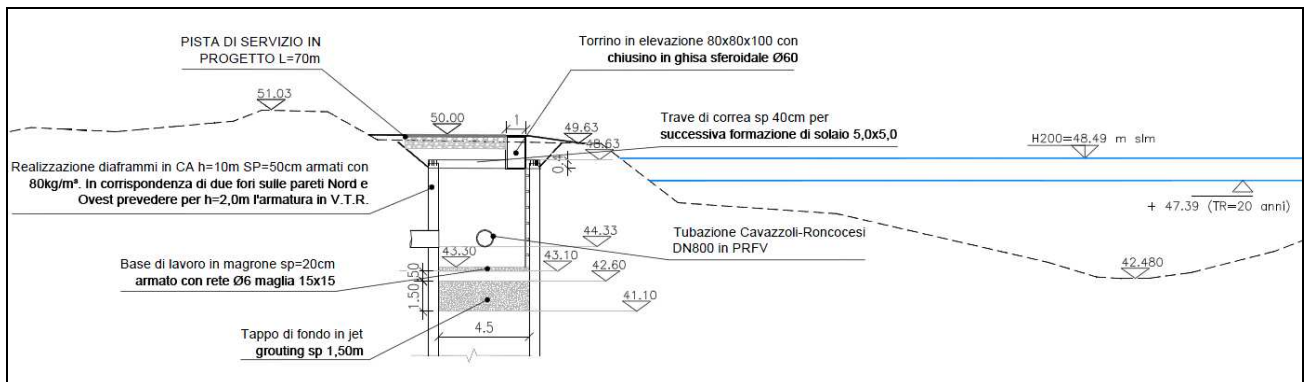


FIGURA 3.3-8 – POZZO PER REALIZZAZIONE DEL TRATTO DEVIATO DELLA CONDOTTA CAVAZZOLI-RONCOCESI CON LA TECNICA DEL MICROTUNNELING

### **3.3.3. Opere provvisionali per il Torrente Modolena e Quaresimo**

Oltre al Torrente Crostolo gli altri corsi d'acqua principali interferiti dalla viabilità in progetto sono il Torrente Modolena ed il Torrente Quaresimo, i quali sono attraversati ciascuno da un ponte in c.a.p. con unica campata di luce pari a 29.00m. Per entrambe queste opere d'arte le spalle sono posizionate sulla sommità arginale, quindi esterne ai fenomeni idrodinamici del corso d'acqua, anche per tempi di ritorno  $TR=200$ anni. Tale scelta progettuale, a differenza del Crostolo, ha comportato la possibilità di non prevedere alcuna opera provvisoria, poiché tutte le operazioni di cantierizzazione, tra cui quelle per la realizzazione dei pali di fondazione e del varo della trave, vengono realizzati esternamente all'alveo, quindi senza perturbare l'idrodinamismo del corso d'acqua. Per la fase di cantierizzazione dei due ponti non sono quindi previsti guadi, sia perché il varo della trave verrà praticato dalla sommità arginale opportunamente ringrossato, sia perché i mezzi operativi adibiti all'attività di cantierizzazione dei due ponti sfruttano, per i loro spostamenti da una sponda all'altra del torrente, la viabilità esistente costituita da strade comunali e piste interpoderali.

### **3.3.4. Opere provvisionali per i corsi d'acqua secondari**

Per i corsi d'acqua secondari in cui è presente acqua per diversi mesi all'anno e per i quali non sono previste deviazioni permanenti che consentono di realizzare il tombino di attraversamento senza interruzione del deflusso naturale, sono previste, durante la fase di cantierizzazione, le seguenti opere provvisionali:

- tura idraulica a monte dell'attraversamento idraulico;
- tura idraulica a valle dell'attraversamento idraulico;
- realizzazione del by-pass provvisoriale, con lunghezza funzionale alla posa del tombino di attraversamento e sezione di deflusso analoga a quella del corso d'acqua nel tratto in cui viene interferito.

Nella seguente Tabella 3.3-1 sono elencati i corsi d'acqua per i quali sono previste le opere provvisionali e per ognuno di questi è indicato l'ente gestore, il codice del tombino che risolve l'interferenza, con relativa progressiva, la lunghezza del by-pass provvisoriale e la base maggiore (B), minore (b) e l'altezza (H) della sezione di deflusso.

Codice	Nome corso d'acqua	Progressiva	Ente Gestore	L (m)	B (m)	b (m)	H (m)
TM08	Cavo Guazzatore	01+195.00	Consorzio Emilia Centrale	90	8.0	2.0	2.0
TM09	Fossetta Ballanleoche	02+710.00	Consorzio Emilia Centrale	70	4.5	1.0	1.7
TM14	Fossetta Valle Roncoesi	03+712.00	Consorzio Emilia Centrale	94	3.5	0.7	1.0

**TABELLA 3.3-1 – ELENCO CORSI D'ACQUA PER I QUALI È PREVISTA UNA TURA MONTE/VALLE CON DEVIAZIONE PROVVISORIALE DEL CANALE**



Le operazioni di formazione del by-pass temporaneo sono le seguenti:

1. creazione di fondoni funzionali sia alla posa della pompa di aggotamento che per consentire ai pesci, eventualmente presenti, di sopravvivere, per il breve periodo di interruzione del deflusso naturale, necessario per la posa del manufatto di attraversamento. Tali fondoni verranno realizzati a monte ed a valle del by-pass e dovranno presentare una profondità di circa 1m;
2. realizzazione del By Pass. Si procede con l'escavo da valle verso monte di una sezione di deflusso uguale a quella del corso d'acqua intercettato, depositando le materie di scavo tra il tombino previsto ed il by-pass. Lo scavo dovrà essere eseguito a qualche metro di distanza dal corso d'acqua per evitare cedimenti della scarpata e per disporre di un'area di stoccaggio del terreno di scavo (Figura 3.3-9). terminate le operazioni di tombinatura si attiverà il flusso d'acqua nel nuovo vano avendo l'accortezza di richiudere il by pass da monte verso valle per evitare la perdita di eventuali pesci ivi intrappolati.

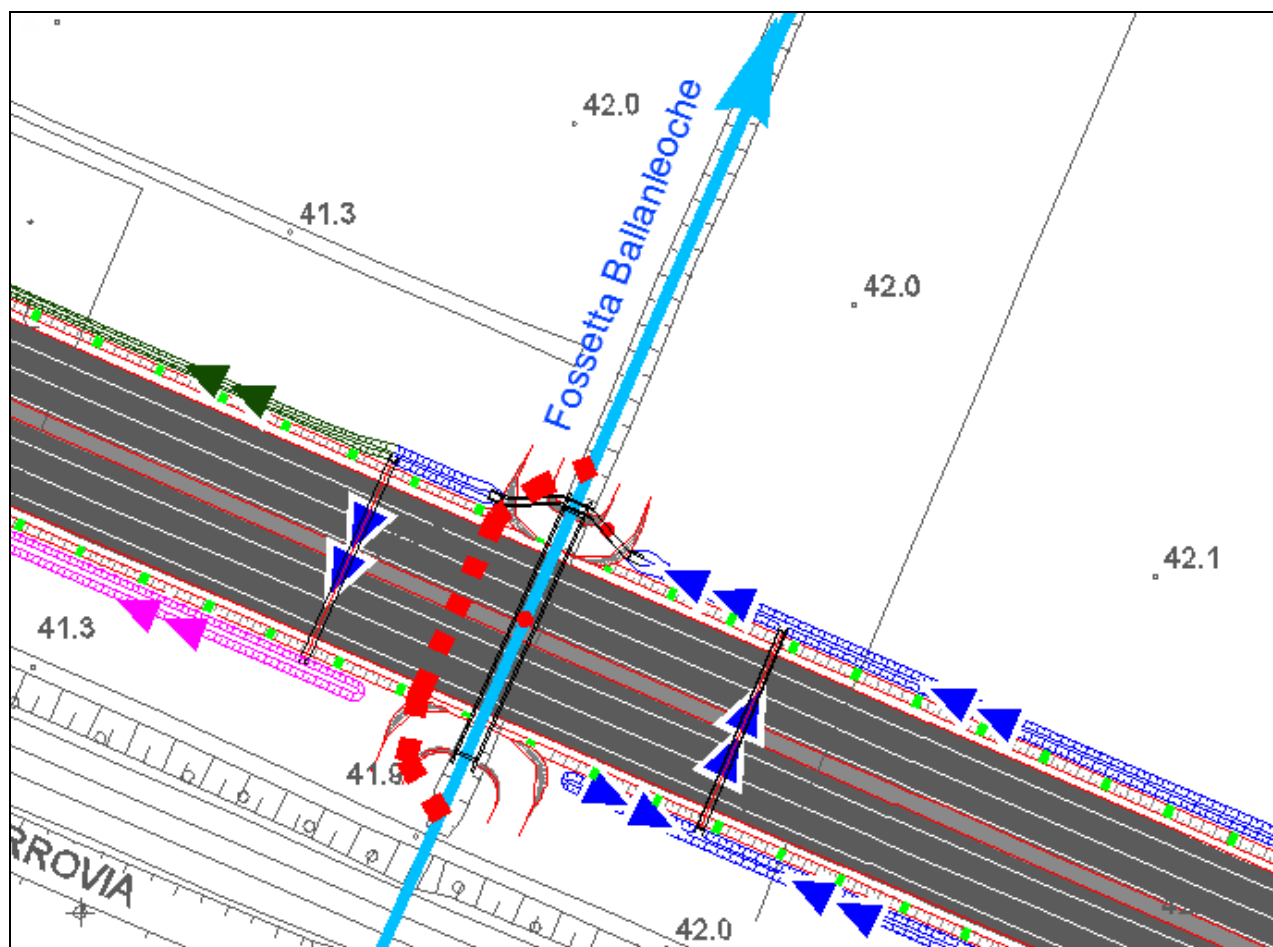


FIGURA 3.3-9 – ESEMPIO DI BY-PASS IN CORRISPONDENZA DELLA FOSSETTA BALLANLEOCHE

### 3.3.5. Opere provvisorie per i corsi d'acqua minori

Per i restanti corsi d'acqua, rappresentati essenzialmente da fossi privati, caratterizzati da sezione idraulica modesta e assenza di acqua per gran parte dell'anno, quindi costituenti la rete minuta è importante garantire, per tutta la durata del cantiere, la naturale microcircolazione delle acque di scolo e d'irrigazione. Per assicurare questo occorre, oltre a garantire la continuità idraulica dei capifosso agricoli tramite la posa dei tombini di attraversamento idraulico, anche creare dei fossi che raccolgono le acque di scolo dei campi e le convogliano verso il loro naturale recapito, costituito da un corso d'acqua, evitando perciò che le attività di cantiere, finalizzate a realizzare il rilevato stradale, rappresentino un ostacolo invalicabile per la naturale microcircolazione della rete minuta. Tali fossi possono essere gli stessi fossi di collegamento idraulico, previsti per la fase di esercizio, naturalmente questi possono essere integrati e corretti in base alle esigenze che si presentano durante la cantierizzazione, previa concertazione con i singoli proprietari terrieri in funzione delle specifiche richieste di conduzione agronomica dei terreni.

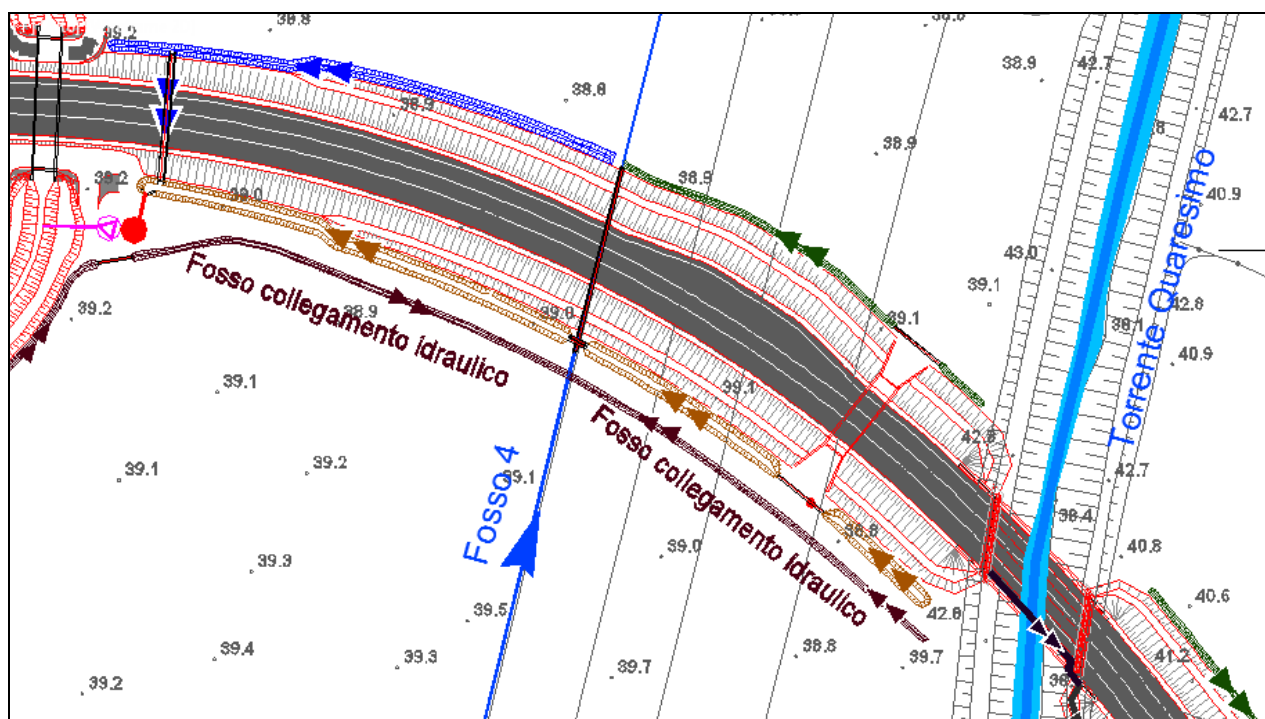


FIGURA 3.3-10 – ESEMPIO DI FOSSI DI COLLEGAMENTO IDRAULICO IN GRADO DI GARANTIRE LA MICROCIRCOLAZIONE DELLA RETE MINUTA

### **3.3.6. Competenze del soggetto esecutore durante i lavori**

È compito precipuo del soggetto esecutore dei lavori attenersi scrupolosamente alle direttive di seguito enucleate nella consapevolezza che, in tutti i casi e per qualunque evento di piena, sono sempre a carico esclusivo dello stesso, sia i lavori occorrenti per rimuovere le materie, per qualunque causa depositate, nelle aree di lavoro, durante i lavori e comunque fino a collaudo avvenuto, sia le perdite anche totali di attrezzature, mezzi d'opera e macchinari, ponti di servizio, centine, armature in legno, baracche ed altre opere provvisorie e non potrà pretendere nulla all'Amministrazione concedente anche in considerazione che l'impresa sarà preventivamente assicurata.

Sono altresì a carico del soggetto esecutore dei lavori gli eventuali ringrossi, risarcimenti e sistemazioni delle tute di protezione provvisoria qualora sollecitate dagli stessi eventi e analogamente la rimozione e pulizia dei canali fuggitivi ormai non più utilizzabili. Lo stesso dovrà dare comunicazione di eventuali danni a causa di forza maggiore alla Direzione Lavori immediatamente e, comunque, entro e non oltre il terzo giorno dalla stessa cessazione dell'evento che ha provocato i danni stessi, pena la decadenza da ogni e qualsiasi diritto ai relativi indennizzi.

I materiali approvvigionati in cantiere ed a piè d'opera, sino alla loro completa messa in opera ed a prove e rinterro eseguite, rimarranno a rischio e pericolo dell'esecutore delle opere per qualunque causa di deterioramento e perdita e potranno essere sempre rifiutati se al momento dell'impiego e dell'entrata nei magazzini non saranno più ritenuti idonei dalla Direzione Lavori.

## **3.4. 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.

### **3.4.1. Potenziali impatti in fase di cantiere**

Le caratteristiche degli acquiferi del territorio in esame vanno inquadrare nel modello evolutivo tridimensionale, sia idrogeologico che stratigrafico, dell'intera Pianura Padana emiliano-romagnola.

Secondo i più recenti studi (cfr. Regione Emilia-Romagna, Eni-Agip, 1998) si distinguono, sia in superficie che nel sottosuolo 3 Unità Idrostratigrafiche di rango superiore, denominate Gruppi Acquiferi (cfr. Figura 3.4-1). Esse affiorano sul margine meridionale del Bacino Idrogeologico della Pianura per poi immergersi verso nord al di sotto dei sedimenti depositati dal fiume Po e dai suoi affluenti negli ultimi 20.000 anni, contenenti acquiferi di scarsa estensione e potenzialità (Acquifero Superficiale).

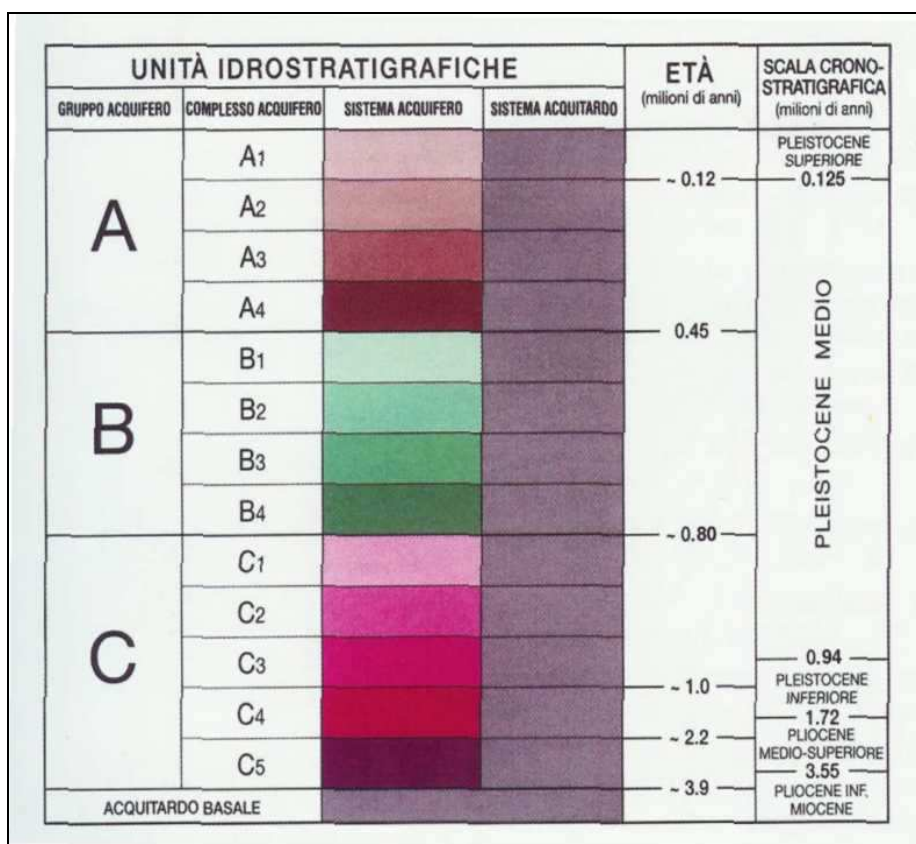


FIGURA 3.4-1 – SCHEMA IDROSTRATIGRAFICO DELLA PIANURA EMILIANO-ROMAGNOLA (DA REGIONE EMILIA-ROMAGNA, ENI-AGIP, 1998)

Ciascun Gruppo Acquifero risulta idraulicamente separato, almeno per gran parte della sua estensione, da quelli sovrastanti e sottostanti, grazie a livelli argillosi di spessore plurimetrico sviluppati a scala regionale.

Al suo interno ogni Gruppo è composto da serbatoi acquiferi sovrapposti e giustapposti, parzialmente o totalmente isolati tra loro, suddivisi, in senso orizzontale, in Complessi Acquiferi, da barriere di permeabilità costituite da corpi geologici decametrici, a prevalente granulometria fine.

Secondo l'attuale quadro delle conoscenze, i serbatoi acquiferi della Pianura Padana si sono formati, a partire da circa 1 milione di anni fa, dapprima all'interno di un sistema deposizionale di delta-conoide (Gruppo Acquifero C3), e poi, nel Pleistocene Medio e Superiore, all'interno delle Piane e delle Conoidi Alluvionali dei fiumi Crostolo, Secchia e Panaro (Gruppi Acquiferi B e A).

La ricostruzione geometrica dei corpi acquiferi ha consentito di distinguere nella Pianura Reggiana tre aree di ricarica diretta:

- un'area pedecollinare, relativamente ristretta, di ricarica dell'intero serbatoio acquifero ed in particolare del Gruppo Acquifero C;

- un'area intermedia, corrispondente all'incirca all'alta pianura dove avviene la ricarica degli acquiferi superficiali e dell'acquifero cosiddetto "principale" (Gruppi di Acquiferi A-B), attualmente sfruttato ad uso idropotabile;
- un'area più settentrionale di possibile alimentazione dei soli acquiferi più superficiali.

Il tracciato analizzato ricade nell'area intermedia. Il Gruppo Acquifero A, infatti, risulta affiorante o subaffiorante ed è caratterizzato, nel settore più meridionale, da ghiaie e sabbie prevalenti, mentre, verso nord, si osservano depositi prevalentemente fini argillosi e/o limosi attraversati in senso meridiano da corpi nastriformi di ghiaie e sabbie.

Il complesso acquifero direttamente coinvolto dall'intervento in esame è il Complesso Acquifero A1, qui costituito esclusivamente da modeste lenti ghiaiose e sabbiose poste alla profondità di 10-12 m da p.c., con spessori crescenti da Est verso Ovest.

I potenziali impatti sulla falda del Complesso Acquifero interessato, quindi, saranno indotti dalla realizzazione delle opere in sotterraneo. In fase di escavazione dei brevi tratti in trincea si dovrà abbattere il livello della falda fino alla base degli scavi. Solo a tergo di alcune tipologie di opere provvisorie sono presenti interventi come well point atti ad abbassare il livello di falda al fine di ridurre le azioni sull'opera stessa. 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 superficiale, mentre in genere risulta trascurabile l'effetto sugli acquiferi più profondi.

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.

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

In relazione alle basse permeabilità in gioco, tuttavia, la realizzazione delle opere di fondazione profonde, che non interesseranno alcun acquifero significativo, produrrà impatti trascurabili sulla falda freatica.

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 fase di cantiere, infine, un ulteriore potenziale 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.

### **3.5. PRINCIPALI INTERVENTI DI MITIGAZIONE ADOTTATI IN FASE DI CANTIERE**

Considerato che gli effetti sulle acque sotterranee indotti dalla realizzazione dell'opera sono trascurabili, non si prevedono particolari interventi mitigativi. In merito alla potenziale interferenza derivante dal prelievo di acque di falda ad usi produttivi tramite pozzi superficiali, all'interno delle aree di cantiere, con il regime dei pozzi esistenti e tuttora attivi, è da precisare che la loro disposizione sarà 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 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 cantieri fissi, 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 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.

Ulteriori controlli saranno predisposti in conformità a quanto previsto nell'ambito del Piano di Monitoraggio Ambientale (vedasi al proposito il documento: T00MO00MOARE01A "Relazione").

## 4. MATRICE ATMOSFERA

Nella presente sezione si descrive la stima delle emissioni in atmosfera derivanti dalle attività di costruzione del nuovo tratto di tangenziale; in particolare la valutazione comprende specifiche valutazioni per i parametri ossido di azoto (NO<sub>x</sub>) e polveri fini (PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub>) e le relative simulazioni di dispersione e deposizione dei potenziali inquinanti.

### 4.1. IMPOSTAZIONE E METODOLOGIA DI ANALISI

Le analisi relative agli impatti in fase di cantiere sono state sviluppate attraverso un'attenta analisi qualitativa preliminare delle possibili sorgenti di emissioni.

Individuati i fenomeni maggiormente critici si è provveduto a quantificare le emissioni relativamente ai cantieri fissi, al fronte di avanzamento, ai flussi veicolari e ad utilizzare i risultati ottenuti come input per le valutazioni modellistiche.

Infine l'analisi dei fenomeni individuati e le risultanze delle valutazioni modellistiche ha consentito di individuare gli interventi mitigativi e le attenzioni che dovranno essere poste in essere per rendere gli impatti associati alle attività compatibili con le prescrizioni normative.

#### 4.1.1. Modelli di calcolo

Le valutazioni modellistiche sono state sviluppate attraverso l'impiego del modello CALINE per le sorgenti lineari (trasporto materiali, fronte di avanzamento) e mediante il modello ISC, di cui si riporta nel seguito una breve descrizione, per ciò che concerne le sorgenti areali (cantieri fissi).

L'*Industrial Source Complex* (ISC) è un modello per la simulazione della dispersione in atmosfera degli inquinanti primari, cioè sostanze che non vengono formate da reazioni chimiche in atmosfera (come ad esempio l'ozono), ma vengono esclusivamente emesse dalle sorgenti. ISC può essere utilizzato per valutare la concentrazione atmosferica di inquinanti emessi da diverse tipologie di sorgenti e per il calcolo delle deposizioni al suolo.

L'ISC consente la simulazione di sorgenti di varia natura in ambito industriale. In particolare, il modello è in grado di gestire sorgenti puntuali, areali, lineari e di volume.

L'algoritmo è basato sull'equazione gaussiana che descrive la concentrazione dell'inquinante al suolo, in un punto generico posto sottovento rispetto alla sorgente, di coordinate x, y, z con origini alla base della sorgente stessa.

L'equazione di base è:

$$C(x, y, z) = \frac{Q}{2\pi\mu\sigma_y\sigma_z} e^{\frac{-y^2}{2\sigma_y^2}} \cdot \left[ e^{\frac{-(z-h)^2}{2\sigma_z^2}} + e^{\frac{-(z+h)^2}{2\sigma_z^2}} \right]$$

dove:

$C(x, y, z)$  = concentrazione stimata in  $\text{mg}/\text{m}^3$ ;

$Q$  = intensità di emissione in  $\text{mg}/\text{s}$ ;

$\bar{\mu}$  = velocità media del vento ( $\text{m}/\text{s}$ ) alla quota di emissione;

$\sigma_y$  e  $\sigma_z$  = deviazioni standard della distribuzione orizzontale e verticale della concentrazione espressa in  $\text{m}$ ;

$h$  = altezza di emissione dal suolo espressa in  $\text{m}$ .

Nel caso di sorgenti areali viene eseguita un'integrazione numerica dell'equazione definita per sorgenti puntuali.

Il modello consente di differenziare i coefficienti relativi ai parametri dispersivi in funzione delle classi di stabilità e delle caratteristiche dell'ambito territoriale in particolare per ciò che concerne la rugosità superficiale. Nello specifico vengono definite due tipologie: urbana e rurale. Nell'implementazione del modello si è fatto riferimento alla situazione rurale.

#### **4.1.2. Analisi delle problematiche**

##### **4.1.2.1 Generalità**

Il cantiere determinerà potenziali criticità sulla componente atmosfera associati alle emissioni di sostanze inquinanti nell'aria a seguito dello svolgimento delle attività.

Gli inquinanti immessi nell'ambiente possono essere sostanzialmente ricondotti a due tipologie:

- le emissioni di motori, ossia quelle causate dai processi di combustione e di abrasione dei motori (diesel, benzina, gas) dei macchinari operanti all'interno del cantiere normalmente composte da polveri,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{CO}_v$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$ ;
- le emissioni non di motori, ossia determinate dai processi di lavoro meccanici (fisici) e termico-chimici che comportano la formazione, lo sprigionamento e/o il ri-sollevamento di polveri, polveri fini, fumo e/o sostanze gassose.

Nella Tabella 4.1-1 ripresa dalla direttiva "Protezione dell'aria sui cantieri edili" dell'Ufficio Federale dell'ambiente, delle foreste e del paesaggio di Berna in vigore dal 1/09/02 edizione 2009, viene indicata l'incidenza di emissione delle diverse sostanze inquinanti in funzione di alcune tipologie di lavorazioni.



Analizzando le indicazioni fornite dalla tabella in funzione delle tipologie di lavorazioni necessarie per la realizzazione di una infrastruttura stradale si evince che gli impatti maggiormente rilevanti risultano associati alle produzioni di polveri e di sostanze inquinanti da motori; viceversa risultano sostanzialmente trascurabili le emissioni non da motori di natura diversa rispetto al particolato ad eccezione della fase relativa all'asfaltatura.

LAVORAZIONE	EMISSIONI NON DI MOTORI		EMISSIONI DI MOTORI		
	POLVERI	COV, GAS	NOX, PM, COV,....		
Installazioni generali di cantiere: segnatamente infrastrutture viarie	A	B	M		
Lavori di dissodamento (abbattimento e sradicamento di alberi)	M	B	M		
Demolizioni, smantellamento e rimozioni	A	B	M		
Misure di sicurezza dell'opera: perforazione, calcestruzzo a proiezione	M	B	M		
Impermeabilizzazioni di opere interrato e di ponti	M	A	B		
Lavori di sterro (incl. lavori esterni e lavori in terreno coltivabile, drenaggio)	A	B	A		
Scavo generale	A	B	A		
Opere idrauliche, sistemazione di corsi d'acqua	A	B	A		
Strati di fondazione ed estrazione di materiale	A	B	A		
Pavimentazioni	M	A	A		
Posa binari	M	B	A		
Calcestruzzo gettato in opera	B	B	M		
Lavori sotterranei: scavi	A	M	A		
Lavori di finitura per tracciati, segnatamente demarcazioni di superfici del traffico	B	A	B		
Opere in calcestruzzo semplice e calcestruzzo armato	B	B	M		
Ripristino e protezione di strutture in calcestruzzo, carotaggio e lavori di fresatura	A	B	B		
Opere in pietra naturale e pietra artificiale	M	B	B		
Coperture: impermeabilizzazioni in materiali plastici ed elastici	B	A	B		
Sigillature e isolazioni speciali	B	A	B		
Intonaci di facciate: intonaci, opere da gessatore	M	M	B		
Opere da pittore (esterne/interne)	M	A	B		
Pavimenti, rivestimenti di pareti e soffitti in vario materiale	M	M	B		
Pulizia dell'edificio	M	M	B		
<b>A</b>	elevata /molto elevata	<b>M</b>	Media	<b>B</b>	ridotta

TABELLA 4.1-1 – INCIDENZA DELLA TIPOLOGIA DI INQUINANTI IN FUNZIONE DELLE LAVORAZIONI

#### 4.1.2.2 Analisi e descrizione dei fenomeni

In base alle attività necessarie alla realizzazione dell'opera è possibile ipotizzare che i fenomeni che potrebbero, se non adeguatamente controllati, determinare significative emissioni di sostanze inquinanti ed in particolare di polveri, sono:

- emissioni da macchinari;
- presenza e movimentazione di mezzi lungo piste e piazzali asfaltati e non;
- trasporto di materiale;
- stoccaggio di materiale;
- realizzazioni di pali/paratie;
- impianti di betonaggio;
- stabilizzazione a calce dei rilevati.

Nel seguito si descrivono i meccanismi che sono alla base delle emissioni di sostanze inquinanti associati alle diverse tipologie di attività e vengono indicate, laddove disponibili, le metodologie di stima quantitativa delle emissioni desunte dall'analisi delle seguenti fonti:

- EPA - AP 42, Fifth Edition Compilation of Air Pollutant Emission Factors (2011);
- ARPAT – Linee guida per intervenire sulle attività che producono polveri (2009);
- EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook — 2009.

##### 4.1.2.2.1 **Emissioni da machine operatrici**

Un'ulteriore fonte di inquinamento associata alla realizzazione dell'opera è determinata dalle emissioni di ad opera dei motori delle macchine operatrici all'interno dei cantieri e dei mezzi pesanti deputati al trasporto degli inerti.

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 maggiori quantità 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 come "probabilmente cancerogeno".

Oltre alle polveri le emissioni dei macchinari contribuiscono alle concentrazioni ambientali delle sostanze che normalmente caratterizzano gli scarichi dei motori diesel: CO, NOx, COV, ecc. .

#### 4.1.2.2.2 Piste e piazzali pavimentati e non pavimentati

Le cause che originano emissioni diffuse di polveri da parte di una pista o di un piazzale di cantiere non pavimentati e/o pavimentati sono le seguenti:

- 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,  $d < 75 \mu\text{m}$ );
  - 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, comminuto 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 ricomminuto 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.

L'entità del problema è variabile in funzione:

- della situazione geologica locale;
- del livello di attività sul sito;
- dell'estensione della copertura vegetativa nel sito;
- della distribuzione granulometrica e del contenuto di umidità del materiale costitutivo di piste e piazzali non pavimentati o del materiale perso su piste e piazzali pavimentati;
- della formazione di una crosta superficiale sul materiale costitutivo di piste e piazzali non pavimentati;
- del regime pluviometrico, dell'umidità e della temperatura ambientale del sito;
- delle modalità organizzative e logistiche delle attività sul sito.

Nel seguito per alcuni fenomeni specifici di rilascio e dispersione di polveri in presenza di piste/piazzali vengono analizzate le formulazioni proposte dall' EPA (U.S. Environmental Protection Agency) e riportate nell' "AP 42, Fifth Edition Compilation of Air Pollutant Emission Factors".

#### Piste di cantiere – non asfaltate

Quando un veicolo percorre una strada non pavimentata, le forze trasmesse dalle ruote sulla superficie della strada causano la polverizzazione del materiale. Le particelle di materiale vengono sollevate dalla rotazione dei pneumatici e disperse dai vortici turbolenti che si creano al di sotto del veicolo.

La scia di turbolenza generata in direzione opposta a quella di marcia continua ad agire sulla pavimentazione stradale anche dopo che il veicolo è transitato. La quantità di polveri emesse varia linearmente con il volume di traffico in transito e dipende fortemente dalla percentuale di limo, cioè di particelle caratterizzate da un diametro minore di 75 µm, contenute nel materiale superficiale presente sulla pista di cantiere. La stima delle emissioni di polveri in Kg per Km è basata su una equazione sperimentale:

$$E = 0.423 \left( \frac{s}{12} \right)^{0.9} \left( \frac{W}{3} \right)^{0.45} \text{ [kg/km]}$$

dove:

s percentuale di contenuto di limo [%];

W peso medio dei veicoli circolanti [ton].

#### Transito di mezzi di cantiere su strade asfaltate

Una significativa emissione, qualora non adeguatamente controllata, può derivare dal trasporto dei materiali su strade asfaltate, a causa dei fenomeni di risollveamento innescati dai veicoli in transito in presenza di superfici non pulite. Nella Figura 4.1-1 tratta dall' "AP 42" dell'EPA, sono schematizzati le principali cause di deposizione e rimozione delle polveri su strade asfaltate.

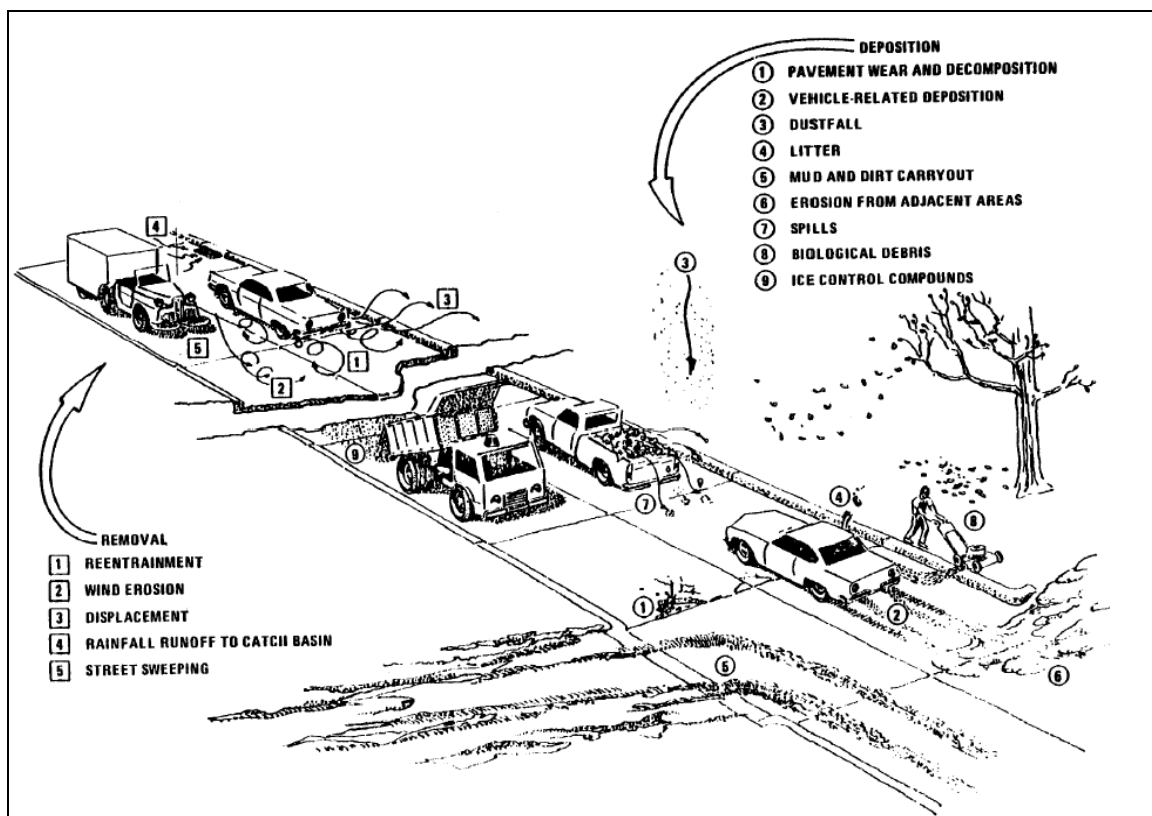


FIGURA 4.1-1 – CAUSE DI DEPOSIZIONE E RIMOZIONE DI MATERIALE POLVERULENTO SU STRADE ASFALTATE

Anche tale fenomeno è stato quantificato dall'EPA attraverso lo sviluppo di una formulazione empirica che correla i quantitativi di polvere emessi con il peso dei veicoli in transito e il quantitativo di silt (polveri con diametro uguale o inferiore ai 75 µm) presente sul manto stradale e la velocità di transito dei veicoli.

$$E = 0.62(sL)^{0.91}(W)^{1.02} \quad [\text{kg/km}]$$

In cui:

E: emissione di polveri espressa in g per Km percorso;

sL: quantitativo di silt presente sulla superficie stradale (g/m<sup>2</sup>);

W: peso medio dei veicoli che transitano lungo la strada (tons).

#### 4.1.2.2.3 Trasporto di materiale

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 problematiche legate alla movimentazione discontinua mediante autocarri sono sostanzialmente state analizzate nel paragrafo relativo alle piste e ai piazzali, in quanto la principale sorgente di emissioni associata a tale tipologia di movimentazione è ascrivibile ai fenomeni di risollevarimento determinati dal transito di mezzi pesanti o su superfici non asfaltate o su superfici asfaltate non pulite. In presenza di superfici asfaltate il transito dei mezzi pesanti, se non adeguatamente controllati (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 movimentazioni in continuo in quanto non si prevede l'impiego di tale tecnologia durante le fasi di cantiere oggetto di analisi.

#### 4.1.2.2.4 Stoccaggio di materiale

Lo stoccaggio di materiali da cantiere, materie prime, additivi, smarino 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 un sistema di trasporto continuo ed uno discontinuo o viceversa.

Gli stoccaggi in cumuli in sistemi chiusi sono previsti per i materiali a granulometria fine e che non devono inumidirsi.

Un cumulo è considerato attivo quando il materiale viene continuamente alimentato e ripreso dal cumulo. Un cumulo 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.

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

L'inventario delle emissioni definito dall'EPA e precedentemente citato fornisce una formulazioni empirica per stimare i quantitativi di polveri emessi da un'area di deposito.

La quantità di emissione delle aree 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.

La quantità di emissione E di materiale particolato originata dalle fasi di formazione dello stoccaggio può essere stimata con il ricorso alla seguente formulazione:

$$E = \frac{k0.0016\left(\frac{u}{2.2}\right)^{1.3}}{\left(\frac{M}{2}\right)^{1.4}}$$

dove:

- E fattore di emissione espresso come kg/Mg movimentati;
- k coefficiente correlato alle dimensioni del particolato (per il Pm10 pari a 0.35);
- U velocità media del vento [m/s];
- M contenuto di umidità del materiale [%].

L'equazione indicata è applicabile all'interno dei seguenti campi di variabilità dei parametri influenti: frazione fine 0,44-19%, contenuto di umidità 0,25-4,8%, velocità del vento 0,6-6,7 m/s.

In assenza di movimentazione del materiale stoccato l'unica fonte di emissione è determinata dall'azione di erosione/risollevamento e aerodispersione ad opera del vento. Anche per tale fenomeno l'EPA fornisce delle formulazioni semi-empiriche in grado di stimare i quantitativi emessi.

Gli studi sperimentali svolti in questo campo evidenziano che, affinché si verifichino fenomeni di erosione con risollevamento di polveri, è necessario che la velocità minima del vento sia superiore a 5 m/s a 10 cm sopra il suolo o a 10 m/s a 7 m di altezza dalla superficie esposta. E' altresì documentato che l'emissione di polveri ha un rapido decadimento e un tempo di dimezzamento di vita di pochi minuti. In altre parole il materiale che compone lo strato superficiale del terreno è caratterizzato da una disponibilità limitata di materiale fine erodibile e trasportabile a distanza.

Il calcolo del fattore di emissione richiede in primo luogo la stima della velocità del vento in prossimità del suolo. Convenzionalmente viene assunta una altezza di 15 cm e viene utilizzata la tipica distribuzione logaritmica che definisce il profilo di velocità del vento nei bassi strati dell'atmosfera:

$$u(z) = \left(\frac{u^*}{0.4}\right) \times \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) \quad (z > z_0)$$

dove:

$u$  = velocità del vento all'altezza  $z$  dal terreno [cm/s]

$u^*$  = velocità di attrito [cm/s]

$z$  = altezza al disopra della superficie [cm]

$z_0$  = rugosità superficiale [cm]

0.4 = costante di von Karman (adimensionale).

Le velocità di attrito  $u^*$  e la rugosità superficiale  $z_0$  dipendono dalla superficie interessata dal campo anemologico e possono essere determinati sperimentalmente.

Il fattore di emissione di materiale particolato conseguente a fenomeni di erosione superficiale ad opera del vento può essere espresso in g/m<sup>2</sup> con la seguente equazione:

$$E_{Pm10} = 0.5 \sum_{i=1}^n P_i \quad [\text{g/m}^2]$$

dove:

$n$  = numero di eventi su base annuale

$P_i$  = potenziale di erosione corrispondente alla velocità massima del vento raggiunta durante l'evento.

Il potenziale di erosione per una superficie asciutta è dato da:

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

dove:

$u^*$  = velocità di attrito [m/s]

$u_t^*$  = velocità di attrito limite [m/s], ossia la velocità di attrito al di sopra della quale possono verificarsi fenomeni di risollevarimento delle polveri, è strettamente correlato al tipo di suolo presente (tale parametro in presenza di aree di cantiere non asfaltate risulta pari a circa 1 m/s).

#### 4.1.2.2.5 Realizzazione di paratie/pali

Nei cantieri deputati alla realizzazione di opere civili risulta frequente l'impiego di macchinari (macchine per micropali ed idrofresc/benne mordenti) in grado di realizzare perforazioni o scavi a sezione obbligata ad esempio per la realizzazione di micropali o di diaframmi.



Dal punto di vista della possibilità di generare particolati aerodispersi sotto forma di polveri (comminuzione del materiale costitutivo del mezzo perforato fino a dimensioni aerodinamico – granulometriche adatte ) occorre distinguere tra:

- perforazioni in roccia o in materiali duri (cemento, calcestruzzo);
- perforazioni o trivellazioni in terreni.

Nelle prime l'azione disgregante degli utensili produce sempre uno sfrido, rimosso pneumaticamente o idraulicamente dal foro in esecuzione, costituito essenzialmente da polveri.

Nelle seconde, tra cui le trivellazioni ad umido o con fanghi/ fanghi bentonitici di terreni per la realizzazione di confinamenti, la natura del terreno consente l'uso di utensili che disgregano meno il mezzo perforato. Nelle trivellazioni di terreni, a meno di quelle per l'esecuzione di sondaggi geognostici, la perforatrice è idraulica e lavora sempre a umido ed in circolazione inversa: il fango iniettato funge sia da stabilizzante delle pareti del foro, sia da elemento di creazione della torbida a fondo foro che viene poi ripresa al centro dei doppi utensili fresanti ed evacuata in condotta.

Indipendentemente dalla specifica tipologia di foro eseguita, in tema di gestione delle emissioni di polvere fuggitive, valgono per le perforazioni i seguenti principi:

- minimizzare la quantità di polvere prodotta ovvero generare uno sfrido costituito da particelle di dimensioni più grossolane possibili;
- in caso di produzione di sfrido di dimensioni aerodispersibili risulta necessario:
- utilizzare tecniche per confinare le polveri all'interno del circuito di evacuazione dello sfrido (che può operare a secco o ad umido);
- utilizzare tecniche per abbattere le polveri prima del termine del circuito di evacuazione dello sfrido;
- gestire tecniche e procedure in modo da minimizzare le perdite dal circuito di evacuazione dello sfrido a boccaforo e a valle del circuito di abbattimento (batteria finale di separazione polveri, in caso di evacuazione pneumatica, circuito di separazione tra il fluido di evacuazione dello sfrido e lo sfrido stesso, in caso di evacuazione dello sfrido idraulica).

Nello specifico le idrofresse/benne mordenti:

- producono uno sfrido grossolano (anche di dimensioni decimetriche) e sono particolarmente soggette a sostituzione degli utensili usurati;
- lo sfrido è per natura della macchina evacuato ad umido o meglio, in specifico per le idrofresse, prodotto ad umido e confinato in un circuito interno di evacuazione essenzialmente costituito da condotte;
- la messa a dimora dello sfrido dopo evacuato avviene solitamente in vasconi dove il materiale rimane comunque umido.

Di conseguenza, per tale tipologia di macchinario, il problema emissivo si pone:

- all'atto di instestaggio della testa fresante nel terreno;
- nelle modalità di evacuazione dello smarino messo a dimora in cantiere (attività di per se non propria della attività ma più legata alla movimentazione materiali).

Riguardo alle perforatrici per micropali occorre tener presente che:

- producono sfrido grossolano;
- lavorano ad umido con fanghi o additivi schiumogeni (stabilizzanti del foro) ed a boccaforo producono un getto di terra umida utilizzato in genere come terra in cantiere.

Di conseguenza, per le perforatrici per micropali, il problema emissivo si pone:

- nell'attenzione posta alla gestione della terra umida prodotta;
- nell'eventuale attivazione di sistema di aspirazione alla cappa aspirante calabile a ridosso di boccaforo per la gestione degli aerosol di terra ed acqua.

#### 4.1.2.2.6 Impianti di betonaggio

Le attività afferenti il comparto degli impianti di betonaggio, o di produzione e conferimento di calcestruzzo, sono scomponibili in fasi lavorative che partono dall'approvvigionamento di materie prime e terminano con la consegna del calcestruzzo in autobetoniera o in silo/cisterne.

Gli impianti di betonaggio possono essere a grandi linee distinti in:

- centrali con caricamento a secco: i diversi componenti del calcestruzzo vengono stoccati e dosati (per pesata) nelle corrette proporzioni per essere caricati sulle autobetoniere o autobetonpomme (dotate di pompa per il calcestruzzo) per la successiva miscelazione. Ciò avviene in particolare quando la distanza tra l'impianto ed il luogo di utilizzo è grande e di conseguenza sarebbe troppo il tempo tra la fine di preparazione dell'impasto e la sua applicazione (in genere questo tempo non dovrebbe superare i 65-90 minuti);
- centrali con premiscelazione forzata: i diversi componenti vengono stoccati ed inviati, dosati per pesata, in un miscelatore fisso che confeziona l'impasto. Quest'ultimo viene poi caricato sul autobetoniera o autobetonpompa che in questo caso ha solo compiti di trasporto.

Un'ulteriore suddivisione classifica gli impianti in:

- centrali con flusso di materiali ad avanzamento orizzontale: il trasporto degli aggregati avviene con nastri che portano il materiale al punto di carico;
- centrali con flusso di materiali ad avanzamento verticale i componenti sono stoccati in silos posti sopra al miscelatore o l'autobetoniera e l'alimentazione avviene per caduta.

Le materie prime più importanti addotte ad un impianto di betonaggio sono:

- inerti calcarei in granulometrie già idonee: sabbie (aggregati fini) e ghiaia, roccia frantumata o scorie di altoforno (aggregati grossolani);
- cemento: consegnato da un cementificio mediante camion cisterna apposti;
- prodotti cementizi aggiuntivi: per esempio cemento Portland, pozzolane, utilizzati per rendere le miscele più economiche, per ridurre la permeabilità, aumentare la resistenza, etc. ;
- additivi chimici: additivi liquidi utilizzati per aggiungere aria alla miscela, ridurre il quantitativo di acqua richiesto, ritardare o accelerare la presa, rendere il calcestruzzo meno viscoso, etc.

Le fasi lavorative in cui può essere pertanto scomposta l'attività all'interno di un impianto di betonaggio sono pertanto le seguenti:

- stoccaggio inerti e stoccaggio cemento;
- trattamento e movimentazione inerti;
- miscelazione inerti e cemento (conferimento a secco e miscelazione direttamente in betoniera) o miscelazione di inerti acqua additivi e cemento (premiscelazione) o ancora miscelazione di cemento acqua ed additivi e conferimento miscela in betoniera in unione con caricamento del materiale in autobetoniere o in autobetonpompe.

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 fuggitivo solo alcune sono di tipo puntuale.

Nella Figura 4.1-2, tratta dall'Inventario delle Emissioni dell'EPA (AP-42) è schematizzato il processo di produzione del cemento evidenziato i possibili punti di emissione di particolato.

La quantità di polveri emesse dagli impianti di betonaggio possono essere definite a partire dai fattori di emissioni forniti dall'EPA (AP 42) e riportati nella Tabella 4.1-2.

Nelle valutazioni sono stata considerate le "emissioni controllate" evidenziate in grassetto in quanto gli impianti di betonaggio previsti dal progetto risultano dotati di connessioni chiuse con confinamenti totali tra:

- le tramogge silos delle materie prime e le tramogge dosatrici;
- le tramogge dosatrici ed il miscelatore;
- il punto di conferimento del prodotto finale e la tramoggia di imbocco delle autobetoniere/autobetonpompe.

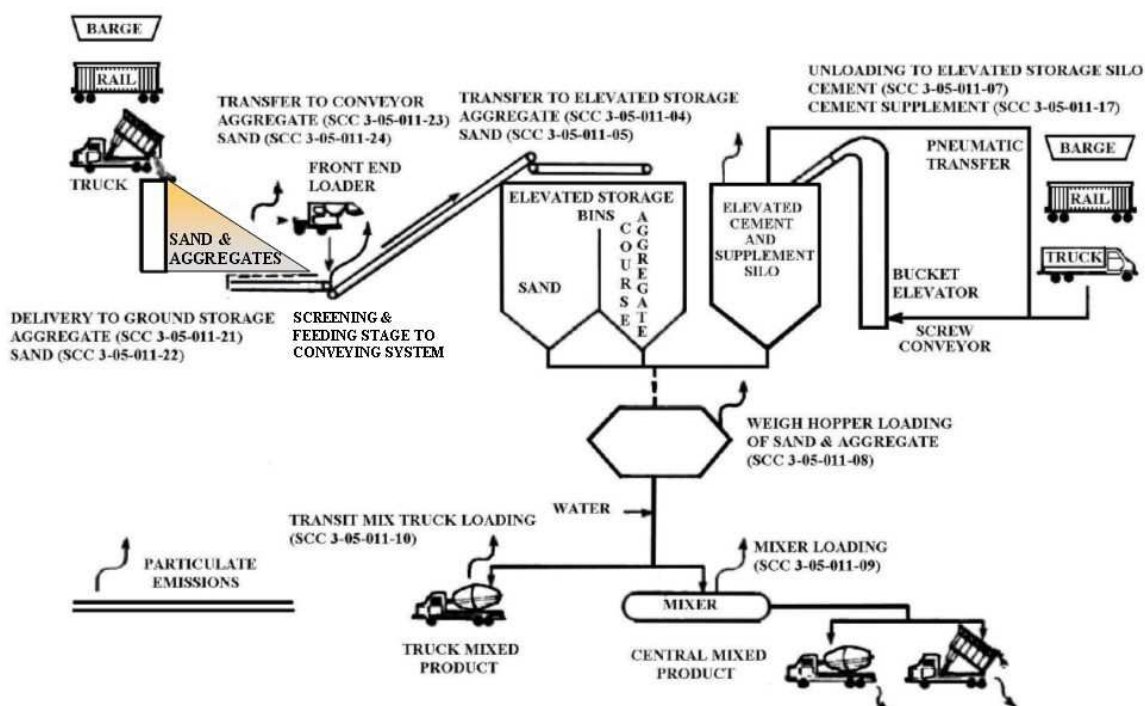


FIGURA 4.1-2 – SCHEMA DEI POTENZIALI PUNTI EMISSIVI DI UN IMPIANTO DI BETONAGGIO

FASE	MATERIALE	Kg/MG	
		EMISSIONE NON CONTROLLATA	EMISSIONE CONTROLLATA
Trasferimento di aggregati	Ghiaia	0.0017	<b>0.0017</b>
Trasferimento di sabbia	Sabbia	0.00051	<b>0.00051</b>
Scarico del cemento a silos elevati (metodo pneumatico)	Cemento	0.23	<b>0.00017</b>
Scarico degli "integratori" cemento a silos elevati (metodo pneumatico)	Additivi	0.65	<b>0.0024</b>
Tramoggia dosatrice	Totale	0.0013	0.0013
Caricamento del miscelatore	Totale	0.067	0.0024
Caricamento delle autobetoniere	Totale	0.139	0.008

TABELLA 4.1-2 – EMISSIONI PM10 DA IMPIANTI DI BETONAGGIO (FONTE EPA)

#### 4.1.2.2.7 **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

- stoccaggio e movimentazione del materiale;
- spandimento del materiale;
- aratura e rimescolamento del materiale una volta sparso.

## **4.2. EMISSIONI IN ATMOSFERA DOVUTI ALLE AZIONI DI CANTIERE**

### **4.2.1. Potenziali impatti associati al trasporto dei materiali**

Le valutazioni relative al trasporto dei materiali sono state effettuate attraverso lo sviluppo di una simulazione tipologica, mediante il codice di calcolo CALINE, che ha consentito di valutare i livelli di concentrazioni a distanze variabili da un asse stradale interessato dal flusso veicolare massimo indotto dalle lavorazioni.

La valutazioni hanno considerato lo scenario meteo climatico definito nei paragrafi precedenti a partire dalle ricostruzioni dei campi di vento forniti dal Servizio IdroMeteo della Regione Emilia Romagna e due orientamenti OvestNordOvest-EstSudEst e Nord-Sud, rappresentativi delle direzioni di sviluppo delle principali viabilità interessate dai flussi veicolari indotti. Il flusso veicolare utilizzato è pari a 167 veicoli/giorno ed è rappresentativo del flusso massimo che si verrà a determinare lungo la viabilità esterna (Ambito 2 – Fase 2). I coefficienti di emissione considerati fanno riferimento all'impiego di mezzi pesanti (> 28 tonnellate) conformi alle direttiva Euro III. La sorgente considerata risulta caratterizzata dalle seguenti emissioni:

- NOx: 149.5 g/km\*h;
- Pm10: 0.047 g/km\*h;
- Pm2.5: 0.038 g/km\*h.

I risultati delle valutazioni, relativamente al parametro media annuale e agli inquinanti NO<sub>2</sub>, Pm10 e Pm2.5, sono rappresentati nelle successive Figura 4.2-1÷Figura 4.2-6.

Si ritiene opportuno sottolineare che i valori di NO<sub>2</sub> si riferiscono alla totalità degli NO<sub>x</sub>, considerati cautelativamente tutti NO<sub>2</sub>, in quanto i livelli di concentrazione particolarmente contenuti non permettevano l'impiego della formula semiempirica descritta nei paragrafi precedenti.

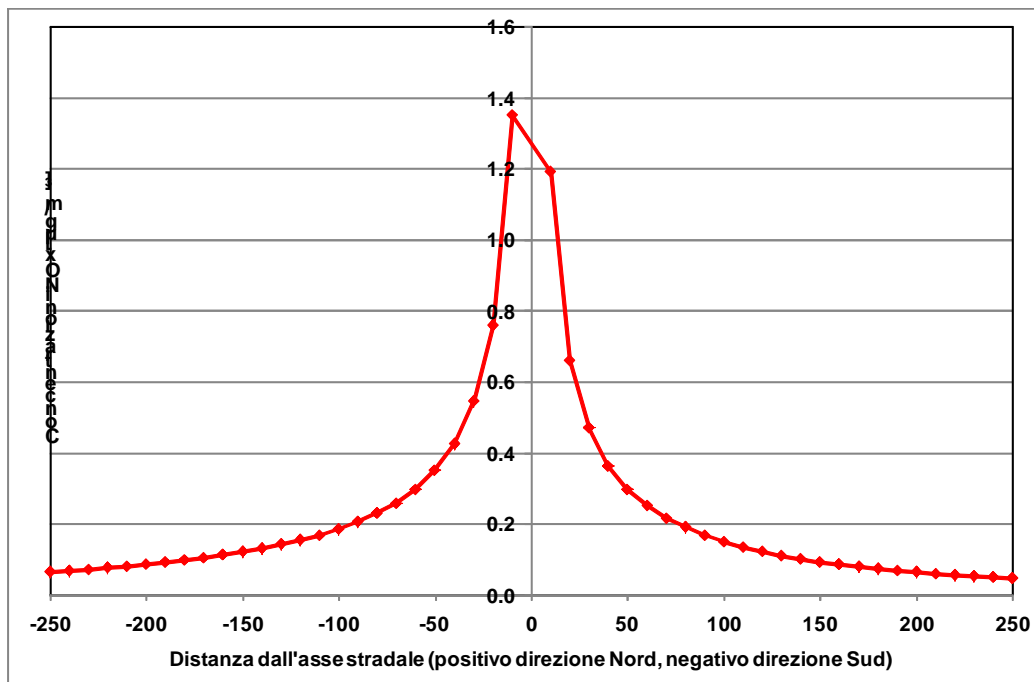


FIGURA 4.2-1 – CONCENTRAZIONI MEDIE ANNUALI NOx: FLUSSI VEICOLARI INDOTTI – ORIENTAMENTO VIABILITÀ: OVEST NORD OVEST – EST SUD EST.

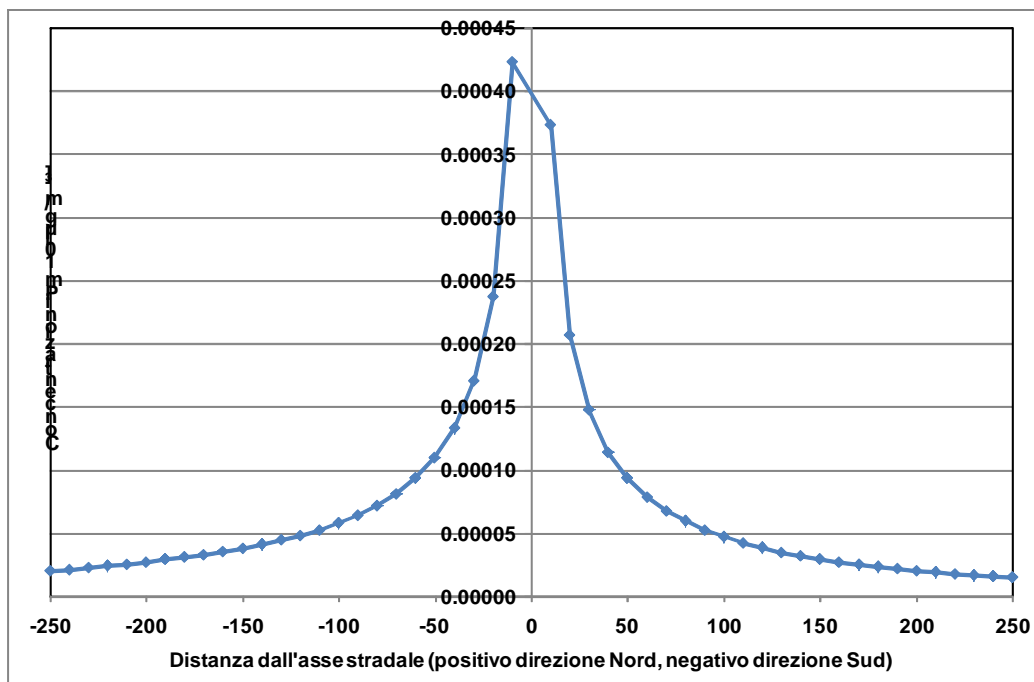


FIGURA 4.2-2 – CONCENTRAZIONI MEDIE ANNUALI PM 10: FLUSSI VEICOLARI INDOTTI – ORIENTAMENTO VIABILITÀ: OVEST NORD OVEST – EST SUD EST.

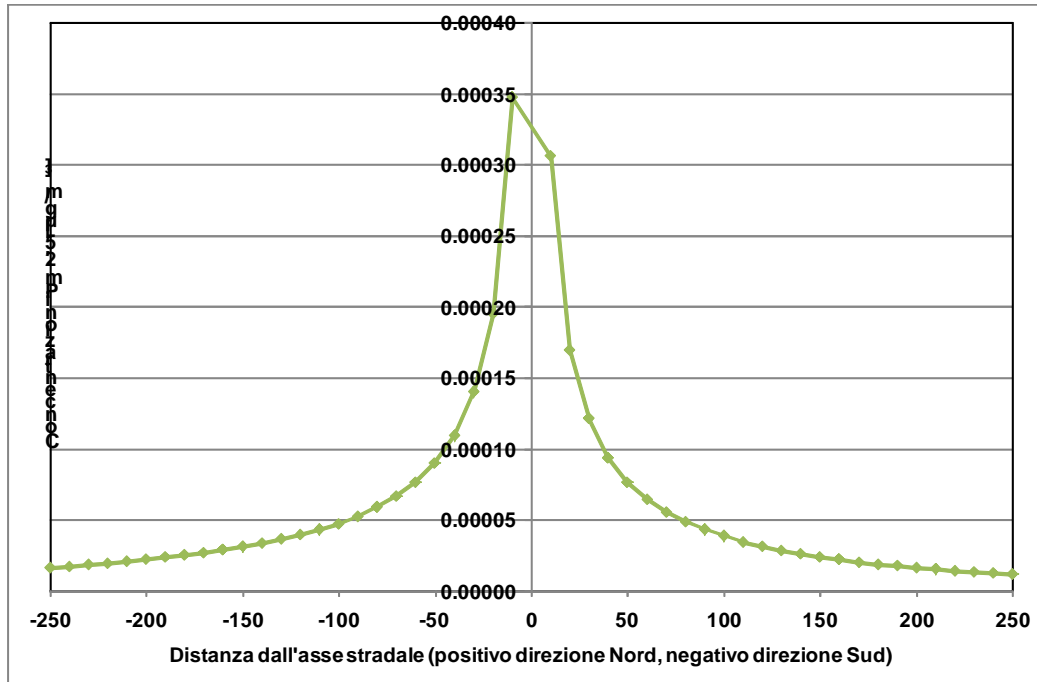


FIGURA 4.2-3 – CONCENTRAZIONI MEDIE ANNUALI PM 2.5: FLUSSI VEICOLARI INDOTTI – ORIENTAMENTO VIABILITÀ: OVEST NORD OVEST – EST SUD EST.

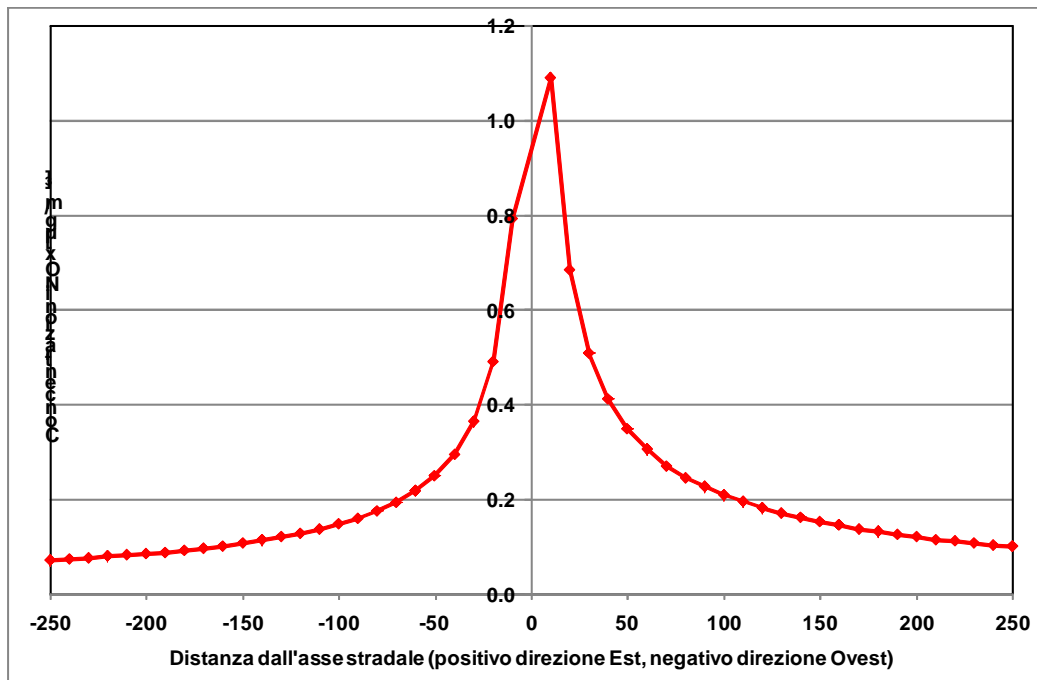


FIGURA 4.2-4 – CONCENTRAZIONI MEDIE ANNUALI NOx: FLUSSI VEICOLARI INDOTTI – ORIENTAMENTO VIABILITÀ: NORD - SUD.

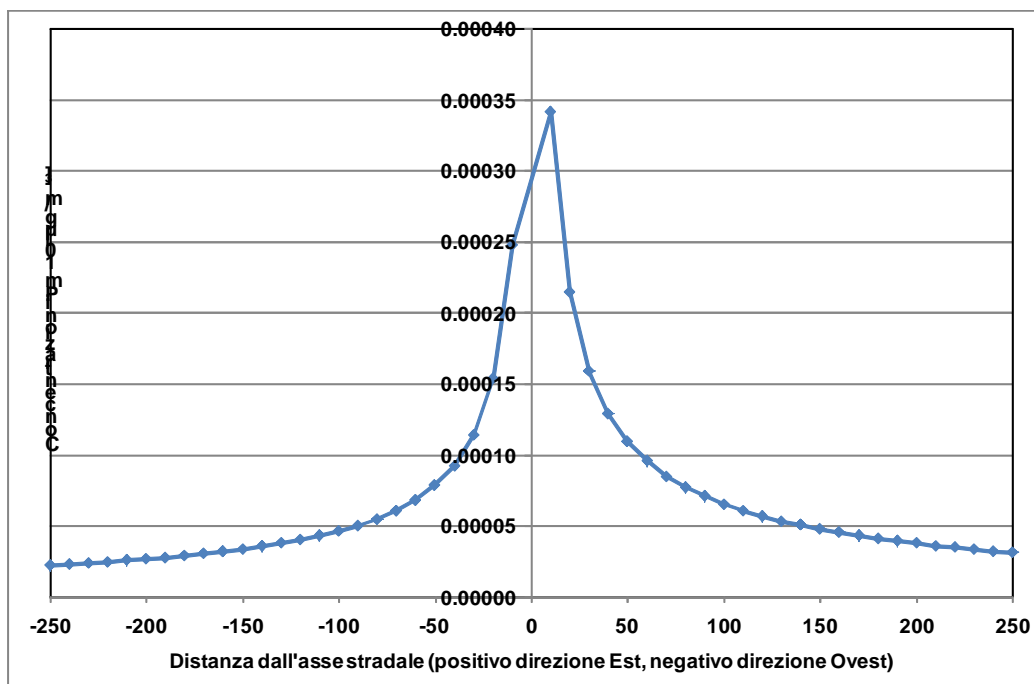


FIGURA 4.2-5 – CONCENTRAZIONI MEDIE ANNUALI PM10: FLUSSI VEICOLARI INDOTTI – ORIENTAMENTO VIABILITÀ: NORD - SUD.

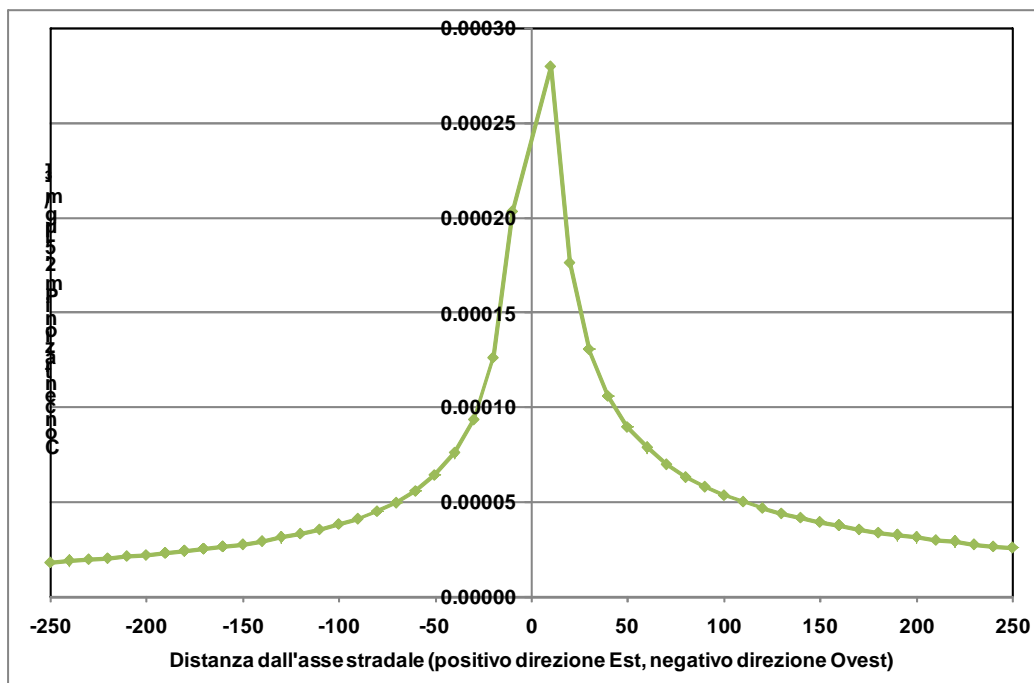


FIGURA 4.2-6 – CONCENTRAZIONI MEDIE ANNUALI PM2.5: FLUSSI VEICOLARI INDOTTI – ORIENTAMENTO VIABILITÀ: NORD - SUD.



#### 4.2.2. Fronte di avanzamento

Le valutazioni relative al fronte di avanzamento sono state effettuate attraverso lo sviluppo di una simulazione tipologica, mediante il codice di calcolo CALINE, che ha consentito di valutare i livelli di concentrazioni a distanze variabili dall'area oggetto di attività.

Le valutazioni hanno considerato lo scenario meteo climatico definito nei paragrafi precedenti a partire dalle ricostruzioni dei campi di vento forniti dal Servizio IdroMeteo della Regione Emilia Romagna e un orientamento dell'area di attività analogo a quello prevalente della futura infrastruttura (OvestNordOvest-EstSudEst). Dal punto di vista emissivo sono state considerate le emissioni determinate dall'attività contemporanea di 5 macchine operatrici (potenza media 200 kW) nell'intervallo su di un turno lavorativo di 8 ore, sia relativamente alle emissioni da motore sia per ciò che concerne i fenomeni di risollevarimento di polveri determinati dal transito su aree non asfaltate.

La sorgente considerata risulta caratterizzata dalle seguenti emissioni:

- NOx: 260 g/km\*h;
- Pm10: 2120 g/km\*h;
- Pm2.5: 225 g/km\*h.

I risultati delle valutazioni, relativamente al parametro media annuale e agli inquinanti NO<sub>2</sub>, Pm10 e Pm2.5, sono rappresentati nelle successive Figura 4.2-7÷Figura 4.2-9. Si ritiene opportuno sottolineare che i valori di NO<sub>2</sub> si riferiscono alla totalità degli NO<sub>x</sub>, considerati cautelativamente tutti NO<sub>2</sub>.

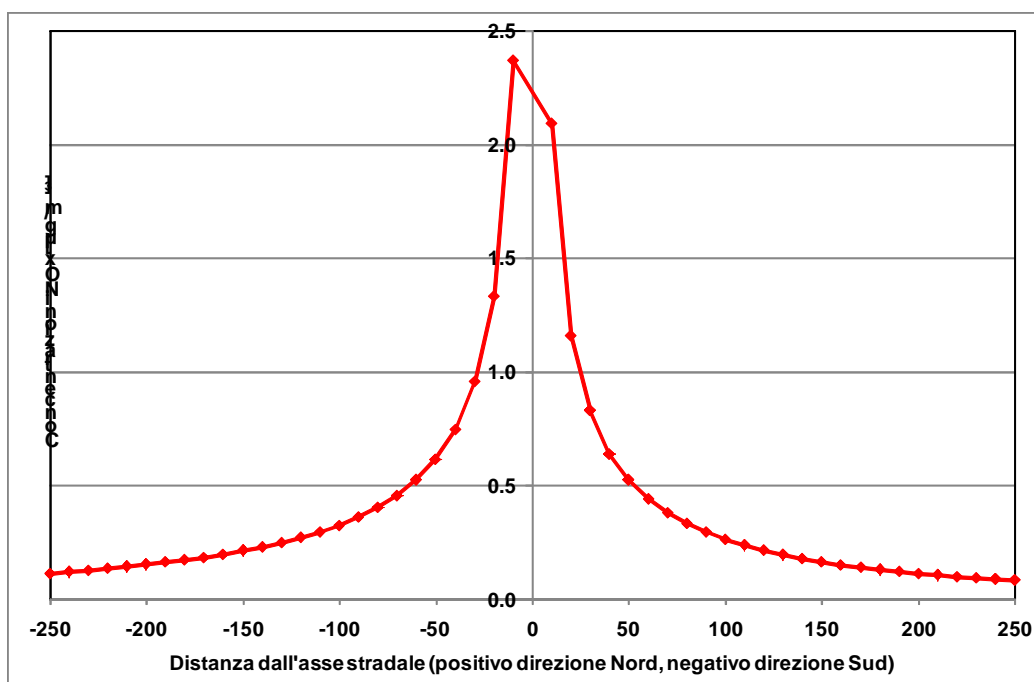


FIGURA 4.2-7 – CONCENTRAZIONI MEDIE ANNUALI NO<sub>x</sub>: FRONTE DI AVANZAMENTO.

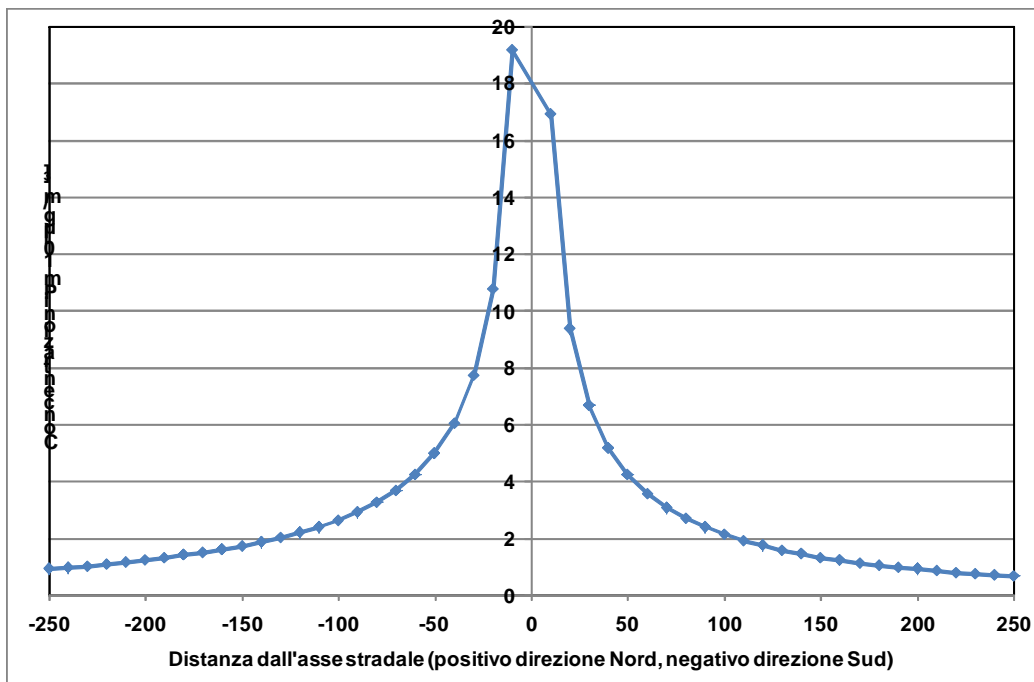


FIGURA 4.2-8 – CONCENTRAZIONI MEDIE ANNUALI PM10: FRONTE DI AVANZAMENTO.

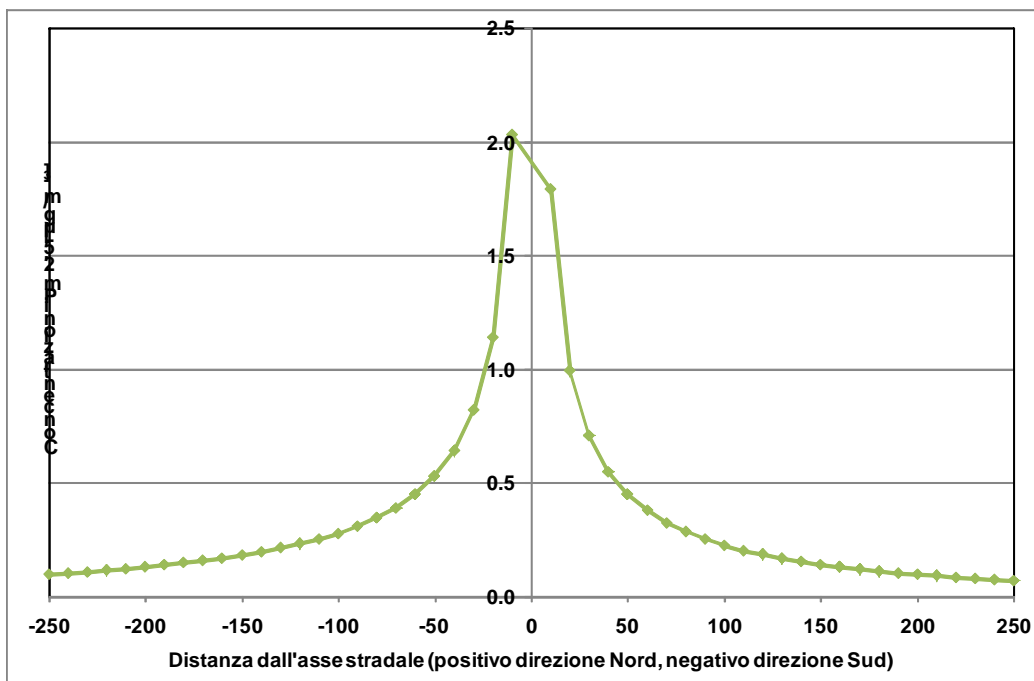


FIGURA 4.2-9 – CONCENTRAZIONI MEDIE ANNUALI PM2.5: FRONTE DI AVANZAMENTO.

### 4.2.3. Cantieri fissi

Le valutazioni relative agli impatti associati alle attività che si svilupperanno all'interno dei cantieri fissi sono state sviluppate in maniera specifica per ogni sito e, analogamente agli abachi relativi ai flussi veicolari indotti e ai fronti di avanzamento, hanno considerato come parametro di riferimento la media annuale degli inquinanti NO<sub>2</sub> (considerati cautelativamente pari alla totalità degli NO<sub>x</sub>), Pm<sub>10</sub> e Pm<sub>2.5</sub>. Anche in questo caso lo scenario considerato è quello di massimo impatto relativo all'Ambito 2 – Fase 2.

I calcoli modellistici, effettuati mediante il codice di calcolo ISC, hanno considerato lo scenario meteorologico fornito dalle ricostruzioni dei campi di vento dal Servizio IdroMeteo della Regione Emilia Romagna.

Le sorgenti considerate per ogni cantiere sono sintetizzate nella successiva Tabella 4.2-1. Le emissioni sono state calcolate utilizzando le formulazioni precedentemente descritte e, per ciò che riguarda le emissioni da motore, ipotizzando l'impiego di mezzi pesanti EURO III e di macchine operatrici OFFROAD allo stage II delle direttive 97/68/EC e 2004/26/EC.

I risultati sono rappresentati attraverso mappe delle isoplete nelle successive Figura 4.2-10÷Figura 4.2-15.

CANTIERE	SORGENTE	EMISSIONE G/H		
		NO <sub>x</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>
CB	Emissioni mezzi pesanti in transito	4.6	0.001	0.001
	Emissioni macchine operatrici	105	6	6
	Emissioni risollevarimento polveri da piste asfaltate	-	53	13
	Emissioni movimentazioni terre	-	16	5
	Emissioni impianto di betonaggio	-	143	71
CB mitigato	Emissioni mezzi pesanti in transito	4.6	0.0005	0.0005
	Emissioni macchine operatrici	105	3	3
	Emissioni risollevarimento polveri da piste asfaltate	-	26.5	6.5
	Emissioni movimentazioni terre	-	8	2.5
	Emissioni impianto di betonaggio	-	71.5	35.5
AT	Emissioni mezzi pesanti in transito	0.7	0.0002	0.0002
	Emissioni macchine operatrici	105	6	6
	Emissioni risollevarimento polveri da piste asfaltate	-	8	2
	Emissioni movimentazioni terre	-	16	5

TABELLA 4.2-1 – EMISSIONI CANTIERI FISSI

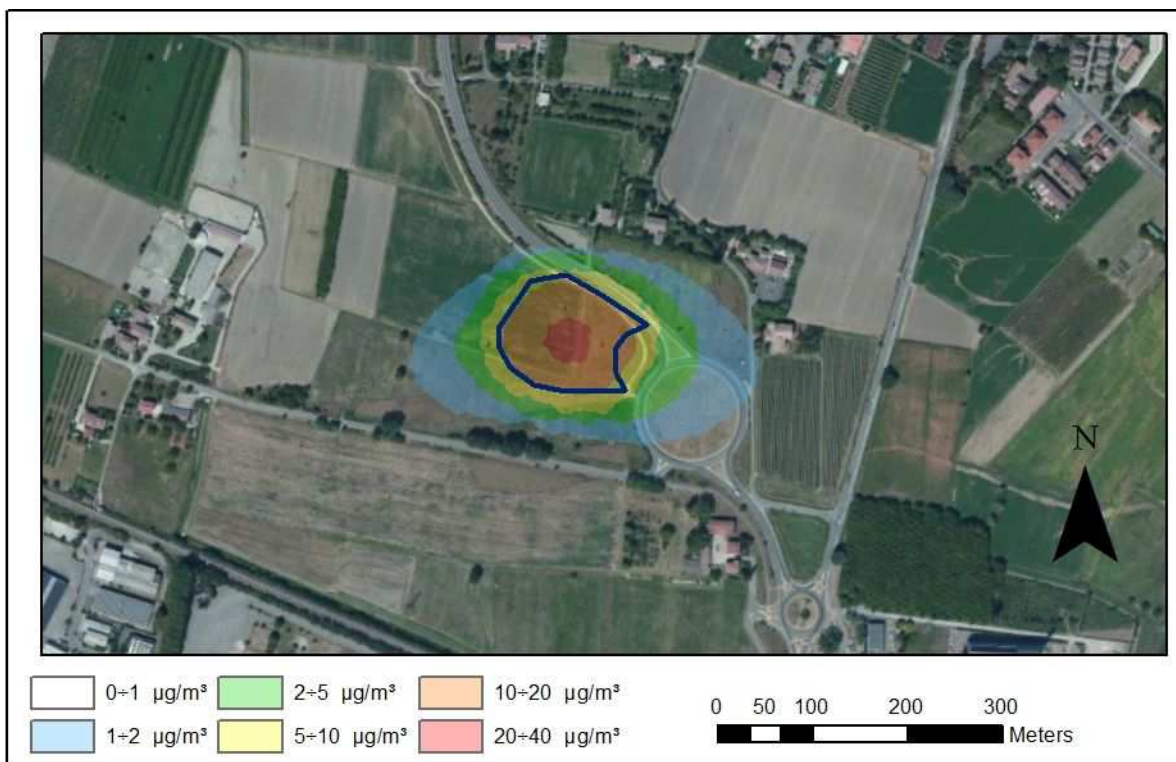


FIGURA 4.2-10 – CONCENTRAZIONI MEDIE ANNUALI NOX: CANTIERE CB.

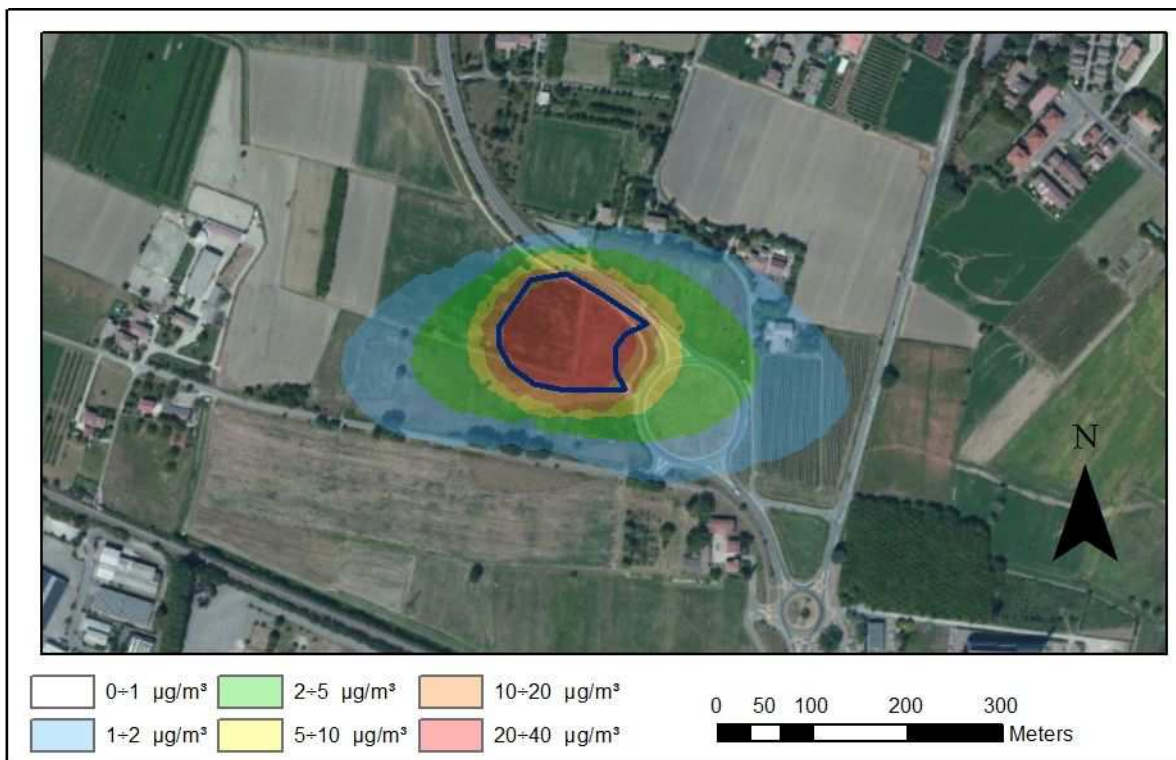


FIGURA 4.2-11 – CONCENTRAZIONI MEDIE ANNUALI PM10: CANTIERE CB.

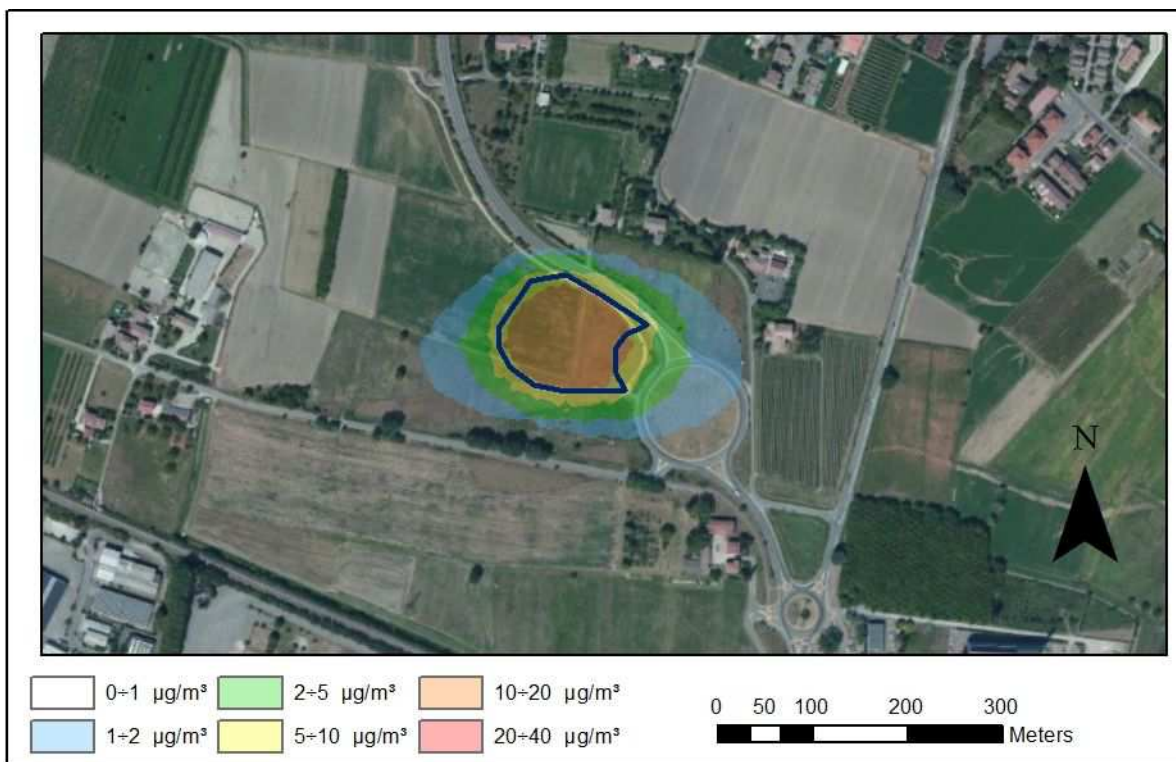


FIGURA 4.2-12 – CONCENTRAZIONI MEDIE ANNUALI PM2.5: CANTIERE CB.

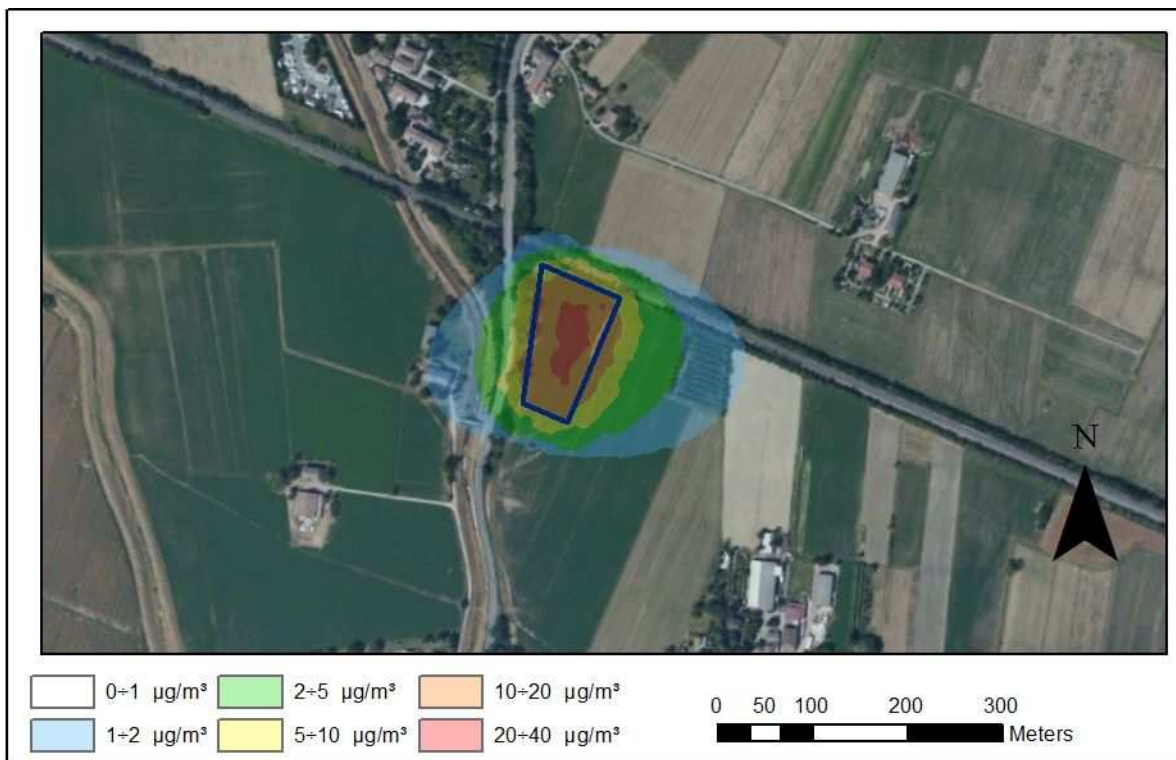


FIGURA 4.2-13 – CONCENTRAZIONI MEDIE ANNUALI NOx: CANTIERE AT.

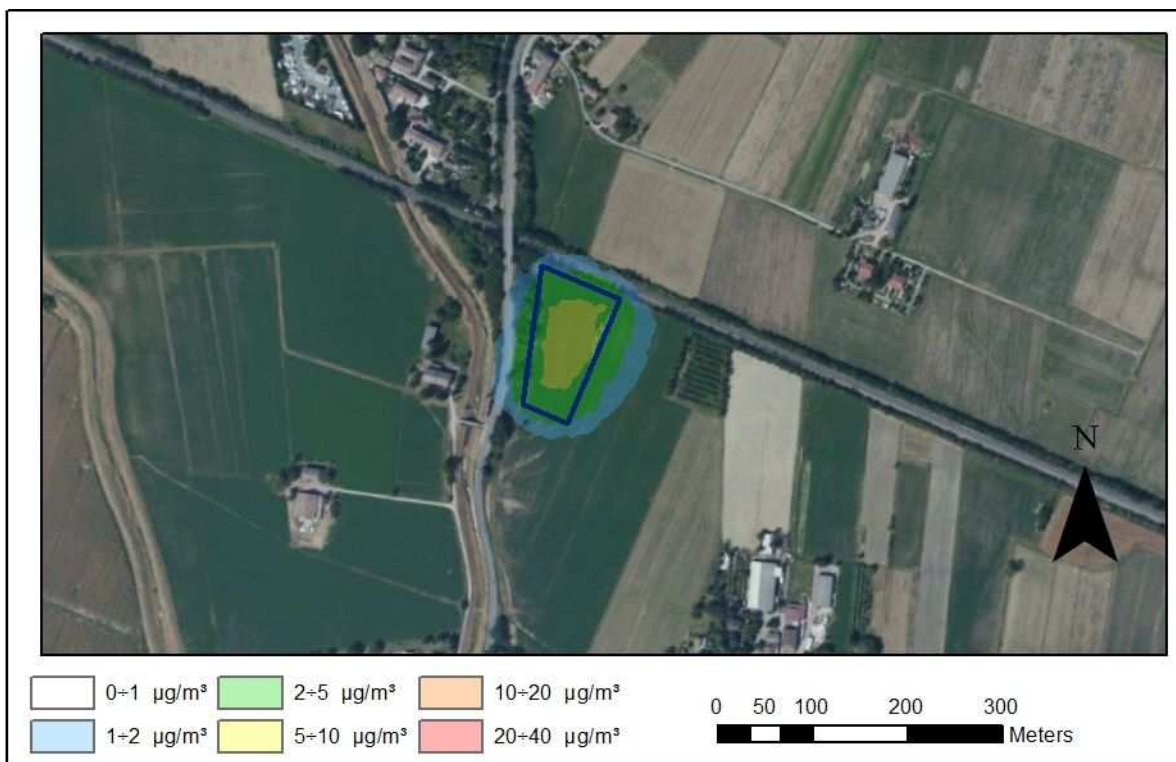


FIGURA 4.2-14 – CONCENTRAZIONI MEDIE ANNUALI PM10: CANTIERE AT.

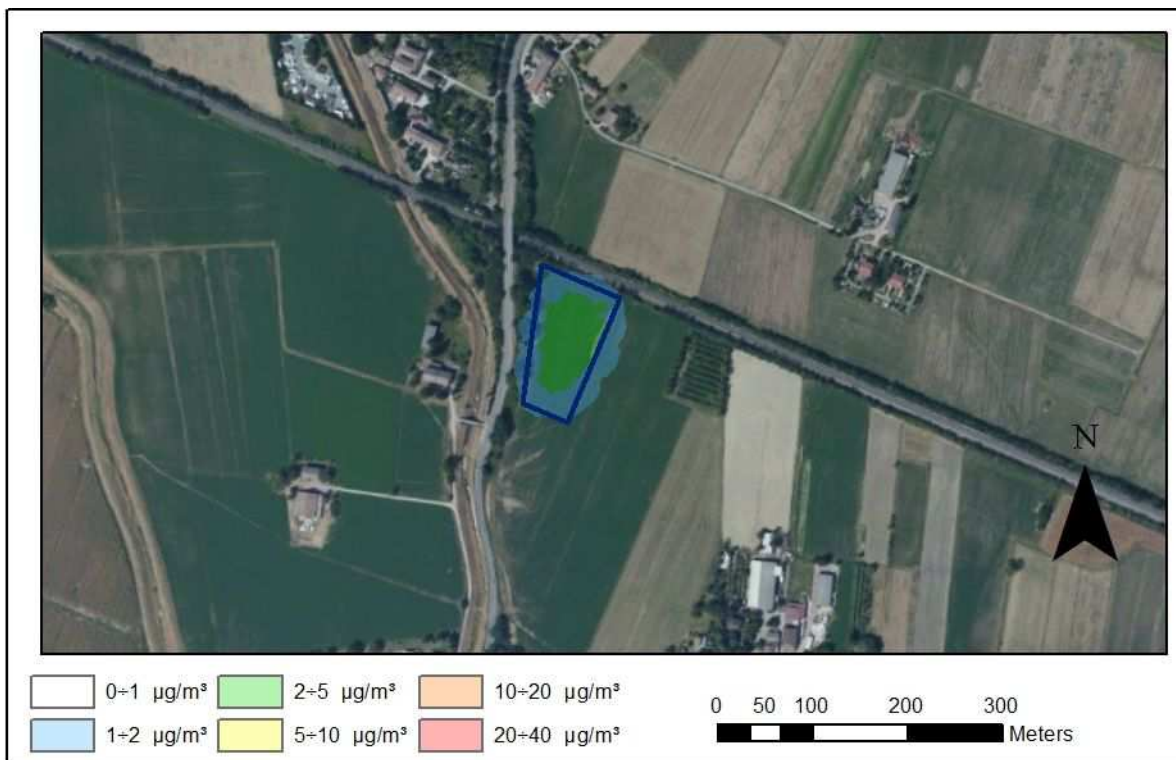


FIGURA 4.2-15 – CONCENTRAZIONI MEDIE ANNUALI PM2.5: CANTIERE AT.

#### **4.2.4. Analisi dei risultati**

Le valutazioni hanno evidenziato un livello di alterazione complessivamente contenuto e tale da non determinare livelli di concentrazione, in corrispondenza del sistema ricettore, particolarmente significativi.

In particolare i flussi indotti risultano di entità tali da determinare livelli di concentrazione, in particolare per ciò che concerne le polveri, assolutamente trascurabili ( $< 0.01 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Maggiormente significativi risultano gli impatti relativi ai fronti di avanzamento che, nelle immediate vicinanze delle aree di attività (alcune decine di metri), potranno determinare livelli di concentrazione in grado di contribuire in maniera non trascurabile all'inquinamento ambientale di fondo, in particolare per ciò che concerne le polveri (a 20 m concentrazioni medie annuali superiori a circa  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  di Pm10).

Nell'interpretare tali risultati occorre tener presente l'assunzione cautelativa che in ogni area le attività si svolgano continuativamente per un intero anno.

I calcoli relativi alle installazioni fisse documentano livelli potenzialmente significativi all'interno delle aree di cantiere, ma tali da non determinare alterazioni apprezzabili della qualità ambientale in corrispondenza delle aree limitrofe.

Le concentrazioni medie annuali, in corrispondenza dei ricettori maggiormente prossimi, infatti, si mantengono per tutte le installazioni al di sotto dei  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  per tutti gli inquinanti analizzati.

In ragione della complessità dei fenomeni oggetto di analisi, è fondamentale seguire un corretto svolgimento delle attività realizzative, prevedendo una scrupolosa applicazione degli interventi mitigativi descritti nel successivo capitolo.

### **4.3. PRINCIPALI INTERVENTI DI MITIGAZIONE ADOTTATI IN FASE DI CANTIERE**

---

Come precedentemente sottolineato le valutazioni svolte hanno evidenziato mediamente il rispetto delle prescrizioni normative, tale rispetto, però, risulta condizionato all'adozione di tutte le attenzioni atte alla riduzione delle emissioni.

In particolare per ciò che concerne le polveri una gestione non attenta della problematica può determinare livelli di concentrazioni significativamente superiori a quanto testimoniato dalle valutazioni modellistiche.

Nel seguito, per le diverse tipologie di sorgenti di inquinamento individuate, si riportano gli interventi di mitigazione e le attenzioni che andranno poste in essere per ridurre al minimo gli impatti sul sistema ricettore associati alla realizzazione dell'opera.

#### 4.3.1. Interventi di carattere generale

L'obiettivo di minimizzare le emissioni, soprattutto di polveri, sarà perseguito attraverso una capillare formazione delle maestranze finalizzata ad evitare comportamenti che possono determinare l'innescare di fenomeni di produzione e dispersione dei polveri. Si riporta nel seguito l'elenco delle principali prescrizioni a cui gli operatori dovranno attenersi:

- spegnimento dei macchinari durante le fasi di non attività;
- transito a velocità molto contenute dei mezzi nelle aree non asfaltate al fine di ridurre al minimo i fenomeni di risospensione del particolato;
- copertura dei carichi durante le fasi di trasporto;
- adeguato utilizzo 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 4.3-1).

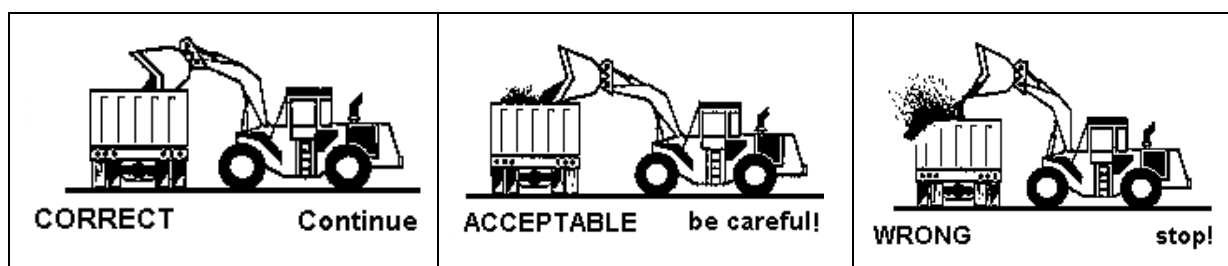


FIGURA 4.3-1 – ESEMPIO DI CORRETTO SVOLGIMENTO DELLE ATTIVITÀ DI CARICO CON PALA MECCANICA.

Un ulteriore intervento di carattere generale e gestionale ha riguardato la definizione esecutiva del lay-out di cantiere che è stata effettuata ponendo particolare attenzione nell'ubicare gli impianti potenzialmente oggetto di emissioni polverulenti, per quanto possibile, in aree non immediatamente prossime ai ricettori. Inoltre le aree di cantiere in cui possono innescarsi fenomeni di risollevarsi in presenza di vento forte e dispersione delle polveri (aree di stoccaggio, anche temporaneo, di materiali sciolti, aree non asfaltate) dovranno essere protette con schermature antivento/antipolvere realizzate ad hoc o, disponendo in maniera adeguata schermi già previsti per altri scopi (barriere antirumore, container, recinzione del cantiere, ...).

#### 4.3.2. Adeguata scelta delle macchine operatrici

L'Unione Europea ha avviato da alcuni decenni una politica di riduzione delle emissioni di sostanze inquinanti da parte dei autoveicoli e, più in generale, di tutti i macchinari dotati di motori alimentati da combustibili. Tale politica si è concretizzata attraverso l'emanazione di direttive che impongono alle case costruttrici di autoveicoli emissioni di inquinanti via via più contenute. Nelle Figura 4.3-2÷Figura 4.3-7 si riportano i coefficienti di emissione forniti dal modello COPERT IV relativamente ai veicoli commerciali pesanti alimentati a diesel e circolanti ad una velocità di 50 Km/h.



Come si può osservare l'impiego di veicoli conformi alla direttiva Euro IV e V garantisce, relativamente al Pm10, una riduzione delle emissioni pari mediamente al 95% rispetto alle emissioni dei veicoli Pre Euro e superiori all'80% rispetto ai veicoli Euro III. Relativamente agli Ossidi di Azoto la riduzione tra veicoli PreEuro e Euro V risulta pari a circa l'80%, mentre il confronto tra Euro IV e Euro V evidenzia una diminuzione delle emissioni superiore al 40%. Molto significativa risulta anche la riduzione dei NMVOC che, confrontando veicoli PreEuro e Euro V, risulta superiore al 98%. Analogamente, per i veicoli OFF ROAD, le direttive 97/68/EC e 2004/26/EC, prescrivono una riduzione delle emissioni in tre "stage", lo stage III risulta obbligatorio, in funzione della potenza dei macchinari, per mezzi omologati tra il 1/07/05 e il 1/01/07 (vedasi Figura 4.3-4 ÷ Figura 4.3-7). Anche in questo caso, considerando macchinari di potenza intermedia (75-560 kW), intervallo in cui ricadono buona parte delle macchine tipiche da cantiere, si assiste ad una riduzione delle emissioni molto significativa, (confrontando Stage III e macchine senza specifica omologazione: Pm10 - 80%, NO<sub>x</sub> = -76%, NMVOC= -60/-70%). Alla luce di quanto riportato al fine di contenere le emissioni dovrà essere privilegiato l'impiego di macchinari di recente costruzione.

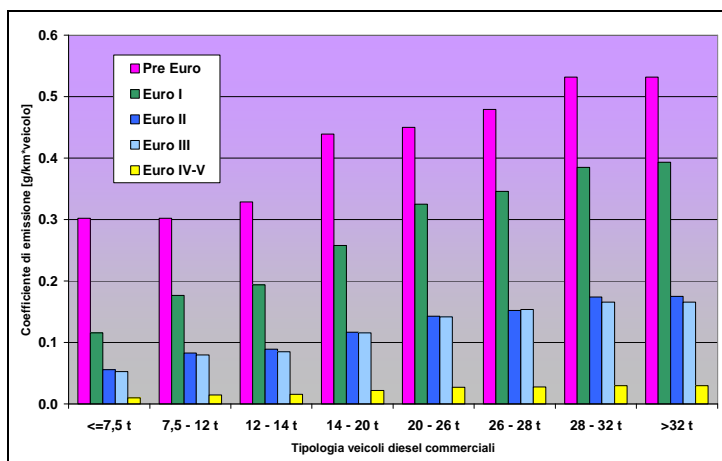


FIGURA 4.3-2 – COEFFICIENTI DI EMISSIONE PM10 VEICOLI DIESEL COMMERCIALI PESANTI (COPERT IV).

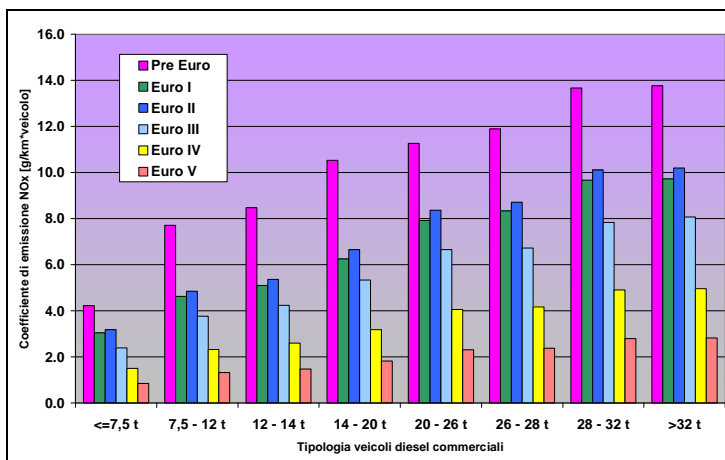


FIGURA 4.3-3 – COEFFICIENTI DI EMISSIONE NOx VEICOLI DIESEL COMMERCIALI PESANTI (COPERT IV).

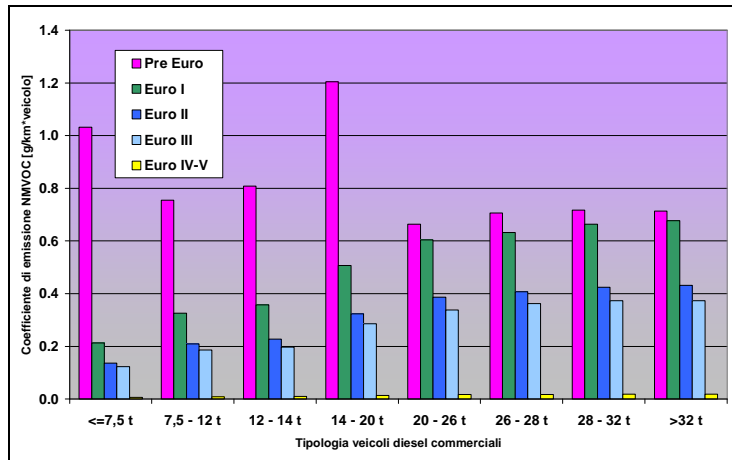


FIGURA 4.3-4 – COEFFICIENTI DI EMISSIONE NMVOC VEICOLI DIESEL COMMERCIALI PESANTI (COPERT IV).

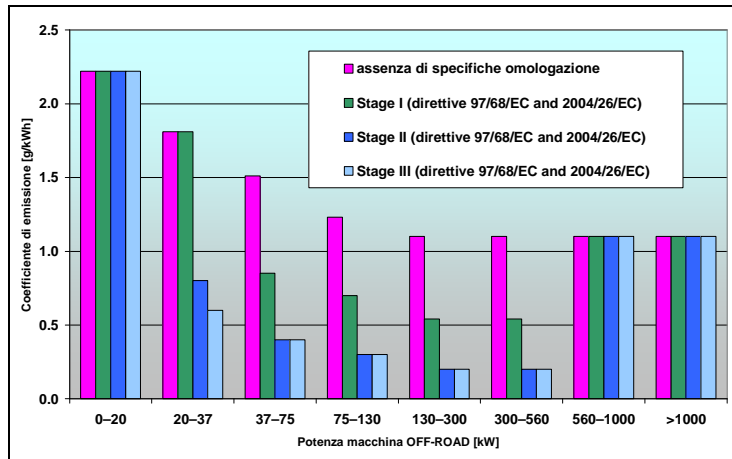


FIGURA 4.3-5 – COEFFICIENTI DI EMISSIONE PM10 VEICOLI OFF-ROAD (FONTE EMEP/EEA).

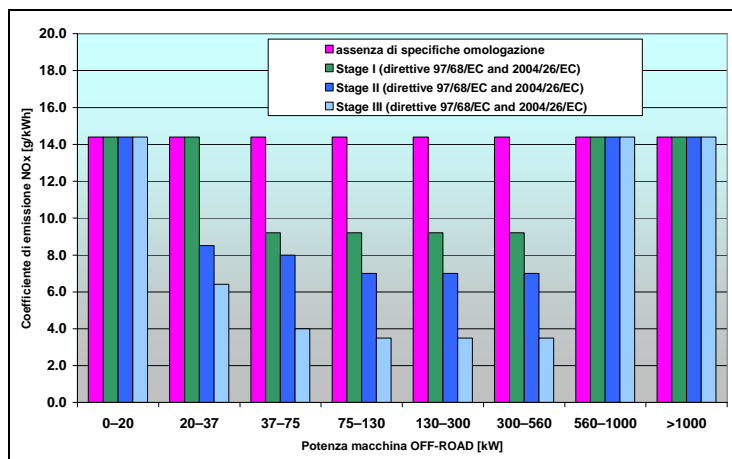


FIGURA 4.3-6 – COEFFICIENTI DI EMISSIONE NOx VEICOLI OFF-ROAD (FONTE EMEP/EEA).

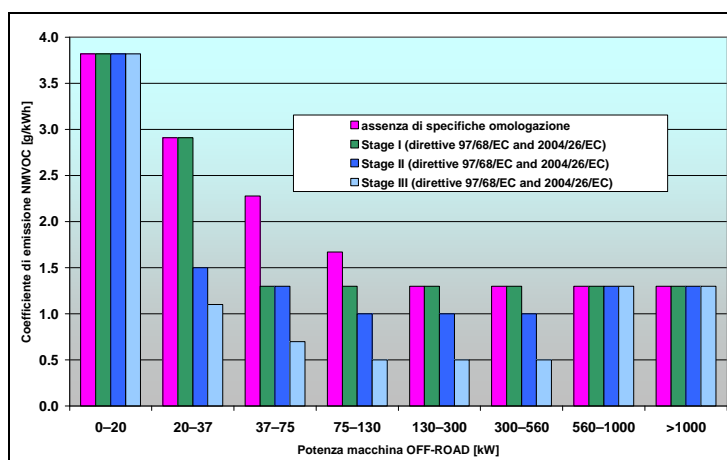


FIGURA 4.3-7 – COEFFICIENTI DI EMISSIONE NMVOC VEICOLI OFF-ROAD (FONTE EMEP/EEA).

#### **4.3.3. Interventi per il contenimento delle emissioni associate al transito dei mezzi pesanti su piste e piazzali**

Gli interventi di mitigazione inerenti le emissioni di polveri in presenza di movimentazione di mezzi su piste/piazzali differiscono in funzione della tipologia di pavimentazione.

In presenza di piste/piazzali pavimentati gli interventi possibili sono:

- pulizia piste/piazzali;
- lavaggio dei pneumatici.

In presenza di piste/piazzali non pavimentati gli interventi riguardano:

- adeguata scelta della tipologia di fondo;
- protezione dal vento;
- bagnatura.

##### **4.3.3.1 Pulizia piste/piazzali pavimentati**

L'entità delle emissioni di polveri associate al transito di veicoli su piste/piazzali asfaltati è strettamente connessa alla presenza di materiale sul manto stradale. Tale materiale, infatti, a seguito delle sollecitazioni determinate dagli pneumatici dei veicoli, può essere comminuto e risollevato. Appare chiaro, quindi, che un primo intervento di mitigazione è rappresentato da una adeguata gestione delle aree di transito finalizzata a ridurre la quantità di materiale presente.

La pulizia delle aree soggette al transito di veicoli potrà essere garantita sia attraverso azioni preventive, finalizzate ad evitare il deposito di materiale, sia attraverso attività di pulizia.

Le principali azioni preventive riguardano:

- evitare perdite di carico dai mezzi in transito,
- evitare, per quanto possibile, il transito di mezzi da aree non asfaltate ad aree asfaltate,
- gestire correttamente (vedi paragrafi successivi) le torbide prodotte dall'impiego di acqua durante le fasi di scavo e/o demolizione.

#### Pulizia piste/piazzali

Per ciò che riguarda le attività di pulizia esse devono essere svolte mediante l'impiego di macchine spazzatrici, ossia di sistemi di spazzole rotanti e bagnati cui è applicato anche un sistema di aspirazione montati stabilmente su veicoli commerciali (camion di piccole/medie dimensioni o veicoli ad hoc) o applicabili in caso di necessità a mezzi da cantiere. Alcuni esempi di macchine spazzatrici sono riportati in Figura 4.3-8.



FIGURA 4.3-8 – ESEMPI DI MACCHINE SPAZZATRICI.

La periodicità degli interventi di pulizia dovrà essere definita in funzione delle entità delle lavorazioni e delle condizioni meteorologiche.

Gli interventi andranno effettuati con maggior frequenza durante le fasi di maggiore attività, caratterizzate da maggiori flussi veicolari, ed in presenza di condizioni meteorologiche sfavorevoli, ossia in presenza di fenomeni anemologici significativi ed in corrispondenza di prolungati periodi di siccità.

Inoltre la gestione dei mezzi dovrà essere pensata in maniera tale da consentire interventi tempestivi in presenza di eventi anomali che possano determinare la deposizione di quantità significative di materiale sulle piste/piazzali.

#### Lavaggio pneumatici

Al fine di evitare che i mezzi d'opera che escono dai cantieri, in presenza di pneumatici non puliti, determinino la deposizione di materiale potenzialmente disperdibile sulle viabilità urbane, è fondamentale dotare le uscite delle aree di cantiere oggetto di flussi veicolari significativi di impianti per il lavaggio dei pneumatici.

Tali impianti possono essere a pressione o a bacino.

Nel primo caso il lavaggio avviene tramite getti di acqua in pressione, nel secondo mediante attraversamento di vasconi pieni d'acqua.

Le principali caratteristiche delle due tipologie sono descritte nelle successive Figura 4.3-9 e Figura 4.3-10.

La scelta della tipologia di impianto da impiegare potrà essere valutata caso per caso in base a considerazioni di carattere tecnico-economico.

<p>OBIETTIVO DELLA MITIGAZIONE</p>	<p>Pulire i pneumatici, i parafanghi e i telai dei mezzi pesanti che transitano nelle aree di cantiere per evitare che depositino materiale sulla viabilità pubblica che potrebbe essere facilmente comminuto e risollevato dal transito dei veicoli.</p>
<p>PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO</p>	<p>Sistema di lavaggio mediante getti di acqua in pressione erogati da ugelli nebulizzatori e lavatori.</p>
<p>CARATTERISTICHE TECNOLOGICHE DI MASSIMA IMPIANTI DI LAVAGGIO RUMORE A PRESSIONE</p>	<p>Occupazione in pianta: ~ 6 x 3 m + eventuali rampe di accesso e uscita + eventuale serbatoio in esterno.</p> <p>Necessità di un serbatoio d'acqua (7.5 m<sup>3</sup> - 40 m<sup>3</sup>).</p> <p>Normalmente non necessità di allacciamento alla fogna per la presenza di sistemi di ricircolo dell'acqua dopo processo di depurazione per sedimentazione eventualmente favorita dalla presenza di flocculanti e raschiatori.</p> <p>Necessità di scavo solo in presenza di serbatoio al di sotto dell'impianto e non fuori terra.</p> <p>Possibile dotazione di sistemi a fotocellula per l'attivazione degli ugelli.</p> <p>Necessità di allacciamento alla rete elettrica (potenza necessaria 10÷20 kW).</p> <p>Numero di ugelli: 70÷250.</p> <p>Per garantire maggiore efficacia al sistema di lavaggio: separare ingresso e uscita, evitare la possibilità di by passare il sistema di lavaggio, prevedere zona in ghiaia a valle del lavaggio per favorire l'asciugatura.</p>



FIGURA 4.3-9 – SISTEMI DI LAVAGGIO DEI PNEUMATICI A PRESSIONE.

<p>OBIETTIVO DELLA MITIGAZIONE</p>	<p>Pulire i pneumatici, i parafanghi e i telai dei mezzi pesanti che transitano nelle aree di cantiere per evitare che depositino materiale sulla viabilità pubblica che potrebbe essere facilmente comminuto e risollevato dal transito dei veicoli.</p>
<p>PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO</p>	<p>Sistema di lavaggio mediante attraversamento di vasca d'acqua con fondo adeguatamente sagomato per favorire la rimozione del materiale adeso ai pneumatici.</p>
<p>CARATTERISTICHE TECNOLOGICHE DI MASSIMA IMPIANTI DI LAVAGGIO RUMORE A BACINO</p>	<p>Occupazione in pianta: ~ 15 x 4 m + eventuali rampe di accesso e uscita.                  Necessità di periodico ricambio dell'acqua e pulizia.                  Non necessità di allacciamenti alla linea elettrica.</p>
	

FIGURA 4.3-10 – SISTEMI DI LAVAGGIO DEI PNEUMATICI A BACINO.

#### 4.3.3.2 Pulizia piste/piazzali non pavimentati

##### Adeguata scelta della tipologia di fondo

In presenza di porzioni dell'area di cantiere per i quali non è possibile prevedere la pavimentazione ma che sono destinate ad essere interessate da frequenti transiti di mezzi una riduzione dei fenomeni di risollevarimento e dispersione del materiale fine può essere ottenuta attraverso una corretta posa dello strato superficiale. Nello specifico andrebbero realizzate superfici resistenti all'erosione e in grado di assicurare un buon drenaggio, risultato ottenibile attraverso una buona miscela di particelle grossolane e fini che minimizzi la percentuale di vuoti e massimizzi la massa volumica e che, per quanto possibile, minimizzi la presenza di particelle inferiori ai 75 µm.

##### Protezione dal vento

Al fine di evitare fenomeni di risollevarimento eolico di materiale polverulento, eventuali aree non asfaltate dovranno essere protette dall'azione erosiva del vento. La suddetta protezione potrà essere realizzata interponendo tra l'area da proteggere e la direzione prevalente dei fenomeni anemologici ostacoli, che potranno essere costituiti dalle stesse recinzioni del cantiere, che dovranno avere le seguenti caratteristiche: altezza minima 1÷1.5 m, porosità, nel caso in cui si optasse per l'impiego di reti antipolvere, inferiore al 50%.

##### Bagnatura (piste/piazzali non pavimentati)

Le emissioni da piste non pavimentate possono essere efficacemente contenute garantendo attraverso il corretto impiego di sistemi di bagnatura.

La bagnatura agisce sostanzialmente su due versanti:

- riduzione del potenziale emissivo;
- trasporto al suolo delle particelle di polveri aereodisperse.

La riduzione dei quantitativi emessi avviene attraverso l'opera di coesione che la presenza di acqua svolge nei confronti delle particelle di polveri potenzialmente oggetto di fenomeni di risospensione presenti sul suolo.

Il trasporto al suolo delle particelle aereodisperse avviene, viceversa, attraverso i medesimi meccanismi che consentono la rimozione delle polveri in atmosfera ad opera delle precipitazioni, ossia rain-out (le particelle fungono da nucleo di condensazione per gocce di "pioggia"), wash-out (le particelle vengono inglobate nelle gocce di "pioggia" già esistenti prima della loro caduta), sweep-out (le particelle sono intercettate dalle "gocce" nella fase di caduta). Tra i tre meccanismi quelli che presentano la maggiore efficacia sono i primi due. La definizione del sistema di bagnatura risulta fortemente condizionato dalla tipologia di sorgente che si desidera contenere e dalle sue modalità di emissione. In presenza di fenomeni di risollevarimento quali quelli determinati dalla presenza di cumuli di materiale o dal transito di mezzi su piste non asfaltate l'obiettivo della bagnatura sarà prevalentemente quello di ridurre il potenziale emissivo; viceversa in presenza di attività in cui le polveri immesse in atmosfera sono "create" dall'attività stessa (ad esempio opere di demolizione) le attività di bagnatura dovranno garantire la deposizione al suolo delle polveri prodotte.



Nel primo caso (riduzione del potenziale emissivo) l'attività di bagnatura potrà avvenire mediante diversi sistemi:

- autobotti;
- impianti mobili ad uso manuale (serbatoio collegati a lance);
- impianti fissi del tutto analoghi a quelli utilizzati per le attività di irrigazione.

Nel secondo caso (trasporto al suolo delle particelle di polveri aereodisperse) gli impianti saranno costituiti da sistemi di nebulizzazione, ossia da sistemi in grado di proiettare in atmosfera, anche a distanze di alcune decine di metri, acqua nebulizzata in grado di intercettare le particelle aereodisperse.

Nella Figura 4.3-11 si riporta una scheda sintetica relativa alle principali caratteristiche dei cannoni nebulizzatori.

L'efficacia dei sistemi di bagnatura può essere incrementata prevedendo l'impiego di additivi.

Anche in questo caso la tipologia di sostanze da aggiungere all'acqua dipenderà dalla tipologia di effetto che si intende ottenere. Nel caso di bagnature finalizzate alla riduzione dei potenziali emissivi dovranno essere impiegate sostanze che aumentano le capacità coesive dell'acqua, ad esempio cloruro di calcio, cloruro di magnesio, cloruro di sodio che hanno anche le caratteristiche di assorbire l'umidità atmosferica.

Viceversa, per aumentare la capacità di trasporto al suolo di particelle aereodisperse, dovranno essere impiegati additivi che riducendo i legami intermolecolari dell'acqua ne facilitano la nebulizzazione (saponi).

L'impiego di tali additivi ha la controindicazione di determinare un potenziale carico inquinante relativamente alle acque sotterranee e, per tale ragione, il loro impiego è molto limitato.

Nel caso specifico, ossia riduzione delle emissioni determinate dal transito dei veicoli su piste non asfaltate in ambiti di cantiere, la metodologia più adeguata è quella che prevede l'installazione di sistemi di bagnatura fissi mediante lance in grado di raggiungere ogni porzione del cantiere.

La periodicità delle operazioni di bagnatura dovrà essere valutata in funzione delle condizioni meteorologiche, in particolare per ciò che concerne la presenza/assenza di fenomeni anemologici di una certa rilevanza e di precipitazioni, e delle tipologie di attività che si svolgono.

<p>OBIETTIVO DELLA MITIGAZIONE</p>	<p>Favorire la cattura e l'abbattimento delle polveri aeree disperse.                  Bagnare in maniera uniforme e limitando il consumo di acqua una pista o un cumulo di materiale potenzialmente aerodispersibile.</p>
<p>PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO</p>	<p>Emissione di un potente getto di aria e acqua nebulizzata, mediante una ventola soffiante che lancia un flusso bi o tri-fase (acqua/aria e tensioattivo) prodotto da ugelli nebulizzatori posti sul vivo di volata del cannone.</p>
<p>CARATTERISTICHE TECNOLOGICHE DI MASSIMA</p>	<p>Alimentazione: elettrica (400v/50 Hz Trifase).                  Potenza: 10 – 500 Kw.                  Gittata (distanza massima raggiungibile dal getto di aria/acqua): da 10 a 250 m.                  Consumo di acqua: da 10 a 1000 l/minuto.                  Necessità di allacciamento ad un acquedotto.                  Possibilità di additivare l'acqua con tensioattivo (per facilitare la produzione di goccioline d'acqua di piccole dimensioni) o sostanze agglomeranti (per aumentare l'efficacia di riduzione del potenziale di risollevariabilità dei terreni bagnati).                  Rumorosità (Lw(A)): 90-95 dBa</p>



FIGURA 4.3-11 – SISTEMI DI BAGNATURA MEDIANTE CANNONI NEBULIZZATORI.

#### **4.3.4. Interventi per il contenimento delle emissioni associate al trasporto di materiale**

##### Scelta dei mezzi

La conformazione dei mezzi deputati al trasporto del materiale può condizionare positivamente la possibilità di rilasci accidentali di polveri durante le fasi di trasporto.

Le attenzioni da porre in essere riguardano:

- preferire mezzi a carrozzeria con moduli arrotondati in modo da impedire l'accumulo di materiale;
- equipaggiare i camion con paratie idraulico/meccaniche;
- utilizzare in presenza di materiale particolarmente polverulento camion a tramoggia;
- assicurare la copertura dei carichi.

##### Umidificazione del materiale

Al fine di limitare la tendenza del materiale trasportato alla dispersione è necessario garantire che lo stesso presenti un adeguato grado di umidità.

Per tale ragione è opportuno prevedere un impianto di irrorazione del materiale "secco" una volta che questo è stato caricato sul mezzo deputato al suo trasporto. In questo caso gli ugelli utilizzati devono erogare una nebbia di goccioline di acqua di dimensioni tali da essere uniformemente disperse sul carico, bagnare la superficie ed i primi strati: l'obiettivo non è catturare la polvere aerodispersa, ma bagnare la polvere presente sul materiale ed il materiale stesso per evitare dispersioni di materiale durante il trasporto o, in caso di occorrenza di esse, disperdere materiale comunque bagnato.

#### **4.3.5. Interventi per il contenimento delle emissioni associate allo stoccaggio di materiale**

Le emissioni associate alla necessità di prevedere lo stoccaggio di materiali all'interno delle aree di cantiere possono essere adeguatamente contenute prevedendo specifici interventi differenziati in funzione del fatto che lo stoccaggio avvenga in sistemi chiusi o all'aperto.

Per lo stoccaggio all'aperto gli interventi di mitigazione da porre in essere riguardano:

- scelta dell'ubicazione dei cumuli;
- modalità di realizzazione dei cumuli e scelta del sistema di contenimento del cumulo (baia aperta, baia chiusa su uno, due o tre lati, vasca di contenimento) e delle sue caratteristiche (sostanzialmente altezza delle sponde rispetto alla sommità del cumulo ed orientazione del cumulo rispetto alla direzione dei venti dominanti);
- impiego di sistemi di protezione del vento;
- interventi di bagnatura dei cumuli.

Viceversa il contenimento delle emissioni associate alla presenza di materiali stoccati in sistemi chiusi può avvenire attraverso la corretta gestione dei stessi.

#### Scelta dell'ubicazione dei cumuli (stoccaggio all'aperto).

In presenza di cumuli all'aperto una significativa riduzione delle emissioni di polveri, soprattutto di quelle relative all'azione erosiva del vento, può essere ottenuta mediante un'attenta ubicazione degli stessi all'interno dell'area di cantiere. I criteri che devono essere seguiti nella scelta del sito in cui realizzare il cumulo sono i seguenti:

- minimizzare gli spostamenti all'interno dell'area di cantiere;
- sfruttare la topografia del sito per realizzare mascherature rispetto alla direzione prevalente del vento;
- localizzare l'asse longitudinale del cumulo parallelo alla direzione del vento prevalente.

#### Modalità realizzazione dei cumuli (stoccaggio all'aperto)

Un ulteriore fattore in grado di ridurre le emissioni di polveri è legato alla modalità con cui i cumuli vengono realizzati. In questo caso le attenzioni da porre in essere riguardano:

- per quanto possibile realizzare cumuli con altezze prossime al suolo, altezza limite: 11 metri;
- preferire la realizzazione di un solo cumulo a quella di differenti cumuli distanziati: con due cumuli di capacità totale pari a quella di un cumulo la superficie libera cresce del 26%;
- mantenere il più possibile profili dolci;
- se il cumulo è conico rispettare l'angolo ottimale di 55°;
- se il cumulo è troncoconico la proporzione ottimale tra il raggio della parte piana superiore rispetto alla lunghezza del tronco di cono è di 0.55;
- con riferimento alla superficie libera dei cumuli una sezione circolare è da preferirsi ad una anulare o longitudinale;
- lo stoccaggio con muri di ritenzione riduce la superficie libera portando ad una riduzione delle emissioni di polvere diffuso. La riduzione è massimizzata se il muro è collocato nella parte sopravento dello stoccaggio all'aperto. Possibilmente usare baie aperte con muri sui tre lati con altezza dei muri sovrastante di almeno 0,5 m la linea di massima altezza del cumulo;
- 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;

- minimizzare il traffico di veicoli sul cumulo ed intorno ad esso.

#### Impiego di sistemi di protezione del vento (stoccaggio all'aperto)

Valgono le stesse indicazioni fornite per le piste ed i piazzali, con la sola attenzione che in questo caso il vento che deve essere schermato non è esclusivamente quello al suolo ma anche quello alla quota massima del cumulo.

#### Interventi di bagnatura dei cumuli (stoccaggio all'aperto)

Anche per tale intervento possono considerarsi valide le indicazioni fornite per la bagnatura dei piazzali.

#### Modalità di corretta gestione per i sistemi di stoccaggio chiusi

I sistemi chiusi più versatili per il contenimento di materiali particolarmente fini sono i silos a tramoggia.

I silos tramoggia possono anche essere utilizzati per il semplice stoccaggio di malte o materiali in torbida ed occorre sottolineare che, in termini di approccio al contenimento delle emissioni di polveri, sono una soluzione eccessiva in caso di materiale granulare o polverulento umido, bagnabile o in torbida (per esempio smarino e fluidi di scavo).

La fase maggiormente critica in termini di potenziali emissioni di polveri da parte di silos tramoggia è rappresentata dalla fase di carico. Le emissioni associate a tale attività possono essere efficacemente ridotte attraverso adeguate scelte tecnologiche. In particolare si dovrà prevedere l'impiego di trasportatori pneumatici in pressione, in aspirazione o che consentano lo sfiato dell'aria polverosa.

Con i trasportatori pneumatici in aspirazione il materiale viene aspirato da un ugello aspirante e trasportato in depressione ad un separatore che divide il flusso d'aria da quello di materiale. Il materiale trasportato viene scaricato in molti casi mediante un ciclone con scarico a valvola stellare.

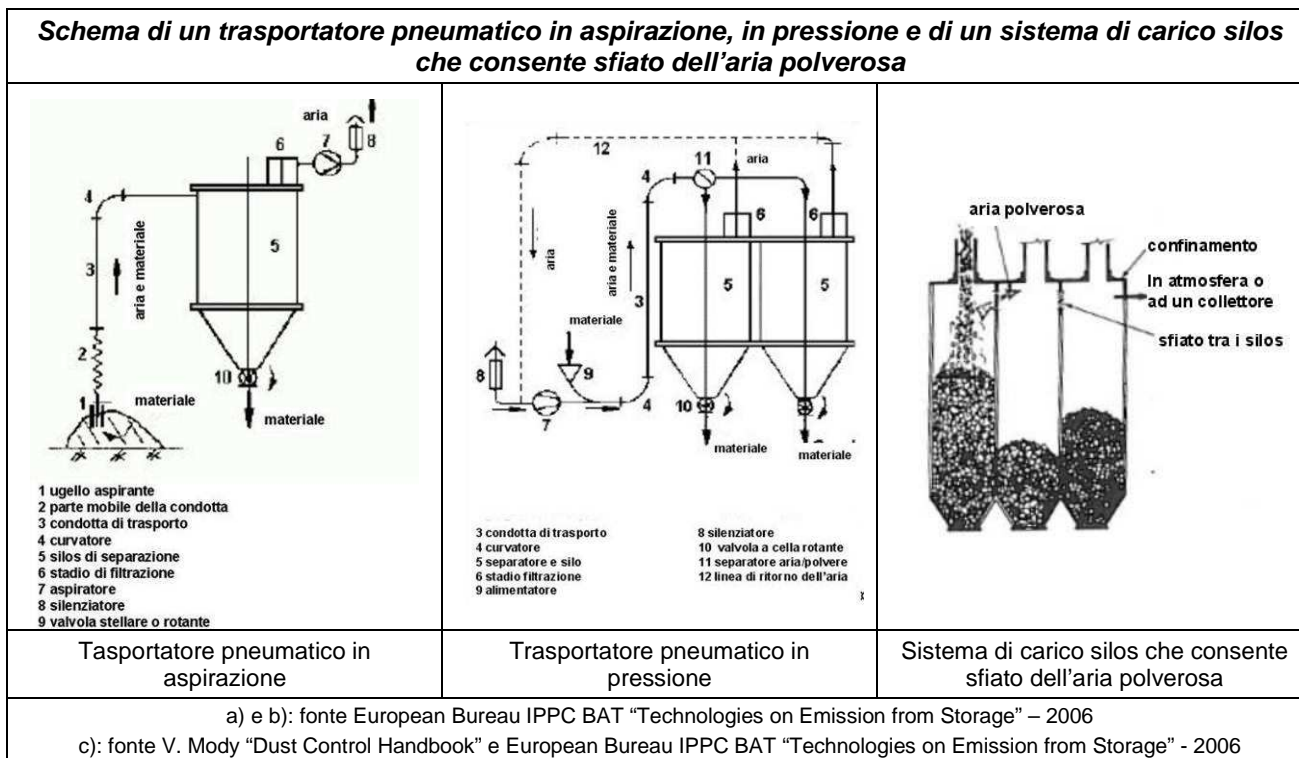
Nei trasportatori pneumatici in pressione il ventilatore/compressore è posto in testa al circuito anziché in coda. Il materiale trasportato viene introdotto nel sistema di condotte mediante un alimentatore (a cella rotante, a vite, a tramoggia) e sfruttando la differenza di pressione viene disperso nel flusso d'aria. Il sistema di condotte è ovviamente in pressione rispetto all'esterno.

Un altro sistema che viene comunemente utilizzato è quello di trasferire l'aria polverosa attraverso uno sfiato in un silo adiacente. Ovviamente ciò comporta l'uso di più silo, la loro chiusura totale e l'utilizzo di un silo avente spazio sufficiente per far sì che l'aria si espanda.

I primi due sistemi garantiscono una maggiore efficacia in termini di abbattimento ma, richiedendo un sistema pneumatico, sono caratterizzati da un alto consumo energetico. Nella Figura 4.3-12 si riporta una rappresentazione schematica dei tre sistemi di mitigazione.

La scelta delle tecnologia da utilizzare potrà essere valutata caso per caso in base a considerazioni di carattere tecnico/economico (disponibilità allaccio elettrico, disponibilità di spazio, ...).

Per il caricamento dei silos tramoggia, in caso di smarino, possono anche essere utilizzati nastri trasportatori che consentano il trasporto in verticale (sollevatori a tazze) purchè attrezzati con confinamenti in particolare al punto di scarico che deve essere attrezzato con sistemi in aspirazione o sistemi di bagnatura interni al confinamento.



**FIGURA 4.3-12 – TECNOLOGIE PER IL CONTENIMENTO DELLE EMISSIONI IN FASE DI CARICO DEI SILOS.**

#### 4.3.6. Realizzazione di micropali e paratie

Gli interventi che consentono una riduzione delle emissioni durante le fasi di realizzazioni di micropali e paratie sono:

- corretta preparazione del sito;
- scelta e gestione utensili;
- scelta dei macchinari;
- corretta gestione dei materiali di spurgo;
- corretta manutenzione dei macchinari.

### Preparazione del sito

Un significativo decremento delle emissioni da polveri può essere ottenuto attraverso una adeguata preparazione del sito da effettuarsi, in particolare, attraverso una preventiva bagnatura che, soprattutto in terreni sciolti, consentono di ridurre le emissioni nelle fase iniziale dello scavo o di intestaggio della sonda che, nella maggior parte dei casi, risulta essere quella caratterizzata da maggior quantitativi di emissione.

Questa fase è particolarmente importante per le idrofresc.

### Scelta e gestione utensili

Per entrambe le tecnologie occorre una corretta manutenzione e sostituzione degli utensili nel momento in cui il grado di affilatura/usura/smussatura supera le specifiche del costruttore: utensili affilati producono sfridi grossolani.

La scelta degli utensili, specie per le perforazioni per micropali, è importante giacchè alcune tipologie (diamanti policristallini) creano detriti più grossolani di altre.

### Scelta dei macchinari da utilizzare

Evitare, in particolare per i micropali, le sonde perforatrici a funzionamento pneumatico. Quelle idrauliche, infatti, scongiurano la produzione di polvere fine.

Scegliere perforatrici con spurgo ad acqua del detrito da fondo foro e possibilmente con circolazione inversa della torbida.

L'utilizzo di fanghi bentonitici come mezzo di spurgo consente una riduzione molto significativa delle emissioni (superiori al 90% rispetto al soluzioni con spurgo ad aria).

### Corretta gestione dei materiali di spurgo

Il detrito evacuato da fondo foro, sia per perforatrici per micropali, sia per idrofresc deve essere stoccato in zona attrezzata: evitare percolazione di torbide che possono seccare visto che contengono comunque consistenti quantità di fini.

### Corretta manutenzione dei macchinari

La pulizia delle attrezzature effettuata sul posto, specie delle sonde e delle aste deve essere eseguita:

- mai con aria compressa;
- con acqua in pressione ma in zona dove è possibile gestire le torbide prodotte giacchè contengono una consistente quantità di fini.

#### **4.3.7. Impianti di betonaggio**

Si riportano nel seguito le attenzioni da porre in essere per minimizzare gli impatti associati all'esercizio degli impianti di betonaggio.

##### Ubicazione dell'impianto ed indicazioni generali:

- ubicare l'impianto (o almeno le sue parti stazionarie e la zona cumuli se lo stoccaggio materie prime avviene secondo questa modalità) distante da abitazioni o da luoghi utilizzati per la locazione di 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;
- 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;
- 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 o direttamente a silo o tramogge dosatrici.
- il trasferimento di materiale in cumulo dovrebbe essere realizzato con sistemi di carico a proboscide telescopizzabile e dotata di sensore di posizione per mantenere il minimo franco tra il punto di scarico ed il cumulo o possibilmente attrezzati con scivolo di trasferimento per minimizzare altezza e velocità di caduta.

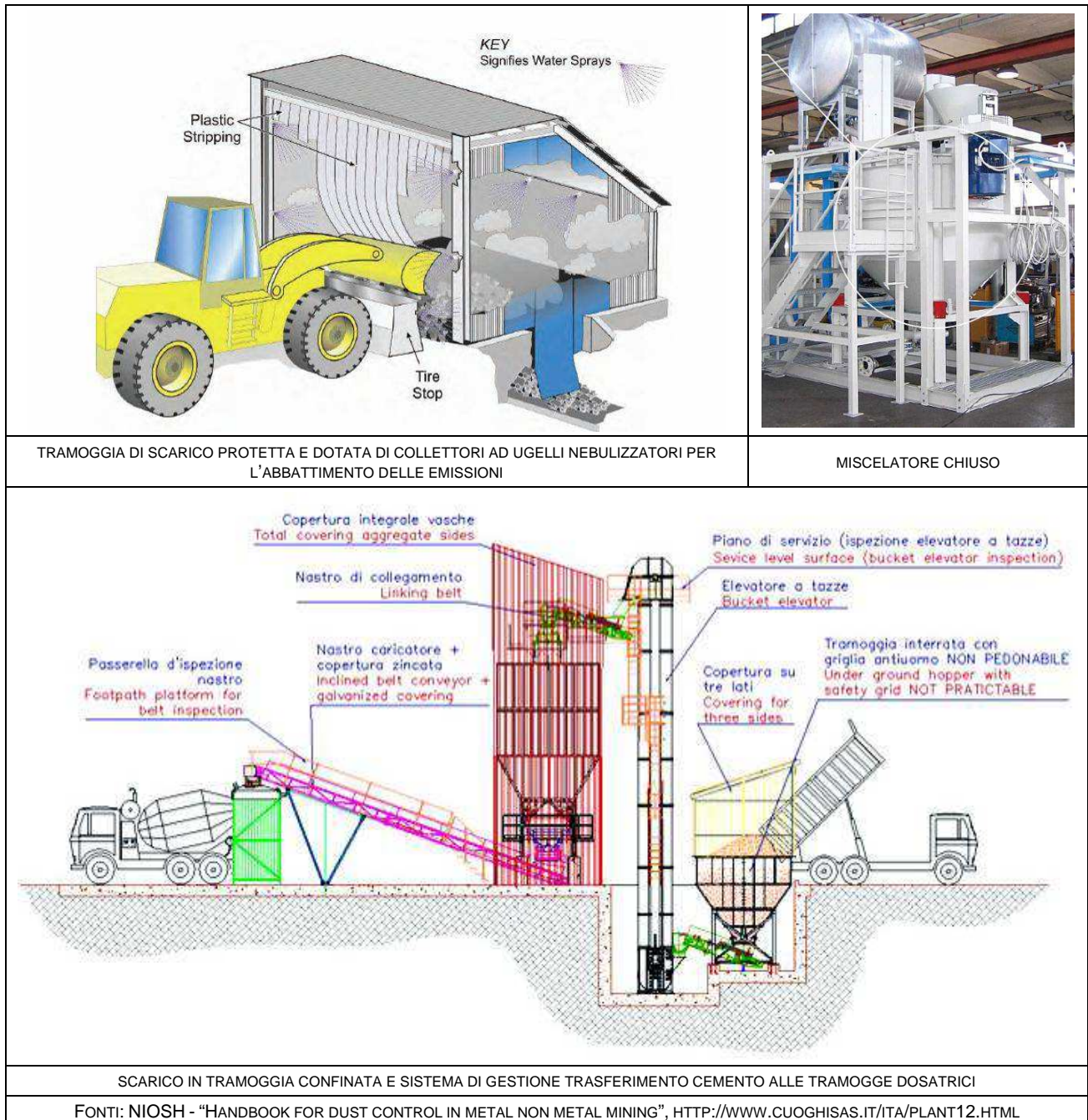
##### Carico materie prime:

- le tramogge riceventi connesse a silo non devono essere usate come sistemi di stoccaggio;
- le connessioni tra silo e celle di carico/tramogge dosatrici 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 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 devono anche essere dotati di copertura estesa per almeno due metri sul lato di carico.



	 <p style="text-align: center; font-size: small;">The S95 Hydratrak</p>	
<p>TRAMOGGIE CARRABILI</p>	<p>TRAMOGGIE CARRABILI</p>	<p>TRAMOGGIA SOTTO COPERTURA A TETTOIA</p>
		
<p>TRAMOGGIA E SCIVOLO DI CARICO APERTI</p>	<p>TRAMOGGIA CONFINATA</p>	<p>TRAMOGGIA SOTTO COPERTURA A TETTOIA</p>
<p>FONTI: V. MODY "DUST CONTROL HANDBOOK"</p>		

**FIGURA 4.3-13 – ESEMPI DI TRAMOGGE E SOLUZIONI APPLICATE ALLE TRAMOGGE PER IL CARICO DI MATERIE PRIME.**



**FIGURA 4.3-14 – SOLUZIONI APPLICATE A TRAMOGGE E COLLEGAMENTI CON I MISCELATORI PER IL CARICO ED IL TRASFERIMENTO DI MATERIE PRIME.**

Conferimento prodotti finali:

- possibilmente premiscelare i materiali finali in un mixer chiuso prima di conferirli in betoniera;
- chiudere completamente la baia di carico betoniere/camion 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.



**FIGURA 4.3-15 – ESEMPI: COLLETTORE AD UGELLI SPRAY APPLICATO AL PUNTO DI CARICO DI UNA BETONIERA, TUBAZIONE DI CARICO TELESCOPIZZATA CON SISTEMA DI ASPIRAZIONE LOCALIZZATA E SENSORE DI PROSSIMITÀ.**

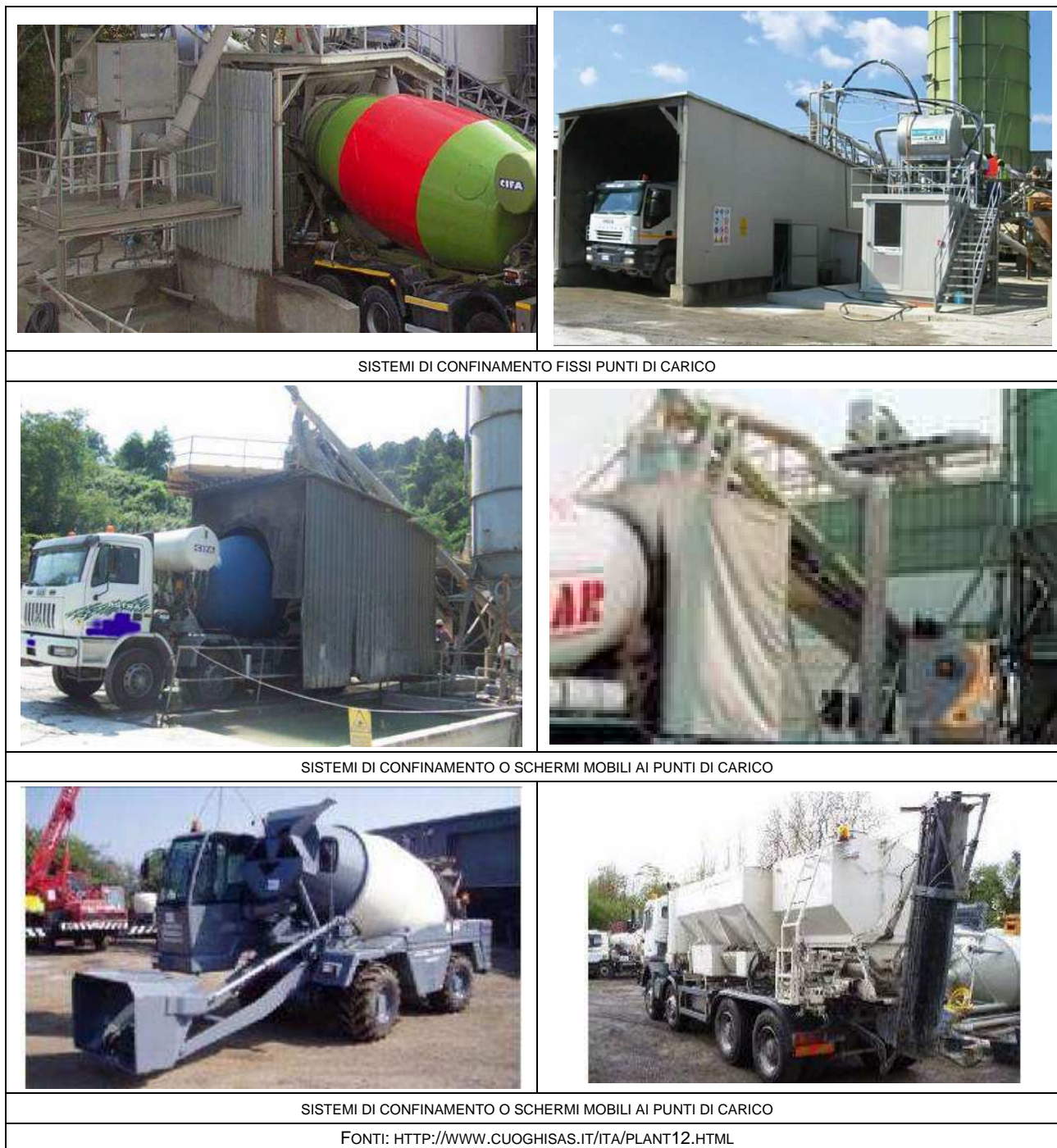


FIGURA 4.3-16 – SOLUZIONI PER MITIGAZIONE POLVERI APPLICATE AL PUNTO DI CARICO DEI PRODOTTI FINALI.

#### **4.3.8. Stabilizzazione a calce dei rilevati**

Le attenzioni da porre in essere per evitare che la stabilizzazione a calce dei rilevati determini significative emissioni di polveri sono differenziate in funzione delle fasi di lavorazione.

##### Stoccaggio prodotti di trattamento:

- 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);
- i silos e i sistemi di accumulo della macchina spargitrice devono essere 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 l'area di stoccaggio con eliminazione nel più breve tempo possibile di ogni perdita di prodotto.

##### Spargimento prodotti di trattamento:

- 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.

Miscelazione del prodotto con il terreno:

- 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.

## 5. MATRICE RUMORE E VIBRAZIONI

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

### 5.1. PRODUZIONE DI RUMORE IN FASE DI CANTIERE

#### 5.1.1. Impostazione e metodologia di analisi

L'interazione in fase di costruzione delle opere con le aree residenziali e sensibili, gli effetti sul traffico privato e pubblico, unitamente ai tempi necessari per la realizzazione delle opere, rendono il controllo di queste problematiche ambientali di particolare significato pratico.

Il rumore rappresenta uno degli agenti fisici e chimici correlati alla fase di costruzione che hanno maggiore ricaduta in termini di disturbo alla popolazione.

La possibilità di ottenere una reale riduzione dell'impatto dei cantieri passa dalla matura comprensione e consapevolezza dei limiti della tecnologia applicabile e, al tempo stesso, della conoscenza su come sfruttare le potenzialità di mitigazione offerte dalla gestione delle attività e modalità operative degli addetti.

La minimizzazione e mitigazione del rumore in fase di costruzione e il miglioramento del bilancio ambientale del progetto si traducono in scelte ambientali sostenibili che devono poter essere verificate e controllate.

Di qui la necessità di predisporre uno specifico piano di monitoraggio.

La redazione di bilanci ambientali (in conformità con le "Sustainability Reporting Guidelines on Economic, Environmental and Social Performance"), l'applicazione delle procedure ISO 14001 o del regolamento EMAS n. 761/2001 dell'Unione Europea possono essere i corollari di una gestione ambientale di minimo impatto delle attività di cantiere.

Le problematiche relative al rumore in fase di cantiere risultano molto complesse e strettamente connesse alla tipologia di lavorazioni che si svolgono e all'ambiente in cui sono inserite.

L'esperienza maturata in casi analoghi consente di individuare le seguenti problematiche relative alla componente rumore:

- gli impianti fissi a funzionamento continuo determinano, in ambienti caratterizzati da un elevato rapporto segnale/rumore, significative modificazioni del rumore di fondo. Possono verificarsi problemi di rispetto del limite di emissione e del limite differenziale di rumore in periodo notturno;

- attività e lavorazioni discontinue ma molto rumorose, quali ad esempio l'esercizio dell'impianto di betonaggio, la movimentazione dello smarino con pale cingolate o gommate, la movimentazione dei materiali con l'ausilio di gru o altri mezzi di sollevamento, contribuiscono a definire nel complesso l'innalzamento dei livelli di rumore ambientale nel periodo diurno e notturno, con problemi di rispetto dei limiti massimi di emissione e differenziale;
- segnalatori acustici di retromarcia: tutti i mezzi d'opera sono obbligati ad essere equipaggiati per motivi di sicurezza del cantiere con segnalatori acustici che entrano in funzione in fase di retromarcia. Queste emissioni tonali sono avvertite dalla popolazione residente anche a forti distanze e risultano particolarmente fastidiose;
- traffico di cantiere indotto dalle lavorazioni, dalle necessità di approvvigionamento del cantiere e dal trasporto dello smarino: i maggiori problemi si verificano negli attraversamenti dei nuclei urbani (in particolare quando sono presenti scuole) o quando il passaggio avviene a minima distanza da ricettori residenziali.

Per l'opera oggetto di approfondimento le lavorazioni saranno effettuate di norma su un turno unico di 8 ore in periodo di riferimento diurno e le attività rumorose possono essere ricondotte essenzialmente a tre tipologie di sorgenti:

- cantieri fissi: Campo Base, Area Tecnica ed Aree Operative;
- cantieri mobili: (fronte avanzamento lavori "FAL");
- traffico indotto.

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 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.

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.

Per una visione dettagliata dei processi di cantierizzazione e dei mezzi che si prevede di utilizzare in funzione della differente tipologia di lavorazioni previste si rimanda al precedente paragrafo 1.6.3 della presente relazione.

Per effettuare la valutazione degli impatti determinati dalle attività di cantiere è necessario individuare i livelli di potenza sonora che caratterizzano i macchinari impiegati.

Tale fase è stata sviluppata mediante un'analisi dei dati bibliografici esistenti, di quelli delle schede tecniche dei mezzi previsti nel cantiere e di quelli disponibili dallo Studio del Comitato Paritetico Territoriale per la prevenzione infortuni, l'igiene e l'ambiente di lavoro di Torino e Provincia, " Conoscere per prevenire n° 11".

Sulla base delle informazioni progettuali disponibili e della Pianificazione temporale dei lavori, sono stati definiti per ciascuna tipologia di cantiere, i mezzi utilizzati nella fase di lavorazione che risulta rappresentativa delle condizioni più sfavorevoli sotto il profilo acustico.

La conoscenza del livello di potenza sonora (Lw) delle macchine e attrezzature di cantiere, unitamente ai tempi e contemporaneità di funzionamento, consente di calcolare il livello di pressione sonora (Lp) sui ricettori potenzialmente più esposti al rumore attraverso l'implementazione di un modello di calcolo con il software di simulazione previsionale Soundplan.

### 5.1.2. Cantieri fissi

Come accennato nei paragrafi precedenti il processo realizzativo dell'opera richiederà tre tipologie di installazioni fisse:

- campo base;
- area tecnica;
- aree operative.

#### 5.1.2.1 Campo base (CB)

È localizzato nell'area interclusa delimitata dalla nuova rampa "a cappio", posta a nord del tracciato di progetto, che collega l'attuale via Bertani-Davoli con la carreggiata nord della tangenziale (vedasi successiva Figura 5.1-1).

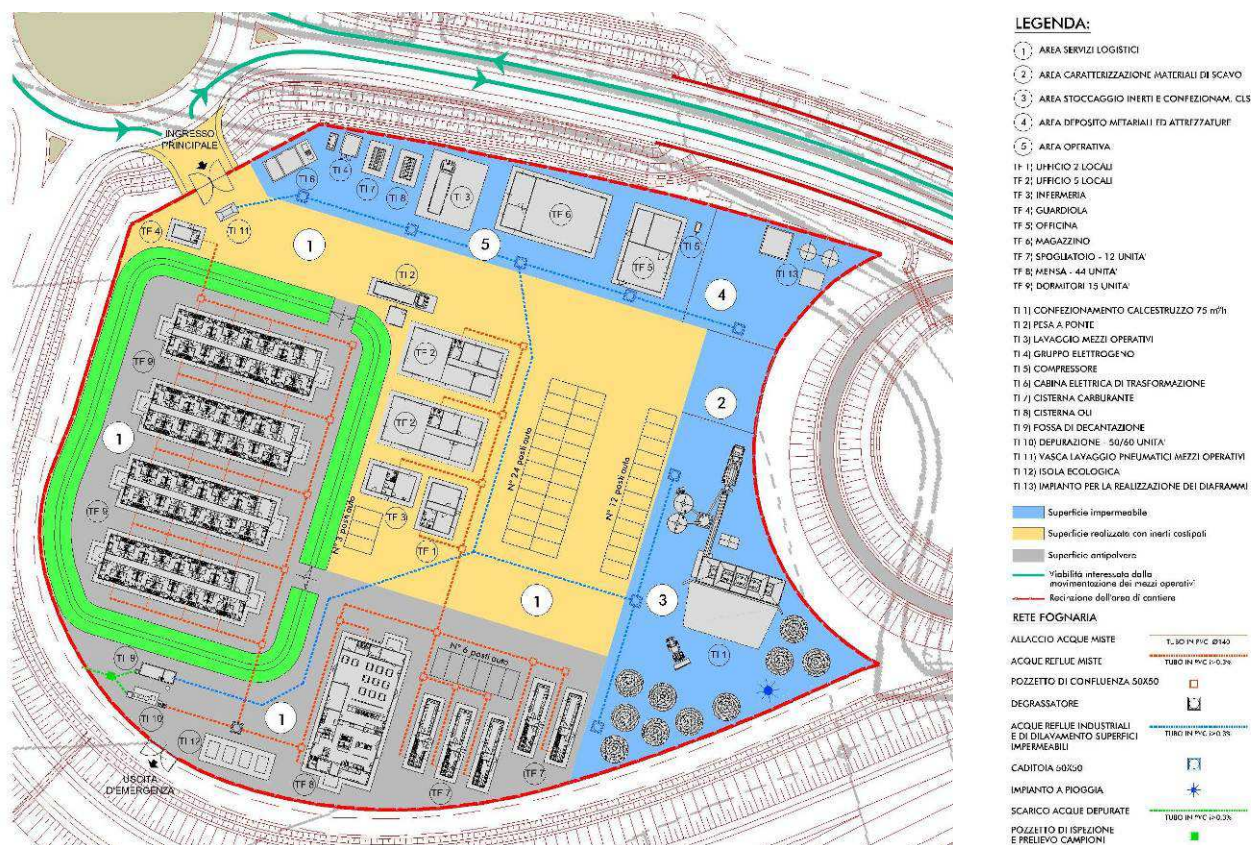


FIGURA 5.1-1 – LAY-OUT DEL CAMPO BASE (CB).

L'area è posizionata su un'area agricola e si estende per una superficie complessiva di circa 13.100 m<sup>2</sup>. 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, magazzino, officina, ecc.).

In ragione dell'ubicazione geografica e delle caratteristiche funzionali che lo caratterizzano, il campo base assolve la sua funzione logistico-operativa sia per l'Ambito Funzionale n° 1 che per l'Ambito Funzionale n° 2. La sua posizione, infatti, in prossimità dello svincolo della tangenziale, ne agevola l'utilizzo anche per la realizzazione del secondo tratto del tracciato di progetto, rendendo immediati i collegamenti da/per le differenti aree operative previste, ovvero per il sedime di progetto, riducendo al minimo le interferenze fra i mezzi di cantiere ed il traffico veicolare in esercizio.

Il sistema ricettore potenzialmente interferito presente all'interno di un bacino acustico di 250 m dal perimetro del cantiere è composto dai 3 edifici residenziali in direzione est e nord-est inseriti rispettivamente in Classe III (Aree di tipo misto) e Classe IV (Aree di intensa attività umana) (cfr. successiva).

I limiti di emissione più restrittivi applicabili al bacino acustico del cantiere sono pertanto 55 dB(A) in periodo diurno e 45 dB(A) in periodo notturno.

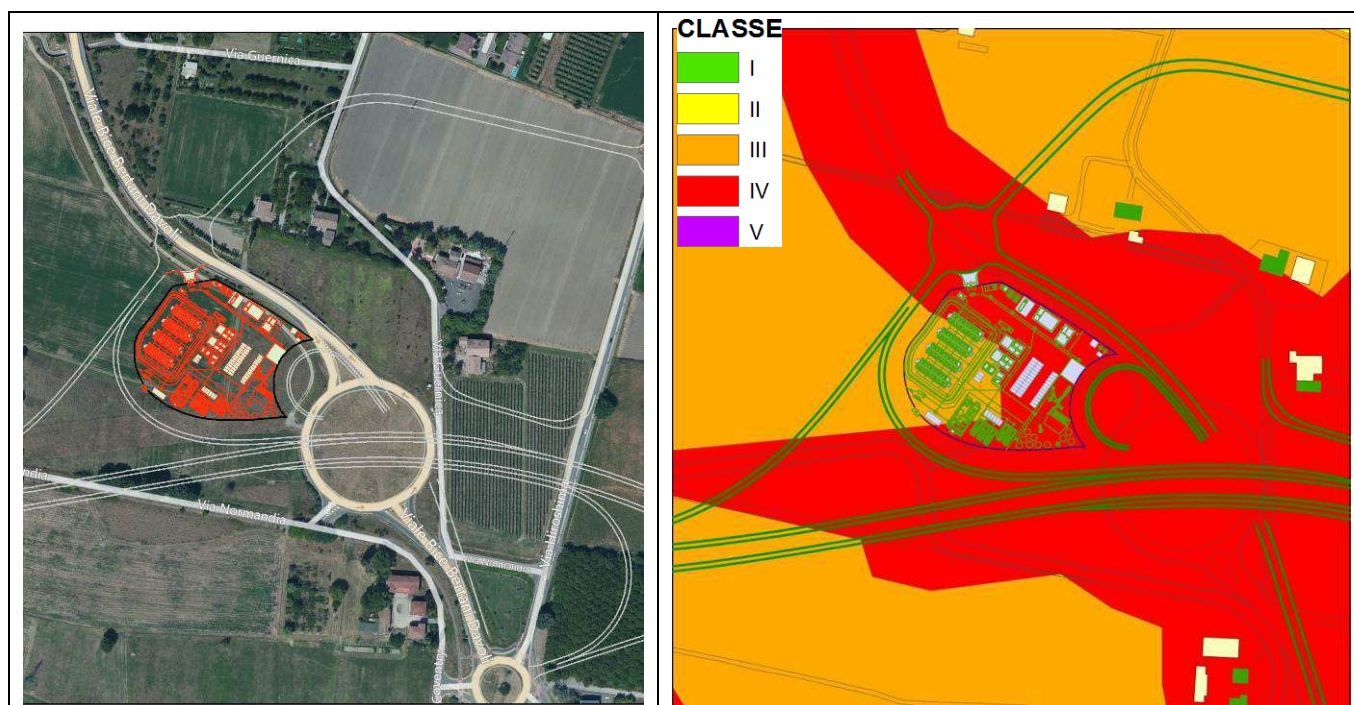


FIGURA 5.1-2 – INSERIMENTO TERRITORIALE E ZONIZZAZIONE ACUSTICA DEL CAMPO BASE.

Sulla base delle considerazioni esposte nei paragrafi precedenti e delle percentuali di impiego definite nella pubblicazione "Conoscere per prevenire n° 11" citata, sono state ipotizzate le tipologie dei macchinari utilizzati ed i rispettivi livelli di emissione sonora in frequenza (cfr. successiva Tabella 5.1-1).

MEZZI UTILIZZATI	QUANTITÀ	LIVELLI DI POTENZA											
		Hz	31.5	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	16k	dB(A)
Impianto di betonaggio	1	[dB]	-	104	115.1	110.9	111.1	106.5	105.6	103.8	97.5	-	113.3
Paratie monolitiche - impianto	1	[dB]	117.1	116.2	111	108	110.2	110.3	110.6	110.3	108.7	103.6	117.2
Motogeneratore	1	[dB]	101.6	117.1	103.2	99.8	94.6	92.5	90	83.2	74.9	65.9	98.9
Autocarro	2	[dB]	103.8	91.6	82.6	85.2	89.5	87.5	84.6	81.6	77.3	74	104.5
Pala meccanica gommata	1	[dB]	112.1	119.3	108.8	104.4	101.8	103	99.3	95	92.9	87.9	120.7
Autobetoniera	1	[dB]	97.3	97.6	95.3	88.4	98.2	95.8	90.6	88.6	91.1	76.9	100.3

**TABELLA 5.1-1 – EMISSIONI SONORE IN FREQUENZA DEI MACCHINARI UTILIZZATI**

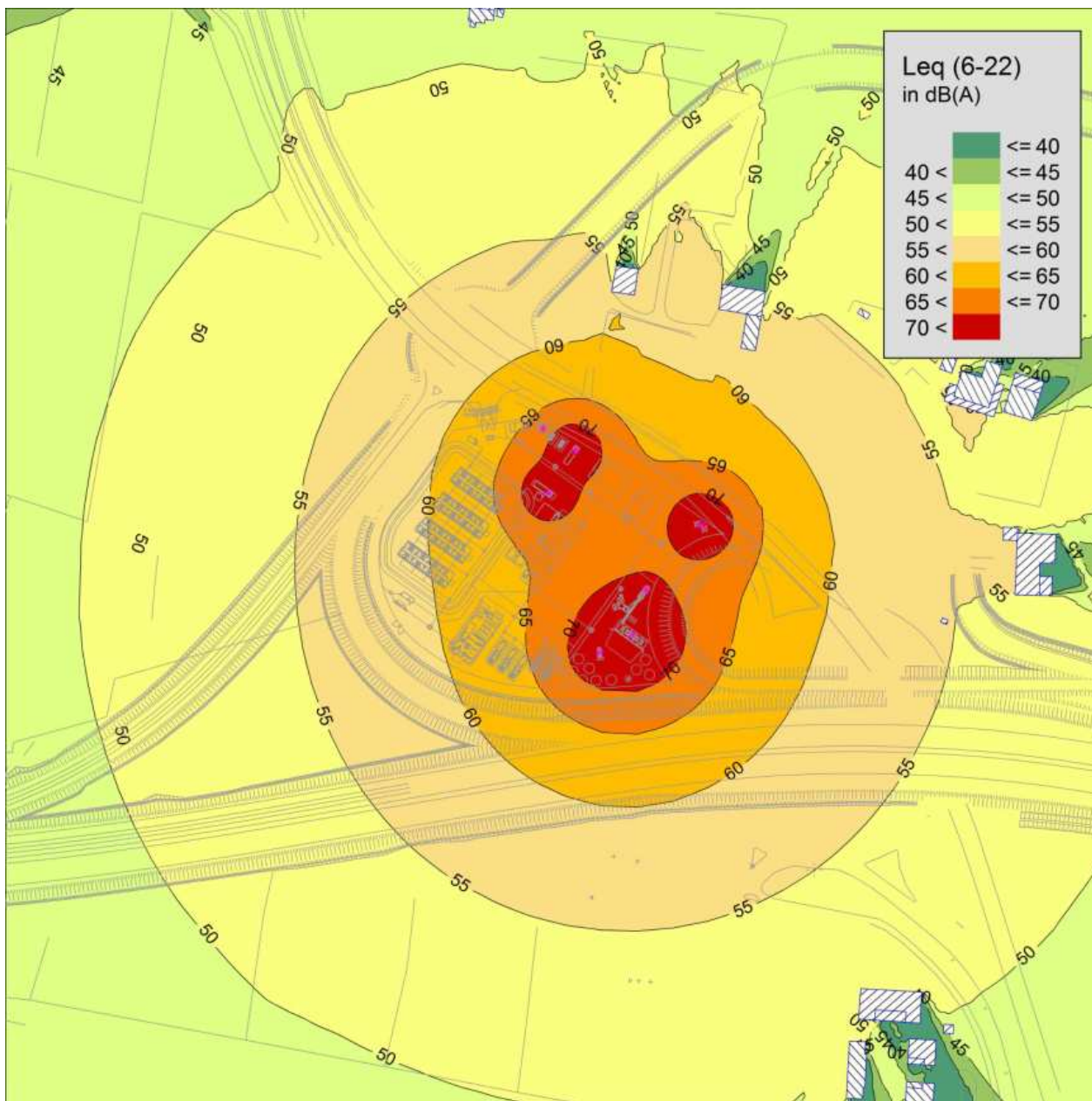
È da notare che i livelli di potenza sonora considerati devono essere corretti applicando percentuali di effettivo utilizzo, riportate in Tabella 5.1-2. In tale tabella, la percentuale di impiego rappresenta la quota parte di tempo di utilizzo del macchinario nel periodo lavorativo. La percentuale di attività effettiva tiene conto anche delle pause di lavorazione. I tempi di effettiva produzione di rumore (tempi reali) sono stimabili considerando il prodotto tra le percentuali di impiego (prima colonna) e le percentuali di attività effettiva (seconda colonna).

MACCHINARIO	% DI IMPIEGO	% DI ATTIVITÀ EFFETTIVA
IMPIANTO DI BETONAGGIO	80	85
PARATIE MONOLITICHE - IMPIANTO	10	100
MOTOGENERATORE	10	100
AUTOCARRO	50	85
PALA MECCANICA GOMMATA	50	85
AUTOBETONIERA	50	85

**TABELLA 5.1-2 – PERCENTUALI DI IMPEGNO E DI ATTIVITÀ EFFETTIVA DEI MACCHINARI**

A fini cautelativi per ciascun sito di cantiere è stata simulata la fase di attività con emissioni di rumore più elevate.

I risultati delle simulazioni, svolte con il modello previsionale Soundplan, sono espressi da mappe di rumore diurno Leq(6-22) realizzate, in accordo alla normativa, a 4 m di altezza dal piano campagna locale (cfr. successiva Figura 5.1-3).



**FIGURA 5.1-3 – MAPPA DEGLI IMPATTI – PERIODO DIURNO 4 M – CAMPO BASE.**

L'analisi dei risultati ottenuti permette di evidenziare livelli equivalenti di rumore di poco superiori ai limiti previsti dalla classificazione acustica per il periodo di riferimento diurno sui ricettori ubicati a nord dell'area di cantiere. È pertanto necessario prevedere opportuni interventi di mitigazione tali da permettere una riduzione del carico di rumore e un contenimento della propagazione a distanza.

Al fine di contenere tali esuberi, si è pertanto ipotizzata la presenza di una barriera posta lungo il lato nord est del cantiere, di altezza pari a 3.0 metri e lunghezza pari a 120 metri.

La Figura 5.1-4 riporta i risultati delle simulazioni espressi da mappe di rumore diurno Leq (6-22) realizzate a 4 m di altezza dal piano campagna locale e la localizzazione della barriera ipotizzata.

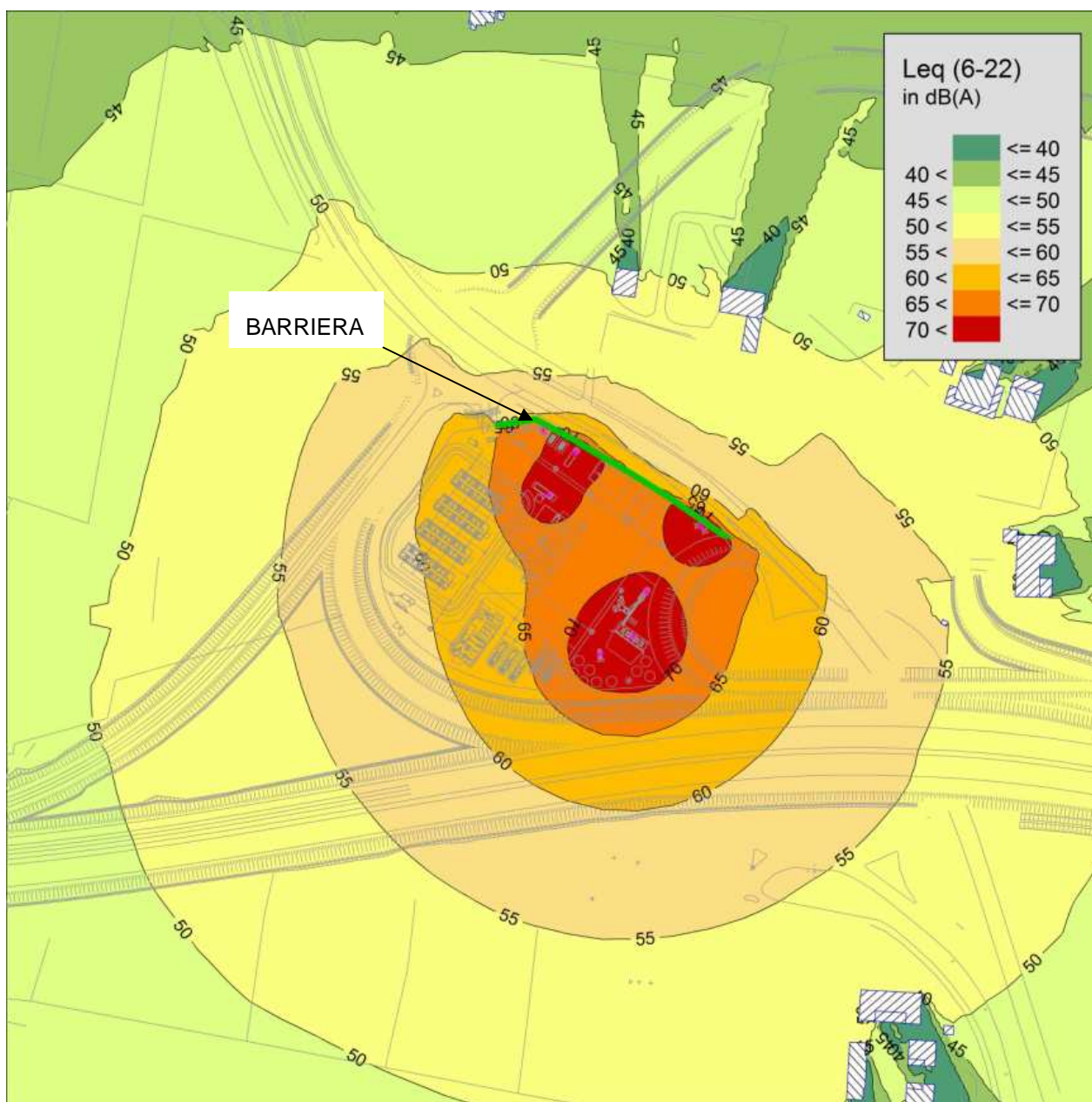


FIGURA 5.1-4 – MAPPA DEGLI IMPATTI MITIGATI – PERIODO DIURNO 4 M – CAMPO BASE.

I risultati ottenuti mostrano un sostanziale rispetto dei limiti di legge previsti dalla vigente normativa, riportando i livelli ben al di sotto dei limiti di emissione più restrittivi previsti dalla classificazione acustica per l'area in esame (55 dBA).

### 5.1.2.2 Area Tecnica (AT)

L'area di cantiere in oggetto è destinata prevalentemente all'accumulo temporaneo del materiale proveniente dalle cave e che non è posto direttamente in opera sul sedime di progetto. L'area, inoltre, è dimensionata per garantirne la compatibilità con i flussi di ingresso/uscita dei materiali inerti provenienti dagli scavi previsti lungo l'estesa di progetto.

In ragione, poi, della vicinanza dell'area stessa con il sottovia di progetto di via Marx, si prevede al suo interno anche l'ubicazione dell'impianto necessario alla realizzazione dei diaframmi (silos, pompa, disabbiatore, ecc.).

L'area, funzionale alla realizzazione dell'Ambito Funzionale n° 2, è ubicata sul lato Est della SP70 (via Marx) esistente, a Sud della linea FS Milano-Bologna, in fregio al nuovo sottovia di progetto (vedasi successiva Figura 5.1-5).

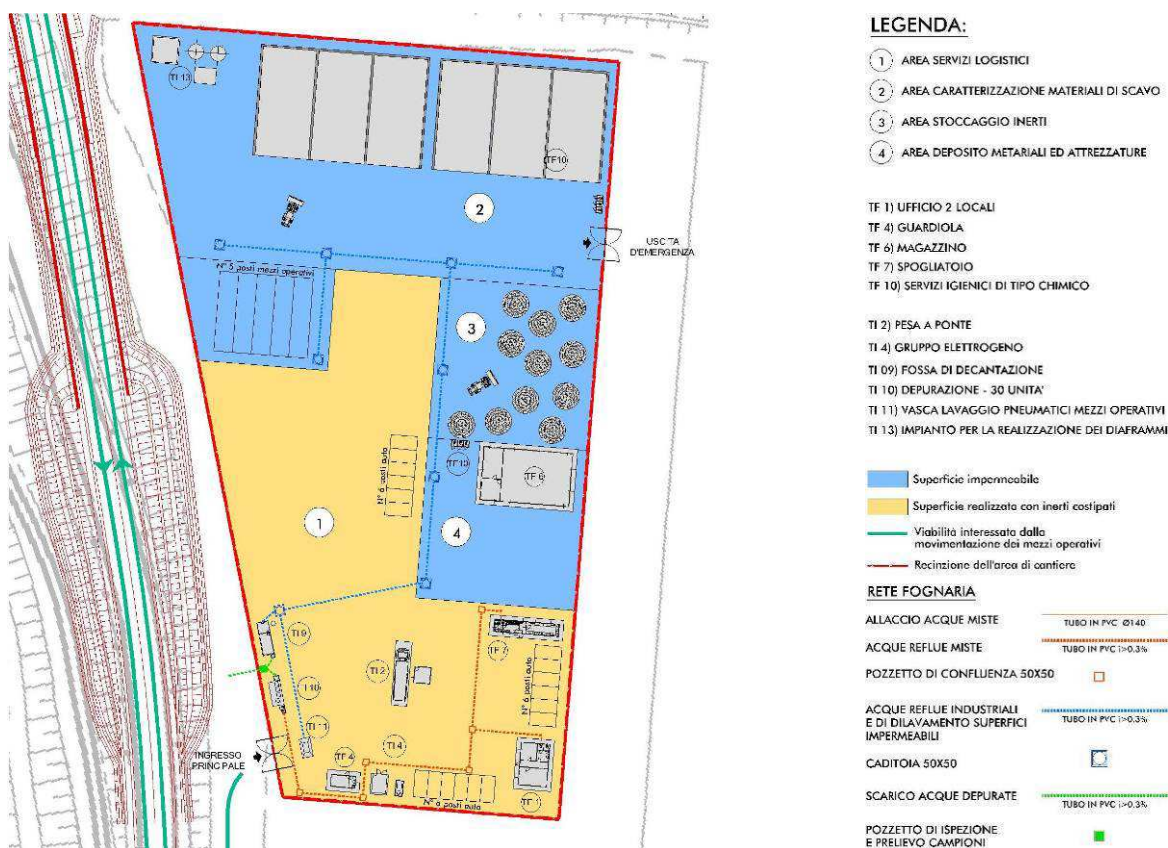


FIGURA 5.1-5 – LAY-OUT DEL CANTIERE AREA TECNICA (AT).

Il sistema ricettore potenzialmente interferito presente all'interno di un bacino acustico di 250 m dal perimetro del cantiere è composto da 1 edificio residenziale ubicato ad ovest ed altri 2 a nord e nord-ovest, inseriti in Classe III (Aree di tipo misto) dal Piano di Classificazione Acustica comunale (cfr. Figura 5.1-6).

I limiti di emissione più restrittivi applicabili al bacino acustico del cantiere sono pertanto 55 dB(A) in periodo diurno e 45 dB(A) in periodo notturno.



FIGURA 5.1-6 – INSERIMENTO TERRITORIALE E ZONIZZAZIONE ACUSTICA DELL'AREA TECNICA.

Analogamente all'analisi effettuata per il cantiere precedente, sono state ipotizzate le tipologie dei macchinari utilizzati ed i rispettivi livelli di emissione sonora in frequenza (cfr. Tabella 5.1-3).

MEZZI UTILIZZATI	QUANTITÀ	LIVELLI DI POTENZA											
		Hz	31.5	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	16k	dB(A)
Paratie monolitiche - impianto	1	[dB]	117.1	116.2	111	108	110.2	110.3	110.6	110.3	108.7	103.6	117.2
Motogeneratore	1	[dB]	101.6	117.1	103.2	99.8	94.6	92.5	90	83.2	74.9	65.9	98.9
Autocarro	1	[dB]	103.8	91.6	82.6	85.2	89.5	87.5	84.6	81.6	77.3	74	104.5
Pala meccanica gommata	3	[dB]	112.1	119.3	108.8	104.4	101.8	103	99.3	95	92.9	87.9	120.7

TABELLA 5.1-3 – EMISSIONI SONORE IN FREQUENZA DEI MACCHINARI UTILIZZATI



Analogamente al Campo Base i livelli di potenza sonora considerati devono essere corretti applicando percentuali di effettivo utilizzo, riportate in Tabella 5.1-4.

In tale tabella, la percentuale di impiego rappresenta la quota parte di il tempo di utilizzo del macchinario nel periodo lavorativo. La percentuale di attività effettiva tiene conto anche delle pause di lavorazione.

I tempi di effettiva produzione di rumore (tempi reali) sono stimabili considerando il prodotto tra le percentuali di impiego (prima colonna) e le percentuali di attività effettiva (seconda colonna).

MACCHINARIO	% DI IMPIEGO	% DI ATTIVITÀ EFFETTIVA
Paratie monolitiche - impianto	10	100
Motogeneratore	10	100
Autocarro	50	85
Pala meccanica gommata	50	85

**TABELLA 5.1-4 – PERCENTUALI DI IMPIEGO E DI ATTIVITÀ EFFETTIVA DEI MACCHINARI**

A fini cautelativi per ciascun sito di cantiere è stata simulata la fase di attività con emissioni di rumore più elevate.

I risultati delle simulazioni, svolte con il modello previsionale Soundplan, sono espressi da mappe di rumore diurno  $Leq(6-22)$  realizzate, in accordo alla normativa, a 4 m di altezza dal piano campagna locale (cfr. successiva Figura 5.1-7).

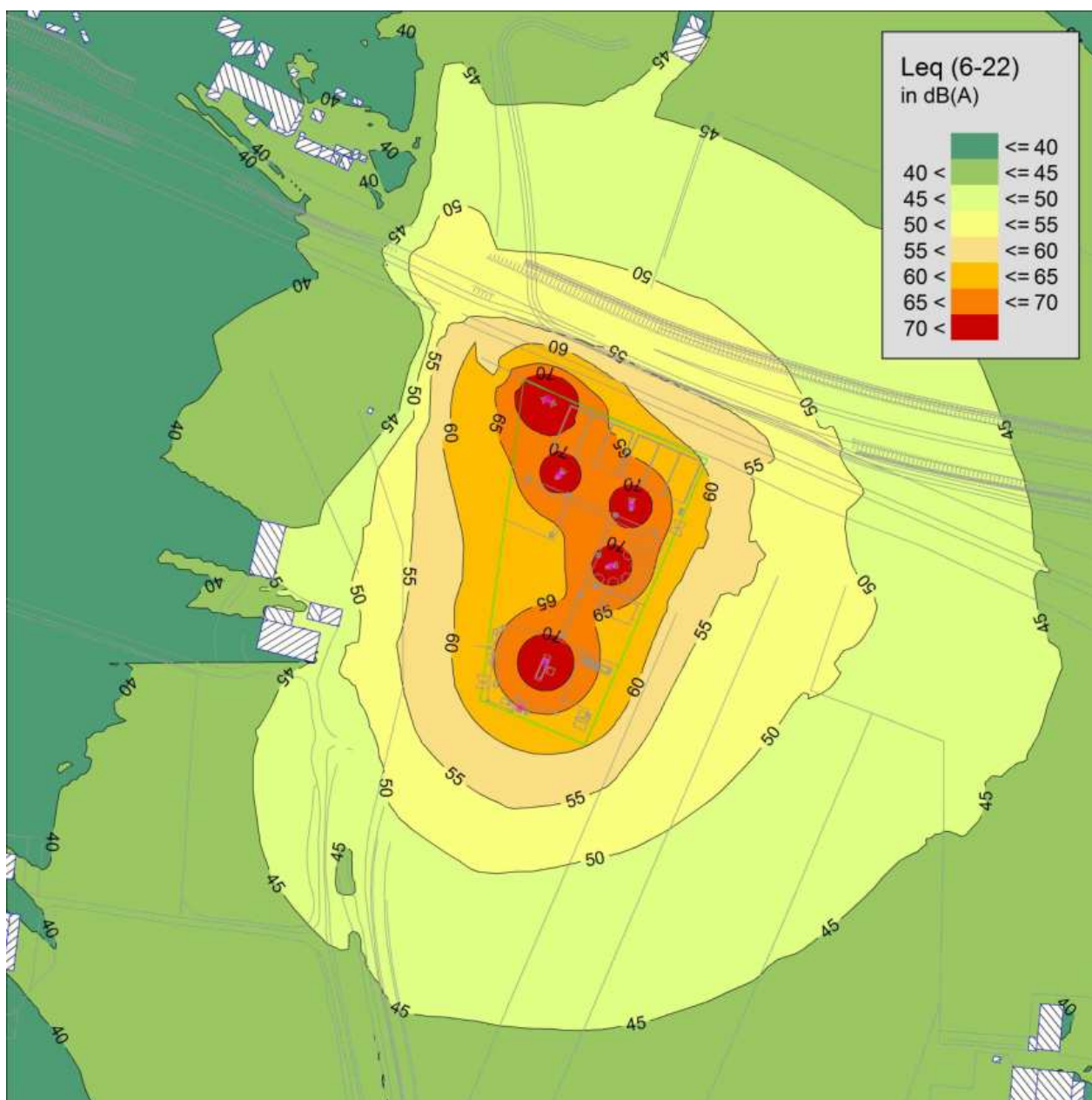


FIGURA 5.1-7 – MAPPA DEGLI IMPATTI – PERIODO DIURNO, 4 M – AREA TECNICA.

L'analisi dei risultati ottenuti permette di evidenziare livelli equivalenti di rumore inferiori ai limiti previsti dalla classificazione acustica per il periodo di riferimento diurno sui ricettori potenzialmente esposti alle emissioni dell'area di cantiere.

### 5.1.2.3 Aree operative (AO)

Tutte le aree operative saranno posizionate in ambiti sub-pianeggianti prevalentemente in sedimi a destinazione agricola, nelle immediatamente vicinanze del nuovo tracciato autostradale ovvero di opere d'arte. L'ubicazione di tali aree è rappresentata negli elaborati T00CA00CANPE01÷04A "Planimetria con indicazione delle aree di cantiere, dei percorsi dei mezzi operativi coincidenti con le viabilità maggiori e minori esistenti - Ambito 1÷2 – Fase 1÷2". 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 5.1-8).



**FIGURA 5.1-8 – LAY-OUT TIPOLOGICO DI AREA OPERATIVA.**

La superficie di ogni singola area operativa è di circa = 500 m<sup>2</sup> e sarà dotata di recinzioni che proseguiranno, eventualmente, anche al di fuori del piazzale fino a dove sono previste lavorazioni.

Per alcune delle aree appartenenti a questa tipologia, in particolare, è prevista l'ubicazione in prossimità dei nuovi sottopassi di progetto:

- AO1-3 – sottopasso FS lungo via Hiroshima;
- AO2-2 – sottopasso FS lungo via Ferraroni;
- AO2-6 – sottopasso FS lungo svincolo di Corte Tegge.

In ragione del fatto che per i sottopassi, citati nei punti precedenti, è prevista la realizzazione delle rampe d'approccio attraverso l'utilizzo della tecnica a diaframmi, le corrispondenti aree operative sono attrezzate per ospitare il relativo impianto. Tali aree operative, quindi, oltre ad ospitare le attrezzature necessarie per la realizzazione delle paratie in calcestruzzo (silos, pompa per il getto, disabbiatore, ecc.) saranno opportunamente pavimentate al fine di ridurre i potenziali impatti su suolo e sottosuolo, conseguenti ad eventuali sversamenti accidentali.

Tali Aree Operative sono pertanto da ritenersi potenzialmente maggiormente impattanti rispetto alle altre. Per tale ragione si è ritenuto opportuno approfondire l'analisi dei potenziali impatti acustici.

#### 5.1.2.3.1 AO1-3 – Sottopasso FS lungo via Hiroshima.

Il sistema ricettore potenzialmente interferito presente all'interno di un bacino acustico di 250 m dal perimetro del cantiere è composto da 1 edificio residenziale ubicato ad ovest ed altri 2 a nord-ovest, inseriti rispettivamente in Classe III (Aree di tipo misto) ed in Classe IV (Aree di intensa attività umana) dal Piano di Classificazione Acustica comunale (cfr. Figura 5.1-9).

I limiti di emissione più restrittivi applicabili al bacino acustico del cantiere sono pertanto 55 dB(A) in periodo diurno e 45 dB(A) in periodo notturno.

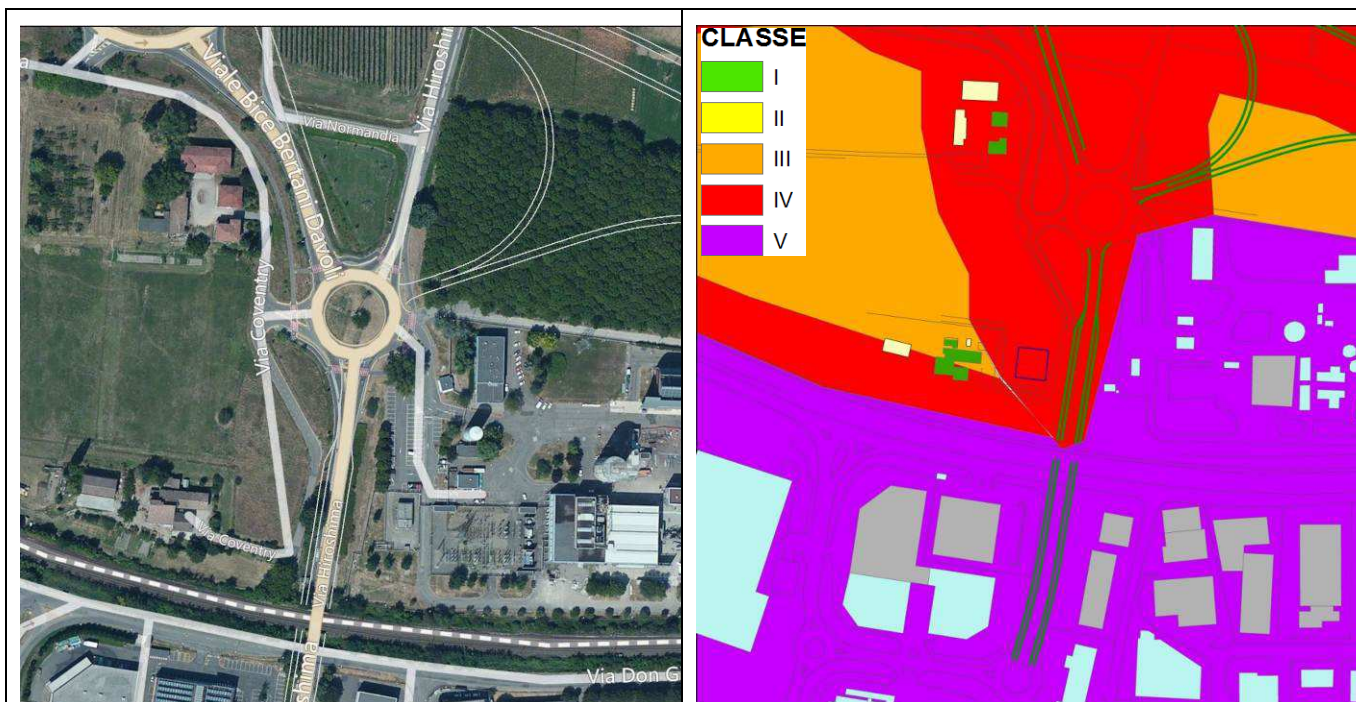


FIGURA 5.1-9 – INSERIMENTO TERRITORIALE E ZONIZZAZIONE ACUSTICA AO1-3.

Analogamente all'analisi effettuata per i cantieri precedenti, sono state ipotizzate le tipologie dei macchinari utilizzati ed i rispettivi livelli di emissione sonora in frequenza (cfr. Tabella 5.1-5).

MEZZI UTILIZZATI	QUANTITÀ	LIVELLI DI POTENZA											
		Hz	31.5	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	16k	dB(A)
Paratie monolitiche - impianto	1	[dB]	117.1	116.2	111	108	110.2	110.3	110.6	110.3	108.7	103.6	117.2
Paratie monolitiche - idrofresa	1	[dB]	105.6	109.2	111.7	118.2	113.7	111.6	107.8	107.3	101.5	93.1	117.1
Autocarro	1	[dB]	103.8	91.6	82.6	85.2	89.5	87.5	84.6	81.6	77.3	74	104.5
Pala meccanica gommata	1	[dB]	112.1	119.3	108.8	104.4	101.8	103	99.3	95	92.9	87.9	120.7

**TABELLA 5.1-5 – EMISSIONI SONORE IN FREQUENZA DEI MACCHINARI UTILIZZATI**

In analogia con i cantieri precedentemente analizzati i livelli di potenza sonora considerati devono essere corretti applicando percentuali di effettivo utilizzo, riportate in Tabella 5.1-6.

MACCHINARIO	% DI IMPIEGO	% DI ATTIVITÀ EFFETTIVA
Paratie monolitiche - impianto	10	100
Paratie monolitiche - idrofresa	50	100
Autocarro	50	85
Pala meccanica gommata	50	85

**TABELLA 5.1-6 – PERCENTUALI DI IMPIEGO E DI ATTIVITÀ EFFETTIVA DEI MACCHINARI**

Anche in questo caso è stata simulata la fase di attività con emissioni di rumore più elevate.

I risultati delle simulazioni, svolte con il modello previsionale Soundplan, sono espressi da mappe di rumore diurno Leq(6-22) realizzate, in accordo alla normativa, a 4 m di altezza dal piano campagna locale (cfr. successiva Figura 5.1-10).

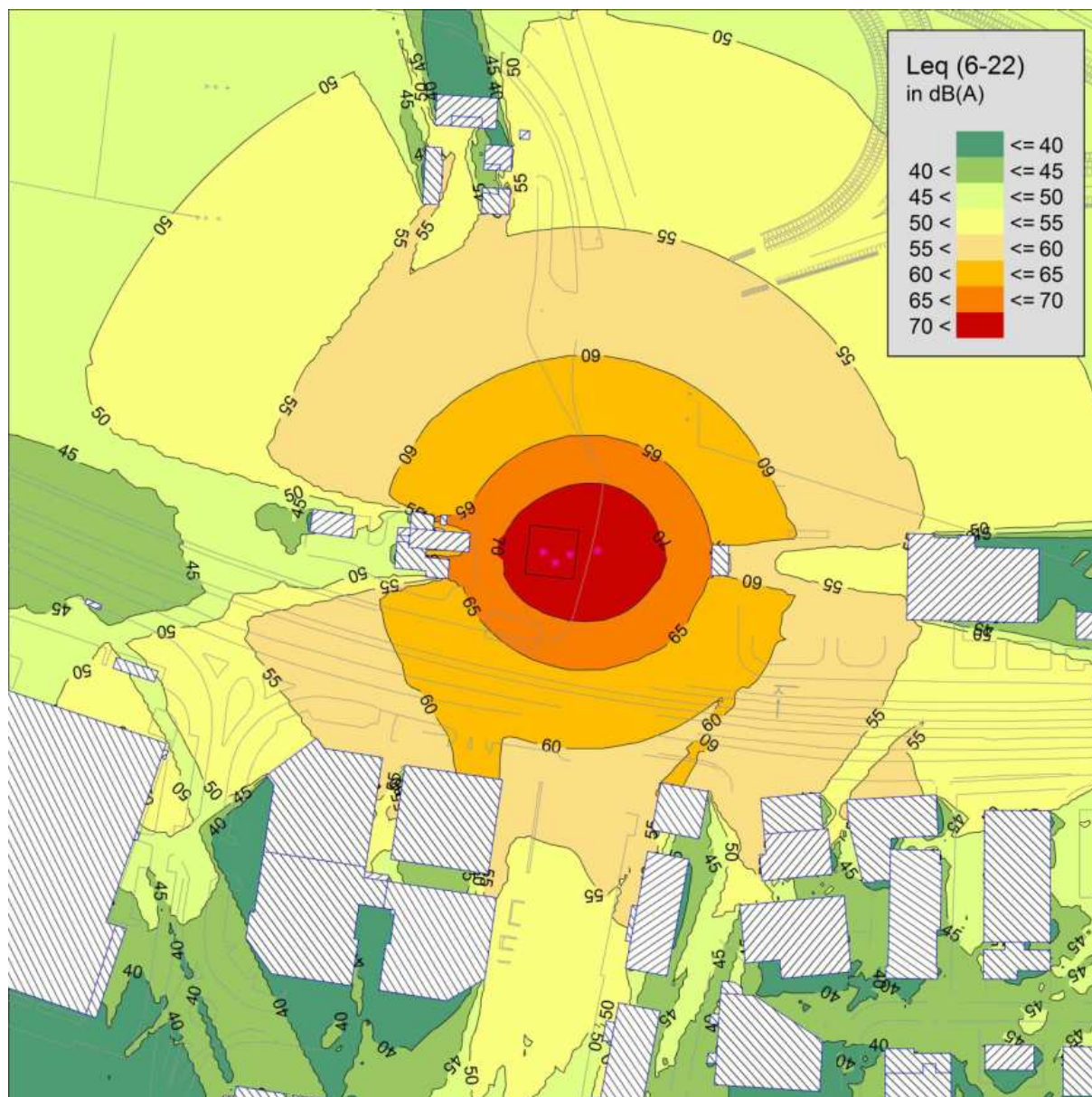


FIGURA 5.1-10 – MAPPA DEGLI IMPATTI – PERIODO DIURNO, 4M - AO1-3.

L'analisi dei risultati ottenuti permette di evidenziare livelli equivalenti di rumore superiori ai limiti previsti dalla classificazione acustica per il periodo di riferimento diurno sui ricettori ubicati ad ovest dei macchinari necessari per la realizzazione delle paratie in calcestruzzo.

Al fine di ricondurre i livelli di impatto al disotto dei limiti normativi è possibile l'utilizzo di barriere antirumore mobili, le cui caratteristiche sono descritte nel successivo paragrafo 5.3.

#### 5.1.2.3.2 AO2-2 – Sottopasso FS lungo via Ferraroni

Il sistema ricettore potenzialmente interferito presente all'interno di un bacino acustico di 250 m dal perimetro del cantiere è composto da 1 edificio residenziale ubicato a nord-est, inserito in Classe III (Aree di tipo misto) dal Piano di Classificazione Acustica comunale (cfr. Figura 5.1-11).

I limiti di emissione più restrittivi applicabili al bacino acustico del cantiere sono pertanto 55 dB(A) in periodo diurno e 45 dB(A) in periodo notturno.



FIGURA 5.1-11 – INSERIMENTO TERRITORIALE E ZONIZZAZIONE ACUSTICA AO2-2.

Sulla base delle considerazioni esposte nei paragrafi precedenti e delle percentuali di impiego definite nella pubblicazione “ Conoscere per prevenire n° 11” citata, sono state ipotizzate le tipologie dei macchinari utilizzati ed i rispettivi livelli di emissione sonora in frequenza (cfr. successiva Tabella 5.1-7).

MEZZI UTILIZZATI	QUANTITÀ	LIVELLI DI POTENZA											
		Hz	31.5	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	16k	dB(A)
Paratie monolitiche - impianto	1	[dB]	117.1	116.2	111	108	110.2	110.3	110.6	110.3	108.7	103.6	117.2
Paratie monolitiche - idrofresa	1	[dB]	105.6	109.2	111.7	118.2	113.7	111.6	107.8	107.3	101.5	93.1	117.1
Autocarro	1	[dB]	103.8	91.6	82.6	85.2	89.5	87.5	84.6	81.6	77.3	74	104.5
Pala meccanica gommata	1	[dB]	112.1	119.3	108.8	104.4	101.8	103	99.3	95	92.9	87.9	120.7

**TABELLA 5.1-7 – EMISSIONI SONORE IN FREQUENZA DEI MACCHINARI UTILIZZATI**

In analogia con i cantieri precedentemente analizzati i livelli di potenza sonora considerati devono essere corretti applicando percentuali di effettivo utilizzo, riportate in Tabella 5.1-8.

MACCHINARIO	% DI IMPIEGO	% DI ATTIVITÀ EFFETTIVA
Paratie monolitiche - impianto	10	100
Paratie monolitiche - idrofresa	50	100
Autocarro	50	85
Pala meccanica gommata	50	85

**TABELLA 5.1-8 – PERCENTUALI DI IMPIEGO E DI ATTIVITÀ EFFETTIVA DEI MACCHINARI**

Anche in questo caso è stata simulata la fase di attività con emissioni di rumore più elevate.

I risultati delle simulazioni, svolte con il modello previsionale Soundplan, sono espressi da mappe di rumore diurno Leq(6-22) realizzate, in accordo alla normativa, a 4 m di altezza dal piano campagna locale (cfr. Figura 5.1-12).



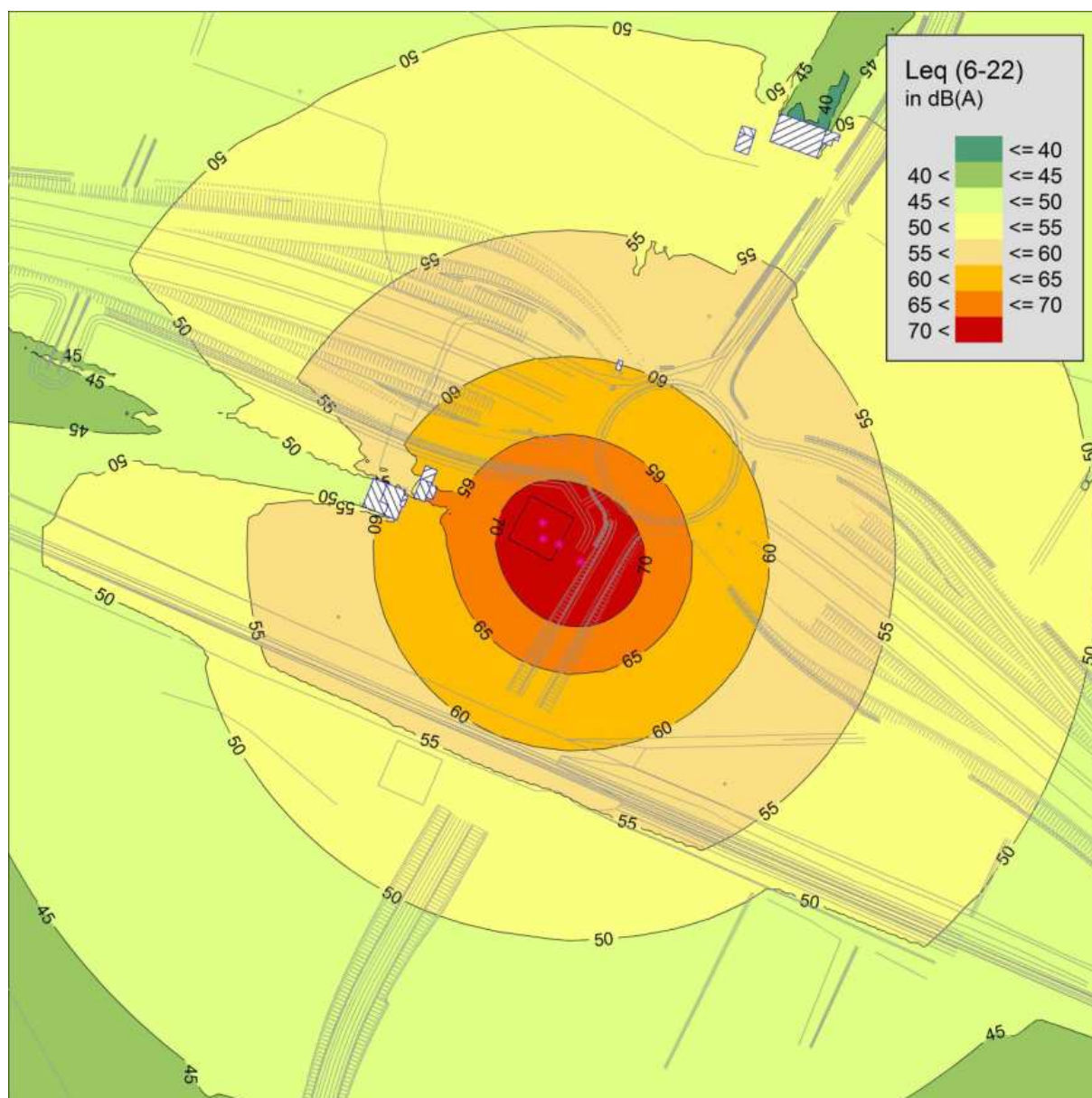


FIGURA 5.1-12 – MAPPA DEGLI IMPATTI – PERIODO DIURNO, 4 M - AO2-2.

L'analisi dei risultati ottenuti permette di evidenziare livelli equivalenti di rumore inferiori ai limiti previsti dalla classificazione acustica per il periodo di riferimento diurno sui ricettori ubicati a nord-est dai macchinari necessari per la realizzazione delle paratie in calcestruzzo.

#### 5.1.2.3.3 AO2-6 – Sottopasso FS lungo svincolo Corte Tegge

Il sistema ricettore potenzialmente interferito presente all'interno di un bacino acustico di 250 m dal perimetro del cantiere è composto da 1 edificio residenziale ubicato a nord-ovest ed 1 residenziale ad ovest, inseriti rispettivamente in Classe III (Aree di tipo misto) ed in Classe V (Aree prevalentemente industriali intensa attività umana) dal Piano di Classificazione Acustica comunale.

I limiti di emissione più restrittivi applicabili al bacino acustico del cantiere sono pertanto 55 dB(A) in periodo diurno e 45 dB(A) in periodo notturno.



FIGURA 5.1-13 – INSERIMENTO TERRITORIALE E ZONIZZAZIONE ACUSTICA AO2-6.

Analogamente all'analisi effettuata per i cantieri precedenti, sono state ipotizzate le tipologie dei macchinari utilizzati ed i rispettivi livelli di emissione sonora in frequenza (cfr. successiva Tabella 5.1-9).

MEZZI UTILIZZATI	QUANTITÀ	LIVELLI DI POTENZA											
		Hz	31.5	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	16k	dB(A)
Paratie monolitiche - impianto	1	[dB]	117.1	116.2	111	108	110.2	110.3	110.6	110.3	108.7	103.6	117.2
Paratie monolitiche - idrofresa	1	[dB]	105.6	109.2	111.7	118.2	113.7	111.6	107.8	107.3	101.5	93.1	117.1
Autocarro	1	[dB]	103.8	91.6	82.6	85.2	89.5	87.5	84.6	81.6	77.3	74	104.5
Pala meccanica gommata	1	[dB]	112.1	119.3	108.8	104.4	101.8	103	99.3	95	92.9	87.9	120.7

**TABELLA 5.1-9 – EMISSIONI SONORE IN FREQUENZA DEI MACCHINARI UTILIZZATI**

In analogia con i cantieri precedentemente analizzati i livelli di potenza sonora considerati devono essere corretti applicando percentuali di effettivo utilizzo, riportate in Tabella 5.1-10.

MACCHINARIO	% DI IMPIEGO	% DI ATTIVITÀ EFFETTIVA
Paratie monolitiche - impianto	10	100
Paratie monolitiche - idrofresa	50	100
Autocarro	50	85
Pala meccanica gommata	50	85

**TABELLA 5.1-10 – PERCENTUALI DI IMPIEGO E DI ATTIVITÀ EFFETTIVA DEI MACCHINARI**

Anche in questo caso è stata simulata la fase di attività con emissioni di rumore più elevate.

I risultati delle simulazioni, svolte con il modello previsionale Soundplan, sono espressi da mappe di rumore diurno Leq(6-22) realizzate, in accordo alla normativa, a 4 m di altezza dal piano campagna locale (cfr. successiva Figura 5.1-14).

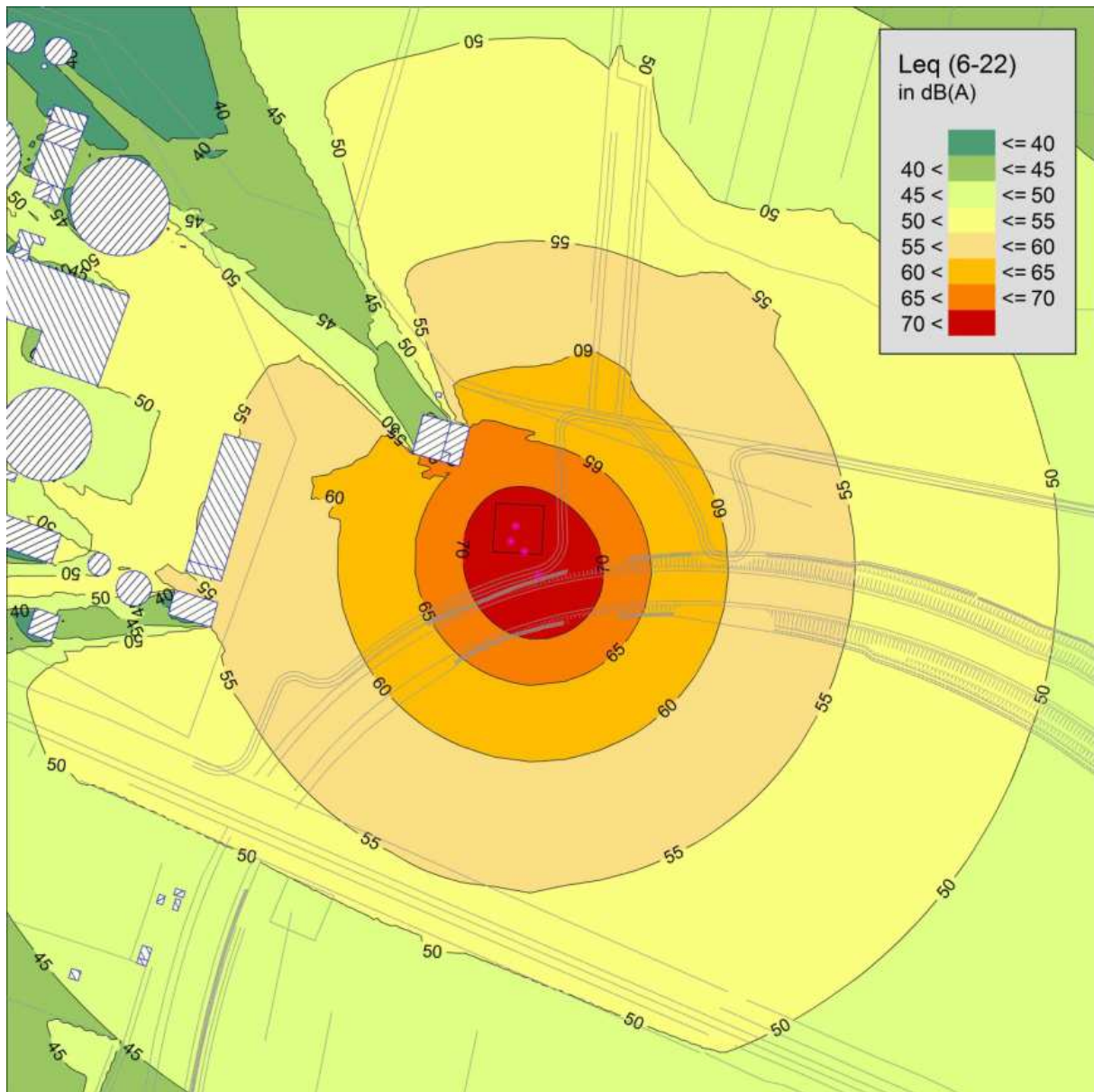


FIGURA 5.1-14 – MAPPA DEGLI IMPATTI – PERIODO DIURNO, 4M - AO2-6.

L'analisi dei risultati ottenuti permette di evidenziare livelli equivalenti di rumore superiori ai limiti previsti dalla classificazione acustica per il periodo di riferimento diurno sul ricettore ubicato a nord-ovest dei macchinari necessari per la realizzazione delle paratie in calcestruzzo.

Al fine di ricondurre i livelli di impatto al disotto dei limiti normativi è possibile l'utilizzo di barriere antirumore mobili, le cui caratteristiche sono descritte nel successivo paragrafo 5.3.

### **5.1.3. Cantieri Mobili – Fronte avanzamento lavori (FAL)**

Le valutazioni della rumorosità prodotta dal fronte avanzamento lavori sono state effettuate attraverso l'impiego dei dati forniti dallo studio del Comitato Paritetico Territoriale per la prevenzione infortuni, l'igiene e l'ambiente di lavoro di Torino e Provincia, "Conoscere per prevenire n° 11". Lo studio si basa su una serie di rilievi fonometrici che hanno consentito di classificare dal punto di vista acustico, 358 macchinari rappresentativi delle attrezzature utilizzate per la realizzazione delle principali attività cantieristiche. Oltre alle caratteristiche dei singoli macchinari lo studio fornisce informazioni molto utili in merito alla tipologia di apparecchiature ed alle rispettive percentuali di impiego delle principali lavorazioni di ingegneria civile. In particolare per ciò che riguarda la realizzazione di strade le lavorazioni ipotizzabili sono:

- formazione corpo stradale;
- stabilizzazione e compattatura;
- formazione manto bituminoso (tout venant);
- formazione manto bituminoso (strato di usura).

Viceversa per la realizzazione delle opere d'arte le attività possono essere ricondotte alle seguenti lavorazioni:

- scavi e fondazioni;
- realizzazione struttura in C.A – carpenteria;
- realizzazione struttura in C.A – posa ferro;
- realizzazione struttura in C.A – getti;
- realizzazione struttura in C.A – disarmo.

Nella successiva Tabella 5.1-11 per ogni lavorazione vengono indicati i macchinari, le loro potenze sonore e le rispettive percentuali di impiego e di attività effettiva e il valore della potenza complessiva media. Al fine di rendere più agevole la lettura della tabella si riportano le definizioni di "percentuale di impiego", "attività effettiva" e "potenza complessiva media" contenute all'interno dello studio "Conoscere per prevenire", precedentemente citato:

- % di impiego: "Questa percentuale è relativa alla quantità di tempo, all'interno dell'attività considerata, in cui la macchina è impiegata e concorre alla determinazione della potenza sonora";
- % di attività effettiva: "Questo valore indica la quantità di tempo di effettivo funzionamento delle macchine considerate e quindi il tempo in cui viene prodotta l'emissione sonora nell'ambito del loro periodo d'impiego (% di impiego)".
- potenza complessiva media: "Questo valore va inteso come potenza sonora di tutto il cantiere, durante un'attività, la cui sorgente puntiforme è situata al centro del cantiere".

Macchina	IMPIEGO (%)	ATTIVITA' EFFETTIVA (%)	Lw (dB(A))
<b>Realizzazione di strade – Formazione fondo stradale</b>			
Pala meccanica gommata	60	85	107.5
Grader	40	85	112.4
Autocarro	100	85	106.1
Rullo compressore	60	85	112.8
<b>Potenza sonora media complessiva</b>			<b>113.4</b>
<b>Realizzazione di strade – Stabilizzazione e compattatura</b>			
Pala meccanica gommata	50	85	107.5
Grader	60	85	112.4
Autocarro	100	85	106.1
Rullo compressore	60	85	112.8
<b>Potenza sonora media complessiva</b>			<b>113.9</b>
<b>Realizzazione di strade – Formazione manto bituminoso (tout venant)</b>			
Finitrice	60	85	110.1
Autocarro	100	85	106.1
Rullo compressore	50	85	112.8
<b>Potenza sonora media complessiva</b>			<b>112.2</b>
<b>Realizzazione di strade – Formazione manto bituminoso (strato di usura)</b>			
Finitrice	40	85	110.1
Autocarro	100	85	106.1
Rullo compressore	50	85	112.8
<b>Potenza sonora media complessiva</b>			<b>111.8</b>
<b>Opere d'arte – Scavi e fondazioni</b>			
Escavatore cingolato	80	85	110.1
Pala meccanica cingolata	20	85	106.1
Autocarro	100	85	112.8
<b>Potenza sonora media complessiva</b>			<b>110.8</b>
<b>Opere d'arte – Struttura in c.a. – carpenteria</b>			
Autogrù	20	90	110.0
Motogeneratore	10	100	98.3
Sega circolare	5	100	108.1
<b>Potenza sonora media complessiva</b>			<b>103.4</b>
<b>Opere d'arte – Struttura in c.a. – posa ferro</b>			
Autogrù	5	90	110.0
<b>Potenza sonora media complessiva</b>			<b>97.0</b>
<b>Opere d'arte – Struttura in c.a. – getti</b>			
Autopompa CLS	90	85	107.6
Autobetoniera	100	85	100.2
<b>Potenza sonora media complessiva</b>			<b>107.2</b>
<b>Opere d'arte – Struttura in c.a. – disarmo</b>			
Autogrù	10	95	110.0
<b>Potenza sonora media complessiva</b>			<b>99.8</b>

**TABELLA 5.1-11 – MACCHINARI E RUMOROSITÀ ASSOCIATI AD OGNI TIPOLOGIA DI INTERVENTO**

Attraverso tali dati è possibile valutare il livello medio di potenza sonora determinato da ogni singola attività. Noti i livelli di potenza acustica associabili ad ogni lavorazione attraverso l'utilizzo delle leggi di propagazione sonora in campo aperto, sono stati calcolati i livelli di pressione determinati dalle varie fasi di attività di cantiere del fronte avanzamento lavori (cfr Tabella 5.1-12) in funzione della distanza del potenziale ricettore dall'asse stradale.

DISTANZA [m]	LIVELLI DI IMPATTO [dB(A)]			
	FORMAZIONE FONDO STRADALE	STABILIZZAZIONE COMPATTATURA	POSA TOUT VENANT	POSA STRATO DI USURA
10	82.4	82.9	81.2	80.8
20	76.4	76.9	75.2	74.8
30	72.9	73.4	71.7	71.3
40	70.4	70.9	69.2	68.8
50	68.4	68.9	67.2	66.8
60	66.8	67.3	65.6	65.2
70	65.5	66.0	64.3	63.9
80	64.3	64.8	63.1	62.7
90	63.3	63.8	62.1	61.7
100	62.4	62.9	61.2	60.8
110	61.6	62.1	60.4	60.0
120	60.8	61.3	59.6	59.2
130	60.1	60.6	58.9	58.5
140	59.5	60.0	58.3	57.9
150	58.9	59.4	57.7	57.3
160	58.3	58.8	57.1	56.7
170	57.8	58.3	56.6	56.2
180	57.3	57.8	56.1	55.7
190	56.8	57.3	55.6	55.2
200	56.4	56.9	55.2	54.8

TABELLA 5.1-12 – LIVELLI DI RUMORE PER LE ATTIVITÀ DI REALIZZAZIONE DELLE STRADE

I risultati dei calcoli riportati nella Tabella 5.1-12 in funzione della distanza FAL-ricettore, nel campo di definizione compreso tra 10 m e 200 m, permettono di associare a ciascun ricettore il relativo livello di impatto. Le lavorazioni del fronte avanzamento lavori interagiscono con i ricettori presenti lungo il tracciato in modo transitorio e variabile in termini di intensità. Le lavorazioni più rumorose sono quelle relative alla fase di stabilizzazione-compattatura, caratterizzate da livelli di rumore dell'ordine di 75 dB(A) a 25 m.

La Tabella 5.1-13 riporta l'elenco dei ricettori residenziali che si stima possano essere esposti a livelli di rumore superiori ai limiti sanitari nazionali (70 dB(A)) e quindi significativi in termini di azioni di contenimento e di vigilanza da attivare in corso d'opera.

RICETTORE	DESTINAZIONE D'USO	PIANI	DISTANZA [M]	CLASSE ACUSTICA	IMPATTO FAL [dB(A)]
R027	Residenziale	3	18	IV	78,0
R029	Residenziale	2	41	IV	70,6
R042	Residenziale	2	7	IV	86,1
R043	Residenziale	3	44	IV	70,1
R046	Residenziale	3	25	IV	75,1
R048	Residenziale	3	6	IV	88,1
R055	Residenziale	2	23	IV	75,6
R078	Residenziale	2	25	V	74,9
R084	Residenziale	3	17	V	78,2
R093	Residenziale	2	19	IV	77,2
R145	Residenziale	2	12	IV	81,7
R209	Residenziale	3	23	IV	75,6
R215	Residenziale	3	38	IV	71,2
R242	Residenziale	2	40	III	70,8
R252	Residenziale	2	35	IV	72,1
R254	Residenziale	2	13	III	80,8
R262	Residenziale	2	40	III	71,0
R276	Residenziale	3	32	III	72,7
R277	Residenziale	2	25	IV	75,0
R300	Residenziale	3	15	III	79,7
R302	Residenziale	3	36	III	71,9
R303	Residenziale	3	42	IV	70,5
R304	Residenziale	3	16	III	79,0
R308	Residenziale	2	23	III	75,7
R318	Residenziale	3	30	IV	73,4
R319	Residenziale	3	25	IV	74,8
R321	Residenziale	2	27	III	74,3
R323	Residenziale	2	34	III	72,2
R336	Residenziale	2	15	III	79,2
R355	Residenziale	2	29	II	73,5
R356	Residenziale	2	42	II	70,5
R360	Residenziale	3	7	IV	86,6
R367	Residenziale	3	17	IV	78,4
R369	Residenziale	3	8	IV	84,8
R374	Residenziale	2	28	IV	74,0

**TABELLA 5.1-13 – RICETTORI RESIDENZIALI ESPOSTI A LIVELLI DI RUMORE > 70 dB(A)**

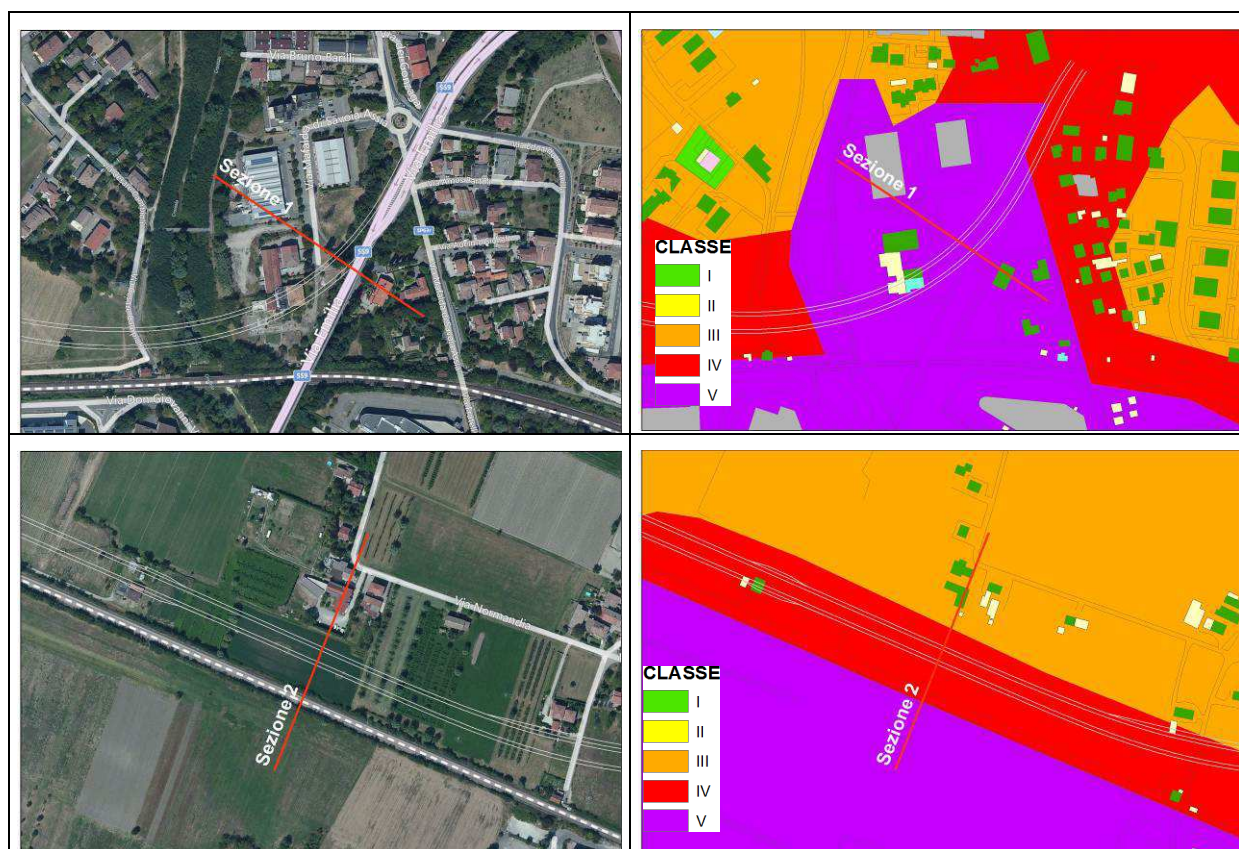


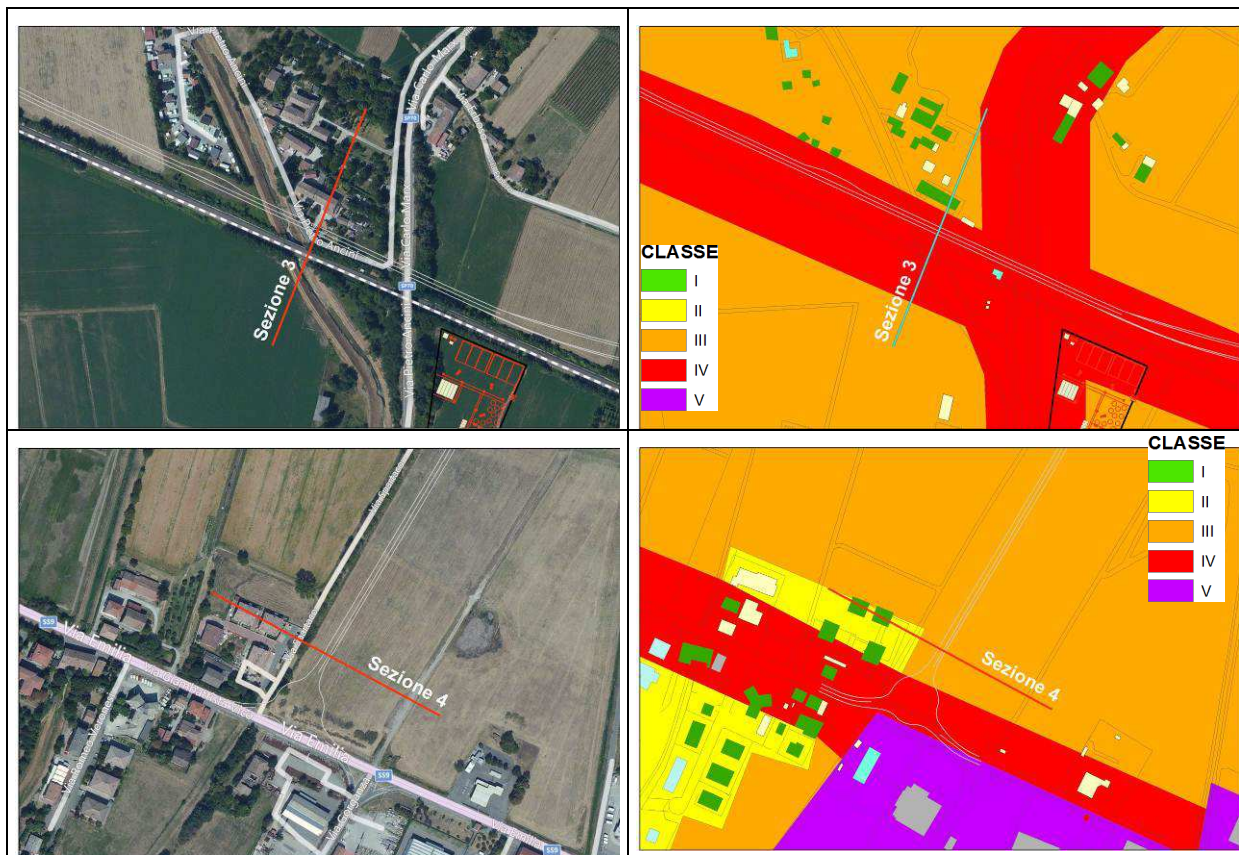
Parallelamente alle valutazioni relative alla fascia di potenziale non rispetto dei limiti sanitari sono stati condotti calcoli modellistici localizzati su 4 sezioni significative in quanto caratterizzate da un livello di urbanizzazione e quindi di potenziali ricettori interferiti superiore rispetto al resto del tracciato.

In particolare, al fine di considerare tutte le tipologie costruttive presenti, sono state considerate le seguenti attività:

- strutture in c.a. per la realizzazione di viadotti: Sezione 1;
- stabilizzazione-compattatura nella realizzazione di rilevati: Sezioni 2, 3 e 4.

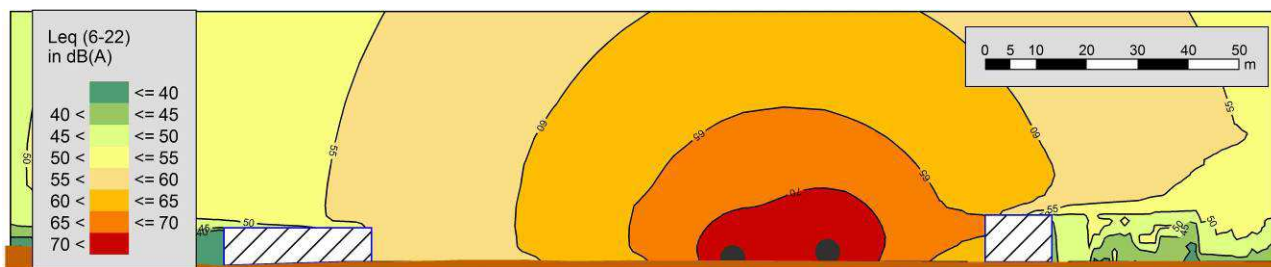
La successiva Figura 5.1-15 mostra la localizzazione planimetrica di tali sezioni e gli stralci di classificazione acustica relativi alle aree individuate.



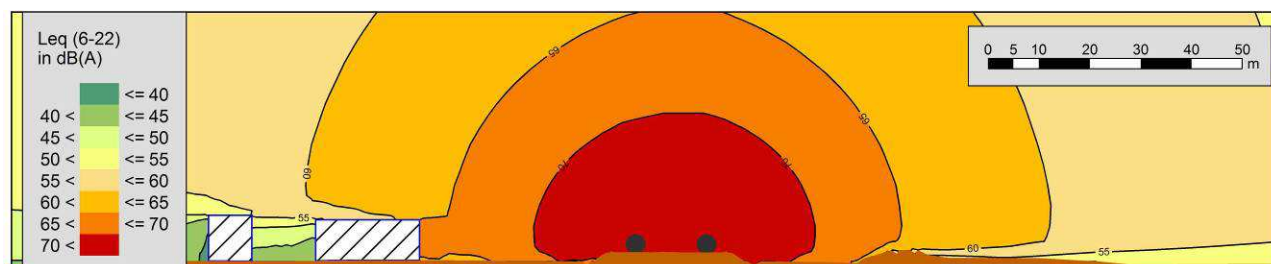


**FIGURA 5.1-15 – INSERIMENTO TERRITORIALE E ZONIZZAZIONE ACUSTICA - SEZIONI.**

I risultati delle simulazioni effettuate sono espressi da mappe verticali di rumore diurno  $Leq(6-22)$  nelle figure seguenti.



**FIGURA 5.1-16 – SEZIONE ACUSTICA 1 – IMPATTO DEL CANTIERE PER LA REALIZZAZIONE DI STRUTTURE IN C.A.- (6-22).**



**FIGURA 5.1-17 – SEZIONE ACUSTICA 2 – IMPATTO DEL CANTIERE PER LA STABILIZZAZIONE/COMPATTATURA - (6-22).**

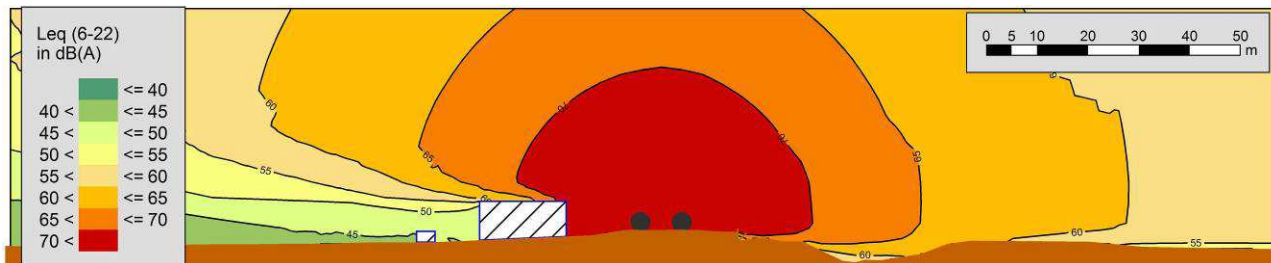


FIGURA 5.1-18 – SEZIONE ACUSTICA 3 – IMPATTO DEL CANTIERE PER LA STABILIZZAZIONE/COMPATTATURA - (6-22).

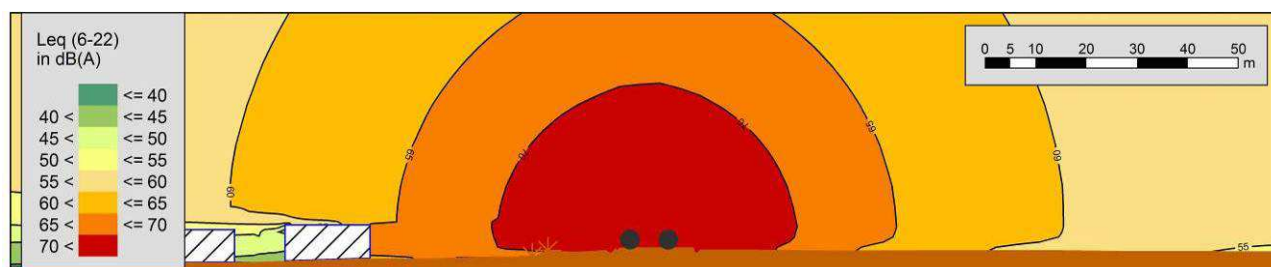


FIGURA 5.1-19 – SEZIONE ACUSTICA 4 – IMPATTO DEL CANTIERE PER LA STABILIZZAZIONE/COMPATTATURA - (6-22).

Dall'analisi di tali mappe si confermano i risultati evidenziati in Tabella 5.1-13.

In corrispondenza dei primi fronti edificati in affaccio sul fronte di avanzamento lavori risulta difficile garantire il rispetto dei limiti acustici imposti dalle classificazioni comunali. In ogni caso, considerando che le aree interferite dall'opera sono generalmente poco antropizzate, gli esuberi normativi saranno circoscritti ad un numero limitato di ricettori (cfr. Tabella 5.1-13). In tali casi sarà necessario richiedere opportuna deroga ai limiti di classificazione acustica per l'attività di cantiere oggetto di analisi.

#### 5.1.4. Viabilità di cantiere

Il traffico sulle piste di cantiere che seguono in affiancamento il tracciato autostradale rappresentano un impatto cumulato con quello relativo al FAL, perlopiù localizzato in corrispondenza dei ricettori residenziali a minima distanza dal tracciato. I livelli di rumore espressi in termini di Leq sono relativamente bassi a fronte di un disturbo significativo avvertito dai residenti: la sensazione di "annoyance" è in questi casi enfatizzata dal problema delle polveri aerodisperse. Il transito dei mezzi di cantiere sulla viabilità ordinaria crea invece un impatto cumulato con le emissioni sonore generate dal traffico circolante su tali arterie. In mancanza di un piano di gestione dettagliato della viabilità di cantiere, possibile solo in fase progettuale esecutiva, nel presente studio viene fornita una stima del numero di veicoli pesanti massimo che può risultare acusticamente trascurabile se sommato alla viabilità ordinaria.

In Figura 5.1-20 sono riportate, al variare della distanza dal ciglio della strada e dell'entità dei flussi veicolari, le curve di decadimento dei livelli di rumore equivalente ( $Leq$  in dB(A)), per una velocità dei mezzi pesanti di 40 km/h.

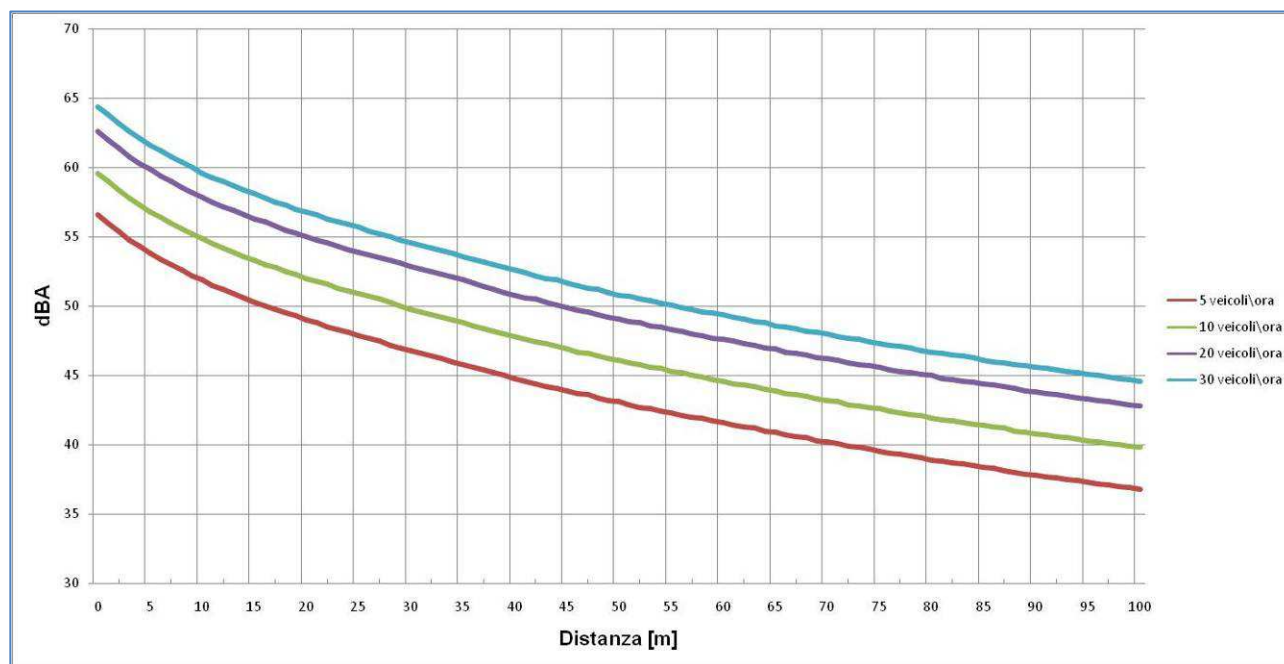


FIGURA 5.1-20 – DECADIMENTO DEI LIVELLI DI RUMORE EQUIVALENTE ( $Leq$  IN dB(A)) – VELOCITÀ = 40 KM/H.

## 5.2. PRODUZIONE DI VIBRAZIONI IN FASE DI CANTIERE

### 5.2.1. Impostazione e metodologia di analisi

La presente sezione illustra il contesto giuridico nazionale applicabile ed il quadro di riferimento previsionale, per quanto concerne le verifiche di clima vibrazionale in fase di costruzione.

#### 5.2.1.1 Il contesto giuridico

A differenza del rumore ambientale, regolamentato a livello nazionale dalla Legge Quadro n. 447/95, non esiste al momento alcuna legge che stabilisca limiti quantitativi per l'esposizione alle vibrazioni.

Esistono invece numerose norme tecniche, emanate in sede nazionale ed internazionale, che costituiscono un utile riferimento per la valutazione del disturbo e del danno in edifici interessati da fenomeni vibrazionali.

Per quanto riguarda il disturbo alle persone, i principali riferimenti sono costituiti dalla norma ISO 2631 / Parte 2 "Evaluation of human exposure to whole body vibration / Continuous and shock-induced vibration in buildings (1 to 80 Hz)". La norma assume particolare rilevanza pratica poiché ad essa fanno riferimento le norme tecniche per la redazione degli Studi di Impatto Ambientale relativi alla componente ambientale "Vibrazioni", contenute nel D.P.C.M. 28/12/1988.

Ad essa, seppur con alcune non trascurabili differenze, fa riferimento la norma UNI 9614 "Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo".

I danni agli edifici determinati dalle vibrazioni vengono trattati dalla UNI 9916 "Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici", norma in sostanziale accordo con i contenuti tecnici della ISO 4866 e in cui vengono richiamate le norme DIN 4150 e BS 7385.

Nel mese di Aprile 2004 è stata pubblicata la norma UNI9916:2004 in revisione della norma UNI9916:1991.

La norma già nella versione del 1991 fornisce una guida per la scelta di appropriati metodi di misura, di trattamento dei dati e di valutazione dei fenomeni vibratorii allo scopo di permettere anche la valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici, con riferimento alla loro risposta strutturale ed integrità architettonica.

#### 5.2.1.2 Fattori causali

I problemi di vibrazioni in fase di costruzione delle infrastrutture stradali possono derivare da emissione dirette di vibrazioni nel corso delle lavorazioni e da emissione di rumore a bassa frequenza, in relazione ai fattori causali e agli effetti riassunti, in termini generali, in Tabella 5.2-1.

PROBLEMATICHE	PRINCIPALI FATTORI CAUSALI	EFFETTI POTENZIALI
<b>EMISSIONE VIBRAZIONI</b>	Demolizioni strutture esistenti in c.a. con martelli pneumatici, martelloni o altro Infissione pali o scavo pali di fondazione con metodi a percussione	Vibrazioni trasmesse dal terreno agli elementi strutturali degli edifici, con emissione di rumore per via solida
	Compattazione sottofondi rilevati con vibrocompattatori, rulli vibranti, ecc.	
	Traffico di cantiere	
<b>EMISSIONE RUMORE A BASSA FREQUENZA</b>	Macchine operatrici nell'area di cantiere	Vibrazione elementi strutturali (vetri, suppellettili) con emissione di rumore in corrispondenza delle frequenze di risonanza

**TABELLA 5.2-1 – PRINCIPALI PROBLEMATICHE VIBRAZIONALI IN FASE DI COSTRUZIONE**

I problemi di disturbo, anche in assenza di superamento dei limiti di legge, sono di importanza variabile in relazione alla tecnica costruttiva e generalmente più frequenti quando le lavorazioni sono estese al periodo notturno. Agli effetti vibrazionali sugli immobili si somma, e talvolta costituisce la componente di reale disturbo, la trasmissione di rumore aereo per via solida che è soggetta ai limiti differenziali indicati dal DPCM 14/11/1997.

Le analisi sviluppate esaminano prioritariamente il disturbo ai sensi della UNI 9614 e non tanto il danno ai sensi della UNI 9916. Le problematiche del danno competono all'impresa esecutrice dei lavori che dovrà adottare tutte le preventive attenzioni tecniche o operative al fine di evitare che i lavori di costruzione possano determinare la formazione di danni minori (fessurazioni agli intonaci, crepe, ecc.).

#### 5.2.1.2.1 Emissioni di vibrazioni in fase di costruzione

Le emissioni di vibrazione in fase di costruzione sono ampiamente variabili in relazione al tipo di attrezzatura/macchina operatrice impiegata, al contesto di utilizzazione e all'operatore. Nel presente studio sono stati utilizzati sia dati di fonte bibliografica sia dati direttamente acquisiti nel corso di misure svolte in cantieri di grandi opere realizzate in Italia.

Per quanto riguarda i dati bibliografici, è stato in particolare 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 Tabella 5.2-2.

	MACCHINA/ ATTREZZATURA	DISTANZA (M)	1	1.25	1.6	2	2.5	3.15	4	5	6.3	8	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80
1	Camion da cantiere	10	0	0	0	0	0	0	0	0.15	0	0.12	0.15	0.29	0.5	1.67	1.85	2.5	6	5.5	5.2	4
2	Camion ribaltabile	10	0	0	0	0	0	0	0	0.11	0.23	0.41	0.5	0.6	1.1	2.99	9	3.9	3.3	4	10	8
3	Rullo compattatore vibrante	10	0	0	0	0.3	0.3	0.3	0.3	0.8	0.7	0.8	1.1	1	2	1.55	6	29	3	1	1.6	2
4	Rullo compattatore pesante (non vibrante)	10	0	0	0	1.6	1.7	2	0.85	5.8	11	18	20	40	20	4	12	7	3.7	3.7	5	4
5	Pala gommata carica	10	0	0	0	0.41	0.41	0.41	0.48	0.52	0.50	0.76	1.10	1.25	2	3	17	17	7.8	15	14	7.8
6	Pala gommata scarica	20	0	0	0	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.4	1.2	0.9	1.75	1.26	2	5.2	2.6	1.6	1.6	1.5	2
7	Ruspa cingolata piccola	10	0	0	0	1.1	1.1	1.1	1.1	1.4	1.6	3.2	4.2	8	6	18	24	16	10	9	6	5.5

**TABELLA 5.2-2 – SPETTRI DELLE EMISSIONI VIBRAZIONALI DEI PRINCIPALI MACCHINARI UTILIZZATI**

In particolare nelle successive Figura 5.2-1÷Figura 5.2-4 sono evidenziati gli spettri di emissione tra 1 hz e 80 Hz per alcune delle sorgenti contenute nella Tabella 5.2-2 di cui sopra, misurati alla distanza indicata dalla sorgente, con sovrapposta la curva limite di percettibilità secondo quanto previsto dalla norma UNI 9614.

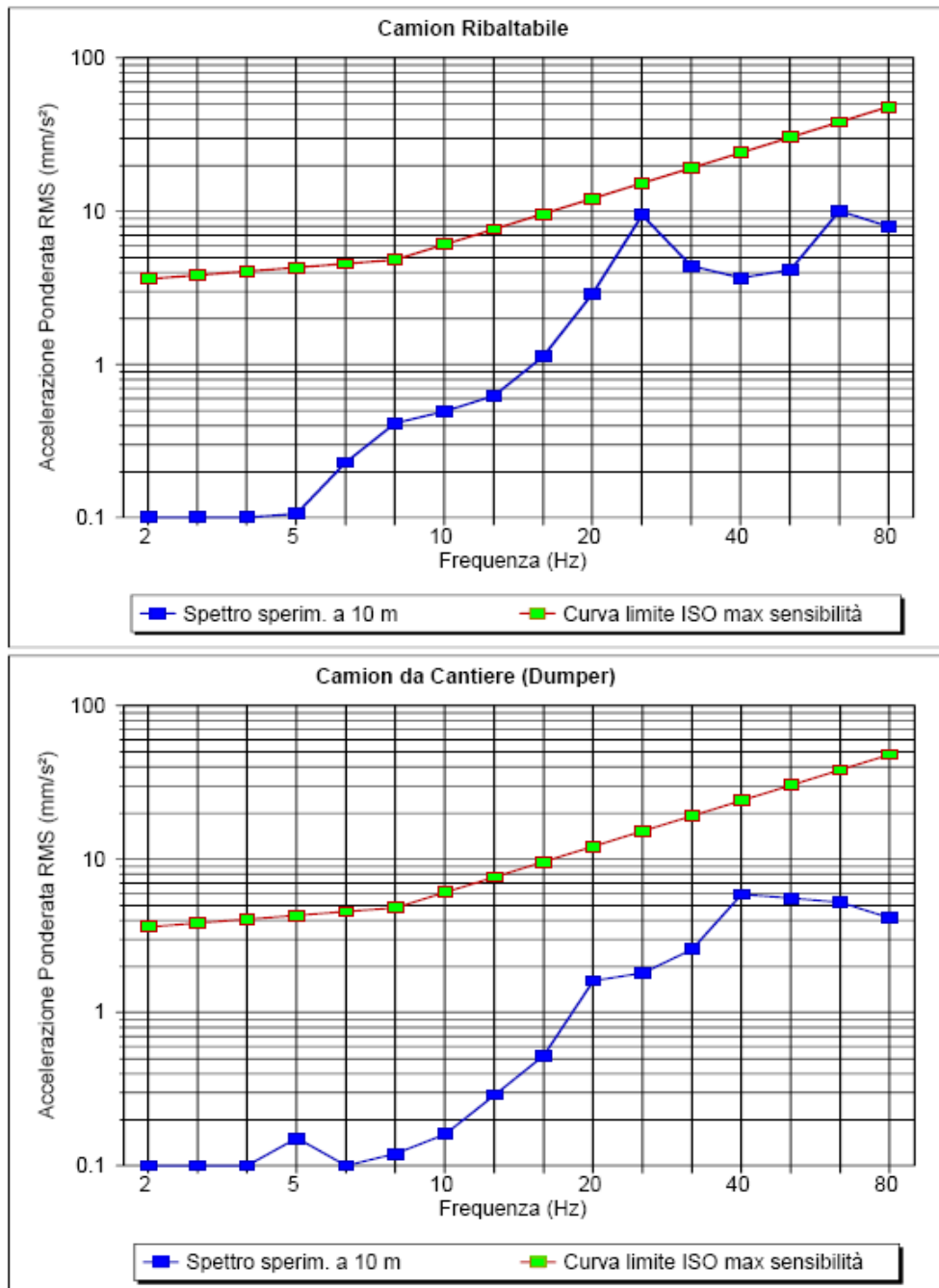


FIGURA 5.2-1 – SPETTRI DI EMISSIONI VIBRAZIONALI DEI MEZZI DA CANTIERE - AUTOCARRI.



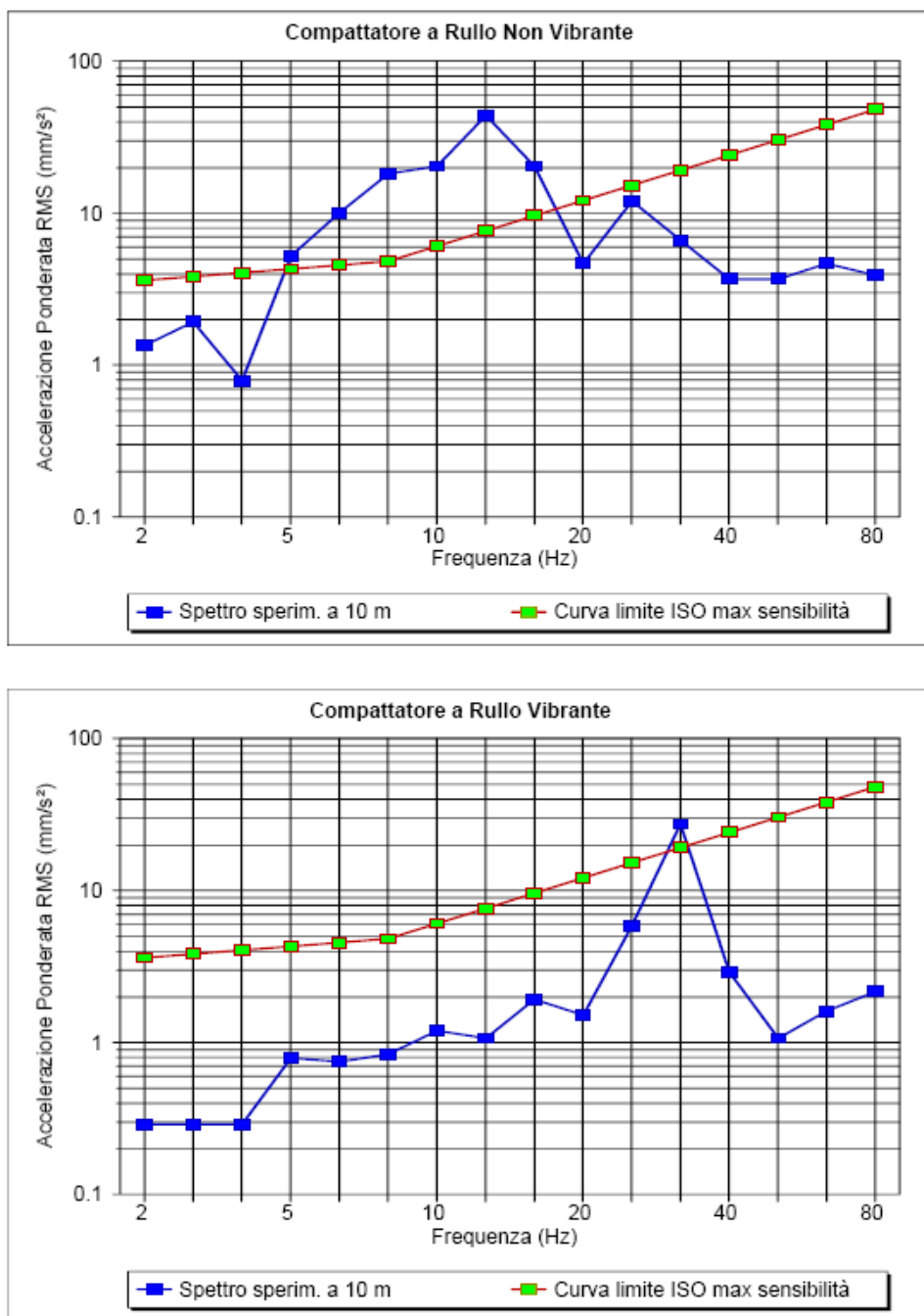


FIGURA 5.2-2 – SPETTRI DI EMISSIONI VIBRAZIONALI DEI MEZZI DA CANTIERE – RULLI COMPATTATORI.

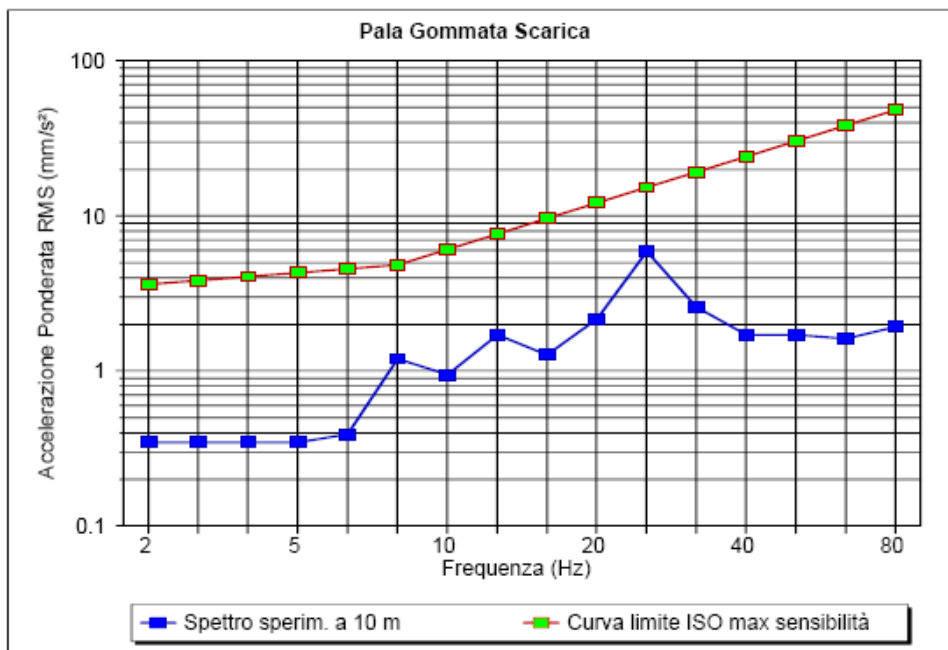
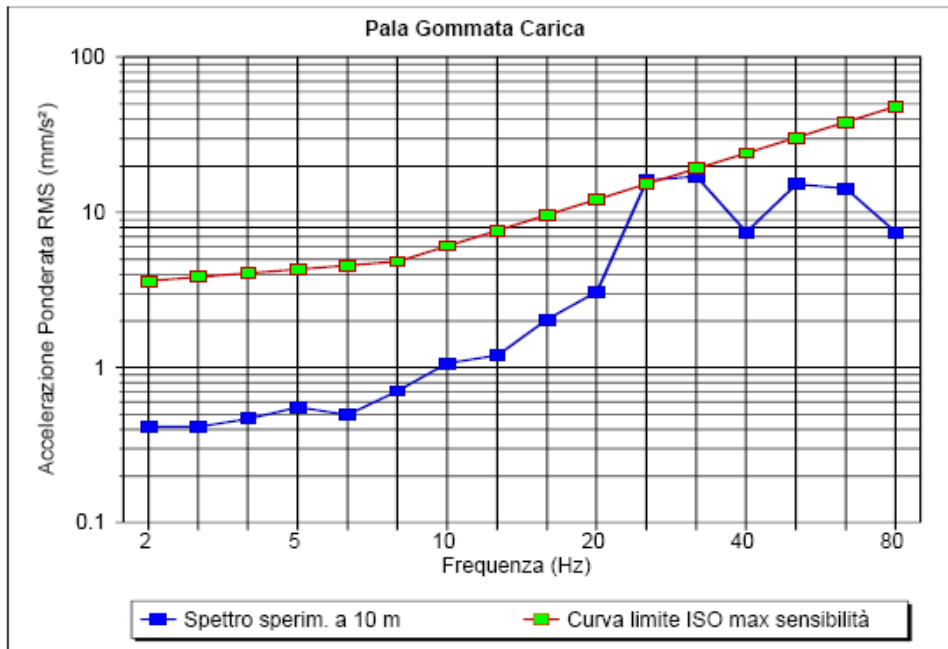


FIGURA 5.2-3 – SPETTRI DI EMISSIONI VIBRAZIONALI DEI MEZZI DA CANTIERE – PALE CARICATRICI.

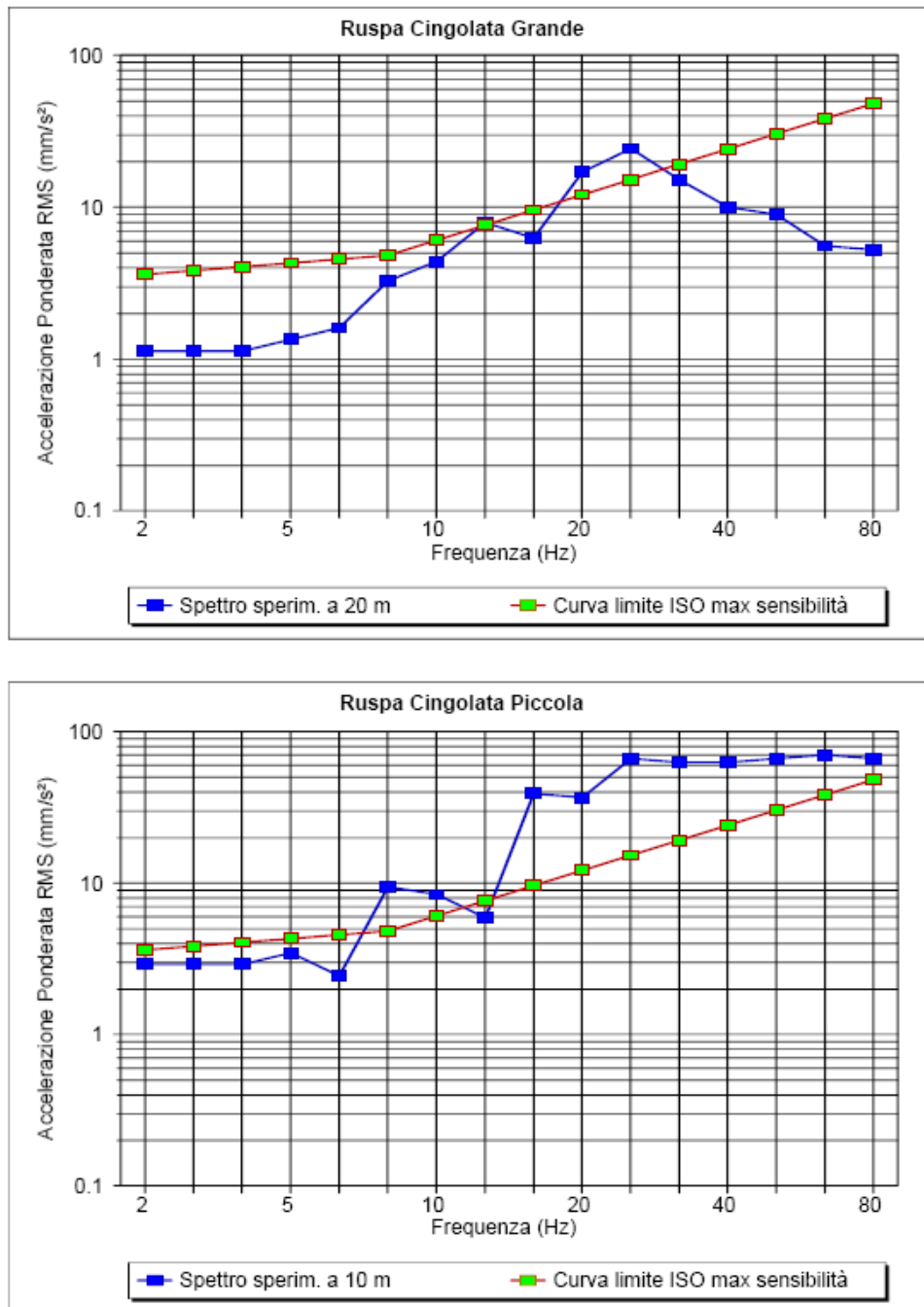


FIGURA 5.2-4 – SPETTRI DI EMISSIONI VIBRAZIONALI DEI MEZZI DA CANTIERE – ESCAVATORI.

Si può notare che il transito di mezzi pesanti di cantiere alla distanza di 10 m, in assenza di sobbalzi dei carichi o di pavimentazioni sconnesse, non è accompagnata da accelerazioni che superano la soglia di sensibilità umana.

Compattatori, rulli vibranti, pale e ruspe sono viceversa caratterizzate da emissioni significative nei confronti della sensibilità umana e dei possibili effetti di disturbo sui ricettori.

#### 5.2.1.2.2 Emissioni di rumore a bassa frequenza

Un problema tipicamente riscontrato dai residenti in fase di costruzione delle opere riguarda la vibrazione dei serramenti al passaggio dei mezzi d'opera o durante il funzionamento di attrezzature equipaggiate con grandi motori diesel.

Il comportamento vibroacustico di un serramento esterno è strettamente legato a quello della lastra di vetro di cui è costituito. A riguardo la Norma UNI 7170-73 introduce due grandezze: la frequenza di risonanza naturale  $f_n$  e la frequenza di coincidenza  $f_c$ .

La frequenza di risonanza naturale  $f_n$  si colloca in genere alle basse frequenze (1÷200 Hz) e si verifica quando un suono di pari frequenza incide perpendicolarmente al piano della lastra, con conseguente vibrazione della stessa. Nel caso di vetri piani la frequenza di risonanza è definita dalla seguente espressione:

$$f_n = \frac{(p^2 + q^2) \pi h}{S} \sqrt{\frac{E}{3\rho(1 - \epsilon^2)}} \quad [\text{Hz}]$$

dove:

S superficie della lastra [m<sup>2</sup>]

h spessore della lastra [m]

E modulo di elasticità [Kg/m<sup>2</sup>]

$\rho$  densità [Kg/m<sup>3</sup>]

$\epsilon$  coefficiente di Poisson

$p, q$  numeri interi che rappresentano il modo di vibrazione (per il modo fondamentale di vibrazione assumono il valore unitario).

Nel caso di vetri classici ( $E = 72 \text{ GN/m}^2$ ,  $\rho = 2500 \text{ Kg/m}^3$ ,  $\epsilon = 0,22$ ), la frequenza di risonanza naturale può essere così determinata:

$$f_n = (p^2 + q^2) \frac{5000 h}{S} \quad [\text{Hz}]$$

In presenza di vetri doppi si considerano due frequenze naturali di risonanza: quella legata al pannello nel suo complesso (lastra + intercapedine + lastra) e quella legata all'intercapedine d'aria stessa. Nel caso di vetri classici, tali frequenze sono rispettivamente così definite:

$$f_n = 840 (p^2 + q^2) \sqrt{\frac{1}{100d} \left( \frac{1}{m_1} + \frac{1}{m_2} \right)} \quad [\text{Hz}]$$

$$f_n = \frac{nc}{2d} \quad [\text{Hz}]$$

dove:

- d                    spessore dell'intercapedine d'aria [m],
- $m_1$                 massa areica della prima lastra [Kg/m<sup>2</sup>],
- $m_2$                 massa areica della seconda lastra [Kg/m<sup>2</sup>],
- c                    velocità del suono di 344 [m/s],
- p, q e n            indicano numeri interi che rappresentano il modo di vibrazione.

La frequenza di coincidenza  $f_n$  si colloca in genere alle frequenze medio-alte (oltre 2 KHz). Essa è legata all'omonimo fenomeno, il quale si verifica quando la lunghezza d'onda di un'onda sonora incidente coincide con la proiezione della lunghezza d'onda delle vibrazioni flessionali della lastra lungo la direzione di propagazione delle onde sonore. Anche tale fenomeno è accompagnato da vibrazione della lastra. A differenza della frequenza di risonanza, la frequenza di coincidenza non dipende dalla superficie ma è funzione della densità, del modulo elastico e delle spessore dei materiali impiegati.

Sulla base di tali premesse è logico prevedere che il fenomeno vibratorio dei vetri possa sussistere come conseguenza di natura acustica contestuale alle immissioni sonore di alcune macchine operatrici caratterizzate da livelli di pressione sonora energeticamente significativi alle basse frequenze (escavatori, betoniere, trivelle, ecc.), qualora le onde sonore possiedano frequenze coincidenti con le frequenze naturali dei vetri e qualora il fenomeno sia di durata tale da eccitare i vetri. In queste condizioni è verosimile che i vetri entrino in risonanza, vibrino ed emettano all'interno del locale un rumore avente le medesime frequenze. Trattandosi di basse frequenze, la sensazione sonora conseguente è un "rombo".

Considerando che le attività di superficie necessarie per la realizzazione del nuovo tracciato saranno presumibilmente limitate al periodo diurno e che verranno prescritte macchine insonorizzate, si ritiene che questa problematica possa essere ritenuta secondaria.

#### 5.2.1.3 Metodologia di previsione dei livelli vibrazionali

Sono state svolte delle verifiche dei livelli di vibrazione originati dalla costruzione del corpo stradale in base a dati di emissione determinati su base sperimentale in casi analoghi e riepilogati nel capitolo precedente.

Le componenti di attenuazione e amplificazione delle vibrazioni all'interno del terreno e sull'edificio, introdotte nel modello di calcolo come valori medi, riguardano:

- attenuazione per dissipazione interna del terreno;
- attenuazione geometrica, in relazione al tipo di sorgente e di onda;
- attenuazione dovuta a ostacoli o discontinuità del terreno;
- attenuazione dovuta all'accoppiamento terreno-fondazione;
- attenuazione dovuta alla propagazione in direzione verticale nel corpo dell'edificio;
- amplificazione determinata dai solai.

Nel seguito è descritta la metodologia di calcolo.

##### 5.2.1.3.1 **Attenuazione per dissipazione interna del terreno**

L'attenuazione di un campo vibrazionale con la distanza da una sorgente vibratoria all'interno di un mezzo solido (terreno) è principalmente funzione dell'effetto combinato dell'attenuazione geometrica e della dissipazione interna del terreno.

L'attenuazione geometrica è legata al fenomeno di propagazione dell'energia vibratoria entro volumi di terreno crescenti con la distanza dalla sorgente. In un mezzo omogeneo essa è legata sia alla geometria della sorgente (puntuale, lineare, etc.), sia alle caratteristiche del dominio sede dei fenomeni propagatori (presenza di frontiere, discontinuità, etc.).

L'attenuazione per dissipazione del terreno è legata alle caratteristiche dissipative del mezzo all'interno del quale avviene la propagazione di energia vibratoria, in questo caso il deposito di terreno.

Il problema propagatorio si risolve mediante una funzione di trasferimento che esprime per ogni frequenza, il rapporto tra l'ampiezza di vibrazione al piede del ricettore in condizioni di campo libero e l'ampiezza dello spettro di carico alla sorgente.

Vale la seguente equazione:

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

In cui :

$\eta$  fattore di perdita del terreno,

$c$  velocità di propagazione in m/s,

$f$  frequenza in Hz,

$d$  distanza in m,

$d_0$  distanza di riferimento a cui è noto lo spettro di emissione, qui assunta pari a 10m.

L'esponente  $n$  varia a seconda del tipo di onda e di sorgente di vibrazioni, come indicato nella Tabella 5.2-3. Nel caso di sorgenti di vibrazione correlate ad attività di cantiere, considerando prevalente il contributo di una sorgente superficiale puntiforme, si assumerà un valore di  $n = 0.5$ .

Localizzazione della sorgente	Tipo di sorgente	Onde indotte	n
Superficie	Puntuale	Onde di pressione	2.0
		Onde di superficie	0.5
	Linea	Onde di pressione	1.0
		Onde di superficie	0
Profonda	Puntuale	Onde di pressione	1.0
	Lineare	Onde di pressione	0.5

**TABELLA 5.2-3 – VARIAZIONI DELL'ESPONENTE N IN FUNZIONE DELLA TIPOLOGIA DI SORGENTE**

Per quanto riguarda il termine esponenziale, esso rappresenta i fenomeni di dissipazione di energia meccanica in calore, che risulta dipendente dalla frequenza, dalle caratteristiche meccaniche del materiale (e dunque dalla velocità di propagazione) e dal fattore di perdita del mezzo.

Si nota che le alte frequenze si estinguono dopo un breve percorso, mentre le frequenze più basse si propagano a distanze maggiori. Il rapporto  $\eta/c$  dipende dal particolare tipo di terreno considerato, e tende a diminuire al crescere del livello di compattamento del terreno.

Nel modello utilizzato in questo studio si è usato un valore di  $c=135$  m/s per la velocità di propagazione delle onde di superficie, valore corrispondente all'unità geolitologica sia delle "sabbie, limi, ghiaie, loess" che delle "argille, terreni argillosi" costituenti il mezzo all'interno del quale si propagano le perturbazioni vibratorie.

Infine è stato assunto per il fattore di perdita del mezzo i seguenti valori medi:

- "sabbie, limi, ghiaie, loess":  $\eta=0.1$ ;
- "argille, terreni argillosi":  $\eta=0.3$ .

#### 5.2.1.3.2 Attenuazione dovuta a ostacoli o discontinuità del terreno

Un ulteriore fenomeno di cui si deve tener conto è quello che sorge, 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. Bisogna tener presente che in questo studio questo fenomeno non è tenuto in considerazione, anche a favore di una maggiore cautela nell'interpretazione dei dati delle simulazioni.

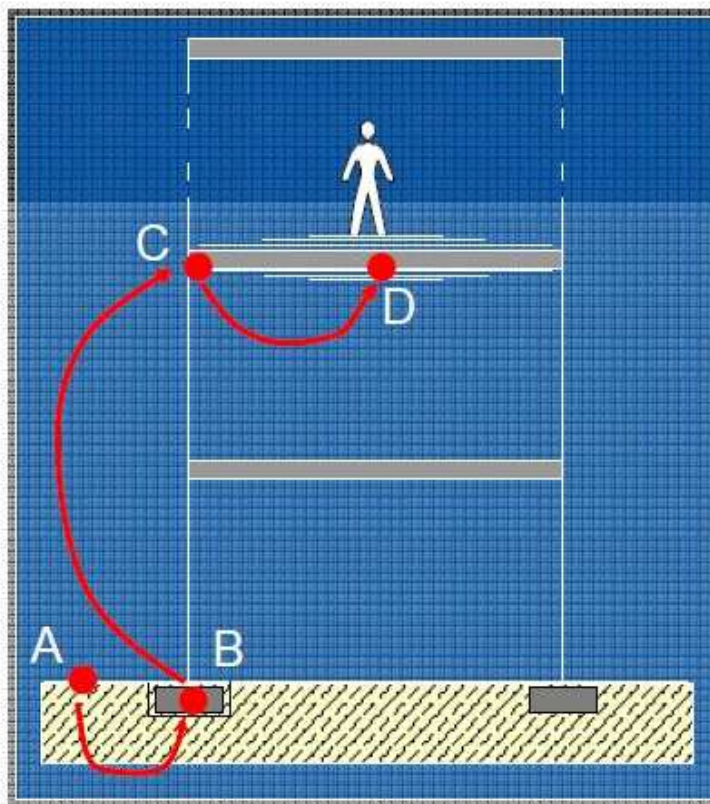
#### 5.2.1.3.3 Propagazione all'interno dell'edificio

Il modello semplificato di propagazione sopra illustrato si riferisce ai soli fenomeni che avvengono nel terreno, supposto omogeneo ed isotropo. Bisogna tener conto infatti che negli edifici presenti lungo il tracciato stradale (definibili ai sensi normativi come ricettori del segnale vibrazionale) l'eventuale disturbo indotto dal transito e dal lavoro delle macchine di cantiere è percepito dalle persone sia in termini di moto delle superfici di contatto del corpo umano con l'edificio stesso (vibrazione vera e propria), sia in termini di pressione sonora generata dal moto delle superfici di orizzontamento e dalle pareti verticali. Di conseguenza, risulta importante valutare le modalità di propagazione delle vibrazioni dall'esterno dell'edificio al suo interno.

A tale scopo, è utile suddividere il problema complessivo della risposta alle vibrazioni degli edifici in tre fenomeni (Figura 5.2-5):

- accoppiamento terreno - fondazioni;
- propagazione lungo la struttura verticale (portante e secondaria);
- effetto degli orizzontamenti.





**FIGURA 5.2-5 – SCHEMATIZZAZIONE PROPAGAZIONE TERRENO-EDIFICIO.**

L'accoppiamento tra suolo e fondazioni (A-B) induce generalmente un termine dissipativo nel segnale vibrazionale, configurandosi come un fenomeno favorevole al contenimento dell'impatto vibrazionale. L'entità dell'attenuazione (difficilmente valutabile numericamente) dipende dalla tipologia fondazionale (dirette o profonde). In particolare, la valutazione dell'attenuazione deve essere effettuata in termini spettrali facendo riferimento, ad esempio, a curve empiriche

Per edifici con struttura portante verticale in muratura, in relazione alla maggiore massa, è messa in conto una maggiore attenuazione pari a 2 dB. Per edifici con struttura portante in acciaio, è messa in conto una riduzione di attenuazione pari a 2 dB.

La nuvola di punti costituita dalle curve di letteratura consente di definire un andamento cautelativo da adottarsi nel presente progetto, sintetizzabile attraverso l'adozione delle loro medie per edifici in C.A. ed edifici in muratura, per 4 classi di fondazioni come di seguito raggruppate:

- edifici in CA, con numero di piani fuori terra superiore a 2;
- edifici in CA, con numero di piani fuori terra inferiore a 2;
- edifici in muratura, con numero di piani fuori terra superiore a 2;
- edifici in muratura, con numero di piani fuori terra inferiore a 2.

In Figura 5.2-6 sono riportate le curve di attenuazione per le differenti tipologie strutturali, adottate nel modello previsionale per la stima dei livelli di vibrazione all'interno dei ricettori critici. Per gli edifici nei quali il piano di verifica dei livelli vibrazionali è realizzato a contatto con il terreno, senza interposizione di un solaio portante, (sostanzialmente le sole chiese di costruzione non recente), non è stata considerata l'attenuazione a livello delle fondazioni, trascurando anche l'attenuazione dovuta alla struttura verticale e l'amplificazione delle piastre di piano.

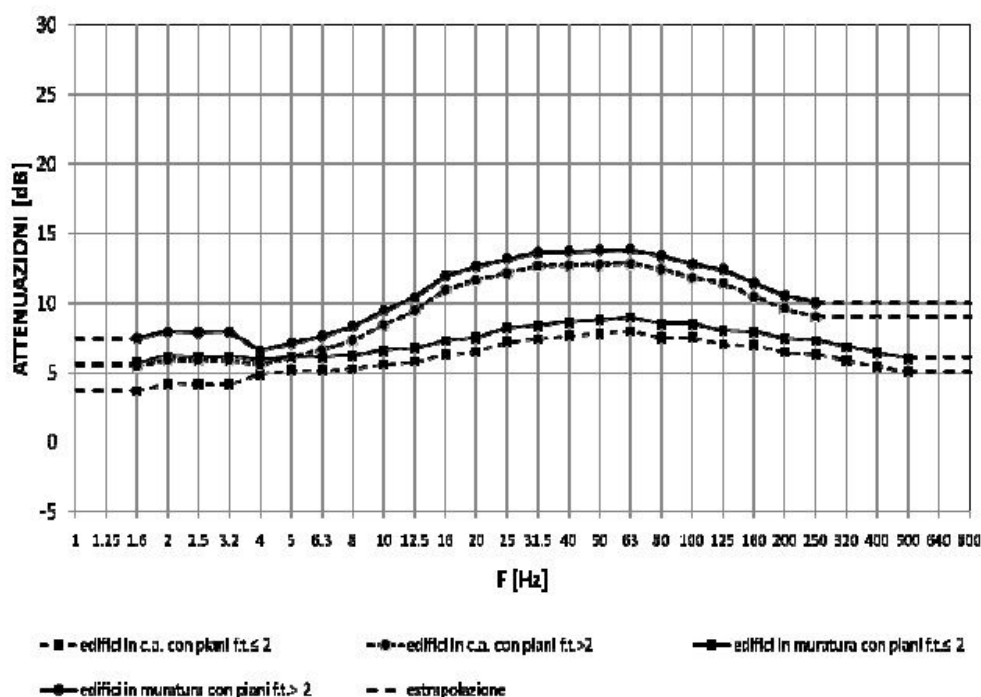


FIGURA 5.2-6 – CURVE DI ATTENUAZIONE DELLE DIFFERENTI TIPOLOGIE STRUTTURALI.

A partire dal segnale in ingresso nell'edificio, a valle dell'effetto indotto sul segnale stesso dall'accoppiamento terreno-fondazione, le vibrazioni indotte sollecitano due elementi strutturali in grado di modificarle ulteriormente: la struttura di sostegno verticale nella propagazione da piano a piano (B-C) e gli orizzontamenti composti dai solai di piano (C-D).

I due fenomeni comportano due effetti generalmente contrari, il primo di attenuazione ed il secondo di amplificazione, su intervalli di frequenza tuttavia diversi.

Il segnale vibratorio, successivamente al suo "ingresso" nell'edificio, si propaga in direzione verticale modificandosi in funzione della risposta strutturale dell'edificio stesso, comprendendo in questa non solo la struttura portante, ma anche elementi secondari quali i tamponamenti. Cautelativamente, si è considerato, nella valutazione di impatto vibrazionale, ininfluenza l'effetto della struttura verticale fino alla frequenza di 30 Hz, con una attenuazione pari a 4 dB per le frequenze superiori (Figura 5.2-7).

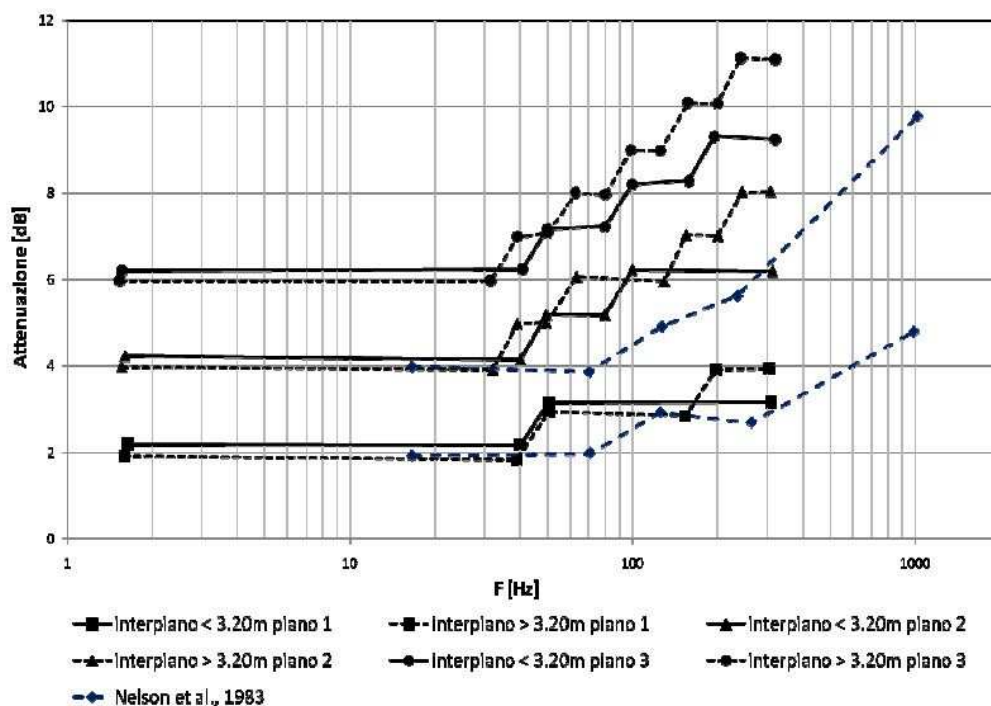


FIGURA 5.2-7 – PROPAGAZIONI VIBRAZIONALI ALL'INTERNO DEGLI EDIFICI.

Infine la vibrazione che si propaga nella struttura portante dell'edificio fino al solaio in cui si svolgono le attività umane rispetto alle quali si valuta il raggiungimento della soglia di disturbo, viene ad essere amplificata per effetto della flessibilità dei solai, in funzione della loro luce e del materiale con cui sono realizzati.

La risonanza delle strutture orizzontali può causare un'amplificazione delle vibrazioni nel campo di frequenze compreso tra 10÷30 Hz. Gli intervalli di frequenza possono contenere il picco dello spettro di vibrazione indotto dalla sorgente, portando a risonanze in grado di generare disturbo.

Nel presente studio si è assunto un valore medio per la luce dei solai pari a 4 m (cfr. Figura 5.2-8).

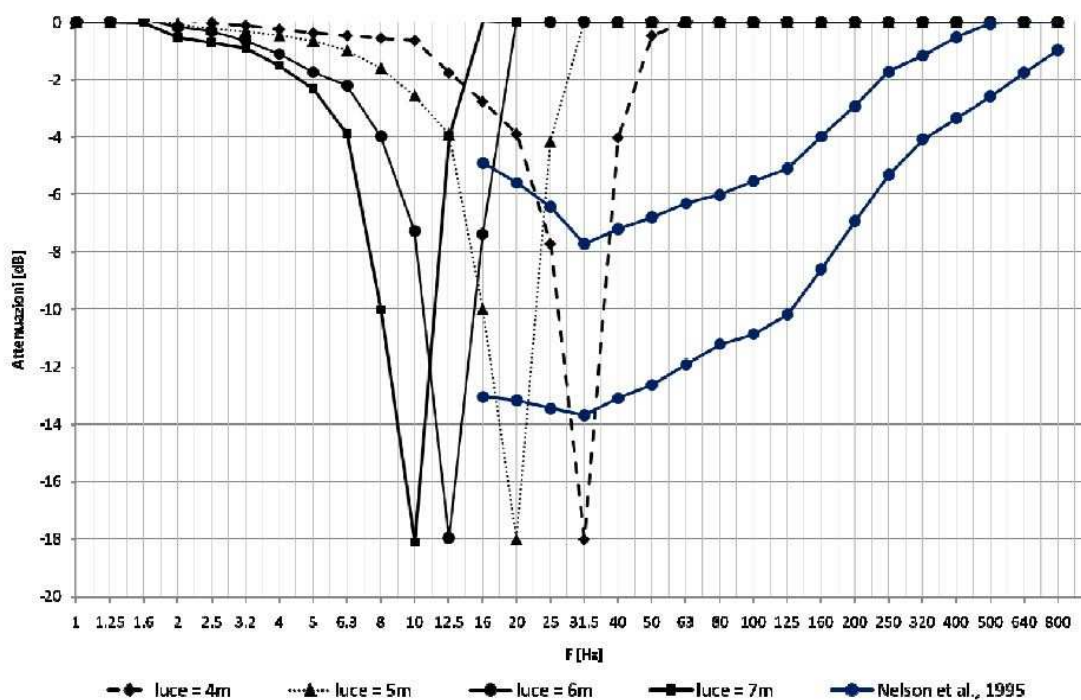


FIGURA 5.2-8 – PROPAGAZIONI VIBRAZIONALI IN FUNZIONE DELLA LUCE DEI SOLAI.

#### 5.2.1.3.4 Rumore solido

Il rumore solido all'interno degli edifici è il risultato delle onde di pressione acustica irradiate dalle superfici della stanza (pareti, pavimento e soffitto) in vibrazione. La stima del rumore solido indotto viene generalmente effettuata attraverso relazioni empiriche calibrate su dati di bibliografia, osservazioni sperimentali dirette o condotte in situazioni analoghe. Tali relazioni esprimono il livello di rumore solido in funzione del livello vibratorio in termini di accelerazione o velocità e prendono generalmente la forma:

$$L_p(f_j) = L_a(f_j) - 20 \log(f_j) + K$$

dove:

- $f_j$  è la frequenza j-esima dello spettro in 1/3 di ottava;
- $L_p(f_j)$  livello di pressione sonora in dB alla frequenza  $f_j$  in Hz;
- $L_a(f_j)$  livello di accelerazione in dB alla frequenza  $f_j$  ;
- $K$  una costante espressa in dB, funzione delle condizioni locali (ampiezza della stanza, coefficienti di riflessione e assorbimento delle superfici ecc.) da determinarsi sulla base dei dati sperimentali.

Il livello di rumore solido ottenuto dalla relazione sopra riportata, per poter essere confrontato con i limiti di normativa, deve essere ponderato secondo le curve di percezione (curva A).

## 5.2.2. Risultati

Con riferimento alle lavorazioni significative dal punto di vista dell'impatto vibrazionale, è stato stimato il livello di vibrazione immesso nell'edificio in funzione della distanza della fondazione dalla sorgente, considerando cautelativamente valori minimi di perdita di accoppiamento terreno-fondazione (edifici in c.a.).

Il livello di accelerazione stimato ponderato per posture non note, è stato confrontato con il limite di disturbo indicato dalla normativa di riferimento UNI9614 per le abitazioni di giorno e per le aree critiche.

Le lavorazioni, infatti, saranno limitate al periodo diurno.

Come accennato nei paragrafi precedenti compattatori e rulli sono mezzi caratterizzati da emissioni significative nei confronti della sensibilità umana e dei possibili effetti di disturbo sui ricettori.

Le stime previsionali sono state svolte per la fase di attività caratterizzata dai valori massimi di emissione vibrazionale, corrispondente alla rullatura per la realizzazione del sottofondo stradale e per la formazione degli strati dei rilevati stradali considerando 2 tipologie di terreni: "sabbie, limi, ghiaie, loess" e "argille, terreni argillosi".

La Figura 5.2-9 riporta i risultati di tali stime in riferimento all'attività di compattazione.

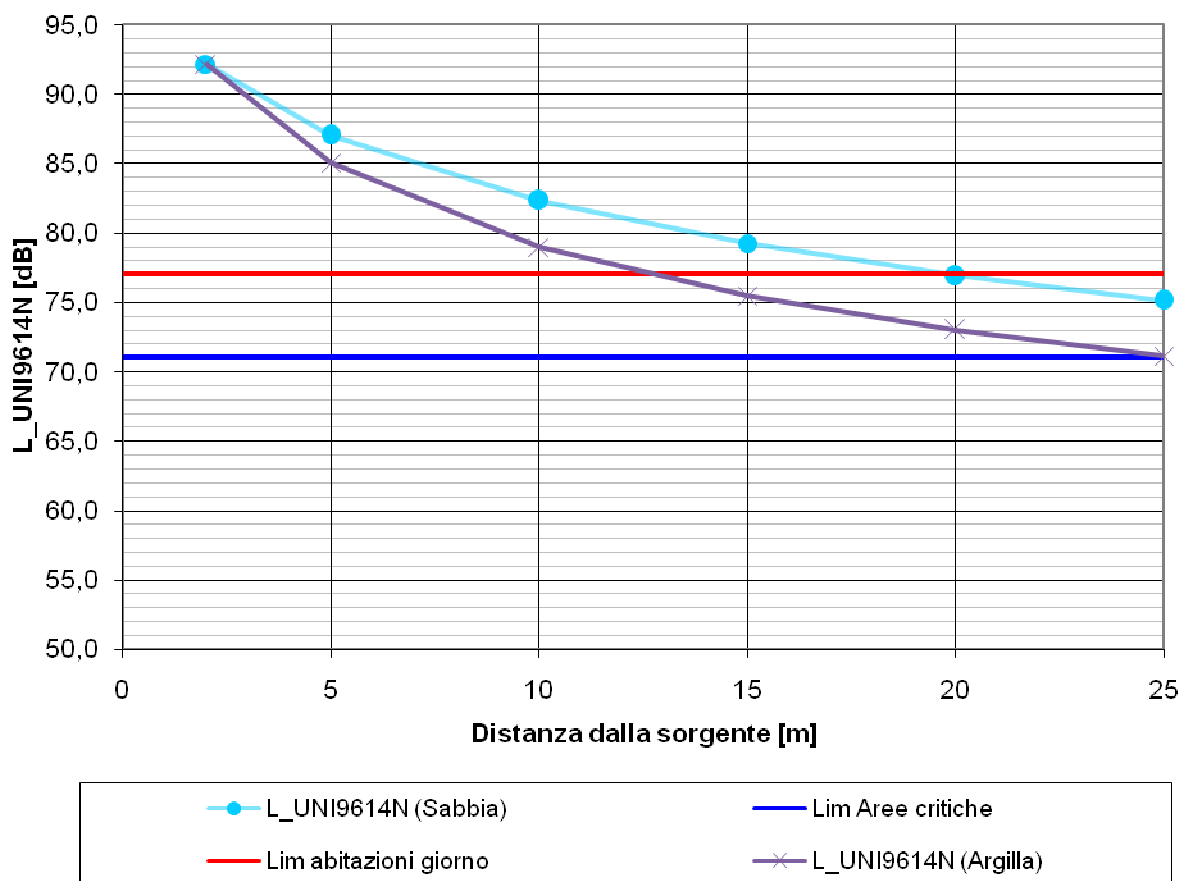


FIGURA 5.2-9 – COMPATTAZIONE – DECREMENTO DEI LIVELLI DI DISTURBO IN FUNZIONE DELLA DISTANZA.

Le attività che necessitano l'impiego di rulli per la compattazione dei sottofondi stradali determinano quindi livelli di impatto significativi e disturbanti fino a 20 m per le abitazioni nel caso di "sabbie, limi, ghiaie, loess" e fino a circa 12.5 m nel caso di "argille, terreni argillosi". Non sono invece presenti aree critiche nella fascia di territorio potenzialmente soggetta ad impatti superiori ai limiti.

Considerando cautelativamente l'impatto più significativo, ossia quello generato nel caso di terreni tipo "sabbie, limi, ghiaie, loess", che prevede livelli di impatto disturbanti fino a 20 m dalla sorgente sono stati individuati e riportati in Tabella 5.2-4 gli edifici compresi in tale fascia territoriale.

<b>Codice Ricettore</b>	<b>Destinazione d'uso</b>	<b>Distanza dal ciglio [m]</b>
R254	Residenziale	10,8
R336	Residenziale	13,3
R367	Residenziale	14,8
R369	Residenziale	6,0
R360	Residenziale	4,5
R304	Residenziale	13,7
R300	Residenziale	12,5
R190	Ind-Ter-Com	19,4
R189	Ind-Ter-Com	18,8
R219	Ind-Ter-Com	19,7
R048	Residenziale	3,5
R093	Residenziale	17,3
R145	Residenziale	9,5
R042	Residenziale	4,9
R084	Residenziale	15,1
R027	Residenziale	15,5
R305	Ind-Ter-Com	9,4

**TABELLA 5.2-4 – COMPATTAZIONE – EDIFICI ALL'INTERNO DELLA FASCIA DI IMPATTO SIGNIFICATIVO**

---

## 5.3. PRINCIPALI INTERVENTI DI MITIGAZIONE ADOTTATI IN FASE DI CANTIERE PER RUMORE E VIBRAZIONI

---

### 5.3.1. Cantieri fissi

Gli interventi di mitigazione potranno essere definiti con ragionevolezza tecnica solo dopo la predisposizione del progetto esecutivo di cantierizzazione.

Si tratta infatti di verificare e ottimizzare il lay out di cantiere per poi passare ad esaminare le emissioni degli impianti fissi, delle attrezzature e delle lavorazioni nota l'esatta localizzazione e gli effetti di schermatura dei fabbricati di cantiere.

Le emissioni degli impianti sono nella maggioranza dei casi regolate da diagrammi di radiazione e di direttività: ciò significa che il posizionamento del singolo impianto può influire in modo decisivo sulla propagazione del rumore.

A titolo di esempio, in un impianto di betonaggio i livelli di rumore rilevati sui quattro lati nelle due direzioni ortogonali possono differire anche per più di 10 dB(A).

Tutte le indicazioni che emergono in questa fase dello studio acustico rappresentano esclusivamente degli appunti per le successive e più impegnative fasi progettuali.

Gli interventi nel seguito annotati per le aree dei cantieri fissi, il FAL e la viabilità di cantiere devono pertanto essere intesi come interventi da validare nelle successive fasi progettuali.

Gli interventi "attivi" sulle sorgenti di rumore e di tipo "gestionale" elencati in Tabella 5.3-1 devono essere previsti in tutte i cantieri fissi.

INTERVENTI SULLE EMISSIONI	INTERVENTI GESTIONALI
Utilizzo di macchine, attrezzature, impianti silenziati e conformi alle normative.	Richiedere che l'approvvigionamento dei materiali avvenga con mezzi silenziati
Preferire l'uso di pale caricatori gommate piuttosto che escavatori per il caricamento e la movimentazione del materiale di scavo e dello smarino.	Definire e monitorare l'attuazione di un programma di manutenzione di ogni attrezzatura rumorosa, con particolare riferimento alla lubrificazione degli organi meccanici, ai cuscinetti, ai vibrostop, ecc.
Prevedere quando possibile dei sistemi di movimentazione e carico a basso impatto (nastri trasportatori, rulliere, ecc.).	Imporre direttive agli operatori tali da evitare comportamenti inutilmente rumorosi, con particolare riferimento ai periodi diurni di maggiore criticità (inizio mattina, mezzogiorno, ore pre-serali) e al periodo notturno qualora fossero previste lavorazioni.
Privilegiare l'impiego di macchinari di scavo a rotazione anziché a percussione.	Mantenere in perfetto stato le pavimentazioni stradali di cantiere al fine di evitare il sobbalzo dei cassoni, dei carichi e delle sponde.
Prevedere incapsulamenti dei componenti impiantistici fissi quali pompe, compressori, ecc.	Informare preventivamente i residenti delle fasi di lavoro caratterizzate dalle massime emissioni di rumore.
	Minimizzare l'inserimento degli avvisatori acustici di retromarcia con preventiva programmazione dei percorsi all'interno delle aree di cantiere
	Localizzare le aree di stoccaggio provvisorio e gli impianti più rumorosi in posizione meno sensibile rispetto ai ricettori presenti nell'area di interazione
	Sfruttare il potenziale schermante delle strutture fisse di cantiere con attenta progettazione del lay out di cantiere

TABELLA 5.3-1 – INTERVENTI "ATTIVI" E GESTIONALI SULLE SORGENTI DI RUMORE

Gli altri interventi mitigativi destinati al contenimento della propagazione del rumore nelle aree circostanti ai cantieri, da verificare e dimensionare in fase esecutiva, sono i seguenti.

#### Campo Base

Al fine di contenere tali esuberi, si è ipotizzata la presenza di una barriera posta lungo il lato nord est del cantiere, di altezza pari a 3.0 metri e lunghezza pari a 120 metri.

La Figura 5.3-1 riporta la localizzazione della barriera ipotizzata.



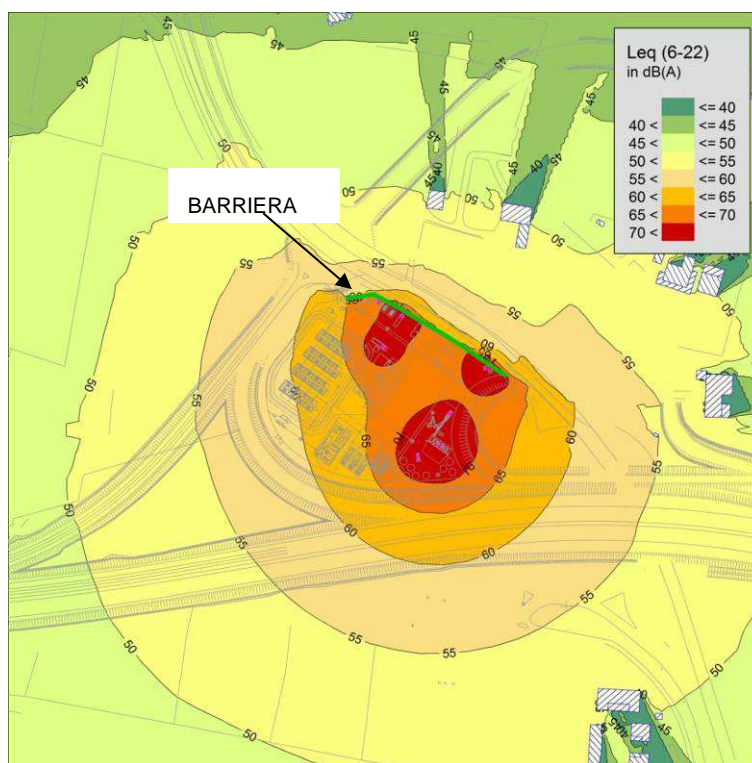


FIGURA 5.3-1 – LOCALIZZAZIONE BARRIERA (CAMPO BASE).

### 5.3.2. Arete Operative e cantieri mobili (Fronte Avanzamento Lavori "FAL")

Un importante contributo al miglioramento della performance ambientale del progetto è correlato alla possibilità di installare delle barriere antirumore in prossimità del fronte lavori, alla minima distanza tecnicamente fattibile dalle sorgenti di rumore. Le barriere antirumore devono essere mobili e modulari, installate preventivamente all'inizio dei lavori per poi essere riposizionate, al termine dei lavori più rumorosi, nella zona di lavorazione successiva. E' importante che l'installazione preceda le lavorazioni perché la fase iniziale dei lavori è sistematicamente avvertita dalla popolazione come più disturbante.

I requisiti prestazionali della barriera mobile sono i seguenti:

- modularità e ripetibilità della soluzione;
- agevole trasportabilità;
- minimi lavori di predisposizione del terreno e di montaggio;
- assenza di fondazioni;
- facilità e rapidità di assemblaggio;
- buona tenuta acustica laterale;
- prestazioni di fonoisolamento medio;

- prestazioni di fonoassorbimento medio lato cantiere;
- buon inserimento visivo lato ricettori;
- possibilità di ridurre l'impatto fino al 2° piano residenziale.

La barriera antirumore mobile in grado di assolvere ai requisiti precedentemente indicati può essere realizzata in metallo (alluminio o acciaio), con struttura portante a "L" in acciaio e modulo tipo di altezza circa 5.5 m e larghezza 2.5 m. La barriera può essere appoggiata sulla pavimentazione affidando la stabilità a una zavorra in calcestruzzo lato cantiere.

Il profilo del telaio a "L" con piede lato cantiere permette di limitare l'occupazione di suolo e ridurre eventuali necessità di aumentare l'area di occupazione.

Potranno essere esaminate eventuali soluzioni migliorative con "top" orizzontale o soluzioni centinate a semiguscio, previa verifica della fattibilità economica.

La tenuta acustica può essere ottenuta inferiormente disponendo un piccolo argine con terreno di riporto e verticalmente, in corrispondenza delle colonne portanti, per mezzo di profili in metallo sovrapposti a semplice battuta con interposta guaina in gomma elastica.

La barriera lato ricettore può essere realizzata con pannelli a finitura liscia colorati in grado di accogliere scritte, messaggi informativi, loghi, macrofotografie, ecc. degli interventi in progetto.

Dal lato delle sorgenti di rumore è disposta la superficie fonoassorbente.

Al fine di ridurre i problemi di acqua e di sporco sulla parte inferiore del pannello a contatto con il terreno è consigliato di adottare una parte in lamiera cieca con funzione di zoccolo.

La successiva Figura 5.3-2 contiene a titolo esemplificativo una sezione schematica e una fotografia di una barriera antirumore mobile di diffuso utilizzo sui fronti avanzamento lavori.

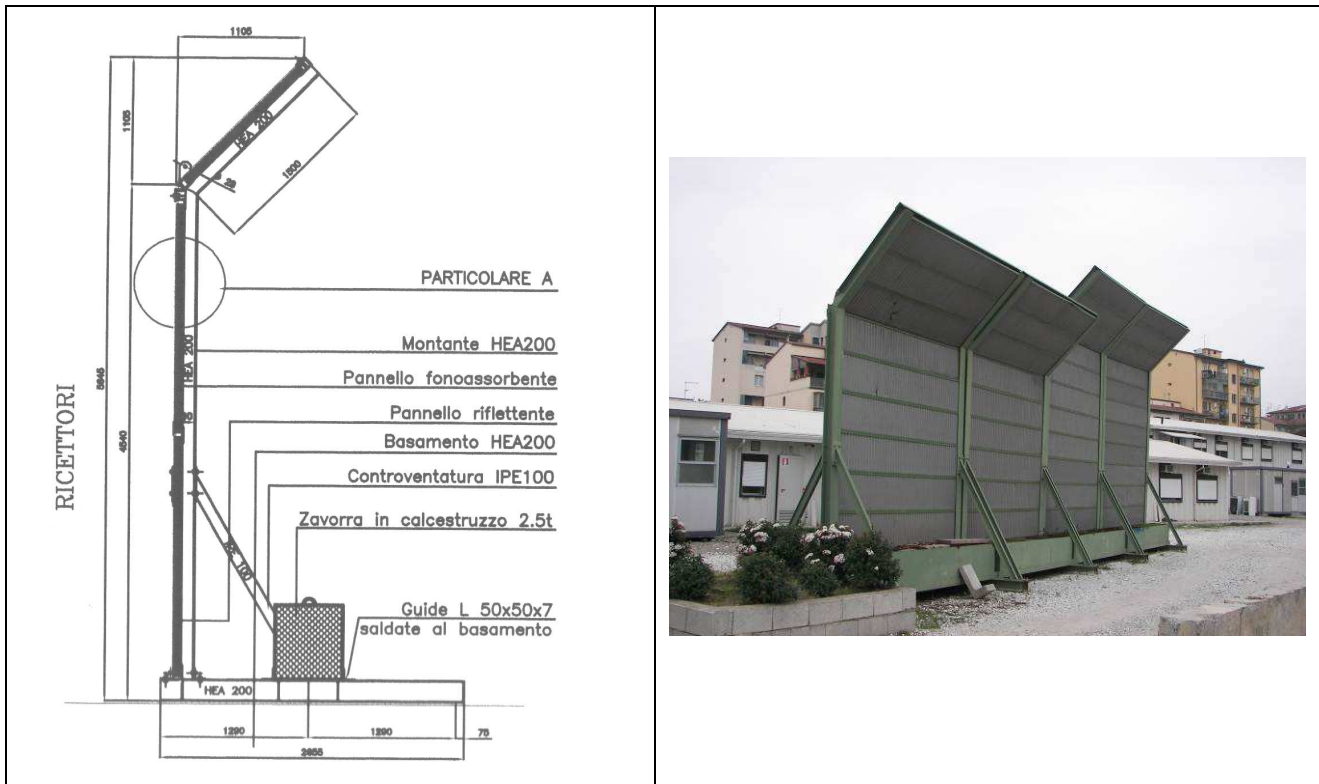


FIGURA 5.3-2 – ESEMPIO DI BARRIERA ANTIRUMORE MOBILE.

Al fine di avere delle indicazioni quali-quantitative dell'efficacia delle barriere mobili nelle Figura 5.3-3 ÷ Figura 5.3-6 si riportano gli esiti delle valutazioni modellistiche, effettuate in corrispondenza delle sezioni del fronte di avanzamento analizzate nel paragrafo precedente, relative all'impatto acustico del cantiere in presenza delle suddette barriere.

Come si può osservare in corrispondenza del primo fronte, a seconda della distanza del ricevitore dalle sorgenti di rumore, si ottengono riduzioni comprese tra 5÷10 dB.



FIGURA 5.3-3 – SEZIONE ACUSTICA 1 – IMPATTO MITIGATO DEL CANTIERE PER LA REALIZZAZIONE DI STRUTTURE IN C.A. – (6-22)

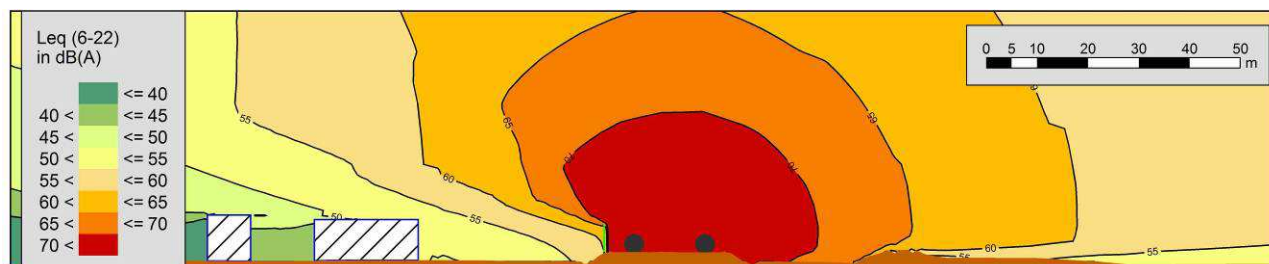


FIGURA 5.3-4 – SEZIONE ACUSTICA 2 – IMPATTO MITIGATO DEL CANTIERE PER LA STABILIZZAZIONE-COMPATTATURA – (6-22)

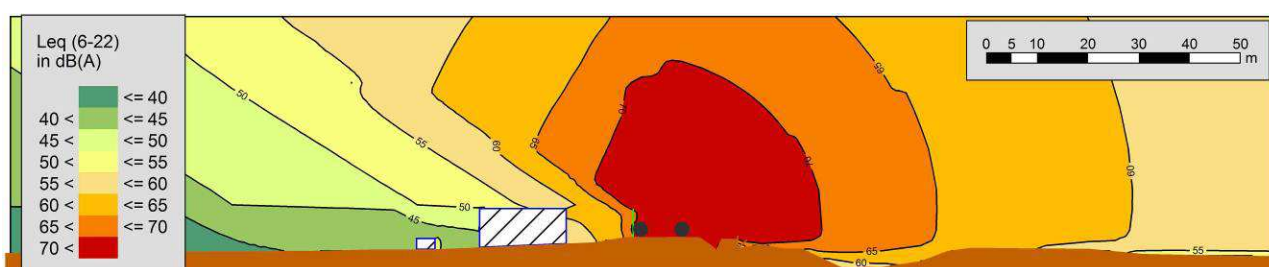


FIGURA 5.3-5 – SEZIONE ACUSTICA 3 – IMPATTO MITIGATO DEL CANTIERE PER LA STABILIZZAZIONE-COMPATTATURA – (6-22)

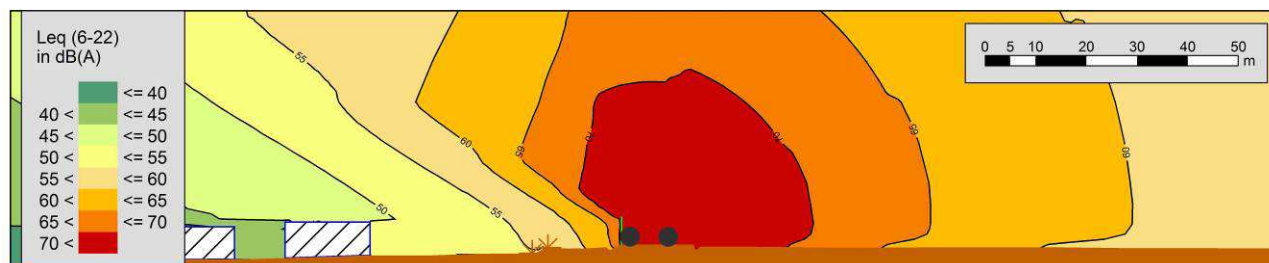


FIGURA 5.3-6 – SEZIONE ACUSTICA 4 – IMPATTO MITIGATO DEL CANTIERE PER LA STABILIZZAZIONE-COMPATTATURA – (6-22)

### 5.3.3. Viabilità di cantiere

Gli interventi principali da considerare, in ordine di priorità, al fine di ridurre l'impatto a carico dei ricettori localizzati a minima distanza dalle piste di cantiere sono tre:

- riduzione delle velocità di percorrenza dei mezzi di cantiere in prossimità dei ricettori residenziali;
- utilizzo sinergico, qualora attuabile, delle barriere mobili poste a protezione del FAL;
- utilizzo sinergico, qualora attuabile, di protezioni locali antipolvere-antirumore.

#### **5.3.4. Mitigazione della componente vibrazionale**

Dall'analisi di quanto esposto emerge pertanto che l'impatto vibrazionale in fase di costruzione delle opere può essere significativo in corrispondenza degli edifici a minima distanza dal fronte avanzamento lavori, in particolare nella fase di rullatura del sottofondo stradale e di formazione del corpo del rilevato, con elevate alterazione dei livelli di fondo e superamento dei valori di disturbo prescritti dalla UNI9614. Questi impatti, sebbene transitori reversibili, devono essere minimizzati in corso d'opera e gestiti con le opportune attenzioni alla popolazione locale.

L'Impresa dovrà pertanto operare una scelta all'interno del proprio parco mezzi disponibile affinché sia possibile garantire l'impiego di macchine caratterizzate dai valori minimi di emissione e, quindi, di minimo disturbo vibrazionale per i ricettori esposti. Inoltre, al fine di fornire elementi di rassicurazione alla popolazione locale e per poter documentare e controllare l'intensità e la dinamica del fenomeno, dovranno essere previste le seguenti azioni gestionali:

- avvisare i residenti dei tempi e delle modalità con cui verranno condotte le lavorazioni caratterizzate da elevate emissioni di vibrazioni;
- prevedere opportuni presidi di monitoraggio lungo il fronte avanzamento lavori, con lo scopo di rilevare gli indicatori di disturbo in termini di intensità e di dinamica e di controllare quegli edifici eventualmente già caratterizzati da stati fessurativi o lesioni pregresse;
- limitare la velocità di transito dei mezzi d'opera sulle piste di cantiere in prossimità dei ricettori;
- mantenere le piste e viabilità di cantiere in buone condizioni, evitando la formazione di buche o avvallamenti.

## 6. MATRICE ECOLOGICA

Nella presente sezione sono valutati i potenziali impatti e le relative mitigazioni, generati, sulla matrice ecologica, dalle lavorazioni propedeutiche alla realizzazione della nuova tangenziale di Reggio Emilia.

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

Il progetto di cantierizzazione dell'opera in esame individua le seguenti aree di cantiere: un campo base, un'area tecnica con deposito materiali e dieci aree operative. Tali aree saranno realizzate su terreni agricoli, di limitata estensione, attualmente coltivati a seminativi, restituiti all'uso agricolo una volta terminate le operazioni legate al cantiere, fatta eccezione per il campo base che sarà sostituito con un'area di mitigazione. Gli impatti in fase di cantiere sulla componente floristico-vegetazionale legati all'intervento di progetto, 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 delle diverse tipologie di aree di cantiere previste 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 un'elevata facilità di ricolonizzazione degli spazi "perduti". Per tali motivi, anche in considerazione del carattere temporaneo degli ambiti operativi in esame che verranno restituiti all'uso agronomico o destinati ad aree di mitigazione al termine degli interventi di progetto, l'impatto dal punto di vista floristico-vegetazionale è ritenuto lieve e reversibile a breve tempo. Il taglio della vegetazione è riconducibile alle azioni di scotico legate all'avanzamento del fronte mobile di costruzione dell'opera stradale 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, principalmente lungo canali e fossi di scolo, caratterizzati anche da 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, gli attraversamenti dei torrenti Quaresimo e Modolena comporteranno il taglio di elementi vegetazionali semplificati e riconducibili, prevalentemente, a fitocenosi che si accrescono lungo gli argini formate da specie tipiche di prato e da specie più igrofile (elofite), mentre la realizzazione del ponte sul torrente Crostolo provocherà il taglio di elementi vegetazionali arborei diffusi in modo continuo e costituiti prevalentemente da esemplari di robinia (*Robinia pseudoacacia*), di salici bianchi (*Salix alba*) e di pioppi neri (*Populus nigra*), che si sviluppano lungo gli argini del corso d'acqua nel tratto di interesse.



**FIGURA 6.1-1 – VEGETAZIONE PRESENTE LUNGO I TORRENTI MODOLENA, QUARESIMO E CROSTOLO NEI TRATTI INTERESSATI DALLE ATTIVITÀ DI CANTIERE**

La realizzazione della nuova viabilità, inoltre, interferirà con alcuni piccoli terreni che ospitano coltivazioni a vigneto. 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. Pertanto, nel complesso, considerando le tipologie vegetazionali coinvolte, 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 lieve intensità anche se non reversibili. L'impatto legato alla produzione ed emissione di polveri è ritenuto non significativo per le operazioni di cantiere che si sviluppano in modo puntuale in quanto interesseranno prevalentemente terreni destinati alle attività agricole caratterizzati da fitocenosi frammentarie e di tipo sinantropico che si accrescono frammiste ed ai bordi delle colture, mentre risulta di lieve intensità per le operazioni relative all'avanzamento del fronte mobile di costruzione della strada di progetto e delle viabilità di collegamento, attività che investiranno le diverse tipologie vegetazionali presenti sul territorio.

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 potrà essere eventualmente attenuato attraverso il lavaggio dei pneumatici dei mezzi operativi in uscita dagli ambiti operativi e la loro copertura se adibiti al trasporto d'inerti pulverulenti al fine di evitare l'eventuale dispersione di polveri derivanti dai carichi trasportati. Tutti i materiali da cantiere allo stato solido pulverulento (calce, cemento, ecc.) saranno stoccati in opportuni silos.

Nel complesso l'ecomosaico nel quale si inseriscono le aree e le operazioni di cantiere è caratterizzato da terreni coltivati a seminativi e da zone urbanizzate che mostrano un livello medio-basso di idoneità faunistica determinato da una generale omogeneità e dalla bassa diversificazione fisionomico-strutturale.



FIGURA 6.1-2 – ECOMOSAICO CHE CARATTERIZZA GLI AMBITI IN CUI VERRANNO INSERITI IL CAMPO BASE E L'AREA TECNICA

Tali condizioni ecologiche non sembrano offrire alla fauna una dimensione funzionale, limitandone la capacità e le potenzialità fondamentalmente a specie animali non soggette a fattori di criticità e/o vulnerabilità, tolleranti la presenza dell'uomo e molto comuni nell'area di studio. Tuttavia, le aree agricole 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 appezzamenti coltivati a colture specializzate (vigneti e coltivazioni di essenze di legno pregiato) presenti nell'ambito in esame evidenziano un livello medio di idoneità faunistica, anche se all'interno e nelle vicinanze di tali tipologie colturali si possono rinvenire specie caratterizzate da una minore valenza ecologica come ad esempio il fringuello (*Fringilla coelebs*), la cinciallegra (*Parus major*), il cuculo (*Cuculus canorus*), il picchio verde (*Picus viridis*) ed il cardellino (*Carduelis carduelis*). Il torrente Crostolo, nonostante lungo il tratto di interesse risulti caratterizzato da argini ravvicinati e, nel caso del tratto cittadino, da fondali e sponde cementati, è in grado di ospitare un più alto livello di biodiversità faunistica.



In tale contesto ambientale poco diversificato e fortemente compresso il contingente faunistico non risulta di particolare pregio dal punto di vista naturalistico. Ciononostante, occasionalmente è possibile avvistare esemplari di airone cenerino (*Ardea cinerea*), garzetta (*Egretta garzetta*) o nitticora (*Nycticorax nycticorax*) ardeidi di interesse conservazionistico che possono utilizzare il corso del torrente, sia nel tratto cittadino che nel tratto periurbano, per foraggiare. Inoltre, si rileva come il sistema costituito dai torrenti Modolena e Quaresimo, pur non esprimendo valori faunistici di rilievo, rappresenti una importante via di collegamento, "vicariante" rispetto al corso del Crostolo, tra la zona pedemontana e la pianura ospitando il capriolo (*Capreolus capreolus*) ed altri piccoli mammiferi durante i loro spostamenti di superamento della città di Reggio Emilia. All'interno del contesto faunistico descritto, va considerato che l'aumento di inquinamento acustico generato dalle operazioni di cantiere potrà comportare l'allontanamento delle specie più sensibili in vicinanza alle aree di cantiere, al fronte mobile di costruzione dell'opera ed alla adiacente viabilità di cantiere ed eventuali interferenze con le vocalizzazioni dell'avifauna, inducendo una riduzione dell'efficacia dei richiami di contatto, di allarme e di identificazione dei predatori. 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, influirà sul territorio circostante generando locali impatti ritenuti di lieve intensità, reversibili a breve termine in considerazione del carattere temporaneo della fase di cantierizzazione.

La realizzazione delle aree di cantiere e delle opere di fondazione stradale legate al tracciato in esame ed alle viabilità di collegamento, inoltre, comporteranno la sottrazione di ambiti frequentati dalla fauna durante gli spostamenti irradiativi, per procurarsi il cibo o per raggiungere luoghi idonei alla riproduzione. Considerando il carattere temporaneo delle aree di cantiere (restituite all'uso agronomico una volta ultimate le lavorazioni, fatta eccezione per il campo base che verrà sostituito con un'area di mitigazione), la limitatezza e le caratteristiche agricole delle superfici interferite, l'impatto sulla componente faunistica è ritenuto lieve e reversibile a breve termine. Invece, per quanto riguarda le opere di fondazione stradale, gli impatti sono valutati di lieve intensità, anche se non reversibili, in relazione alla tipologia ecosistemica prevalente caratterizzata da una medio-bassa idoneità faunistica.

Le opere previste per la risoluzione delle interferenze corso d'acqua-viabilità di progetto, a seconda della tipologia di attraversamento prevista (ponte o scatolare idraulico), produrranno effetti che si ritengono di media 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. In particolare, si segnalano gli interventi volti alla costruzione dei ponti sui torrenti Crostolo, Quaresimo e Modolena, sul cavo Guazzatore ed alla deviazione del canale Fossetta in quanto i corsi d'acqua in esame offrono rifugio e possibilità di "spostamenti protetti" alla fauna che frequenta l'ecomosaico circostante. Inoltre, non sono da escludere temporanei intorbidimenti delle acque a cui sarà specialmente soggetto il contingente ittiofaunistico a cipriniformi che caratterizza i tratti di interesse dei corsi d'acqua oggetto degli interventi in analisi.

Va considerato, tuttavia, che queste specie ittiche sono poco esigenti ed in grado di tollerare temporanee compromissioni della qualità delle acque, pertanto si ritengono lievi e reversibili a breve termine gli impatti sulla componente in esame.

Dal punto di vista ecosistemico gli eventuali impatti legati alla costruzione del tracciato in esame sono riconducibili alla perdita di funzionalità ecologica degli ambiti interferiti durante le attività di cantiere provocata dalla produzione ed emissione di polveri e dall'aumento del disturbo acustico percepibile dai contingenti faunistici che frequentano il territorio circostante ed alla temporanea alterazione della biopermeabilità del territorio in esame. In riferimento alla produzione ed emissione di polveri l'impatto è ritenuto non significativo per le operazioni di cantiere che si sviluppano in modo puntuale in quanto interesseranno prevalentemente malerbe appartenenti ad associazioni vegetazionali sinantropiche e ruderali tipiche dell'agroecosistema, mentre risulta di lieve intensità per le operazioni relative all'avanzamento del fronte mobile di costruzione della strada di progetto e delle viabilità di collegamento, attività che investiranno le diverse tipologie vegetazionali presenti sul territorio. 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 potrà essere eventualmente attenuato attraverso il lavaggio dei pneumatici dei mezzi operativi in uscita dagli ambiti operativi e la loro copertura se adibiti al trasporto d'inerti pulverulenti al fine di evitare l'eventuale dispersione di polveri derivanti dai carichi trasportati. Inoltre, tutti i materiali da cantiere allo stato solido pulverulento (calce, cemento, ecc.) saranno stoccati in opportuni vasconi di contenimento dotati di impianto a pioggia.

La potenziale perdita di funzionalità ecologica provocata dall'innalzamento dei livelli sonori e del disturbo antropico, prodotti dalla realizzazione delle opere di progetto si ripercuoteranno, a seconda delle zone di intervento, sia su popolamenti faunistici sinantropici o almeno tolleranti la presenza dell'uomo e tipici delle aree aperte che su specie più esigenti e meno diffuse che possono utilizzare il corso del torrente Crostolo, sia nel tratto cittadino che nel tratto periurbano, per foraggiare. L'eventuale aumento del disturbo avvertibile dalle componenti faunistiche potrà comportare l'allontanamento delle specie più sensibili in vicinanza alle aree di cantiere, al fronte mobile di costruzione dell'opera ed alla adiacente viabilità di cantiere ed eventuali interferenze con le vocalizzazioni dell'avifauna, inducendo una riduzione dell'efficacia dei richiami di contatto, di allarme e di identificazione dei predatori. In generale, è possibile affermare che l'eventuale innalzamento dei livelli sonoro riconducibili all'utilizzo degli impianti di cantiere ed ai mezzi operatori utilizzati, di carattere temporaneo, poiché legati alla fase di cantierizzazione, influirà sul territorio circostante generando locali impatti ritenuti di lieve intensità, reversibili a breve termine in considerazione del carattere temporaneo della fase di cantierizzazione. L'allestimento delle aree di cantiere comporterà il taglio della vegetazione presente nei diversi ambiti di intervento a seguito di azioni di scotico della componente vegetazionale prativa prevalentemente caratterizzata da specie erbacee in larga maggioranza termofile e nitrofile (specie ruderali), di rari elementi arboreo-arbustivi lineari come siepi e filari, di formazioni ripariali formate da esemplari di robinia (*Robinia pseudoacacia*), di salici bianchi (*Salix alba*) e di pioppi neri (*Populus nigra*) lungo gli argini del Crostolo e di fasce di elofite in corrispondenza dei torrenti Quaresimo e Modolena.

Nel complesso gli impatti dovuti al taglio della vegetazione in relazione alle tipologie ecosistemiche interferite riferibili prevalentemente all'agroecosistema ed al sistema urbano e marginalmente ad elementi naturali semplificati e scarsamente strutturati, sono ritenuti di lieve intensità. La realizzazione delle aree di cantiere e delle opere di fondazione stradale, inoltre, comporterà la sottrazione di ambiti frequentati dalla fauna durante gli spostamenti per procurarsi il cibo o per raggiungere luoghi idonei alla riproduzione ed il conseguente allontanamento delle specie più esigenti verso ambiti maggiormente protetti. Considerando il carattere temporaneo delle aree di cantiere (restituite all'uso agronomico una volta ultimate le lavorazioni, fatta eccezione per il campo base che verrà sostituito con un'area di mitigazione), la limitatezza e le caratteristiche agricole delle superfici interferite, l'impatto sulla componente faunistica è ritenuto lieve e reversibile a breve termine. Per quanto riguarda le opere di fondazione stradale, gli impatti sono valutati di lieve intensità, anche se non reversibili, in relazione alla tipologia ecosistemica prevalente caratterizzata da una medio-bassa idoneità faunistica. Per quanto riguarda il possibile sversamento di sostanze inquinanti all'interno delle aree di cantiere, ad esempio le zone dove sono localizzati gli impianti di confezionamento del cls e le aree limitrofe alle officine, alle cisterne, ai punti di rifornimento e in corrispondenza delle zone di lavaggio dei mezzi operativi, sarà posta in opera una pavimentazione impermeabile, delimitata da cordoli rialzati, al fine di consentire la raccolta delle acque meteoriche ed il relativo smaltimento evitando in tal modo eventuali contaminazioni degli habitat limitrofi. Tale accorgimento verrà 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.

Le operazioni di costruzione degli attraversamenti idraulici in corrispondenza dell'intersezione fra la viabilità di progetto ed il reticolo idrografico si tradurranno, da un punto di vista ecosistemico, in una diminuzione della funzionalità e della diversificazione ambientale dei corsi d'acqua interferiti e produrranno effetti che si ritengono di media intensità anche se temporanei, riconducibili alla momentanea preclusione di vie preferenziali di spostamento utilizzate prevalentemente da rettili, anfibi e mammiferi di piccola e media taglia. In particolare, si segnalano gli interventi volti alla costruzione dei ponti sui torrenti Crostolo, Quaresimo e Modolena, all'attraversamento del cavo Guazzatore ed alla deviazione del canale Fossetta in quanto i corsi d'acqua in esame sono individuati come corridoi ecologici dagli strumenti di pianificazione locale. Inoltre, non sono da escludere temporanei intorbidimenti delle acque a cui sarà specialmente soggetto il contingente ittiofaunistico a cipriniformi che caratterizza i tratti di interesse dei corsi d'acqua oggetto degli interventi in analisi.

Tuttavia, va considerato che queste specie ittiche sono poco esigenti ed in grado di tollerare temporanee compromissioni della qualità delle acque, pertanto si ritengono lievi e reversibili a breve termine gli impatti sulla componente in esame.

Infine, le operazioni di cantiere previste interferiranno con un appezzamento di terreno, localizzato lungo via Hiroshima, individuato come bosco di latifoglie di origine antropica a seguito di rimboschimento con essenze di legno pregiato (noce americano).

Si segnala che tale elemento non presenta rilevanti significati ecosistemici, se non per la possibilità di rifugio e sosta temporanea che può offrire alle specie che colonizzano le altre agricole ed il tessuto urbano circostante. Per tali motivi l'impatto su questi elementi dovuto alla costruzione della nuova viabilità è considerato di lieve intensità anche se non reversibile.

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

In fase di cantiere i potenziali impatti al sistema agroalimentare potranno verificarsi durante i vari stadi realizzativi dell'opera quali:

- la costruzione iniziale della viabilità e delle aree di cantiere fisse;
- l'utilizzo del cantiere (sia aree fisse che fronte mobile) da parte del personale;
- l'esecuzione degli scavi, dei rilevati, dei viadotti, della posa degli elementi scatolari (per il reticolo idraulico, la viabilità minore e i percorsi ciclabili);
- la costruzione delle fondazioni e della pavimentazione stradale;
- la realizzazione delle opere di rinverdimento e di finitura;
- la dismissione finale delle aree di cantiere.

Durante tali fasi potranno verificarsi gli eventuali impatti sul sistema agroalimentare circostante elencati di seguito:

1. sottrazione definitiva e temporanea di suolo;
2. produzione di rumore, vibrazioni, polveri, traffico;
3. impiego di fattori di produzione, domanda diretta, indiretta e indotta di beni e servizi.

Altre attività legate alle fasi realizzative delle opere di progetto, quali l'approvvigionamento di materiali dalle cave o la produzione di rifiuti da smaltire, non riguardano direttamente il comparto agroalimentare.

L'eventuale sottrazione definitiva dei terreni costituisce un impatto grave non solo per le singole aziende agricole colpite, nelle quali si riduce la funzionalità e la redditività, ma anche per il *sistema agricolo* nel suo complesso che vede diminuire le potenzialità economiche e le caratteristiche multifunzionali del territorio rurale nell'intorno dell'opera. Tale eventualità, propria della fase d'esercizio della nuova infrastruttura, è valutata in modo specifico nella sezione degli impatti dello SIA che costituisce parte integrante del presente Progetto Definitivo.

Durante le prime fasi di realizzazione delle nuove opere si verifica l'occupazione temporanea di terreni utilizzati per le aree di cantiere fisse (campo base, area tecnica, aree operative) e per la realizzazione del fronte mobile del nuovo asse di progetto.

Al termine dei lavori tali aree saranno restituite alla loro destinazione originaria (come ad esempio l'Area Tecnica dell'Ambito 2), oppure saranno oggetto di riqualificazione ambientale (come ad esempio il campo base dell'Ambito 1). Per le aree a destinazione agricola, le lavorazioni di ripristino dovranno attenersi a precise codifiche di norme tecnico-agronomiche tese a restituire terreni in buone condizioni di fertilità.

Gli effetti indotti dal traffico dei mezzi di cantiere (camion, ruspe, pale, ecc...) interessano direttamente le componenti atmosfera e rumore, per tale ragione sono trattate in specifici capitoli del presente studio (vedasi, rispettivamente, i capitoli 4 e 5).

In merito al potenziale aumento della polverosità dovuto al passaggio dei mezzi d'opera su strade ed aree non ancora impermeabilizzate, si evidenzia che gli strati di polvere potrebbero interessare le fasce di vegetazione ai margini del cantiere attenuandone la produttività. Per i centri aziendali più vicini al cantiere il problema della polverosità interessa anche le aree cortilizie e di eventuale allevamento. Questo impatto, tuttavia, è valutato come lieve ed è legato ai soli tempi di installazione del cantiere, in attesa che le relative aree di lavoro siano impermeabilizzate o, eventualmente, bagnate, soprattutto durante i periodi estivi siccitosi. Tale aspetto, infatti, è mitigabile da alcuni accorgimenti che sono attuati dalle imprese che operano nel settore (copertura dei camion, bagnatura dei percorsi). Le piogge e le irrigazioni, inoltre, alleggeriscono il problema.

In merito a potenziali interruzioni della rete della viabilità rurale (capezzagne e strade bianche) si evidenzia che, per le aziende interessate al problema, potrebbe risultare problematico ed oneroso raggiungere i campi per le varie operazioni colturali. Questo problema è più grave per le aziende specializzate nell'allevamento di vacche da latte. Esse, infatti, devono affienare buona parte dei raccolti e le operazioni di fienagione, che avvengono da maggio ad ottobre circa, sono numerose e frequenti (circa 20-25 operazioni agricole per stagione in ogni campo, oltre alle irrigazioni) e non possono essere spostate nel tempo. Inoltre, tali operazioni attengono alla raccolta dell'alimento fondamentale per l'alimentazione del bestiame. Anche per i vigneti ed i frutteti il problema delle interruzioni viarie può rappresentare un problema. Nei frutteti, infatti, i trattamenti fitoiatrici contro le malattie hanno tempistiche precise legate ai cicli dei patogeni e dei parassiti. In molti casi la tempestività di esecuzione di un trattamento è essenziale per prevenire la diffusione di malattie. In ragione di quanto sopra, quindi, nello studio delle fasi di cantiere si è assunta particolare attenzione per garantire sempre il transito ai fondi interessati dalle lavorazioni, ripristinando il più velocemente possibile la configurazione finale dell'eventuale viabilità interrotta, soprattutto nel caso di aziende afferenti agli ordinamenti zootecnici e viticoli o frutticoli. In ogni caso, questo impatto è generalmente molto breve, legato ai tempi necessari al ripristino della rete di viabilità prevista dal progetto.

Nel caso di occupazione di frutteti con filari ortogonali (o quasi) al tracciato 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.

In merito all'eventuale sospensione dell'esercizio della rete di adduzione delle acque di irrigazione (fossi e canali) indicazioni specifiche sono fornite nel capitolo 3.3. In questa sezione dello studio, tuttavia, si evidenzia che eventuali interruzioni durante la stagione irrigua possono generare problemi per gli appezzamenti che non potranno essere irrigati. Anche la sospensione della funzionalità della rete dei canali di scolo, spesso coincidente con quella dell'irrigazione, può provocare problemi di ristagni e allagamenti superficiali nella stagioni più piovose. Il prelievo di acque superficiali e/o profonde per le esigenze del cantiere può avere effetti sul settore agricolo locale per la riduzione della quantità di acqua complessivamente disponibile. Le modalità operative descritte nel succitato capitolo 3.3 fanno sì che questi potenziali impatti sulla risorsa idrica siano da considerarsi temporanei (legati alla fase di cantiere) e generalmente di modesta entità.

Il problema del trattamento delle acque reflue durante le fasi di cantiere e delle operazioni da compiere in caso di sversamenti accidentali è puntualmente trattato nei capitoli 3.2, 9.1, 9.2 e 9.3 del presente studio. Le valutazioni e gli accorgimenti adottati al fine di evitare contaminazione dei terreni e delle acque superficiali consentono di azzerare il potenziale impatto al settore agricolo per effetto di tali problematiche.

## 7. MATRICE PAESAGGIO E PATRIMONIO ARCHEOLOGICO

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

Risulta conveniente in questa sede definire, con opportuna sintesi, il contesto paesaggistico in cui si inseriscono le opere e le attività di cantierizzazione, adeguatamente descritto nella sezione di analisi dello stato di fatto dello Studio di Impatto Ambientale (04.1 T00IA30AMBRE01A Quadro di Riferimento Ambientale Stato di fatto – Relazione) a cui si rimanda per approfondimenti.

Una rappresentazione dettagliata di questa fascia di territorio è presente nella descrizione degli "Ambiti strategici di paesaggio" definiti nei documenti di progetto del PSC, che nel caso specifico del tracciato infrastrutturale di progetto ne interessa molteplici.

Il primo ad essere attraversato è l'Ambito della città polifunzionale consolidata, che individua la fascia urbana compresa tra la via Emilia e la Tangenziale Nord e si caratterizza per l'alternarsi di differenti funzioni (residenziale, produttiva, terziaria) e matrici paesaggistiche, con presenza diffusa di verde privato ed infrastrutture (viabilità di primo livello, ferrovia, ecc). In questo contesto si inserisce il sub ambito del Crostolo, caratterizzato dalla presenza di aree verdi marginali e giardini in prossimità del corso d'acqua. L'ambito maggiormente interessato dal tracciato infrastrutturale di progetto è l'Ambito di cintura (o dei cunei verdi), che si sviluppa fino all'attraversamento di una piccola fascia di paesaggio delle bonifiche benedettine, quindi fino al torrente Modolena. L'Ambito di cintura è un contesto prevalentemente agricolo con attività anche di dimensioni modeste, che si alterna ad usi urbani e misti (florovivaismo, vendita diretta, ecc), ed insediamenti a bassa densità. Segue una piccola fascia di Paesaggio delle corti e delle bonifiche benedettine, tipico della pianura alluvionale, storicamente caratterizzata dalla presenza di vaste aree impaludate, bonificate a più riprese dal Medioevo ad oggi, e fontanili; il paesaggio agrario è ad alta produttività, con prevalenza di seminativi. Il Paesaggio del Modolena ed in particolare il Sub ambito dell'intersezione tra il Modolena e la via Emilia, in cui si collocherebbe lo svincolo di Corte Tegge, presenta una notevole valenza ecologica.

Il contesto è nettamente periurbano, e vede la sovrapposizione di spazi agricoli e spazi urbani con funzione soprattutto terziaria e produttiva. Il paesaggio è stato fortemente alterato ed oggi non è chiaramente definibile, ma presenta un carattere ibrido, tra il rurale e l'industriale.

Nel tratto finale dell'infrastruttura di progetto è interessato anche l'Ambito della via Emilia, caratterizzato dalla successione serrata di urbano-periurbano-agricolo, e dalla presenza di elementi fortemente eterogenei sia per aspetto che per funzione, che si allineano lungo la percorrenza.



**FIGURA 7-1 – AREE INDUSTRIALI RECENTI LUNGO LA VIA EMILIA (A SX), NUCLEO RURALE (A DX)**



**FIGURA 7-2 - CASA CANTONIERA E FERROVIA (A SX); RETE DUE (A DX)**

## **7.1. 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 di nuova costruzione, 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.

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.



### 7.1.1. Ambito Funzionale 1

All'interno dell'Ambito Funzionale 1 è localizzata l'area di cantierizzazione logistico-operativa Campo Base, che servirà anche il secondo ambito di cantiere, e verrà realizzata a ridosso della rotatoria di via Hiroshima.

Una volta terminate le opere con la dismissione del campo l'area ritornerà alla sua destinazione originale, infatti l'area verrà destinata ad interventi di mitigazione con funzione paesaggistica mediante la piantumazione di siepi di ambientazione e boschi filtri.



**FIGURA 7.1-1 STATTO ATTUALE DELL'AREA DEL FUTURO CAMPO BASE 1 CB**

A servizio dell'Ambito Funzionale 1 sono state individuate 3 Aree operative delle quali l'area operativa A.O. 1-1 e l'A.O. 1-2 ricadono nella fascia di tutela di 150 m dei corsi d'acqua pubblici relativi al torrente Crostolo.

La prima è ubicata all'interno di un'area a destinazione produttiva, compresa tra l'attuale tangenziale e l'argine del torrente Crostolo e da un punto di vista paesaggistico, seppur in un'area tutelata, in funzione delle modeste dimensioni dell'area operativa, del contesto urbano privo di elementi di interesse non si segnalano impatti negativi.



**FIGURA 7.1-2 LOCALIZZAZIONE DELL'AREA OPERATIVA A.O. 1-1**

La seconda area, è localizzata in un contesto agricolo periurbano su un'area di accertata consistenza archeologica.

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 negative 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 in area locale (torrente Crostolo) ed il sistema insediativo (Cavazzoli, tessuto residenziale discontinuo ed edifici storici, rete stradale locale di interesse storico quale via Campioli il cui tracciato corre su un ambito di dosso).

Le operazioni di realizzazione dei manufatti di scavalco prevedono in parte il taglio di vegetazione perfluviale (generalmente aggruppamenti arboreo-arbustivi e vegetazione elofitica di sponda, 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.

L'ultima area operativa (A.O. 1-3) del primo ambito è localizzata a fianco di via Hiroshima compresa tra la strada stessa e un complesso rustico di recente ristrutturazione tutelato dal PSC come "Complessi di valore storico-tipologico". Anche in questo tratto sono rilevabili interferenze negative temporanee in termini di intervisibilità (percezione statica e dinamica dal sistema insediativo) ed in minor misura del paesaggio rurale, in quanto in questa porzione di territorio risulta fortemente aggredito dalle espansioni urbane.

Di seguito si propone una tabella riassuntiva delle principali caratteristiche del paesaggio in cui verranno localizzate le aree di cantiere dell'Ambito Funzionale 1.

AREA OPERATIVA	Paesaggio di inserimento	Note
Area logistico- operativa Campo base 1 CB	Paesaggio periurbano dei seminativi	Adiacenze rotatoria esistente su via Bertani Davoli, presenza di giovane piantumazione arboreo arbustiva
Area operativa 1-1	Insedimento produttivo, fascia di tutela dei corsi d'acqua pubblici (art. 142 D.Lgs 42/2004 e s.m.i.)	Fascia rispetto Crostolo
Area operativa 1-2	Paesaggio periurbano dei seminativi, fascia di tutela dei corsi d'acqua pubblici (art. 142 D.Lgs 42/2004 e s.m.i.)	Fascia rispetto Crostolo, area archeologica, frazione Cavazzoli a nord
Area operativa 1-3	Paesaggio periurbano	Adiacenze via Hiroshima, linea ferroviaria Milano – Bologna, complesso rurale

**TABELLA 7.1-1 TABELLA DI SINTESI DELLE CARATTERISTICHE DELLE AREE DI CANTIERE DEL PAESAGGIO DELL'AMBITO 1**

### **7.1.2. Ambito Funzionale 2**

L'Ambito Funzionale 2 prevede la localizzazione di 7 aree operative e un'area tecnica con funzione prevalente di stoccaggio materiali.

L'A.O. 2-1 si inserisce in un contesto di paesaggio dei seminativi, come l'A.O. 2-2 e l'A.O. 2-3. 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 storica identificata con via Ferraroni.

L'A.O. 2-3 si colloca in un'area a ridosso della linea ferroviaria lontana da elementi di pregio per cui il fattore di intrusione visiva e disturbo esplica un effetto limitato.

Prima del torrente Modolena, entro la fascia di rispetto dei 150 m definita dal Codice Urbani, è localizzata l'area tecnica (AT) all'esterno dell'area di tutela paesaggistica; è prevista all'interno di ambiti agricoli coltivati a seminativo a est di via Carlo Marx, identificata quale viabilità storica a livello provinciale.



**FIGURA 7.1-3 AREA DI LOCALIZZAZIONE DELL'AREA TECNICA AT**

L'A.O. 2-4 e A.O. 2-5 sono localizzate all'interno dell'area di interesse paesaggistico compresa tra i corsi d'acqua Modolena – Quaresimo – Cavriago la prima a ovest del campo nomadi mentre la seconda si trova a ridosso del Quaresimo, l'accessibilità è garantita dalla realizzazione di una nuova pista di cantiere temporanea. Entrambe ricadono all'interno delle fasce di rispetto dei corsi d'acqua pubblici relativi ai due torrenti (D.Lgs 42/2004 e s.m.i.).



**FIGURA 7.1-4 AREA DI LOCALIZZAZIONE DELL'A.O.2-4 (SULLO SFONDO L'AREA CAMPO NOMADI)**



**FIGURA 7.1-5 AREA DI LOCALIZZAZIONE DELL'A.O.2-5**

L'A.O. 2-6 e l'A.O. 2-7 sono localizzate anch'esse all'interno dell'area di interesse paesaggistico, ma non interferiscono con le fasce di tutela dei corsi d'acqua.

Anche in questo caso viene coinvolto il paesaggio dei seminativi.

I lavori di realizzazione degli attraversamenti 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 l'attraversamento del Crostolo, le operazioni prevedono in parte il taglio di vegetazione periferuale (nei torrenti Modolena e Quaresimo si tratta esclusivamente di vegetazione elofitica di sponda) 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, anche se di modesta entità soprattutto per le A.O. 2-5,6,7, raggiungibili solo tramite piste di cantiere e localizzate in aree isolate in cui non vi è presenza di insediamenti.

AREA OPERATIVA	Paesaggio di inserimento	Note
Area Tecnica A.T.	Paesaggio dei seminativi, zona di particolare interesse paesaggistico	Adiacenze linea ferroviaria, Fascia rispetto Modolena
Area operativa 2-1	Paesaggio periurbano dei seminativi	Adiacenze via Ferraroni, complesso rurale non di valore a est
Area operativa 2-2	Paesaggio periurbano dei seminativi	Raggiungibile tramite piste di cantiere
Area operativa 2-3	Paesaggio periurbano dei seminativi	Adiacenze linea ferroviaria, raggiungibile tramite piste di cantiere
Area operativa 2-4	Paesaggio dei seminativi, zona di particolare interesse paesaggistico	Adiacenze area abitata, fascia tutela Modolena
Area operativa 2-5	Paesaggio dei seminativi, zona di particolare interesse paesaggistico	Fascia tutela Quaresimo
Area operativa 2-6	Paesaggio dei seminativi, zona di particolare interesse paesaggistico	Adiacenze cavo della Fossetta
Area operativa 2-7	Paesaggio dei seminativi, zona di particolare interesse paesaggistico	Adiacenze linea ferroviaria

FIGURA 7.1-6 TABELLA DI SINTESI DELLE CARATTERISTICHE DELLE AREE DI CANTIERE DEL PAESAGGIO DELL'AMBITO 2

## 7.2. VALUTAZIONE DEI POTENZIALI IMPATTI IN FASE DI CANTIERE PER IL PATRIMONIO ARCHEOLOGICO

Il territorio attraversato mostra limitate testimonianze archeologiche. Ciò si deve in gran parte ad una scarsità di dati disponibili, più che ad una effettiva assenza di depositi o strutture di interesse archeologico. Lo dimostra la presenza delle importanti terramare di Cavazzoli (**Sito 3**) e della Torretta (**Sito 1**), nonché la persistenza della Via Emilia, lungo la quale si pongono evidenze di età romana.

La **terramara di Cavazzoli** è documentata in sezione lungo il Crostolo per circa 70 m dal ponte della ferrovia. A Sud della ferrovia, nelle fondazioni poco profonde di un capannone industriale, non sono state rilevate tracce di terreni antropizzati, che tuttavia dovrebbero essere conservati ad una profondità maggiore di quella allora raggiunta. Anche la lettura geoarcheologica dei carotaggi geognostici effettuati lungo il tracciato in progetto nei pressi della terramara non ha evidenziato stratigrafie antropiche, ma soltanto un paleosuolo profondo (circa a 7 m p.c.) forse identificabile con l'esterno della terramara: ciò non esclude a priori presenze insediative oltre il volume del carotaggio, di per sé puntiforme.

La **terramara della Torretta** è un grande villaggio di 6 ettari, posto sulle alluvioni antiche che fiancheggiano sulla destra il paleoalveo dell'Enza.

La stratigrafia, individuata da Chierici nel 1864, era composta da un suolo databile all'età del Ferro e all'età romana posto a 0,50 m di profondità; da una sottostante alluvione che copriva lo strato terramaricolo visibile tra 1,80 e 2,40 m di profondità. I resti di un edificio romano si posizionavano nell'angolo NW della terramara, a debole profondità. In prossimità della Via Emilia (circa 25-30 m a Nord), all'altezza della terramara della Torretta, Chierici cita anche il ritrovamento di circa 30 sepolture di inumati in fossa e di 3 tombe alla cappuccina di età romana e/o tardoantica.

Il territorio in esame appare fortemente modificato dalle bonifiche attuate a partire dal X secolo d.C. Questo ha determinato una sostanziale scomparsa della maglia centuriale, difficilmente leggibile in una fascia - quella immediatamente a nord della Via Emilia - che fu senza dubbio appoderata in età romana.

Dai dati a disposizione - desumibili su base archivistico-bibliografica e ricognitiva e sulla base della lettura dei sondaggi geognostici - è possibile identificare solo con una certa approssimazione le quote di giacitura dei depositi archeologici, che in generale sembrano assumere maggiori profondità nella fascia orientale dell'area indagata (Torrente Crostolo), soprattutto per quanto riguarda l'orizzonte pre-protostorico. In particolare:

- dal Torrente Crostolo fino all'altezza di Via G.M. Ferraroni circa, il suolo di età romana potrebbe attestarsi a circa 2,50-3 m di profondità, mentre i livelli di frequentazione di età pre-protostorica si potrebbero trovare tra 3 e 8 m circa dal p.c.;
- da Via G.M. Ferraroni a Corte Tegge, la morfologia sembra mostrare suoli sepolti a profondità minori, quanto più ci si avvicina alla Via Emilia. Possiamo supporre di rinvenire il suolo romano tra 0,50 e 2 m di profondità e quello protostorico tra 1,50 e 3 m di profondità. Tuttavia, occorre considerare che in prossimità della Via Emilia – sulla base dei dati desunti dal saggio di verifica – è presente uno strato di riporto spesso circa 2 m (di cui non si conosce l'estensione), che ha innalzato il livello del piano di campagna attuale.

Allo stato attuale, si può dunque ipotizzare la presenza di suoli sepolti in tutta la fascia di Progetto, in alcuni punti comprovata dai dati disponibili. Il grado di antropizzazione dei suoli e la presenza più puntuale di eventuali strutture o depositi di maggiore importanza non sono al momento definibili, ad esclusione delle aree delle terramare di Cavazzoli e della Torretta. Per i differenti tratti del tracciato si riscontra quanto di seguito:

- **da km 00 a km 01.** Il progetto definitivo prevede la costruzione di un ponte sul torrente Crostolo la cui realizzazione potrebbe intaccare l'abitato terramaricolo di Cavazzoli;
- **da km 01 km 06.** Sia per quanto riguarda il tracciato principale che la viabilità accessoria, il progetto definitivo ricade in un'area in cui non sono documentate rilevanti attestazioni archeologiche. Dai dati a disposizione, è possibile definire solo a grandi linee la possibile presenza di paleosuoli o depositi di tipo archeologico.

Potremmo ipotizzare che a inizio tratto e nella fascia tra la Tangenziale e la rotatoria di Via Hiroshima, l'orizzonte di età romana sia a circa 2,50-3 m di profondità e a 3-8 m quello di età pre-protostorica. Nella fascia centrale di progetto, è possibile che i paleosuoli siano a minore profondità, e in aree non ancora edificate, ma la scarsità di dati puntuali non permette una migliore caratterizzazione delle presenze antiche. Nella fascia tra via Via G.M. Ferraroni e l'area immediatamente a sud della Ferrovia il suolo romano tra 0,50 e 2 m di profondità e quello protostorico tra 1,50 e 3 m di profondità. Non si esclude dunque che i lavori che comportino uno sterro inferiore alle quote suindicate possano mettere in luce depositi ed evidenze archeologiche finora non note;

- **da km 06 a termine tracciato.** Il Progetto definitivo ricade all'esterno dell'area del villaggio terramaricolo della Torretta. Non si esclude totalmente l'intercettazione di strutture periferiche all'abitato (aree artigianali e produttive) come noto da altri siti coevi recentemente scavati che comporterebbero comunque adeguate indagini archeologiche. A Nord della ferrovia il tracciato attraversa un'area di dispersione di materiali ceramici databili all'epoca Rinascimentale frammisti a reperti dell'età del Bronzo, probabile esito di una concimazione ottocentesca. Solo nel caso, infine, di rinvenimento di aree sepolcrali nel tratto di innesto alla via Emilia, le indagini comporterebbero tempi e costi di realizzazione piuttosto consistenti.

In ragione di quanto sopra, nella successiva , si riportano i potenziali impatti ed il corrispondente grado di rischio archeologico.

PROGR. KM	IMPATTO SUL PATRIMONIO ARCHEOLOGICO	
Da 0 a 0,246	Nessun ritrovamento noto	Basso
Da 0,246 a 0,466	Corrispondenza con la terramara di Cavazzoli. Il progetto prevede scavi in profondità (tra i 7 e i 13 metri) che intaccano i depositi archeologici	Alto
Da 0,466 a 0,836	Possibilità di intercettare stratigrafie archeologiche sotto i 2,50 metri	Medio
Da 0,836 a 1,100	Nessun ritrovamento noto. Non sono previsti scavi in profondità	Medio/basso
Da 1,100 a 1515	Un solo sito noto da ricerche di superficie in prossimità dell'asse 05. In generale l'impatto è medio-basso ma si eleva a medio dove sono previsti scavi tra i 3 e i 4 metri di profondità, in corrispondenza delle rampe 1,2,3 e 4, che potrebbero intercettare stratigrafie archeologiche a partire da una profondità di 1,50 metri.	Medio
Da 1515 a 5135	Non sono noti siti archeologici. Il tracciato da progetto è in gran parte in rilevato, quindi si considera a basso impatto quest'area. Il tratto in prossimità delle rampe da 1 a 4, prevede scavi che raggiungono gli 8 metri di profondità che potrebbero intercettare eventuali stratigrafie archeologiche.	Basso
Da 5135 a 5408	Il tratto è in gran parte in rilevato in un'area in cui sono presenti affioramenti di materiali (probabili attuali concimazioni). Dove sono previsti scavi in profondità, possibilità di intercettare stratigrafie archeologiche documentate tra i 1,5 e 3 metri p.c.	Medio
Da 5408 a 6400	Il tracciato è previsto a fianco di un sito archeologico pluristratificato. Si potrebbero intercettare sia rinvenimenti di epoca romana che l'area periferica alla terramara della Torretta. In Prossimità della via Emilia, non si escludono rinvenimenti di tombe di età romana. Tutti gli scavi sotto i 2,70 metri possono intaccare i depositi archeologici.	Alto

TABELLA 7.2-1 – POTENZIALI IMPATTI SUL PATRIMONIO ARCHEOLOGICO: GRADO DI RISCHIO



### **7.3. PRINCIPALI INTERVENTI DI MITIGAZIONE ADOTTATI IN FASE 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 solo nel caso del Campo Base e dell'Area Tecnica, da importanti impronte temporanee sul suolo, da manufatti operativi e mezzi.

Anche in ragione di quanto esposto nel precedente paragrafo, si evidenzia come le attività di cantiere non pregiudichino 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 e la razionalizzazione 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 e la visibilità dello stesso.

Le considerazioni sviluppate hanno riguardato prevalentemente il Campo Base e l'Area Tecnica, a causa delle dimensioni e della maggior permanenza sul territorio in funzione dei tempi di lavorazione.

L'organizzazione interna dell'Area Tecnica, a titolo di esempio, è stata sviluppata in modo da collocare le strutture aventi una maggiore visibilità (silos e muri di contenimento del materiale stoccato) nella porzione di area compresa tra la ferrovia esistente e il cavalcavia di via Carlo Marx, entrambi affiancati da vegetazione e quindi naturalmente schermati.

Si è proceduto, inoltre, sulla base dello studio materico cromatico finalizzato ad informare correttamente le mitigazioni dei manufatti e delle opere d'arte, alla definizione puntuale delle finiture relative agli edifici prefabbricati funzionali al cantiere.

A tal proposito si sono previste altezze limitate per i nuovi manufatti provvisori oltre all'utilizzo, per i medesimi manufatti, di pigmentazioni e finiture superficiali analoghe alle cromie prevalenti individuate nel contesto di inserimento, caratterizzato dalla compresenza di ambiti agricolo-rurali e fluviali-naturali.

I cromatismi individuati dalle analisi cromatiche e materiche di tali ambiti vedono una forte prevalenza delle tonalità di verde dei diversi coltivi tradizionali e delle vegetazioni erbacee o arbustive spontanee in riva ai corsi d'acqua (vedasi successiva Figura 7.3-1).

AMBITI DI PAESAGGIO

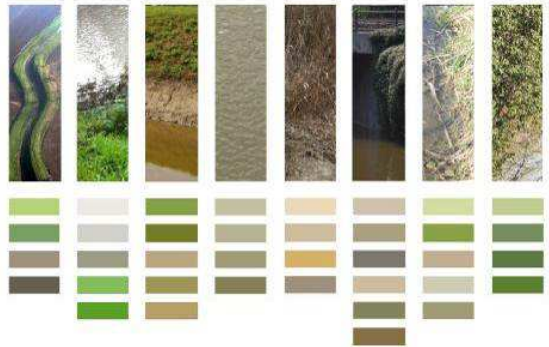


AMBITO AGRICOLO RURALE

ABACO DEI CROMATISMI PREVALENTI



AMBITO FLUVIALE NATURALE



**FIGURA 7.3-1 – STUDIO MATERICO CROMATICO – CROMATISMI PREVALENTI PER L'AMBITO AGRICOLO RURALE  
E AMBITO FLUVIALE-NATURALE**

Per garantire l'integrazione nel contesto preesistente e nel paesaggio circostante di tali manufatti provvisori si prevede pertanto l'impiego di opportune colorazioni, riferite a diverse tonalità di verde, da applicarsi sulle partizioni verticali degli elementi prefabbricati e, laddove previste (area tecnica), delle pareti di contenimento dell'area di caratterizzazione dei materiali di scavo. L'assemblaggio modulare dei singoli manufatti, pigmentati con sfumature lievemente diverse consentirà la percezione vibrante di cromie differenti accostate fra loro (vedasi ad esempio le successive Figura 7.3-2 e Figura 7.3-3).



**FIGURA 7.3-2 – AREA TECNICA SIMULAZIONE DA SUD**



**FIGURA 7.3-3 – AREA OPERATIVA A.O.1-1**

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 e fluviale naturale che caratterizzano i diversi contesti attraversati.

## 8. PRODUZIONE DI RIFIUTI IN FASE DI CANTIERE

L'organizzazione del processo produttivo della nuova infrastruttura è orientato a ridurre le necessità di smaltimento di materiali provenienti dalle attività di cantierizzazione. In ragione di ciò, nella presente sezione, si è sviluppata una dettagliata analisi sulle tipologie di materiali che, tuttavia, necessariamente si prevede derivino dall'esercizio della fase di cantiere.

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

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

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

#### 8.1.1. 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 3.1.3.

#### 8.1.2. Materiali di scavo

La massima quantità di materiali di risulta provenienti dall'opera è costituita dai terreni di scavo (scotico, bonifica, realizzazione di trincee e opere di fondazione). In realtà la maggior parte dei materiali scavati saranno 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 scotico) 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.

Scavo dei rilevati esistenti.

In merito ai materiali provenienti dalle demolizioni di rilevati esistenti, il materiale scavato sarà interamente riutilizzato nell'ambito delle attività previste per la realizzazione del nuovo tracciato della Tangenziale.

In generale per tutti i materiali provenienti da scavi è prevista l'opportuna campagna di caratterizzazione in ossequio alla normativa vigente (D.M. 10 agosto 2012, n. 161 "*Regolamento recante la disciplina dell'utilizzazione delle terre e rocce da scavo*") e come dettagliato nell'elaborato "*Piano di utilizzo terre e rocce da scavo*".

Come evidenziato nel precedente paragrafo 2.1.6, il bilancio materiali conseguente la realizzazione della nuova infrastruttura viaria, consente di evidenziare i seguenti volumi complessivamente provenienti da attività di scavo:

- Ambito funzionale 1: 168.744,68 m<sup>3</sup>;
- Ambito funzionale 2: 322.707,88 m<sup>3</sup>;
- Totale: 491.452,56 m<sup>3</sup>.

Il volume di materiali provenienti dagli scavi, oggetto di recupero è suddiviso, per i due ambiti funzionali, nelle quantità:

- Ambito funzionale 1: 142.307,11 m<sup>3</sup>;
- Ambito funzionale 2: 271.121,51 m<sup>3</sup>;
- Totale: 413.428,62 m<sup>3</sup>.

Le opere di scavo e recupero prevedono i seguenti volumi suddivisi per le differenti tipologie di materiali:

- materiale da rilevato proveniente da trattamenti a calce: 367.154,07 m<sup>3</sup>;
- vegetale: 46274.55 m<sup>3</sup>.

Per tutti i materiali provenienti da scavo ed atti al recupero è previsto un trattamento a calce, per il quale si rimanda agli elaborati progettuali inseriti nella specifica sezione del presente Progetto Definitivo.

I materiali da scavo indirizzati a deposito definitivo che, per caratteristiche chimico-fisiche, non possono essere recuperati rappresentano il 15.7% del totale. Nello specifico i volumi della presente tipologia di materiali, suddivisi per ambiti funzionali; risultano:

- Ambito funzionale 1: 26437.57 m<sup>3</sup>;
- Ambito funzionale 2: 51586.37 m<sup>3</sup>;
- Totale: 78023.94 m<sup>3</sup>.

### **8.1.3. Materiali derivanti dalla dismissione delle aree di cantiere**

Le attrezzature di cantiere sono prevalentemente costituite da impianti e/o fabbricati facilmente smontabili e mobili. A tal riguardo si osserva che i fabbricati sono realizzati 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 FUNZIONALE	CANTIERE	TIPOLOGIA MATERIALE DI RISULTA	QUANTITÀ PRESUNTE (m <sup>3</sup> )
1	CB	INERTI GHIAIOSI	1.973
		FRESATO BITUMINOSO	395
2	AT	INERTI GHIAIOSI	1.521
		FRESATO BITUMINOSO	304

TABELLA 8.1-1 – TIPOLOGIA DEI MATERIALI DI RISULTA DALLE AREE DI CANTIERE

#### 8.1.4. Materiali derivanti dalle demolizioni

In generale i materiali provenienti dalle demolizioni previste durante la fase costruttiva dell'intervento di progetto (ad es. fabbricati, c.a. e pavimentazioni esistenti) saranno reimpiegati nell'ambito del cantiere stesso ovvero andranno conferiti a ditte in possesso delle necessarie autorizzazioni allo stoccaggio definitivo e/o provvisorio.

Nella successiva Tabella 8.1-2 si riporta il dettaglio dei quantitativi di materiale proveniente da demolizione associato al processo realizzativo del nuovo tratto di tangenziale di Reggio Emilia.

Tipologia di materiale	u.m.	Ambito funzionale 1	Ambito funzionale 2	Totale
Materiale da rilevato proveniente da demolizioni	m <sup>3</sup>	6.840,00	13.680,00	20.520,00
Materiale per pavimentazione proveniente da fresati	m <sup>3</sup>	1.250,50	90,00	1.340,50

TABELLA 8.1-2 – BILANCIO MATERIALI DA DEMOLIZIONE

### 8.1.5. Rifiuti urbani (RU)

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

- direzionali logistiche (uffici);
- stoccaggio attrezzature.

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

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

*“1) i rifiuti depositati non devono contenere policlorodibenzodiossine, policlorodibenzofurani, policlorodibenzofenoli in quantità superiore a 2,5 parti per milione (ppm), 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, allorchè il quantitativo di rifiuti pericolosi non superi i 10 metri cubi l'anno e il quantitativo di rifiuti non pericolosi non superi i 20 metri cubi l'anno, il deposito temporaneo non può avere durata superiore ad un anno;*

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

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

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

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



- *“lo smaltimento dei rifiuti è effettuato in condizioni di sicurezza e costituisce la fase residuale della gestione dei rifiuti, previa verifica, da parte della competente autorità, della impossibilità tecnica ed economica di esperire le operazioni di recupero di cui all'articolo 181. A tal fine, la predetta verifica concerne la disponibilità di tecniche sviluppate su una scala che ne consenta l'applicazione in condizioni economicamente e tecnicamente valide nell'ambito del pertinente comparto industriale, prendendo in considerazione i costi e i vantaggi, indipendentemente dal fatto che siano o meno applicate o prodotte in ambito nazionale, purché vi si possa accedere a condizioni ragionevoli”;*
- *“i rifiuti da avviare allo smaltimento finale devono essere il più possibile ridotti sia in massa che in volume, potenziando la prevenzione e le attività di riutilizzo, di riciclaggio e di recupero”;*
- *“lo smaltimento dei rifiuti è attuato con il ricorso ad una rete integrata ed adeguata di impianti di smaltimento, attraverso le migliori tecniche disponibili e tenuto conto del rapporto tra i costi e i benefici complessivi, al fine di: a) realizzare l'autosufficienza nello smaltimento dei rifiuti urbani non pericolosi in ambiti territoriali ottimali; b) permettere lo smaltimento dei rifiuti in uno degli impianti appropriati più vicini ai luoghi di produzione o raccolta, al fine di ridurre i movimenti dei rifiuti stessi, tenendo conto del contesto geografico o della necessità di impianti specializzati per determinati tipi di rifiuti; c) utilizzare i metodi e le tecnologie più idonei a garantire un alto grado di protezione dell'ambiente e della salute pubblica”;*
- *“nel rispetto delle prescrizioni contenute nel decreto legislativo 11 maggio 2005, n. 133...”;*
- *“è vietato smaltire i rifiuti urbani non pericolosi in regioni diverse da quelle dove gli stessi sono prodotti, fatti salvi eventuali accordi regionali o internazionali, qualora gli aspetti territoriali e l'opportunità tecnico-economica di raggiungere livelli ottimali di utenza servita lo richiedano. Sono esclusi dal divieto le frazioni di rifiuti urbani oggetto di raccolta differenziata destinate al recupero per le quali è sempre permessa la libera circolazione sul territorio nazionale al fine di favorire quanto più possibile il loro recupero, privilegiando il concetto di prossimità agli impianti di recupero...”*
- *“le attività di smaltimento in discarica dei rifiuti sono disciplinate secondo le disposizioni del decreto legislativo 13 gennaio 2003, n. 36, di attuazione della direttiva 1999/31/CE...”*

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

L'elenco dei possibili rifiuti generati dal cantiere, è riportato nelle successive Tabella 8.1-3 e Tabella 8.1-4.

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 8.1-3 – 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 8.1-4 – 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 m<sup>3</sup> di stoccaggio temporaneo per rifiuti non pericolosi e 10 m<sup>3</sup> di stoccaggio temporaneo per rifiuti pericolosi.

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

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

#### 8.1.5.1 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.

#### 8.1.5.1.1 **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.

#### 8.1.5.1.2 Oii

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.

##### **8.1.5.1.3 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.

##### **8.1.5.1.4 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.

## 8.2. SITI DI CONFERIMENTO

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

Materiali di scavo. In generale si prevede il riutilizzo dei terreni di scavo, previo emendamento a calce, 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 stradale.

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 8.2-1 (vedasi anche elaborato T00CA00CANPL01A "Planimetria di inquadramento con indicazione degli ambiti operativi e delle aree estrattive proposte, con la designazione delle competenze di approvvigionamento dei materiali").

CODICE	ESERCENTE	INDIRIZZO	COMUNE
RE02	IREN Ambiente SPA	Via dei Gonzaga n.46	Reggio Emilia

TABELLA 8.2-1 – ELENCO POLI DI CONFERIMENTO MATERIALI DI SCAVO PER I DUE AMBITI FUNZIONALI

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.

A titolo precauzionale, tuttavia, si sono individuati i poli di conferimento di materiali risulta non più riutilizzabili. Tali poli sono elencati nella seguente Tabella 8.2-2 (vedasi anche elaborato T00CA00CANPL01A "*Planimetria di inquadramento con indicazione degli ambiti operativi e delle aree estrattive proposte, con la designazione delle competenze di approvvigionamento dei materiali*").

CODICE	ESERCENTE	COMUNE
RE01	S.A.BA.R. S.p.a.	Novellara
RE03	Iren Ambiente S.p.a.	Carpinetti

**TABELLA 8.2-2 – ELENCO POLI DI CONFERIMENTO MATERIALI DI RISULTA PER I DUE AMBITI FUNZIONALI**



## 9. RISCHI DI INCIDENTE IN FASE DI CANTIERE

Le attività, propedeutiche alla realizzazione delle opere di progetto, che si prevede di effettuare possono essere sinteticamente riassunte nel seguente elenco:

- movimentazione dei materiali di demolizione e scavo, quali volumi di terreno asportati durante le fasi di costruzione del rilevato e durante le fasi di scavo;
- movimentazione di materiale cementizio e conglomerato bituminoso;
- produzione di rifiuti durante le attività di cantiere e loro recupero/smaltimento (materiali inerti e non prodotti dalle attività di demolizione, carta, cartone, plastica, ferro, ecc.);
- demolizione di manufatti esistenti (smaltimento/recupero di materiali vari);
- emissione di polveri durante le fasi di movimentazione dei carichi, scavo, ecc.

Nella presente sezione si forniscono alcune sintetiche valutazioni in merito ai possibili rischi di queste attività, in relazione al contesto ambientale in cui si opera.

### 9.1. DESCRIZIONE DELLE POSSIBILITÀ DI INCIDENTE NELLA FASE DI CANTIERE IN RIFERIMENTO AD ESONDAZIONI

Il presente capitolo fornisce inizialmente un inquadramento idraulico dell'area di cantiere al fine di percepire le criticità ed i vincoli idraulici preesistenti. Successivamente vengono descritte, per ogni tipologia di corso d'acqua: principale, secondario e minore, le possibilità di incidente nella fase di cantiere in riferimento a fenomeni di esondazione. Infine sono indicate le opere provvisorie previste, durante la fase di cantierizzazione, allo scopo mitigare i rischi di incidente sia per gli operai addetti ai lavori a causa di esondazioni, che per l'ambiente acquatico causato da sversamenti accidentali di agenti inquinanti, prodotti dalle attività di cantiere.

#### 9.1.1. Inquadramento dell'area di cantiere dal punto di vista idraulico

L'area di cantiere del tracciato del prolungamento della Tangenziale Nord di Reggio Emilia si colloca nella parte medio alta della Pianura Padana ovvero laddove i corsi d'acqua appenninici tributari del Po, cambiano assetto morfologico e da corsi d'acqua ramificati si trasformano in monocorsuali ad andamento meandriforme, delimitati da arginature via via crescenti. Ed è proprio in questa parte di pianura che prendono forma i canali di bonifica funzionali allo scolo delle acque non altrimenti drenanti dai primi in quanto pensili.

I corsi d'acqua interferiti si distinguono in naturali come il Torrente Crostolo, il T. Modolena e il T. Quaresimo e artificiali ad uso prevalentemente promiscuo, scolo ed irrigazione, e da fossi di modeste dimensioni, prevalentemente ad uso privato.

Il reticolo idrografico superficiale si articola distinguendo i corsi d'acqua tra principali, secondari e minori; tale classificazione si basa sulle dimensioni delle sezioni idrauliche, e di conseguenza sul regime delle portate defluenti.

L'ambito territoriale scelto per l'analisi del sistema idrografico è quello definito dai bacini imbriferi le cui aste vengono interessate dall'opera in studio; essi appartengono al bacino imbrifero del Torrente Crostolo, tutti ricadenti in provincia di Reggio Emilia.

Lo studio idrologico ed idraulico, differenziato per singolo sistema idrografico e per singolo ambito territoriale, ha permesso di inquadrare il territorio interessato non tanto sotto il profilo del corridoio stradale, bensì sotto il profilo delle sue caratteristiche idrografiche e quindi con riferimento all'entità prevalente del bacino idrografico di riferimento.

Il sistema è quindi organizzato in tre classi prevalenti per le quali sono previste differenti tipologie di manufatti di attraversamento:

- corsi d'acqua principali classificati tali perché aventi sezione trasversale importante tale da imporre come attraversamento un ponte;
- corsi d'acqua secondari classificati tali, perché aventi sezione trasversale con base maggiore  $3,0m \leq B \leq 10,0m$ , e la cui interferenza è stata risolta generalmente tramite tombino scatolare;
- corsi d'acqua minori classificati tali, perché aventi sezione trasversale con base maggiore  $B < 3m$ , tra questi rientrano i corsi d'acqua della rete minuta di proprietà privata principalmente riconducibili alle tipologie di fossi di guardia di strade provinciali comunali o poderali e capifosso agricoli, collettori delle singole scoline, realizzati dai conduttori agricoli nell'ambito dell'organizzazione coltiva e fondiaria e la cui interferenza è stata generalmente risolta tramite tombino circolare di diametro fino al 1000 mm.

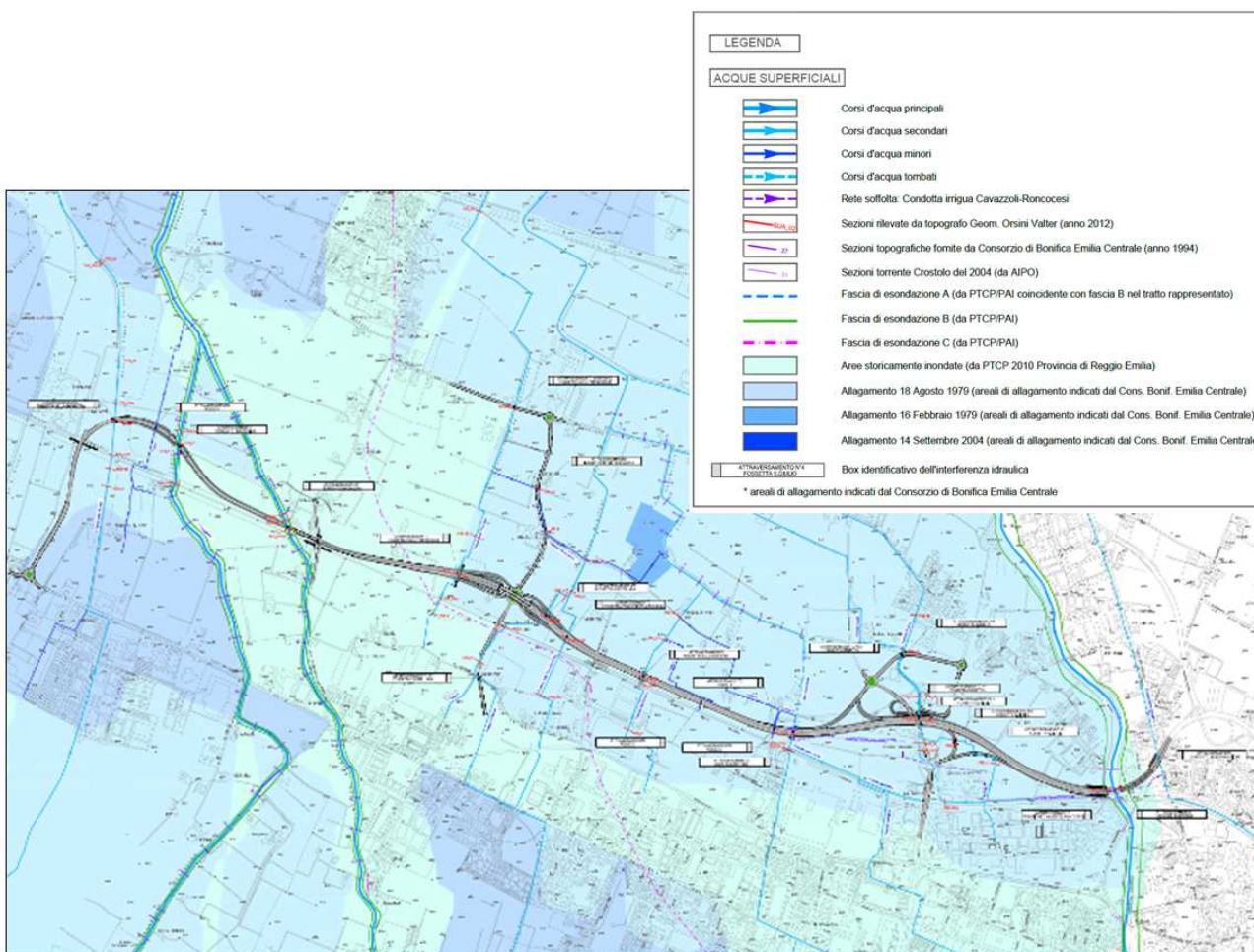
La seguente Tabella 9.1-1 riporta tutti i corsi d'acqua interferiti dalla viabilità in progetto e quindi dall'area di cantiere, specificando le caratteristiche principali degli stessi, in termini di "ente gestore", "rango", quindi importanza dello stesso, "uso a cui è destinato ed infine le dimensioni della sezione idraulica in corrispondenza dell'attraversamento stradale: base maggiore "B", minore "b" ed altezza "H".

Nome corsi d'acqua	Ente gestore	Rango	Uso	Sezione	B (m)	b (m)	H (m)
Condotto Sessa Maggiore	Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale	Secondario	Irriguo	In scavo	Tratto tombato con scatolare B=1m, H=1.50m		
Tubazione Cavazzoli-Roncocesi	Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale	Secondario	Irriguo	Rete soffolta	Rete soffolta con condotta ø800		
Torrente Crostolo	AIPO	Principale	Corso d'acqua naturale	Arginato	68.0	7.0	8.0
Fossetta S.Giulio	Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale	Secondario	Promiscuo	In scavo	3.0	0.5	0.9
Fossetta Baratto	Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale	Secondario	Promiscuo	In scavo	3.0	0.5	0.8
Fossetta Gianferrari	Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale	Minore	Promiscuo	In scavo	2.5	0.4	0.7
Cavo Guazzatore	Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale	Secondario	Promiscuo	In scavo	8.8	2.8	2.0
Fosso 1	Privato	minore	Scolo	In scavo	1.2	0.3	0.4
Fosso 2	Privato	minore	Scolo	In scavo	1.3	0.3	0.4
Fosso 3	Privato	minore	Scolo	In scavo	2.0	0.4	0.9
Fossetta Ballanleoche	Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale	Secondario	Promiscuo	In scavo	4.5	1.0	1.7
Fossetta Valle Pieve Modolena	Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale	Secondario	Promiscuo	In scavo	3.0	0.5	1.0
Fossetta Castellara	Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale	Secondario	Promiscuo	In scavo	4.7	1.0	1.5
Fosso 5	Privato	Minore	Scolo	In scavo	2.0	0.5	0.8
Irrigatorio di Via Ferraroni	Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale	Minore	Promiscuo	In scavo	2.1	0.3	0.7
Fossetta Valle Roncocesi	Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale	Secondario	Promiscuo	In scavo	3.5	0.7	1.0
Torrente Modolena	Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale	Principale	Corso d'acqua naturale	Arginato in sponda sx	18.0	10.0	4.6
Torrente Quaresimo	Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale	Principale	Corso d'acqua naturale	Arginato	20.6	7.0	4.0
Fossetta della Torretta	Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale	Secondario	Scolo	Arginato	8.0	1.5	2.5
Fosso 4	Privato	Minore	Scolo	In scavo	1.5	0.5	0.5

TABELLA 9.1-1 – ELENCO CORSI D'ACQUA INTERFERITI

I torrenti Crostolo, Modolena e Quaresimo presentano un assetto fisico ed ambientale della regione fluviale definito nel Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) e nel PTCP della Provincia di Reggio Emilia.

Nella regione fluviale vengono individuate e delimitate le porzioni di territorio funzionali alla delimitazione dell'alveo di piena ordinaria (Fascia A), all'espansione della piena per tempi di ritorno assunti a riferimento (Fascia B), e le aree che potrebbero avere zone coinvolte da piene con tempi di ritorno maggiori dei 200 anni (Fascia C). La Figura 9.1-1, stralcio planimetrico della tavola "Idrografia superficiale: individuazione delle interferenze e problematiche idrauliche" (cod. T00ID00IDRPL01A), riporta, oltre alle interferenze idrauliche con il tracciato stradale e le aree storicamente allagate, anche le fasce fluviali; in particolare si evince che gran parte dell'area di cantiere si trova all'interno alla Fascia C del Torrente Crostolo.



**FIGURA 9.1-1 – PLANIMETRIA DELLE INTERFERENZE E DELLE PROBLEMATICHE IDRAULICHE (STRALCIO DELL'ELABORATO T00ID00IDRPL01A)**

Per quanto riguarda le aree di allagamento storiche riportate nella Figura 9.1-1 si evince che tutto il tracciato stradale in progetto e di conseguenza tutta l'area di cantiere ricade in un'area in cui, negli anni passati, si sono verificati fenomeni di allagamento. Gli areali di allagamento sono stati forniti dal Consorzio di Bonifica ed in parte sono stati estratti dalla carta delle aree storicamente inondate del PTCP 2010 della Provincia di Reggio Emilia.

Gli allagamenti risalgono in particolare agli anni 1979 e il 2004. Successivamente sono stati condotti, dagli enti territorialmente competenti, mirati interventi di sistemazione della rete scolante, al fine di ridurre ai minimi termini altri fenomeni di allagamento.

Ciononostante sono state previste, nell'ambito del presente Progetto Definitivo, specifiche opere provvisorie, già introdotte nel Capitolo 3.3.3, allo scopo di minimizzare i rischi di incidente sia per gli operai addetti ai lavori a causa di esondazioni, che per l'ambiente acquatico causato da sversamenti accidentali di agenti inquinanti. Di seguito per ogni corso d'acqua si verificano le opere provvisorie e di cantiere al fine di percepire il grado di rischio residuo.

### 9.1.2. Torrente Crostolo

Il Torrente Crostolo è un corso d'acqua di competenza gestionale dell'Agenzia Interregionale per il Fiume Po (AIPO), che viene attraversato dalla tangenziale immediatamente a valle dell'esistente ponte della linea Ferroviaria Milano-Bologna, nell'area ricompresa tra centro industriale di Sesso e di Pieve Modolena, a ridosso del centro urbano del Comune di Reggio Emilia. L'interferenza ricade nel tratto iniziale del prolungamento del tracciato stradale, dove il corso d'acqua ha ormai perso la sua forma anastomizzata ed è diventato monocorsuale, ben inciso e delimitato da ambo le parti da argini di seconda categoria, che, nel tratto di attraversamento, sono appena accennati e collegati con le aree retrostanti da dolci declivi (Figura 9.1-2).



**FIGURA 9.1-2 – TORRENTE CROSTOLO A VALLE DELL'ATTRAVERSAMENTO IN PROGETTO**

Il bacino è caratterizzato da rilievi collinari modesti, in quanto il limite non giunge allo spartiacque appenninico e risente di precipitazioni non molto intense, tipiche della pianura; il regime pluviale per tutti gli affluenti di destra del medio e basso Po è infatti contraddistinto da elevata piovosità solo nelle zone prossime al crinale, dovuta alla particolare intensità dei fronti, che per ragioni orografiche e per la vicinanza del mar Ligure tendono ad amplificare la loro azione; anche la morfologia del territorio, con pendenze deboli, e del relativo reticolo idrografico drenante concorrono a rendere modesti i contributi unitari di piena.

Eventi meteorici intensi sono possibili in tutte le stagioni anche se il periodo compreso tra settembre e novembre è quello con la massima incidenza di eventi gravosi.

Il corso d'acqua è dotato di una stazione di misura della portata con idrometrografo, in Comune di Cadelbosco di Sopra, gestita da ARPA ed attiva dal 2003.

I valori di portata presi a riferimento nell'ambito del presente studio derivano dai dati estratti dal P.A.I. a cura dell'Autorità di bacino del Po (Tabella 9.1-2), che trovano riscontro anche nel PTCP di Reggio Emilia.

Bacino	Corso d'acqua	Sezione			Superficie km <sup>2</sup>	Q20 m <sup>3</sup> /s	Q100 m <sup>3</sup> /s	Q200 m <sup>3</sup> /s	Q500 m <sup>3</sup> /s
		Progr.( km)	Cod.	Denomin.					
Crostolo	Crostolo	14.312	46	Mucciatella	87	190	320	370	440
Crostolo	Crostolo	21.176	35	Reggio nell'Emilia	96	170	250	270	-
Crostolo	Crostolo	51.927	1	Confl. in Po	447	170	250	270	

**TABELLA 9.1-2 – PORTATE DI PIENA PER IL TORRENTE CROSTOLO (FONTE PAI)**

Fino a Reggio Emilia il corso d'acqua ha un andamento debolmente sinuoso, di struttura monocursale con scarsa presenza di barre longitudinali, fiancheggiato da superfici terrazzate dell'ordine di qualche metro; da Reggio Emilia alla confluenza nel Po l'andamento passa da sinuoso a circa rettilineo.

Il tratto Vezzano sul Crostolo - Reggio Emilia ha subito un forte restringimento (ad eccezione del tratto urbano), associato alla perdita dei caratteri pluricursali; in conseguenza dei fenomeni di abbassamento del profilo di fondo si è avuta la trasformazione in golene stabili di ampie aree facenti parte del letto ramificato.

Tra Reggio Emilia e Cadelbosco di Sopra il corso d'acqua, vincolato da opere di difesa e arginature pressoché continue, non ha subito modificazioni significative nel periodo recente.

Il corso d'acqua nella parte medio-alta, fino a monte dell'abitato di Reggio Emilia, è caratterizzato da una sistemazione finalizzata al contenimento dell'erosione del fondo alveo con soglie e briglie; le opere di difesa spondale hanno incidenza pressoché nulla e non vi sono argini.

Tra gli abitati di Puianello e Rivalta è presente una cassa di espansione, che ingloba al suo interno l'alveo e le golene del Crostolo, con una massima capacità di invaso di circa 1,5 milioni di m<sup>3</sup>; la piena di riferimento viene laminata di circa il 25% e la portata rilasciata a valle è di 270 m<sup>3</sup>/s, che corrisponde alla portata limite di deflusso transitabile nella città di Reggio Emilia; l'alveo nel tratto urbano risulta costretto tra i muri di sponda e rivestito a tratti.

L'assetto del tratto di asta da Reggio Emilia alla confluenza in Po è definito da argini continui; le opere di controllo del trasporto solido e le difese longitudinali sono sporadiche spesso a protezione di attraversamenti.

L'erosione del fondo è molto elevata in tutto il tratto alto dell'asta fluviale, a monte di Villa Corbelli, come testimoniato dalla drastica riduzione della ampiezza dell'alveo avvenuta negli ultimi anni e dalla presenza di numerose opere di difesa trasversali. Nel tratto medio, da Villa Corbelli a Reggio Emilia, il fondo alveo risulta più stabile con valori di erosione e di riduzione di larghezza meno marcati. Nel tratto di pianura, da Reggio Emilia alla confluenza in Po, l'erosione del fondo si riduce progressivamente fino a quasi scomparire.

A monte dell'area di intervento il Crostolo attraversa il centro urbano di Reggio Emilia, per tale ragione, questo tratto è caratterizzato dalla presenza di diversi ponti di storica memoria tra cui quello di Via Costituzione e quello di Via XX Settembre che presentano aspetti di criticità per piene duecentennali.

Proseguendo verso valle troviamo il viadotto di Via Martiri di Piazza Tien An Men che, a differenza dei primi, non presenta criticità idrauliche poiché il franco di sicurezza sulla portata duecentennale è abbondantemente garantito.



**FIGURA 9.1-3 – PONTE FS SUL TORRENTE CROSTOLO**

Immediatamente a ridosso, sul lato sud del ponte in progetto, è presente il ponte ferroviario della linea Milano-Bologna (Figura 9.1-3). Trattasi di un attraversamento caratterizzato da quattro campate a tre pile in alveo, le cui dimensioni ed in particolare l'intradosso garantiscono un franco di sicurezza rispetto alla portata duecentennale di oltre 1,0 m.

Il ponte in progetto non determina una riduzione del volume d'alveo disponibile per la laminazione delle piene perciò, sono state effettuate simulazioni idrauliche in moto permanente (stazionario). La soluzione in moto stazionario, rispetto ad una analisi in termini di colmo di piena fornita da un'analisi in moto vario, fornisce condizioni di verifica sensibilmente più cautelative e specialmente in corrispondenza dei manufatti di attraversamento, consente di impostare un confronto corretto tra diverse formulazioni per la stima delle perdite di carico.

La portata di piena di progetto (a tempo di ritorno 200 anni), rispetto alla quale effettuare la verifica idraulica dell'attraversamento in progetto e dei suoi effetti in termini di profilo idrometrico, è stata stabilita facendo riferimento ai valori indicati dall'Autorità di bacino del fiume Po nella "Direttiva piena di progetto", da assumere per le progettazioni e verifiche di compatibilità idraulica. Tale portata con TR=200 anni è pari a 270 m<sup>3</sup>/s che corrisponde, come precedentemente indicato, alla portata limite di deflusso transitabile nella città di Reggio Emilia.

Il ponte stradale che attraversa il torrente Crostolo è in acciaio ed costituito da un'unica campata con luce pari a 62 m (vedi tav. T00ID00IDRPP05A e Figura 3.3-1).

Il ponte non presenta pile in alveo e l'intradosso dell'impalcato, a seguito delle verifiche idrauliche, riportate per esteso nella "Relazione Idrologico-Idraulica sulla gestione delle interferenze idrauliche" (T00ID00IDRRE01A), ed in funzione della livelletta stradale, è stato imposto ad una quota pari a 52.31 m s.l.m., con un franco di 3.72 m rispetto al tirante idrico generato da una piena bisecolare.

Gli effetti dovuti all'inserimento del ponte in progetto risultano nulli rispetto alla configurazione stato di fatto, in quanto il posizionamento delle spalle esterne all'onda di piena bisecolare e l'assenza di pile in alveo fanno sì che i profili di rigurgito non vengano perturbati e i livelli idrici rimangano immutati e sempre contenuti all'interno dei rilevati arginali (Figura 9.1-4).

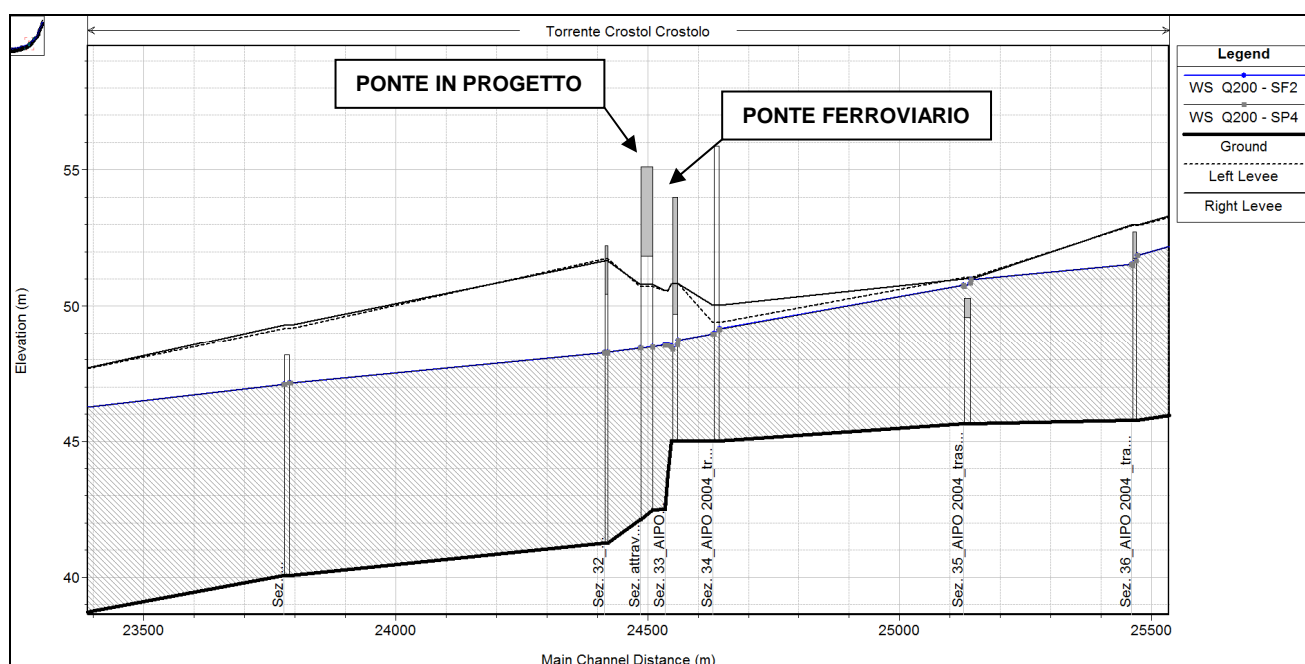


FIGURA 9.1-4 – CONFRONTO TRA I PROFILI DI RIGURGITO NELLO STATO DI FATTO E DI PROGETTO PER UN EVENTO DI PIENA CON  $T_R200$ .

Dopo questa premessa, che inquadra il Torrente Crostolo nei suoi aspetti salienti dal punto di vista idrologico-idraulico e che evidenzia come l'inserimento del ponte in progetto non altera in alcun modo l'idrodinamismo del corso d'acqua, rispetto alla configurazione attuale senza ponte, si procede, di seguito, ad analizzare gli effetti che i lavori di cantierizzazione del ponte possono generare sui profili di rigurgito.

Durante le fasi di cantierizzazione si renderà necessario svolgere delle operazioni all'interno dell'alveo del Crostolo sia per la realizzazione delle fondazioni e delle successive opere in elevazione che per il varo della trave. Questi lavori, se svolti senza le dovute precauzioni, potrebbero significare un rischio di incidente sia per gli operai a seguito di fenomeni di piena con livelli idrometrici incompatibili con l'area di lavoro, che per l'ambiente acquatico, a causa di sversamenti accidentali di agenti inquinanti prodotti dalle attività di cantiere.

Le operazioni di realizzazione delle fondazioni e delle successive opere in elevazione (Figura 9.1-5) comportano la predisposizione di un piano di lavoro interno all'alveo, ad una quota che è più bassa dell'altezza idrometrica per portata bisecolare.



La quota del piano di lavoro per la realizzazione dei diaframmi di fondazione è posta pari 47.39 m slm, coincidente con l'altezza idrometrica che si istaura per piene con TR di circa 20 anni.

Conseguentemente a quanto pocanzi scritto, per piene con TR>20 anni si presenterebbe un possibile rischio di esondazione nell'area di lavoro. Questo rischio, seppur possibile, è alquanto remoto in quanto i lavori per la realizzazione delle fondazioni e delle successive opere in elevazione dovrà essere eseguito in un periodo di tempo limitato di pochi mesi che va dai primi di marzo fino, al più tardi al mese di agosto, quindi in un periodo in cui, i valori massimi di portata degli ultimi dieci anni, registrati all'idrometro di Cadelbosco di Sopra, sono stati sempre abbondantemente inferiori a quelli di una piena ventennale, pari a circa 170m<sup>3</sup>/s (vedasi anche Tabella 9.1-3- Fonte ARPA Emilia Romagna).

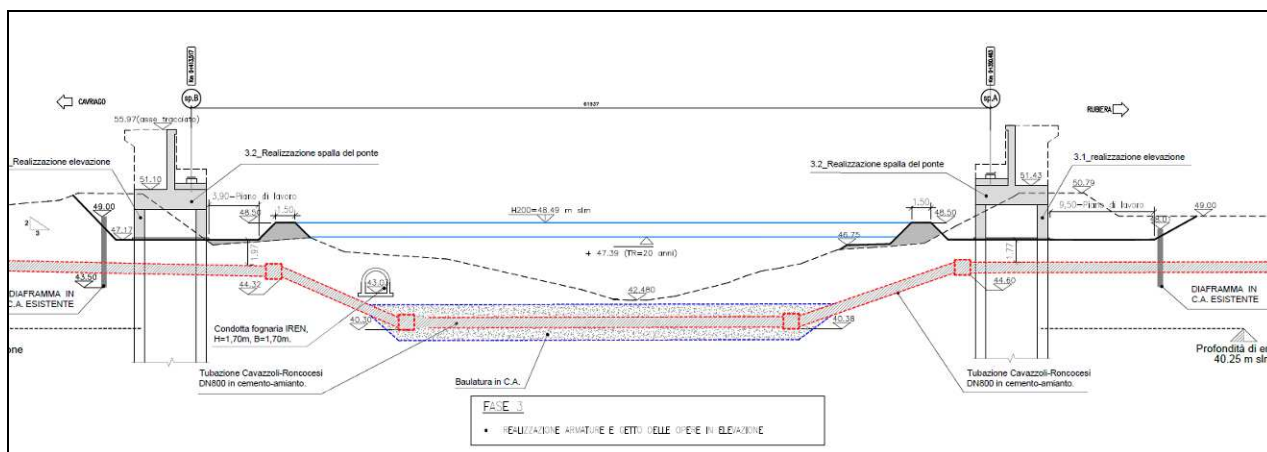


FIGURA 9.1-5 – FASI ESECUTIVE DI CANTIERIZZAZIONE: REALIZZAZIONE DELLE FONDAZIONI E DELLE OPERE IN ELEVAZIONE.

CROSTOLO a CADELBOSCO	Anno 2011		Anno 2010		Anno 2009		Anno 2008		Anno 2007		Anno 2006		Anno 2005		Anno 2004		Anno 2003	
	Q max [m <sup>3</sup> /s]	Q media [m <sup>3</sup> /s]	Q max [m <sup>3</sup> /s]	Q media [m <sup>3</sup> /s]	Q max [m <sup>3</sup> /s]	Q media [m <sup>3</sup> /s]	Q max [m <sup>3</sup> /s]	Q media [m <sup>3</sup> /s]	Q max [m <sup>3</sup> /s]	Q media [m <sup>3</sup> /s]	Q max [m <sup>3</sup> /s]	Q media [m <sup>3</sup> /s]	Q max [m <sup>3</sup> /s]	Q media [m <sup>3</sup> /s]	Q max [m <sup>3</sup> /s]	Q media [m <sup>3</sup> /s]	Q max [m <sup>3</sup> /s]	Q media [m <sup>3</sup> /s]
Marzo	49.00	7.15	66.80	17.70	53.20	4.58	2.07	0.95	59.30	3.90	4.16	1.37	1.14	0.46	21.10	2.85	2.06	0.31
Aprile	2.01	1.56	44.30	4.04	129.0	16.10	6.72	1.31	34.60	1.45	1.41	0.96	89.60	5.61	7.02	0.83	13.60	1.20
Maggio	2.22	0.97	89.10	7.70	2.65	0.54	121.00	6.99	0.59	0.06	1.24	0.80	0.60	0.27	20.20	1.21	0.31	0.18
Giugno	18.20	1.98	6.67	1.64	0.40	0.22	112.00	6.84	14.10	0.78	0.90	0.53	0.15	0.05	1.26	0.26	0.16	0.09
Luglio	3.85	0.47	1.50	0.55	0.47	0.21	1.09	0.64	0.01	-	0.85	0.45	0.39	0.04	1.18	0.17	0.12	0.08
Agosto	1.12	0.17	2.15	0.61	2.42	0.25	10.50	0.73	0.03	-	1.06	0.74	1.85	0.13	0.62	0.14	0.17	0.10
Settembre	2.58	0.50	1.39	0.60	6.23	0.39	1.35	0.36	1.37	0.05	5.83	0.91	8.46	0.36	3.21	0.28	0.40	0.10
Ottobre	34.80	1.61	7.75	1.31	1.25	0.21	1.51	0.35	46.30	1.76	0.92	0.59	66.80	4.13	5.29	0.31	0.39	0.14

TABELLA 9.1-3 – VALORI DI PORTATA MASSIMI E MEDI REGISTRATI ALLA STAZIONE IDROMETRICA DI CADELBOSCO (FONTE ARPA E.R.)

Ponendoci comunque in una condizione di sicurezza, addirittura per piena bisecolare, sono previsti come opere provvisorie due arginelli a protezione degli operai durante la realizzazione delle spalle del ponte. Come già riportato nel Capitolo 3.3 i due arginelli in sponda destra e sinistra del Crostolo hanno la quota di sommità pari a 48.50m slm, capace di contenere senza franco un evento con TR=200 anni . Si tratta di una assunzione progettuale certamente cautelativa che tuttavia comporta la realizzazione di un'opera minimale e dal costo limitato che evita il rischio di incidente a causa di esondazioni nell'area di cantiere.

Lo stesso arginello di protezione può inoltre rappresentare anche un presidio al ruscellamento delle acque durante forti acquazzoni, un presidio per evitare il rotolamento nell'area di lavoro di ciottolame o terreno smosso. Insomma presenta una valenza di presidio più ampia e tutto per proteggere l'incolumità degli operai durante l'esecuzione delle spalle del ponte (operazione alquanto impegnativa).

L'inserimento degli arginelli all'interno dell'alveo del Crostolo determina una modesta parzializzazione della sezione di deflusso, rispetto alla sua ampiezza complessiva, che comunque non genera variazioni dei profili di rigurgito rispetto allo stato di fatto, come mostrato nelle successive Tabella 9.1-4 e Figura 9.1-6.

Sezione Topografica	Progressiva [m]	Quota del fondo [m s.l.m.]	Q di progetto [m³/s]	Livelli idrometrici S.F. [m s.l.m.]	Livelli idrometrici O.P. [m s.l.m.]	$\Delta H$ [m]	Velocità S.F. [m/s]	Velocità O.P. [m/s]	Pendenza -	Carico totale S.F. [m]	Carico totale O.P. [m]
Sez.46	8613.50	63.02	270.00	67.54	67.54	0.00	1.45	1.45	0.0096	67.64	67.64
Sez.45	8832.50	60.92	270.00	66.76	66.76	0.00	2.18	2.18	0.0031	67.00	67.00
Sez.44	9449.50	58.99	270.00	63.56	63.56	0.00	2.59	2.59	0.0015	63.89	63.89
Sez.43	9770.50	58.50	270.00	62.41	62.41	0.00	1.58	1.58	0.0057	62.53	62.53
Sez.42	10511.50	54.31	270.00	59.72	59.72	0.00	2.13	2.13	0.0021	59.95	59.95
Sez.41	10675.50	53.97	270.00	56.83	56.83	0.00	4.81	4.81	0.0121	58.00	58.00
Sez.40	11049.50	49.44	270.00	55.61	55.61	0.00	1.33	1.33	0.0043	55.70	55.70
Sez.39	11373.50	48.05	270.00	55.07	55.07	0.00	1.48	1.48	0.0009	55.18	55.18
Sez.38	11929.90	47.54	270.00	53.59	53.59	0.00	2.10	2.10	0.0055	53.81	53.81
Sez.37m	12165.90	46.24	270.00	52.83	52.83	0.00	2.07	2.07	0.0000	53.05	53.05
Ponte Ferrovia	12167.90	46.24	Bridge	52.83	52.83	0.00	2.07	2.07	0.0000	53.05	53.05
Sez.37v	12174.90	46.24	270.00	52.80	52.80	0.00	2.09	2.09	0.0026	53.02	53.02
Sez.36m	12349.90	45.78	270.00	51.85	51.85	0.00	2.90	2.90	0.0000	52.27	52.27
Ponte Via della Costituzione	12351.90	45.78	Bridge	51.85	51.85	0.00	2.90	2.90	0.0000	52.27	52.27
Sez.36v	12361.90	45.78	270.00	51.54	51.54	0.00	3.13	3.13	0.0004	52.03	52.03
Sez.35m	12679.90	45.64	270.00	50.97	50.97	0.00	1.26	1.26	0.0000	51.05	51.05
Ponte di Via XX Settembre	12681.90	45.64	Bridge	50.97	50.97	0.00	1.26	1.26	0.0000	51.05	51.05
Sez.35v	12695.90	45.64	270.00	50.78	50.78	0.00	1.31	1.31	0.0013	50.87	50.87
Sez.34m	13178.90	45.02	270.00	49.16	49.16	0.00	2.36	2.36	0.0000	49.45	49.45
Ponte di Viale Martiri	13180.90	45.02	Bridge	49.16	49.16	0.00	2.36	2.36	0.0000	49.45	49.45
Sez.34v	13192.90	45.02	270.00	48.98	48.98	0.00	2.53	2.53	0.0000	49.30	49.30
Sez.33m	13260.90	45.02	270.00	48.75	48.75	0.00	1.73	1.73	0.0000	48.90	48.90
Ponte FFSS Milano-Bologna	13262.90	45.02	Bridge	48.75	48.75	0.00	1.73	1.73	0.0000	48.90	48.90
Sez.33	13274.90	45.02	270.00	48.50	48.51	0.01	1.86	1.86	0.1651	48.68	48.68
Sez.33v	13282.24	43.81	270.00	48.56	48.56	0.00	1.25	1.25	0.2807	48.64	48.64

Sezione Topografica	Progressiva [m]	Quota del fondo [m s.l.m.]	Q di progetto [m³/s]	Livelli idrometrici S.F. [m s.l.m.]	Livelli idrometrici O.P. [m s.l.m.]	ΔH [m]	Velocità S.F. [m/s]	Velocità O.P. [m/s]	Pendenza -	Carico totale S.F. [m]	Carico totale O.P. [m]
Sez.33v	13286.90	42.50	270.00	48.56	48.56	0.00	1.14	1.14	0.0010	48.63	48.63
Sez.attrav. Monte	13311.90	42.47	270.00	48.49	48.49	0.00	1.42	1.41	0.0142	48.59	48.60
Sez.attrav. Valle	13336.90	42.12	270.00	48.43	48.43	0.00	1.42	1.61	0.0134	48.53	48.54
Sez.32m	13400.90	41.26	270.00	48.28	48.28	0.00	1.71	1.71	0.0000	48.41	48.41
Passerella	13401.90	41.26	Bridge	48.28	48.28	0.00	1.71	1.71	0.0000	48.41	48.41
Sez.32v	13407.90	41.26	270.00	48.25	48.25	0.00	1.72	1.72	0.0019	48.38	48.38
Sez.31m	14030.90	40.07	270.00	47.15	47.15	0.00	1.48	1.48	0.0000	47.26	47.26
Ponte di Via Rinaldi	14032.90	40.07	Bridge	47.15	47.15	0.00	1.48	1.48	0.0000	47.26	47.26
Sez.31v	14044.90	40.07	270.00	47.11	47.11	0.00	1.50	1.50	0.0035	47.22	47.22
Sez.30	14866.90	37.23	270.00	45.30	45.30	0.00	1.94	1.94	0.0013	45.47	45.47
Sez.29	15725.90	36.15	270.00	43.52	43.52	0.00	1.84	1.84	0.0353	43.67	43.67
Sez.29A	15755.40	35.11	270.00	43.44	43.44	0.00	1.95	1.95	-0.0010	43.61	43.61
Sez.28m	16167.40	35.53	270.00	43.07	43.07	0.00	1.10	1.10	0.0000	43.13	43.13
Ponte Autostrada A1	16169.40	35.53	Bridge	43.07	43.07	0.00	1.10	1.10	0.0000	43.13	43.13
Sez.28v	16211.40	35.53	270.00	43.03	43.03	0.00	1.08	1.08	0.0027	43.08	43.08

TABELLA 9.1-4 – PRINCIPALI GRANDEZZE IDRAULICHE A CONFRONTO RISULTANTI DALLE SIMULAZIONI CON L'IDROGRAMMA DI PIENA DI RIFERIMENTO NELLO STATO DI FATTO (S.F.) E CON PRESENZA DI OPERE PROVVISORIALI (O.P.) CON Q200.

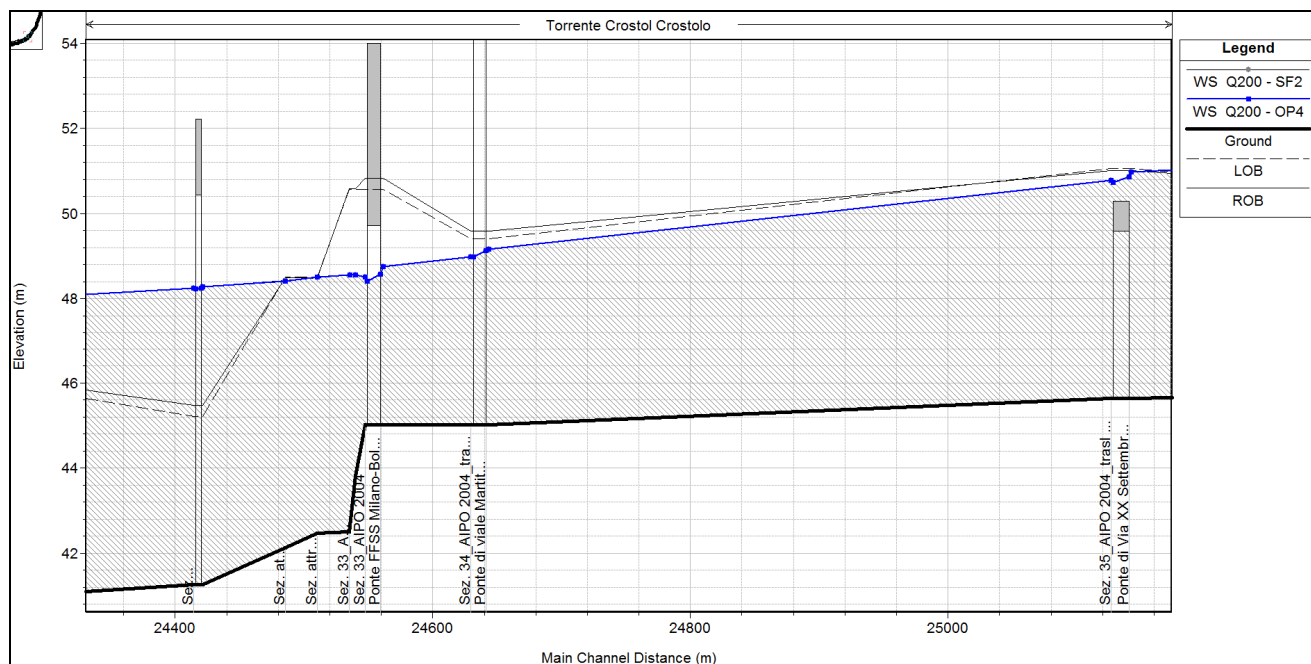


FIGURA 9.1-6 – CONFRONTO TRA IL PROFILO DI RIGURGITO DELLA CONFIGURAZIONE STATO DI FATTO E CON OPERE PROVVISORIALI. Terminata la fase di realizzazione delle spalle del ponte si procede con l'ultima importante operazione all'interno dell'alveo del Crostolo, caratterizzata dal varo della trave, che comporta la realizzazione di un

guado temporaneo subito a valle del ponte in progetto, consentendo all'operatore di lavorare in sicurezza proprio al centro del corso d'acqua.

L'attraversamento provvisorio, come già riportato nel Capitolo 3.3, presenta una luce libera realizzabile con due scatolari di dimensione 4.50x1.50m, posti a distanza di circa 2.0m tra loro. Il riempimento tra gli scatolari e le sponde del corso d'acqua è costituito da massi di cava non gelivi del peso di 800-1000 Kg/cad, che potranno essere riutilizzati per la realizzazione della sistemazione spondale finale dell'alveo.

Per valutare il possibile rischio di esondazione dell'area di lavoro in corrispondenza del guado, conseguente ad un funzionamento a stramazzo del stesso, si è simulato il passaggio di diverse portate, comprese tra 5 m<sup>3</sup>/s sino alla portata bisecolare. Da queste simulazioni numeriche, è stata determinata la portata limite di sicurezza, conseguente ad un funzionamento con moto non in pressione all'interno degli scatolari; il valore di tale portata è 17m<sup>3</sup>/s, a cui corrisponde un livello idrometrico nella sezione di monte del guado di 43.62 m s.l.m. (vedasi le successive Tabella 9.1-5 e Figura 9.1-7).

Sezione Topografica	Progressiva	Quota del fondo	Q di progetto	Livelli idrometrici O.P.	Velocità O.P.	Pendenza	Carico totale O.P.
	[m]	[m s.l.m.]	[m <sup>3</sup> /s]	[m s.l.m.]	[m/s]	-	[m]
Sez.46	8613.50	63.02	17.00	63.91	1.53	0.0096	64.03
Sez.45	8832.50	60.92	17.00	62.45	0.87	0.0031	62.49
Sez.44	9449.50	58.99	17.00	60.60	0.73	0.0015	60.63
Sez.43	9770.50	58.50	17.00	59.17	0.83	0.0057	59.21
Sez.42	10511.50	54.31	17.00	55.91	0.72	0.0021	55.93
Sez.41	10675.50	53.97	17.00	54.56	2.00	0.0121	54.76
Sez.40	11049.50	49.44	17.00	50.76	0.87	0.0043	50.80
Sez.39	11373.50	48.05	17.00	50.09	0.64	0.0009	50.11
Sez.38	11929.90	47.54	17.00	48.66	1.05	0.0055	48.72
Sez.37m	12165.90	46.24	17.00	47.94	0.76	0.0000	47.97
Ponte Ferrovia	12167.90	46.24	Bridge	47.94	0.76	0.0000	47.97
Sez.37v	12174.90	46.24	17.00	47.93	0.77	0.0026	47.96
Sez.36m	12349.90	45.78	17.00	47.46	0.97	0.0000	47.51
Ponte Via della Costituzione	12351.90	45.78	Bridge	47.46	0.97	0.0000	47.51
Sez.36v	12361.90	45.78	17.00	47.41	1.00	0.0004	47.46
Sez.35m	12679.90	45.64	17.00	46.94	0.41	0.0000	46.95
Ponte di Via XX Settembre	12681.90	45.64	Bridge	46.94	0.41	0.0000	46.95
Sez.35v	12695.90	45.64	17.00	46.92	0.42	0.0013	46.93
Sez.34m	13178.90	45.02	17.00	46.07	0.82	0.0000	46.10
Ponte di Viale Martiri	13180.90	45.02	Bridge	46.07	0.82	0.0000	46.10
Sez.34v	13192.90	45.02	17.00	46.00	0.89	0.0000	46.04
Sez.33m	13260.90	45.02	17.00	45.69	0.66	0.0000	45.72
Ponte FFSS Milano-Bologna	13262.90	45.02	Bridge	45.69	0.66	0.0000	45.72
Sez.33	13274.90	45.02	17.00	45.32	1.60	0.1651	45.45
Sez.33v	13282.24	43.81	17.00	44.08	1.57	0.2807	44.20

Sezione Topografica	Progressiva	Quota del fondo	Q di progetto	Livelli idrometrici O.P.	Velocità O.P.	Pendenza	Carico totale O.P.
	[m]	[m s.l.m.]	[m³/s]	[m s.l.m.]	[m/s]	-	[m]
Sez.33v	13286.90	42.50	17.00	43.83	0.40	0.0010	43.83
Sez.attrav. Monte	13311.90	42.47	17.00	43.74	1.06	0.0142	43.79
Sez.attrav. Valle	13336.90	42.12	17.00	43.65	0.87	0.0000	43.68
Sez.Guado1	13344.90	42.12	17.00	43.62	0.90	0.0000	43.66
Sez.Guado2	13345.40	42.12	17.00	43.62	0.80	0.0000	43.65
GUADO	13346.40	42.12	Culvert	43.62	0.80	0.0000	43.65
Sez.Guado3	13351.40	42.12	17.00	43.51	0.88	0.0000	43.55
Sez.Guado4	13351.90	42.12	17.00	43.50	0.99	0.0176	43.55
Sez.32m	13400.90	41.26	17.00	43.38	0.76	0.0000	43.41
Passerella	13401.90	41.26	Bridge	43.38	0.76	0.0000	43.41
Sez.32v	13407.90	41.26	17.00	43.36	0.76	0.0019	43.39
Sez.31m	14030.90	40.07	17.00	41.99	0.86	0.0000	42.03
Ponte di Via Rinaldi	14032.90	40.07	Bridge	41.99	0.86	0.0000	42.03
Sez.31v	14044.90	40.07	17.00	41.95	0.88	0.0035	41.99
Sez.30	14866.90	37.23	17.00	40.05	0.85	0.0013	40.09
Sez.29	15725.90	36.15	17.00	38.38	0.80	0.0353	38.41
Sez.29A	15755.40	35.11	17.00	38.34	0.69	-0.0010	38.37
Sez.28m	16167.40	35.53	17.00	37.89	0.58	0.0000	37.91
Ponte Autostrada A1	16169.40	35.53	Bridge	37.89	0.58	0.0000	37.91
Sez.28v	16211.40	35.53	17.00	37.84	0.60	0.0027	37.86

TABELLA 9.1-5 – PRINCIPALI GRANDEZZE IDRAULICHE RISULTANTI DALLA SIMULAZIONE DELLO STATO IN FASE DI CANTIERE, IN PRESENZA DI OPERE PROVVISORIE (GUADO).

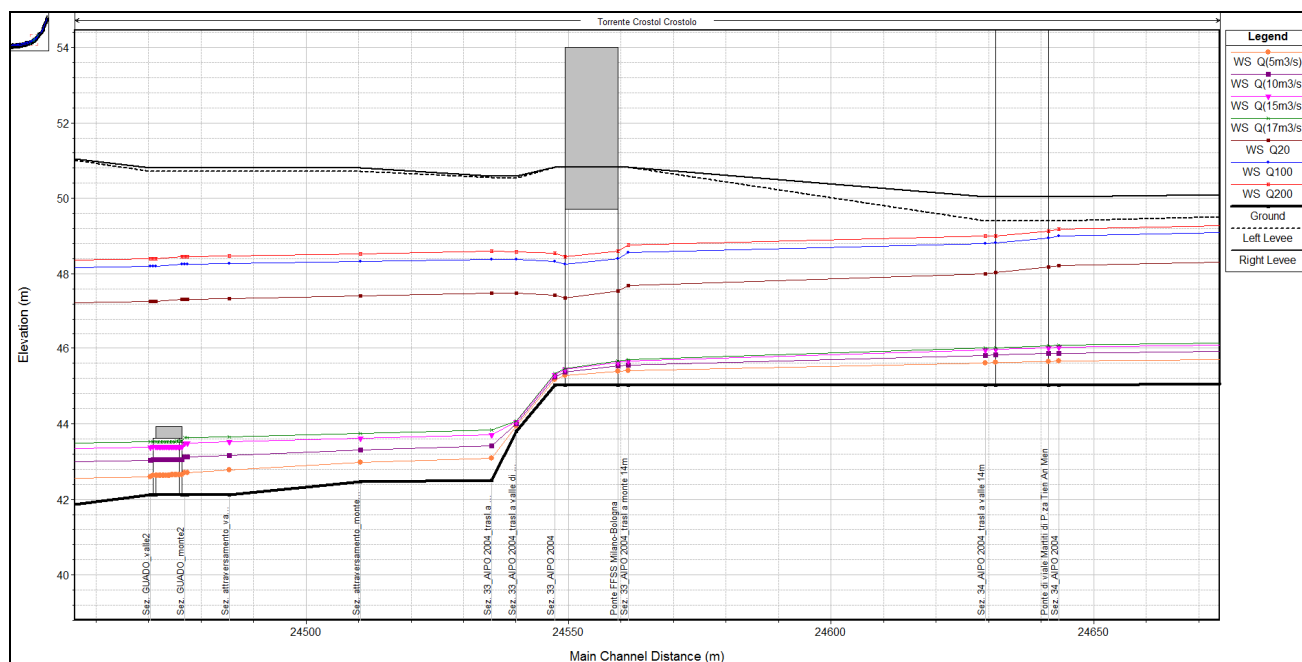


FIGURA 9.1-7 – PROFILI DI RIGURGITO IN PRESENZA DI GUADO PROVVISORIO.

La portata di 17 m<sup>3</sup>/s rappresenta, quindi, la condizione limite di utilizzo dell'attraversamento provvisorio, superata la quale lo stesso si rende inagibile, poiché è ragionevole supporre che la struttura provvisoria non sia in grado di sopportare le sollecitazioni indotte dalla corrente e venga, quindi, rimossa dalla stessa.

Naturalmente durante tutta la fase dei lavori occorre monitorare accuratamente le previsioni meteo e l'evoluzione dei livelli idrici a monte dell'attraversamento, mediante l'attivazione di un costante collegamento radio con i tecnici di AIPO territorialmente competenti ed attraverso un telecontrollo tramite l'installazione di un sistema di misurazione del livello idrico a monte dell'attraversamento in progetto. Questo consente di valutare l'istaurarsi di un evento di piena critica per il guado provvisorio, che comporta la necessità di sgombrare immediatamente il sedime dello stesso da parte degli operatori e dei relativi mezzi.

Detto tutto ciò, si prescrive che le operazioni di varo della trave del ponte, che avranno una durata limitata di alcuni giorni, dovranno essere previste in un periodo idoneo caratterizzato da assenza o comunque scarsità di precipitazioni sull'intero bacino del T. Crostolo a monte dell'attraversamento in progetto e da livelli idrici di magra del corso d'acqua.

Dal confronto tra i livelli idrometrici nello stato di fatto ed in presenza del guado, per la portata limite di utilizzo del guado (17m<sup>3</sup>/s) e per la portata bisecolare si evidenziano degli incrementi locali dei profili di rigurgito, compresi tra 3.0 e 7.0 cm, che si esauriscono ancor prima di raggiungere il ponte della ferrovia MI-BO, rimanendo sempre comunque contenuti all'interno dell'alveo inciso del fiume (Figura 9.1-8).

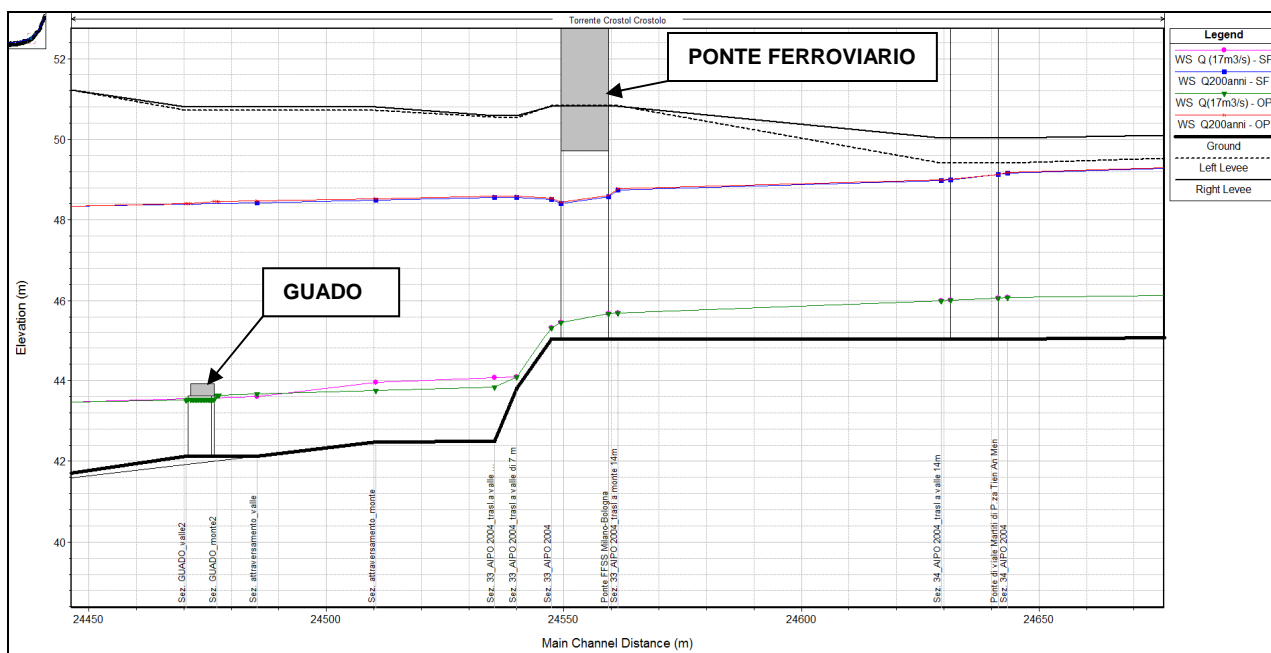


FIGURA 9.1-8 – CONFRONTO PROFILO DI RIGURGITO NELLO STATO DI FATTO E CON OPERE PROVVISORIALI (GUADO) NELL'INTORNO DELL'ATTRAVERSAMENTO IN PROGETTO SUL TORRENTE CROSTOLO.

A questo punto si rimanda al precedente Capitolo 3.3 per la trattazione sia degli oneri a carico dell'impresa appaltante i lavori di realizzazione del ponte che per le considerazioni finali da rispettare durante le diverse fasi di lavoro per la cantierizzazione del ponte sul Torrente Crostolo.

### **9.1.3. Torrente Modolena**

Il Torrente Modolena è un corso d'acqua di competenza gestionale del Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale che viene attraversato dalla tangenziale immediatamente a valle dell'esistente ponte della linea Ferroviaria Milano-Bologna, nell'area a ovest della zona artigianale di Pieve Modolena a circa 5,0Km dal centro urbano del Comune di Reggio Emilia (Figura 9.1-9). In realtà il Modolena è di un corso d'acqua che ha perso nel tempo la sua naturalità diventando un vero e proprio canale ad andamento monocorsuale, delimitato e costretto da ambo i lati da arginature.



**FIGURA 9.1-9 – TORRENTE MODOLENA A VALLE DELL'ATTRAVERSAMENTO DI PROGETTO.**

Il bacino del Modolena (Figura 9.1-10), comprendente anche quello del Torrente Quaresimo, suo affluente di sinistra, ha una superficie complessiva di circa 108 Km<sup>2</sup> si sviluppa lungo l'orientamento S — N e si estende tra le prime colline della fascia appenninica e l'alta Pianura Padana, caratterizzata da rilievi non molto elevati, circa 400m slm.

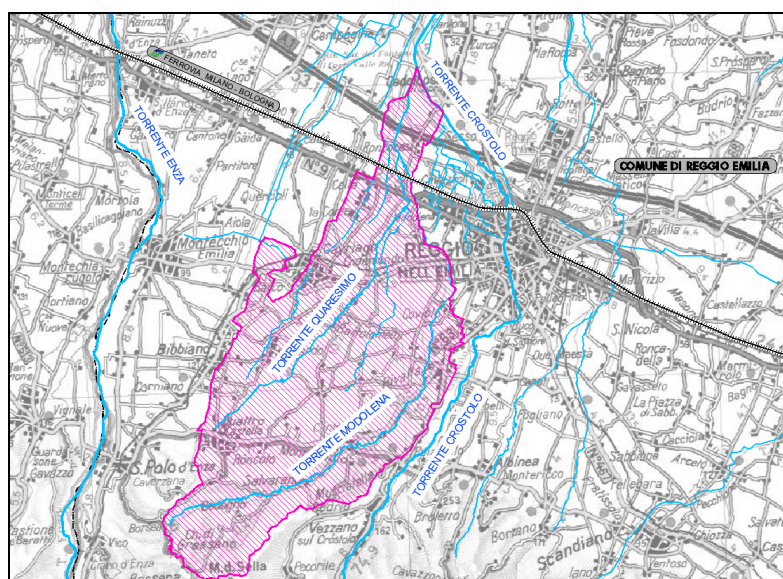


FIGURA 9.1-10 – BACINO IMBRIFERO DEI TORRENTI MODOLENA E QUARESIMO.

Il Torrente Modolena è il principale affluente del torrente Crostolo. Il reticolo idrografico è tipico dell'area di alta pianura e di collina ai piedi dell'appennino; oltre all'asta principale, di lunghezza modesta, poco più di 30Km, il reticolo secondario è costituito da corsi d'acqua di modeste dimensioni e scarsa pendenza. Dopo aver ricevuto le acque del Torrente Quaresimo e del Canale San Silvestro si immette, in località Begarola (Comune di Cadelbosco Sopra), nel Torrente Crostolo (è affluente di sinistra).

Il regime pluviale è contraddistinto da elevata piovosità solo nelle zone collinari, in pianura la piovosità è invece modesta. Eventi meteorici intensi sono possibili in tutte le stagioni anche se il periodo compreso tra settembre e novembre è quello con la massima incidenza di eventi gravosi.

Lungo l'asta del torrente non sono presenti stazioni idrometriche ufficiali, quindi i valori di portata assunti nel presente studio si riferiscono ai dati riportati nel PTCP di Reggio Emilia. Nello specifico sono stati utilizzati i valori di portata ottenuti mediante il "Progetto speciale Valutazione delle Piene (VAPI)" poiché a favore di sicurezza rispetto ai valori ottenuti con il "metodo Razionale" (vedi per maggior dettagli la *Relazione Idrologico-Idraulica sulla gestione delle interferenze idrauliche* – cod. T00ID00IDRRE01A).

MODOLENA		METODO RAZIONALE $Q_T$ (m <sup>3</sup> /s)				VAPI (piogge) $Q_T$ (m <sup>3</sup> /s)					
SEZ.	Località	T=20	T=100	T=200	T=500	T=10	T=20	T=50	T=100	T=200	T=500
1	Il Casotto	38.6	49.3	54.1	60.3	37.2	42.2	48.6	53.5	58.4	64.8
2	Orologia	51.6	65.6	72.0	80.3	51.3	58.1	67.0	73.8	80.6	89.4
3	Ramolini	58.0	73.6	80.6	90.0	59.3	67.1	77.3	85.2	93.0	103.2
4	C. Verzelloni	99.9	126.1	138.3	154.3	105.3	119.2	137.3	151.3	165.2	183.3
5	Begarola - Crostolo	115.6	145.7	159.7	178.1	124.1	140.6	161.9	178.4	194.8	216.2

TABELLA 9.1-6 – PORTATE DI PIENE PER IL TORRENTE MODOLENA (DA PTCP REGGIO EMILIA).



Nel tratto oggetto di intervento il corso d'acqua si sviluppa lungo la direttrice SE - NW, per poi deviare definitivamente verso nord fino alla confluenza con il torrente Crostolo in località Cadelbosco di Sopra. La struttura d'alveo nel tratto d'interesse è ovunque unicursale, caratterizzata dall'assenza di golene. Le arginature nel tratto dove è previsto l'attraversamento stradale sono di modesta altezza e presenti solo in sponda idrografica sinistra, mentre la sponda destra, posta alla medesima quota di quella sinistra, è caratterizzata dalla presenza di Via Ancini: strada comunale che consente l'accesso ad un gruppo di abitazioni, racchiuse tra il Modolena, la ferrovia MI-BO e il cavalcavia di Via C. Marx.

Il Modolena è delimitato dalle fasce fluviali, definite secondo le indicazioni contenute nell'ambito delle Direttive tecniche del PAI (Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico) e del PSFF (Piano Stralcio delle Fasce Fluviali).

La delimitazione delle Fasce Fluviali lungo l'asta del Modolena, riguarda il tratto dalla confluenza nel Torrente Crostolo fino a monte dell'abitato di Salvarano, per un'estensione complessiva di circa 30 Km.

La prima parte del corso del Modolena, fino all'abitato di Montecavolo, risulta caratterizzato da sezioni di modesta ampiezza, abbastanza incise e limitrofe a poche aree di espansione.

Non si evidenziano particolari criticità fino all'abitato di Montecavolo. In corrispondenza di questo si segnalano alcune abitazioni isolate in sinistra idraulica interessate dalla delimitazione della Fascia di esondazione (Fascia B).

A valle dell'abitato di Montecavolo nel tratto compreso fra il ponte sulla SP n°21 e il ponte della tangenziale di Montecavolo, si evidenzia una prima zona di espansione con possibilità di esondazione, sia in destra che in sinistra, per le portate di riferimento senza comunque l'interessamento di nuclei abitativi.

Proseguendo verso valle, il Modolena fiancheggia in sinistra tutta la zona artigianale di Orologia, senza evidenziare particolari problemi dal punto di vista del transito delle piene di riferimento.

Nel tratto successivo, fino alla SP n°28 per Montecchio, non si segnalano particolari criticità, se non rispetto ad alcune piccole aree di esondazione. A valle della strada provinciale per Montecchio, circa 3.0Km a monte dell'attraversamento in progetto, il corso del Modolena è completamente arginato e le sezioni risultano adeguate alle portate di progetto.

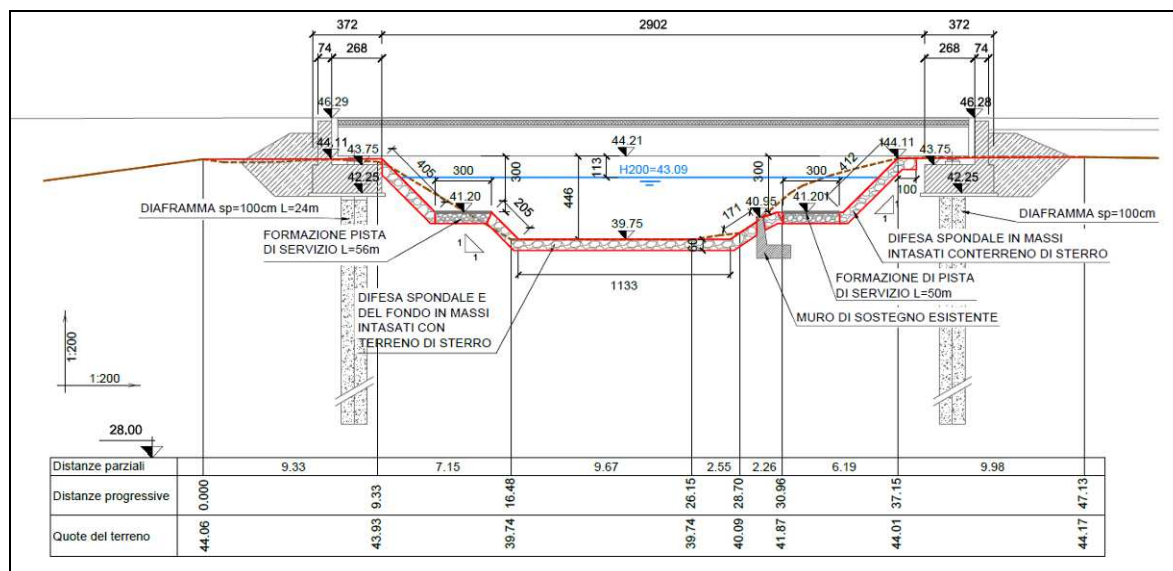
A differenza dei tratti collinari a maggiore pendenza, il tratto in esame che si sviluppa nell'alta pianura, si presenta sostanzialmente in equilibrio rispetto all'erosione di fondo.

Nell'area in oggetto il principale manufatto esistente, immediatamente a monte rispetto a quello in progetto, è il ponte della ferrovia Milano Bologna (Figura 9.1-11) caratterizzato da due campate di luce paria a 11m ciascuna, separate da una pila in centro alveo di 1,6m di larghezza. L'intradosso dell'impalcato è alla quota di 43.86m s.l.m. che garantisce un franco di sicurezza rispetto alla portata duecentennale di 80cm.



**FIGURA 9.1-11 – PONTE FS SU TORRENTE MODOLENA.**

Il ponte stradale in progetto che attraversa il torrente Modolena è in c.a.p. costituito da un'unica campata con luce pari a 29 m. Questo non presenta pile in alveo e l'intradosso dell'impalcato, a seguito delle verifiche idrauliche ed in funzione della livelletta stradale, è stato imposto ad una quota pari a 44.21 m s.l.m., con un franco di 1.13 m rispetto al tirante idrico generato da una piena bisecolare (Figura 9.1-12).



**FIGURA 9.1-12 – PONTE IN PROGETTO SUL TORRENTE MODOLENA.**

Il ponte, quindi, non determina una riduzione del volume d'alveo disponibile per la laminazione delle piene perciò, sono state effettuate simulazioni idrauliche in moto permanente (stazionario) sensibilmente più cautelative, rispetto ad una analisi in termini di colmo di piena fornita da un'analisi in moto vario.

La portata di piena di progetto (a tempo di ritorno 200 anni), rispetto alla quale sono state effettuate le verifiche idrauliche dell'attraversamento in progetto e dei suoi effetti in termini di profilo idrometrico, è stata stabilita facendo riferimento ai valori riportati nel PTCP di Reggio Emilia relativamente al metodo VAPI ed è pari a 93.00 m<sup>3</sup>/s (Tabella 9.1-7).

LOCALITA'	PORTATE METODO "VAPI"					
	T=10anni	T=20anni	T=50anni	T=100anni	T=200anni	T=500anni
Il Casotto	37.2	42.2	48.6	53.5	58.4	64.8
Orologia	51.3	58.1	67.0	73.8	80.6	89.4
Ramolini	59.3	67.1	77.3	85.2	93.0	103.2
C. Verzelloni	105.3	119.2	137.3	151.3	165.2	183.3
Begarola - Crostolo	124.1	140.6	161.9	178.4	194.8	216.2

TABELLA 9.1-7 – VALORI DELLE PORTATE DI PIENA DI RIFERIMENTO LUNGO L'ASTA DEL TORRENTE MODOLENA.

Gli effetti dovuti all'inserimento del ponte in progetto risultano nulli rispetto alla configurazione stato di fatto, in quanto il posizionamento delle spalle, poste in sommità arginali quindi esterne all'alveo e l'assenza di pile in alveo fanno sì che i profili di rigurgito, anche per piene bisecolori, non vengano perturbati e i livelli idrici rimangano immutati e sempre contenuti all'interno dei rilevati arginali (Figura 9.1-13).

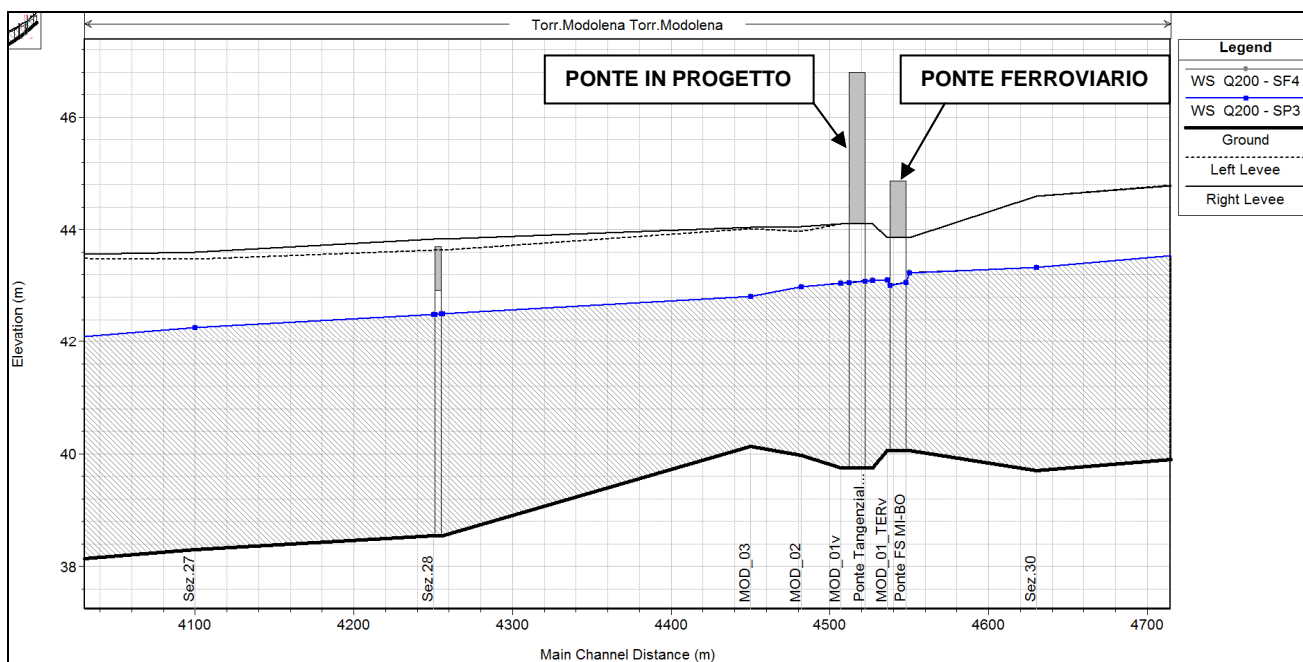


FIGURA 9.1-13 – CONFRONTO TRA I PROFILI DI RIGURGITO NELLO STATO DI FATTO E DI PROGETTO.

La configurazione del ponte sul Modolena, a differenza di quello sul Crostolo, ha comportato la possibilità di non prevedere opere provvisorie, poiché tutte le operazioni di cantierizzazione, tra cui la realizzazione dei pali di fondazione e del varo della trave, vengono realizzati esternamente all'alveo, quindi senza perturbare l'idrodinamismo del corso d'acqua. Detto questo i rischi di incidente per esondazione non sono significativi per la fase di cantierizzazione del ponte sul Modolena, tuttavia si prescrive, durante le diverse fasi di lavoro il rispetto di quanto segue:

- le aree destinate allo stoccaggio provvisoriale di materie, e quindi anche di materiali inerti provenienti da movimenti terra effettuati in ambito di cantiere, dovranno risultare esterne ai corpi arginali;
- 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.

Durante la fase di cantiere si prescrive di effettuare regolarmente un attento monitoraggio dei dati pluviometrici visualizzabili in tempo reale dal sito internet dell'ARPA Emilia Romagna, Servizio IdroMeteoClima (<http://www.arpa.emr.it/sim/?idrologia>). Il monitoraggio si completa con un attento controllo delle previsioni meteo e di un costante collegamento radio con i tecnici del Consorzio di Bonifica.

#### **9.1.4. Torrente Quaresimo**

Il Torrente Quaresimo è un corso d'acqua di competenza gestionale del Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale che viene attraversato dalla tangenziale circa 170m a valle dell'esistente ponte della linea Ferroviaria Milano-Bologna, nell'area a nord della zona industriale di Corte Tegge a circa 5,7Km dal centro urbano del Comune di Reggio Emilia (Figura 9.1-14). Anche questo corso d'acqua come il T. Modolena si è trasformato in un canale monocorsuale perdendo nel tempo la sua naturalità, ed è delimitato e costretto da ambo i lati da arginature crescenti.



**FIGURA 9.1-14 – TORRENTE QUARESIMO IN CORRISPONDENZA DELL'ATTRAVERSAMENTO IN PROGETTO.**

Il bacino del Quaresimo (vedasi anche precedente Figura 9.1-10), comprendente anche quello del Torrente Modolena, ha una superficie complessiva di circa 108 Km<sup>2</sup>, si sviluppa lungo l'orientamento S — N e si estende tra le prime colline della fascia appenninica e l'alta Pianura Padana, caratterizzata da rilievi non molto elevati, circa 250 m slm. Il Quaresimo, che nasce sulle colline di Quattro Castella, è il principale affluente del torrente Modolena.

Il reticolo idrografico è tipico dell'area di alta pianura e di collina ai piedi dell'appennino; oltre all'asta principale, di lunghezza modesta, circa 20 Km, il reticolo secondario è costituito da corsi d'acqua di modeste dimensioni e scarsa pendenza, va comunque ricordato l'apporto idrico del rio Moreno, che scarica le sue acque, in sponda idrografica destra del Quaresimo, poco a monte della Via Emilia.

Il regime pluviale è ovviamente analogo a quello caratteristico del Modolena: contraddistinto da elevata piovosità solo nelle zone collinari, in pianura la piovosità è invece modesta.

Lungo l'asta del torrente non sono presenti stazioni idrometriche ufficiali, quindi i valori di portata assunti nel presente studio si riferiscono ai dati riportati nel PTCP di Reggio Emilia. Nello specifico sono stati utilizzati i valori di portata ottenuti mediante il "Progetto speciale Valutazione delle Piene (VAPI)" poiché a favore di sicurezza rispetto ai valori ottenuti con il "metodo Razionale" (vedasi per maggior dettagli la "Relazione Idrologico-Idraulica sulla gestione delle interferenze idrauliche" – cod. T00ID00IDRRE01A).

QUARESIMO		METODO RAZIONALE Q <sub>T</sub> (m <sup>3</sup> /s)				VAPI (plogge) Q <sub>T</sub> (m <sup>3</sup> /s)					
SEZ.	Località	T=20	T=100	T=200	T=500	T=10	T=20	T=50	T=100	T=200	T=500
6	Villa Anna	51.7	66.0	72.4	80.7	49.6	56.2	64.7	71.3	77.9	86.4
7	SP n. 28	38.9	49.3	54.0	60.2	40.0	45.3	52.2	57.5	62.8	69.7
8	Conf. Mareno	38.6	48.5	53.1	59.3	42.4	48.0	55.3	60.9	66.5	73.8
4	C. Verzelloni	58.0	73.2	80.2	89.5	60.9	69.0	79.4	87.5	95.6	106.1

TABELLA 9.1-8 – PORTATE DI PIENE PER IL TORRENTE QUARESIMO (DA PTCP REGGIO EMILIA).

Nel tratto oggetto di intervento il corso d'acqua si sviluppa lungo la direttrice S - N fino alla confluenza con il torrente Modolena in località Roncocesi, frazione di Reggio Emilia. La struttura d'alveo nel tratto d'interesse è ovunque unicursale, caratterizzata dall'assenza di golene e con arginature su entrambe le sponde con altezza di circa 2,50 m rispetto al piano campagna.

Il Quaresimo è delimitato dalle fasce fluviali, definite secondo le indicazioni contenute nell'ambito delle Direttive tecniche del PAI (Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico) e del PSFF (Piano Stralcio delle Fasce Fluviali).

Nel tratti a valle della SP per Montecchio fino alla confluenza in Modolena, quindi nell'area in esame, l'alveo del Quaresimo risulta totalmente arginato, con sezioni che risultano adeguate al transito delle portate di progetto, anche se in alcuni tratti si evidenziano franchi modesti.

A differenza dei tratti collinari a maggiore pendenza, il tratto in esame che si sviluppa nell'alta pianura, si presenta sostanzialmente in equilibrio rispetto all'erosione di fondo.

Nell'area in oggetto il principale manufatto esistente, circa 170 m a monte di quello in progetto, è l'attraversamento idraulico della ferrovia Milano Bologna: trattasi di un ponte scatolare di luce pari a 8,0 m (Figura 9.1-15). L'intradosso dell'impalcato è alla quota di 42.97 m slm che garantisce un franco di sicurezza modesto rispetto alla portata duecentennale, di soli 27 cm.



FIGURA 9.1-15 – PONTE FS SUL TORRENTE QUARESIMO.

Il ponte stradale in progetto che attraversa il torrente Quaresimo è in c.a.p. costituito da un'unica campata con luce pari a 29 m. Questo non presenta pile in alveo e l'intradosso dell'impalcato, a seguito delle verifiche idrauliche successivamente descritte ed in funzione della livelleta stradale, è stato imposto ad una quota pari a 44.89 m s.l.m con un franco di circa 2.59 m rispetto al tirante idrico generato da una piena bisecolare (Figura 9.1-16).

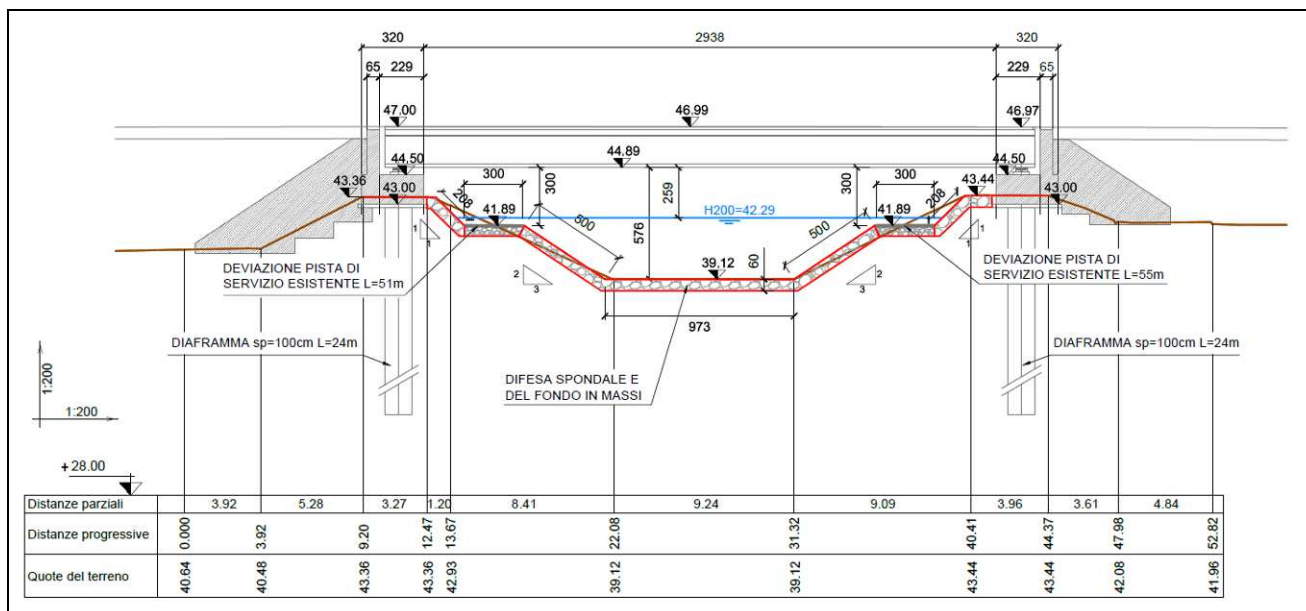


FIGURA 9.1-16 – PONTE DI PROGETTO SUL TORRENTE QUARESIMO.

Il ponte, quindi, non determina una riduzione del volume d'alveo disponibile per la laminazione delle piene perciò, sono state effettuate simulazioni idrauliche in moto permanente (stazionario) sensibilmente più cautelative, rispetto ad una analisi in termini di colmo di piena fornita da un'analisi in moto vario.

La portata di piena di progetto (a tempo di ritorno 200 anni), rispetto alla quale sono state effettuate le verifiche idrauliche dell'attraversamento in progetto e dei suoi effetti in termini di profilo idrometrico, è stata stabilita facendo riferimento ai valori riportati nel PTCP di Reggio Emilia relativamente al metodo VAPI ed è pari a 66.50 m<sup>3</sup>/s (Tabella 9.1-9).

LOCALITA'	PORTATE METODO "VAPI"					
	T=10anni	T=20anni	T=50anni	T=100anni	T=200anni	T=500anni
Villa Anna	49.6	56.2	64.7	71.3	77.9	86.4
S.P. n°28	40.0	45.3	52.2	57.5	62.8	69.7
Conf. Mareno	42.4	48.0	55.3	60.9	66.5	73.8
C. Verzelloni	60.9	69.0	79.4	87.5	95.6	106.1

TABELLA 9.1-9 – VALORI DELLE PORTATE DI PIENA DI RIFERIMENTO LUNGO L'ASTA DEL TORRENTE QUARESIMO.

Gli effetti dovuti all'inserimento del ponte in progetto risultano nulli rispetto alla configurazione stato di fatto, in quanto il posizionamento delle spalle, poste in sommità arginali quindi esterne all'alveo e l'assenza di pile in alveo fanno sì che i profili di rigurgito, anche per piene bisecolari, non vengano perturbati e i livelli idrici rimangano immutati e sempre contenuti all'interno dei rilevati arginali (Figura 9.1-17).

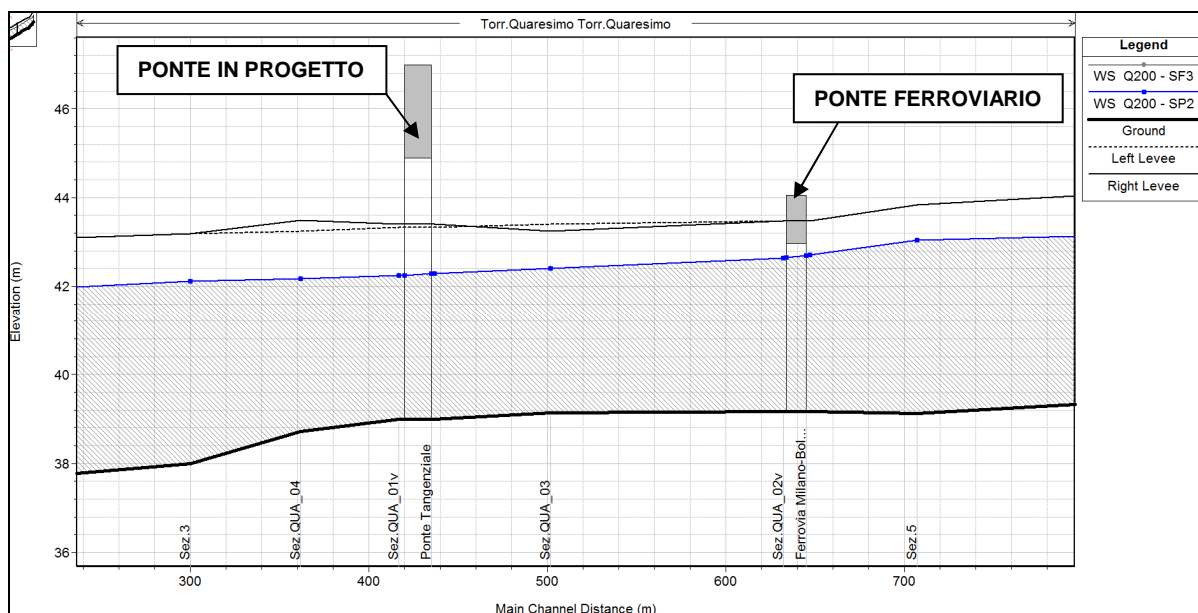


FIGURA 9.1-17 – CONFRONTO TRA I PROFILI DI RIGURGITO NELLO STATO DI FATTO E DI PROGETTO.

La configurazione del ponte sul Quaresimo, a differenza di quello sul Crostolo, ha comportato la possibilità di non prevedere opere provvisorie, poiché tutte le operazioni di cantierizzazione, tra cui la realizzazione dei pali di fondazione e del varo della trave, vengono realizzati esternamente all'alveo, quindi senza perturbare l'idrodinamismo del corso d'acqua.

Detto questo i rischi di incidente per esondazione non sono significativi per la fase di cantierizzazione del ponte sul Quaresimo, tuttavia si prescrive, durante le diverse fasi di lavoro il rispetto di quanto segue:

- le aree destinate allo stoccaggio provvisoriale di materie, e quindi anche di materiali inerti provenienti da movimenti terra effettuati in ambito di cantiere, dovranno risultare esterne ai corpi arginali;
- 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.

Durante la fase di cantiere si prescrive di effettuare regolarmente un attento monitoraggio dei dati pluviometrici visualizzabili in tempo reale dal sito internet dell'ARPA Emilia Romagna, Servizio IdroMeteoClima (<http://www.arpa.emr.it/sim/?idrologia>). Il monitoraggio si completa con un attento controllo delle previsioni meteo e di un costante collegamento radio con i tecnici del Consorzio di Bonifica.

#### **9.1.5. Corsi d'acqua secondari**

Il sistema dei corsi d'acqua secondari comprende la rete idrografica canalizzata composta dai corsi d'acqua di scolo e di irrigazione afferenti al Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale.

La particolare caratteristica dei corsi d'acqua di bonifica risiede proprio nella loro funzionalità e negli usi a cui sono preposti; l'ambivalenza delle funzioni di scolo ed irrigazione rende non poco difficile l'analisi idrologica in quanto a rigore essi andrebbero studiati sotto il profilo della funzione di drenaggio delle acque meteoriche tuttavia utilizzati, soprattutto nelle stagioni primaverili ed estive anche per irrigazione mantenendo alti i livelli in alveo e riducendo la capacità di assorbimento di eventi pluviometrici importanti.

Il criterio adottato per individuare i livelli idrometrici da assumere a riferimento per la progettazione dei manufatti di attraversamento, è stato, quindi, quello di assumere come portata di riferimento quella massima sostenibile (QMS), determinata mediante modellazione matematica in moto permanente.

L'implementazione dei modelli idraulici monodimensionali in moto permanente ha permesso di indagare il comportamento di ciascun canale, stimando per ognuno di essi la portata massima sostenibile, pari alla massima portata sostenibile dall'attuale sezione idraulica del canale e di verificare il grado di riempimento di tutti i tombini previsti in sede di progetto.

La tabella seguente riporta, per ciascun canale modellato il codice del tombino, il nome del corso d'acqua, la progressiva chilometrica (Pk) d'interferenza, le dimensioni del manufatto di attraversamento, la portata massima sostenibile (QMS1), i livelli idrometrici e il grado di riempimento del manufatto, in termini di superficie occupata dall'acqua (Tabella 9.1-10).



Codice	Corso d'acqua	Pk	Q <sub>MS</sub>	Dimensioni Manufatto		L	Livello Idrometrico	Grado di riempimento
				B	H			
-	nome	Km	m³/sec	m	m	m	m	%
TM03	Fossetta S. Giulio	01+345.00	0.60	-	1.20	292	44.78	65
TM04	Fossetta S. Giulio	00+170 (viabilità. collegamento)	0.60	-	1.20	36	44.12	66
TM22	Fossetta S. Giulio	00+125 (viabilità collegamento)	0.60	-	1.20	8	44.71	69
TM06	Fossetta Baratto	01+360.00	0.55	-	1.00	270	45.97	70
TM07	Fossetta Baratto	00+165 (viabilità collegamento)	0.55	-	1.00	38	44.21	60
TM23	Fossetta Baratto	Interferenza con strada poderale	0.55	-	1.00	6	44.66	70
TM08	Cavo Guazzatore	01+959.00	9.00	5.00	3.00	49	43.49	63
TM09	Fossetta Ballanleoche	02+710.00	2.20	3.00	2.50	40	41.56	70
TM10	Fossetta Valle Pieve Modolena	03+193.00	4.70	2.75	2.25	70	40.86	65
TM25	Fossetta Valle Pieve Modolena	Interferenza con pista di servizio	1.20	2.00	1.00	6	41.04	70
TM21	Fossetta Castellara	00+400 (viabilità collegamento)	3.50	2.00	1.50	10	42.30	95
TM26	Fossetta Castellara	Interferenza con pista di servizio	3.50	2.00	1.50	6	41.09	84
TM11	Fossetta Castellara	Interferenza con strada poderale	3.50	2.00	1.50	10	42.39	90
TM14	Fossetta Valle Roncocesi	03+712.00	1.80	2.00	1.50	62	40.31	60
TM15	Fossetta della Torretta	05+325.00	7.50	5.00	3.00	323	40.36	67

**TABELLA 9.1-10 – RISULTATI DELLE SIMULAZIONI IDRAULICHE E GRADO DI RIEMPIMENTO RAGGIUNTO IN CIASCUN TOMBINO.**

A meno di taluni casi, trattasi di interferenze con strade poderali o piste di servizio, la percentuale del grado di riempimento dei manufatti di attraversamento della tangenziale o delle strade secondarie in progetto si mantiene minore o uguale al 70% dell'area di deflusso del tombino, come richiesto nel Capitolato d'Oneri di ANAS.

Dopo questa premessa, che definisce l'approccio adottato per studiare i corsi d'acqua secondari e fornisce un elenco completo degli stessi, si procede, di seguito, ad analizzare gli effetti che, i lavori di cantierizzazione per la realizzazione dei manufatti di attraversamento e successivamente dell'intera infrastruttura viaria, possono generare sui profili di rigurgito dei canali in esame.

In tutto, i canali secondari interferiti dal tracciato dalle tangenziale e quindi interessati dai lavori di cantierizzazione, sono otto.

Per cinque di questi (Fossetta San Giulio, Fossetta Baratto, Fossetta Valle Pieve Modolena, Fossetta Castellara e Fossetta della Torretta) sono previste delle deviazioni permanenti del corso d'acqua nell'intono dell'interferenza con la tangenziale, allo scopo di adattare l'assetto morfologico del canale alle scelte di tracciato, come è stato per la Fossetta della Torretta, il cui corso è stato deviato verso est, per un breve tratto, al fine di evitare l'interferenza con la trincea di Corte Tegge. Tutte le deviazioni permanenti previste consentono di realizzare il manufatto di attraversamento in sicurezza idraulica, senza cioè l'interruzione del deflusso naturale, quindi senza il rischio di allagamento dell'area di cantiere, poiché vengono realizzate al di fuori del sedime dell'alveo attuale del canale, sempre ad una distanza di sicurezza dallo stesso. Per i rimanenti corsi d'acqua secondari (Cavo Guazzatore, Fossetta Ballanleoche e Fossetta Valle Roncocesi) in cui è presente acqua per diversi mesi all'anno e per i quali non sono previste deviazioni permanenti che consentono di realizzare il tombino di attraversamento senza l'interruzione del deflusso naturale, sono predisposte specifiche opere provvisorie per la fase di cantierizzazione. Queste opere provvisorie sono essenzialmente rappresentate da:

- tura idraulica a monte dell'attraversamento idraulico;
- tura idraulica a valle dell'attraversamento idraulico;
- realizzazione del by-pass provvisorio, con lunghezza funzionale alla posa del tombino di attraversamento e sezione di deflusso analoga a quella del corso d'acqua nel tratto in cui viene interferito.

Si rimanda alla Tabella 3.3-1 del Capitolo 3.3 le caratteristiche della lunghezza del by-pass provvisorio e della base maggiore (B), minore (b) e l'altezza (H) della sezione di deflusso. Le operazioni di formazione del by-pass temporaneo sono le seguenti:

1. creazione di 2 fondoni funzionali sia alla posa della pompa di aggrottamento che per consentire ai pesci eventualmente presenti di sopravvivere nel fondone stesso, per il breve periodo di interruzione del deflusso naturale, necessario per la posa del manufatto di attraversamento. Tali fondoni verranno realizzati a monte ed a valle del by-pass e dovranno presentare una profondità di circa 1m;
2. realizzazione del By Pass. Si procede con l'escavo da valle verso monte depositando le materie di scavo tra il tombino previsto ed il by-pass. Lo scavo dovrà essere eseguito a qualche metro di distanza dal corso d'acqua per evitare cedimenti della scarpata e per disporre di un area di stoccaggio del terreno di scavo.

La predisposizione di deviazioni permanenti per i primi canali analizzati e di opere provvisorie come quelle pocanzi descritte per i rimanenti tre, consentono di scongiurare possibili rischi di incidente per esondazione nell'area di cantiere, tuttavia si prescrive, durante le diverse fasi di lavoro per la cantierizzazione dei manufatti di attraversamento e per le relative deviazioni sia temporanee che permanenti, il rispetto di quanto segue:

- le aree destinate allo stoccaggio provvisoriale di materie, e quindi anche di materiali inerti provenienti da movimenti terra effettuati in ambito di cantiere, dovranno risultare esterne, e ad una distanza di sicurezza dai cigli spondali;
- le aree destinate allo stoccaggio di sostanze idroinquinanti come i serbatoi di stoccaggio di materie contaminanti o potenzialmente contaminanti, devono essere ubicati esternamente e ad una distanza di sicurezza dai cigli spondali.

Durante la fase di cantiere si prescrive di effettuare regolarmente un attento monitoraggio dei dati pluviometrici visualizzabili in tempo reale dal sito internet dell'ARPA Emilia Romagna, Servizio IdroMeteoClima (<http://www.arpa.emr.it/sim/?idrologia>). Il monitoraggio si completa con un attento controllo delle previsioni meteo e di un costante collegamento radio con i tecnici del Consorzio di Bonifica.

#### 9.1.6. Corsi d'acqua minori

Il sistema dei corsi d'acqua minori comprende la rete idrografica composta dai fossi di scolo e di irrigazione gestiti prevalentemente da privati. Questi fossi sono caratterizzati da sezioni trasversali minori rispetto ai precedenti (Base maggiore:  $B < 3.0m$ ) e, poiché, gli attraversamenti idraulici previsti sono rappresentati da tombini circolari di diametro  $\leq F1000$ , le analisi sono state condotte in forma più speditiva, determinando la QMS con analisi idraulica in moto uniforme, indagando e confrontando la condizione attuale, stato di fatto e quella futura, stato di progetto.

La seguente Tabella 9.1-11 riporta, per ciascun fosso analizzato, i dati geometrici delle sezioni di deflusso degli stessi e le portate massime sostenibili. In particolare b, B e h rappresentano i valori della base maggiore, della base minore e dell'altezza della sezione trapezoidale. Sono inoltre riportati la progressiva chilometrica (Pk) dell'interferenza, il diametro, la scabrezza, la portata massima sostenibile, e il grado di riempimento del tombino stradale, in termine di superficie occupata dall'acqua sull'area di deflusso totale. La pendenza è stata ricavata in parte dal rilievo topografico e in parte dal rilievo celerimetrico.

Codice	Corso d'acqua	Pk	Q <sub>MS</sub>	B	b	h	Pendenza	Scabrezza	OPERA	Diam.	Grado di riempimento
-	nome	Km	m <sup>3</sup> /sec	m	m	m	%	m <sup>1/3</sup> /s	-	m	%
TM13	Irrigatorio di via Ferraroni	Viabilità di collegamento	0.30	2.10	0.30	0.70	0.09	25	Tombino Circolare in PeAD PN6	0.60	100
TM17	Fosso 3	02+415.00	0.60	2.00	0.40	0.90	0.18	25	Tombino Circolare in CA	1.00	69
TM18	Fosso 4	05+325.00	0.22	1.50	0.50	0.50	0.19	25	Tombino Circolare in CA	0.80	50
TM12	Fosso 5	00+408 Sottovia Piev Modolena	0.54	2.00	0.50	0.80	0.17	25	Tombino Circolare in CA	1.00	65

TABELLA 9.1-11 – DATI GEOMETRICI, PORTATE MASSIME SOSTENIBILI E PERCENTUALI DI RIEMPIMENTO DEI TOMBINI ANALIZZATI.

In corrispondenza di tutti i manufatti di attraversamento il valore di portata massima sostenibile genera riempimenti minori al 70% della sezione di deflusso del tombino, tranne nel caso dell'Irrigatorio di Via Ferraroni ove, su indicazione del Consorzio di Bonifica è stata prevista una deviazione del fosso, intubandolo per un tratto di circa 250 m con una condotta Ø600 in PeAD PN6, quindi in grado di resistere alle sovrappressioni che si possono generare in caso di deflusso della portata massima sostenibile.

Oltre alle verifiche sui singoli attraversamenti, è stata altresì condotta una mirata analisi volta a comprendere l'effetto che il corpo stradale genera sulla microcircolazione delle acque della rete minore, sia in termini distributivi (funzionali all'irrigazione) che scolanti. Il risultato dell'analisi consiste nell'aver individuato in fase di progettazione definitiva, una prima rete di fossi di diverse dimensioni chiamati fossi di collegamento idraulico che necessariamente dovranno essere poi integrati e corretti in sede di concertazione con i singoli proprietari terrieri in funzione delle specifiche richieste di conduzione agronomica dei terreni. Questi fossi hanno la funzione di raccogliere le acque di scolo dei campi e convogliarle verso il loro naturale recapito costituito da un corso d'acqua, evitando perciò che il rilevato stradale in progetto rappresenti una diga invalicabile per la naturale microcircolazione della rete minuta. Inoltre, ed al fine di garantire sempre la continuità idraulica delle rete idrografica esistente, sono stati previsti tutta una serie di manufatti idraulici rappresentati da paratoie di diverse dimensioni e tombini circolari in CA per passi carrai.

Questa premessa sulla rete idrografica minore serve per capire quali sono potenzialmente le criticità idrauliche che possono generarsi durante la fase di cantierizzazione.

A differenza dei corsi d'acqua principali e secondari, in cui l'aspetto di criticità è rappresentato dalla realizzazione del manufatto di attraversamento, terminato il quale, il rischio di incidente per esondazione si riduce ai minimi termini, poiché viene ristabilita la naturale continuità idraulica, per la rete minuta è importante garantire, per tutta la durata del cantiere, e naturalmente anche in seguito, la naturale microcircolazione delle acque di scolo e d'irrigazione.

Per assicurare questo occorre, oltre a posare i tombini circolari di attraversamento dei capifosso agricoli, anche creare dei fossi che raccolgono le acque di scolo dei campi e le convogliano verso il loro naturale recapito costituito da un corso d'acqua, evitando perciò che le attività di cantiere finalizzate a realizzare il rilevato stradale rappresentino un ostacolo invalicabile per la naturale microcircolazione della rete minuta. Tali fossi possono essere gli stessi fossi di collegamento idraulico, precedentemente citati e già previsti per la fase di esercizio, per tale motivo si rimanda per un approfondimento alla "*Relazione Idrologico-Idraulica sulla gestione delle interferenze idrauliche*" – cod. T00ID00IDRRE01A), mentre per la loro ubicazione planimetrica e per le loro caratteristiche geometriche si rimanda agli elaborati grafici di progetto che hanno i seguenti codici: T00ID00IDRPP15A-17A e T00ID00IDRST03A. Durante la fase di cantiere, tali fossi possono essere integrati e corretti in base alle esigenze che si presentano, naturalmente a seguito di una concertazione con i singoli proprietari terrieri in funzione delle specifiche richieste di conduzione agronomica dei terreni.

Le lavorazioni necessarie per la posa dei tombini di attraversamento e dei fossi di collegamento non costituiscono un rischio di incidente in riferimento ad esondazioni poiché, i fossi coinvolti sono per la maggior parte dell'anno con portate nulle o esigue, tuttavia si prescrive che questi vengano realizzati proprio in occasione di portate nulle.

Fatto ciò, eventuali incidenti per esondazione dell'area di cantiere potrebbero verificarsi nel caso in cui non venissero gestite correttamente le acque della rete minuta, quindi non venissero realizzati i sopraccitati fossi di collegamento.

Oltre a quanto scritto fino ad ora si prescrive, durante le diverse fasi di lavoro per la cantierizzazione dei manufatti di attraversamento e per la realizzazione dei fossi di collegamento idraulico, il rispetto di quanto segue:

- le aree destinate allo stoccaggio provvisoriale di materie, e quindi anche di materiali inerti provenienti da movimenti terra effettuati in ambito di cantiere, dovranno risultare esterne, e ad una distanza di sicurezza dai cigli spondali;
- le aree destinate allo stoccaggio di sostanze idroinquinanti come i serbatoi di stoccaggio di materie contaminanti o potenzialmente contaminanti, devono essere ubicati esternamente e ad una distanza di sicurezza dai cigli spondali.

Durante la fase di cantiere si prescrive di effettuare regolarmente un attento monitoraggio dei dati pluviometrici visualizzabili in tempo reale dal sito internet dell'ARPA Emilia Romagna, Servizio IdroMeteoClima (<http://www.arpa.emr.it/sim/?idrologia>). Il monitoraggio si completa con un attento controllo delle previsioni meteo e di un costante collegamento radio con i tecnici del Consorzio di Bonifica e dei singoli proprietari terrieri coinvolti.

## **9.2. DESCRIZIONE DELLE POSSIBILITÀ DI INCIDENTE NELLA FASE DI CANTIERE IN RIFERIMENTO AD INCENDI O ESPLOSIONI**

In relazione alla possibilità che durante il processo di cantierizzazione dell'opera possano verificarsi situazioni di rischio e di incidentalità provocate da incendi o esplosioni, si precisa quanto segue.

**Rischio d'incendio:** il contesto ambientale in cui si opera, in relazione alle caratteristiche morfologiche, vegetazionali ed all'elevato grado di antropizzazione, può essere soggetto a questo fattore di rischio in modo molto limitato e/o circoscritto. Inoltre le opere di progetto e le aree di cantierizzazione non si sviluppano in prossimità di formazioni boschive, ove ovviamente risultano più alte le probabilità che si verifichino eventi di combustione anche per cause naturali. Si può comunque affermare che tale fattore di rischio è stato attentamente valutato nella localizzazione delle aree di cantiere. In sede di elaborazione del Piano di Sicurezza e di Coordinamento del progetto esecutivo si definiranno le procedure, le norme comportamentali ed i dispositivi di prevenzione opportuni per prevenire e/o risolvere potenziali situazioni a rischio.

In sede di progettazione esecutiva, la documentazione progettuale, sarà trasmessa ai competenti Comandi Provinciali dei VVF, affinché gli Uffici Istruttori possano esprimersi sulle scelte progettuali operate in ambito di prevenzione.

**Rischio di esplosioni:** in merito a questo fattore di rischio in parte si confermano le azioni preventive adottate per quanto riguarda la prevenzione incendi, oltre ad una specifica ulteriore azione preventiva, che consisterà nella bonifica da ordigni bellici, operata da ditte specializzate coordinate dal Comando Militare competente. L'indagine in oggetto può assumere un'importanza rilevante in ragione della vicinanza della linea storica FS "Milano – Bologna" al nuovo corridoio infrastrutturale della tangenziale Nord.

Tale bonifica, che dovrà interessare tutte le aree di sedime delle opere previste con il presente intervento, ovvero estendersi planimetricamente in corrispondenza delle aree operative di cantiere e degli ambiti territoriali interessati dal tracciato di progetto, sarà eseguita anche a differenti profondità, al fine di intercettare eventuali manufatti bellici inesplosi, che potrebbero interferire con la fondazione stradale o con le strutture fondazionali delle opere d'arte di progetto.

### **9.3. DESCRIZIONE DELLE POSSIBILITÀ DI INCIDENTE NELLA FASE DI CANTIERE IN RIFERIMENTO AD INTERAZIONI DEI LAVORI CON RETI TECNOLOGICHE**

---

In seguito all'acquisizione di tutta la documentazione inerente le interferenze sia mediante il puntuale rilievo che l'informazione diretta da parte degli Enti gestori, durante la presente fase progettuale è stato possibile predisporre il programma degli spostamenti ed attraversamenti e di quant'altro necessario alla risoluzione delle interferenze stesse.

Si ritiene pertanto che, attuata la suddetta fase di risoluzione progettuale, i rischi indotti dalla presenza di interferenze si possono ritenere opportunamente annullati e risolti, anche in relazione del fatto che tutti gli enti gestori di servizi saranno informati per mezzo di un'esauriente documentazione tecnica che consentirà loro, con opportuna precisione, di valutare l'impatto tra le reti tecnologiche di competenza e le opere di progetto. In sede esecutiva, inoltre, sia in corrispondenza delle aree di cantiere, che delle zone operative, si procederà ad un'attenta e puntuale verifica in merito alla possibile presenza di servizi non rilevati; anche in questo caso in sede di elaborazione del Piano di Sicurezza e di Coordinamento del progetto esecutivo si definiranno le procedure, le norme comportamentali ed i dispositivi di prevenzione opportuni per prevenire e/o risolvere potenziali situazioni a rischio.

## **ALLEGATO 1 – ALLONTANAMENTO ACQUE REFLUE DA AREA TECNICA**

---

### **TAVOLA 01 – INQUADRAMENTO GENERALE**

---

### **TAVOLA 02 – SPINGITUBO: PLANIMETRIE E SEZIONI**

---

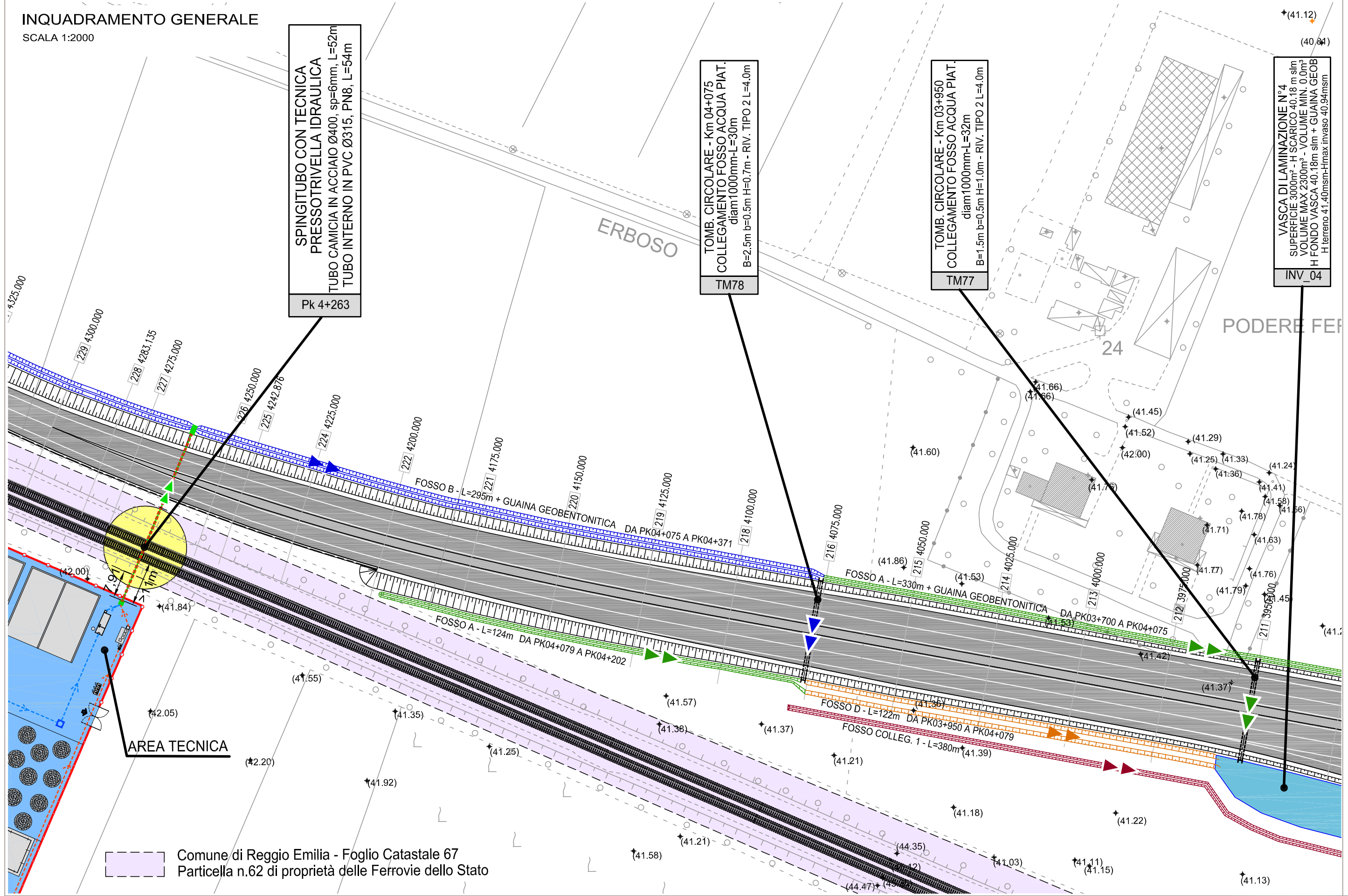
### **TAVOLA 03 – SPINGITUBO: PROFILO E SEZIONI**

---



INQUADRAMENTO GENERALE

SCALA 1:2000



**SPINGITUBO CON TECNICA PRESSOTRIVELLA IDRAULICA**  
TUBO CAMICIA IN ACCIAIO Ø400, sp=6mm, L=52m  
TUBO INTERNO IN PVC Ø315, PN8, L=54m  
Pk 4+263

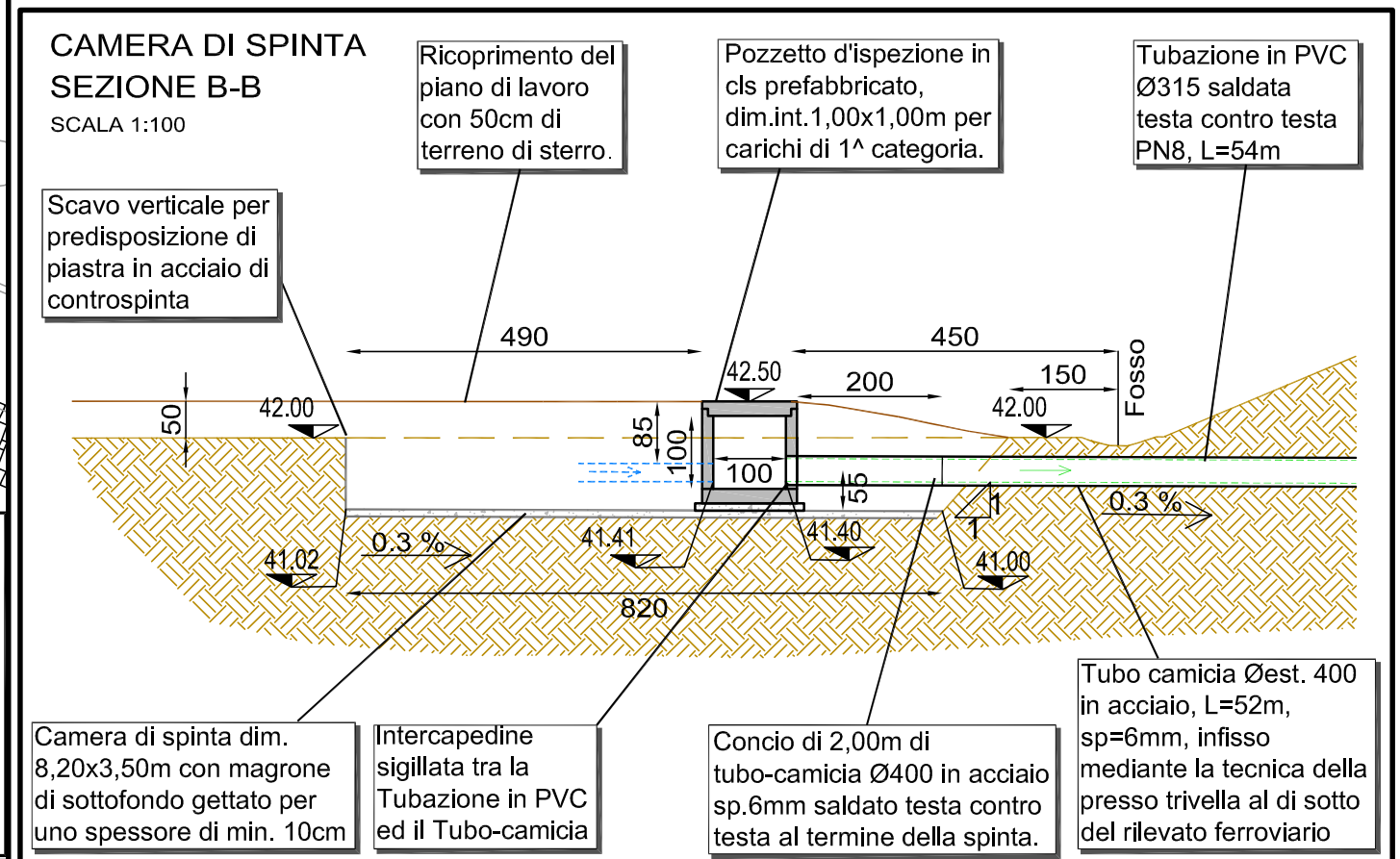
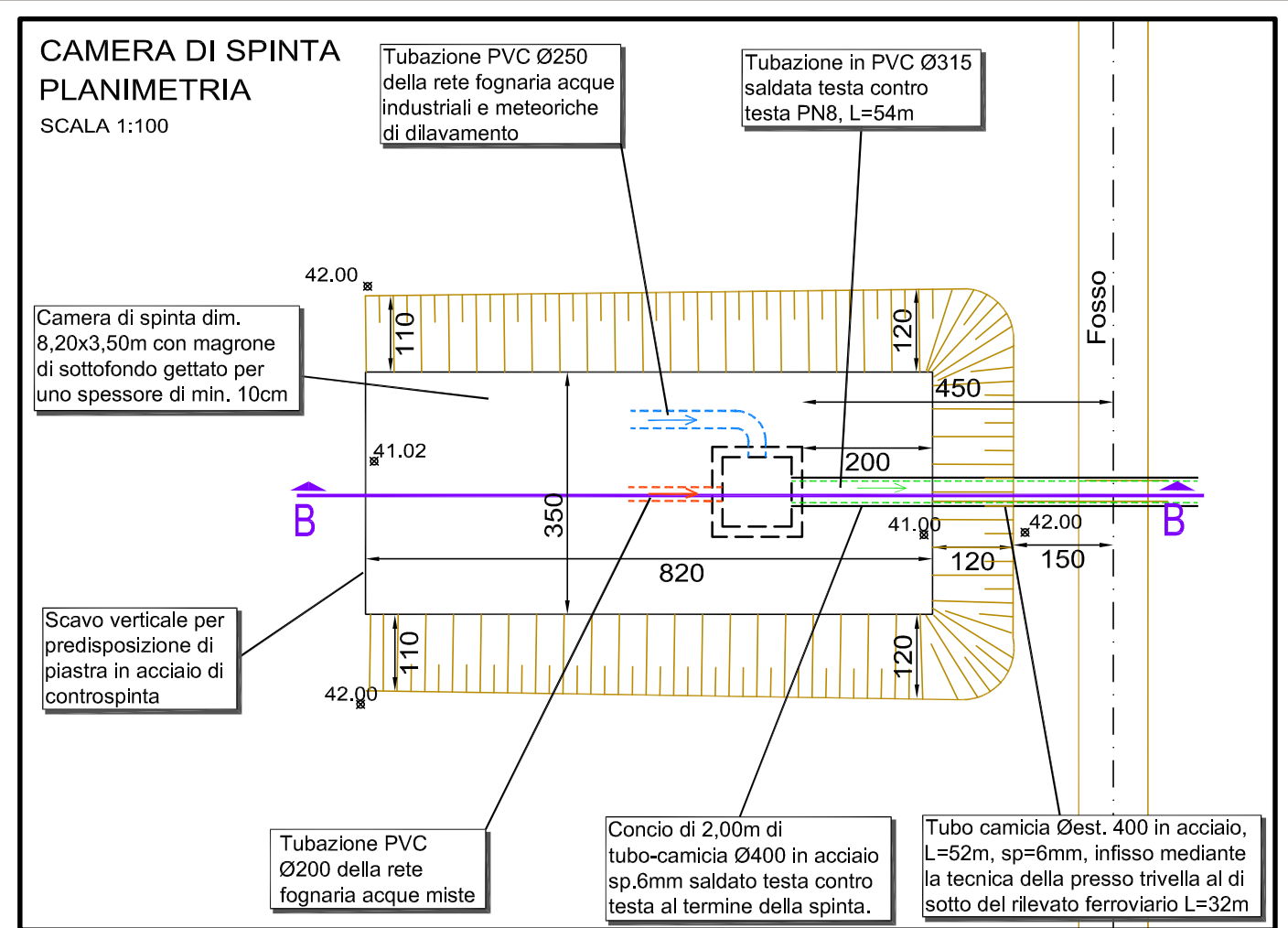
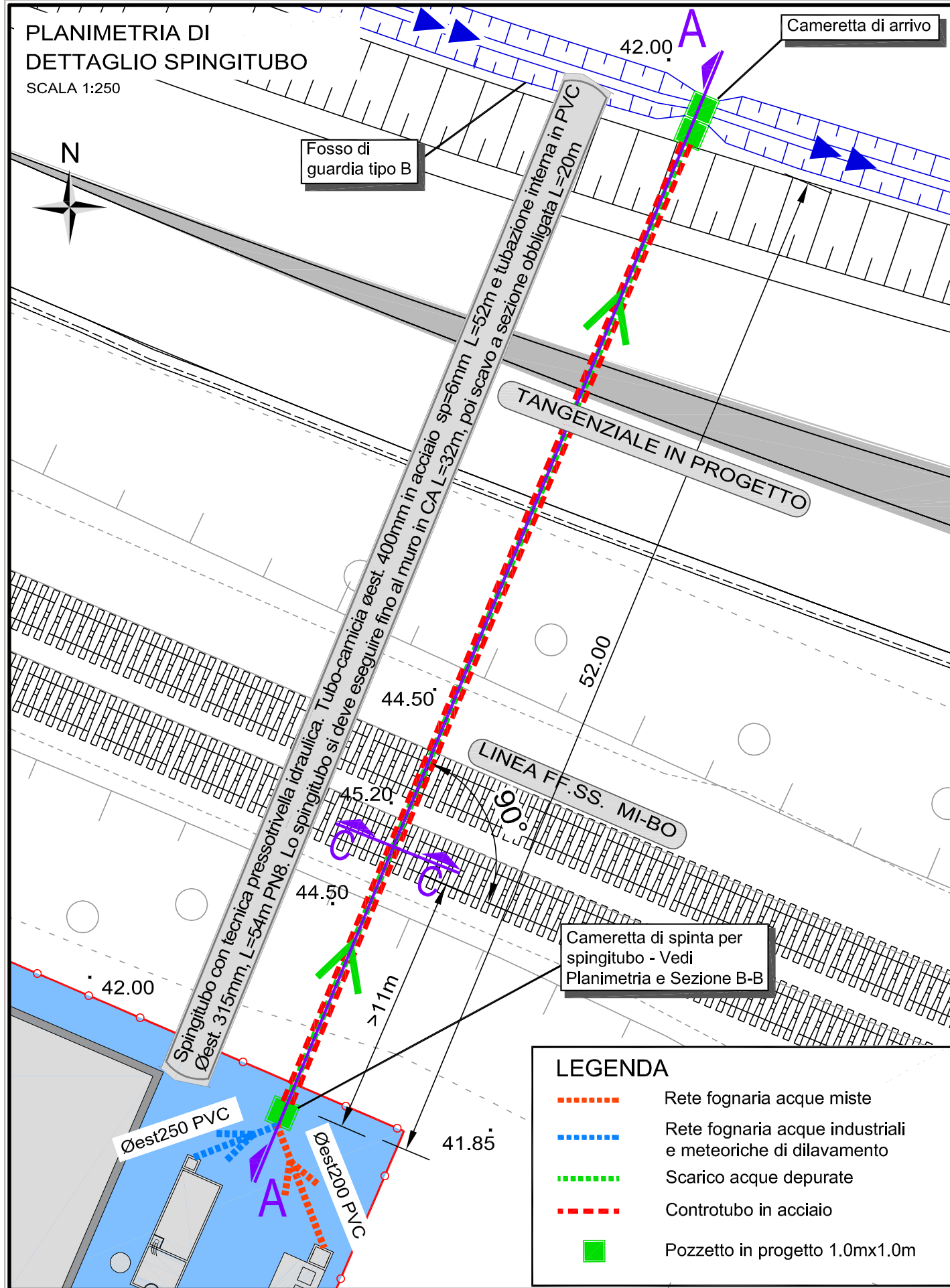
**TOMB. CIRCOLARE - Km 04+075**  
COLLEGAMENTO FOSSO ACQUA PIAT.  
diam 1000mm-L=30m  
B=2.5m b=0.5m H=0.7m - RIV. TIPO 2 L=4.0m  
TM78

**TOMB. CIRCOLARE - Km 03+950**  
COLLEGAMENTO FOSSO ACQUA PIAT.  
diam 1000mm-L=32m  
B=1.5m b=0.5m H=1.0m - RIV. TIPO 2 L=4.0m  
TM77

**VASCA DI LAMINAZIONE N°4**  
SUPERFICIE 3000m² - H SCARICO 40.18 m slm  
VOLUME MAX 2300m³ - VOLUME MIN. 0.0m³  
H FONDO VASCA 40.18m slm + GUAINA GEOB  
H terreno 41.40msm-Hmax invaso 40.94msm  
INV\_04

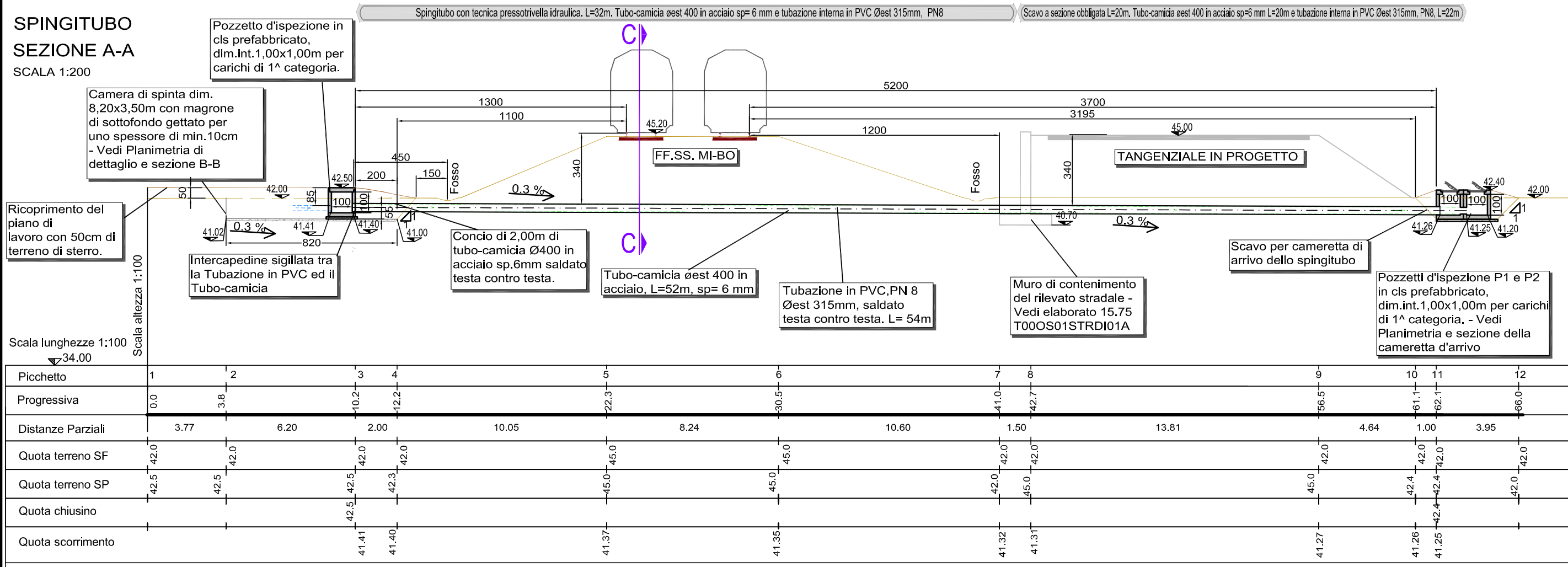
Comune di Reggio Emilia - Foglio Catastale 67  
Particella n.62 di proprietà delle Ferrovie dello Stato



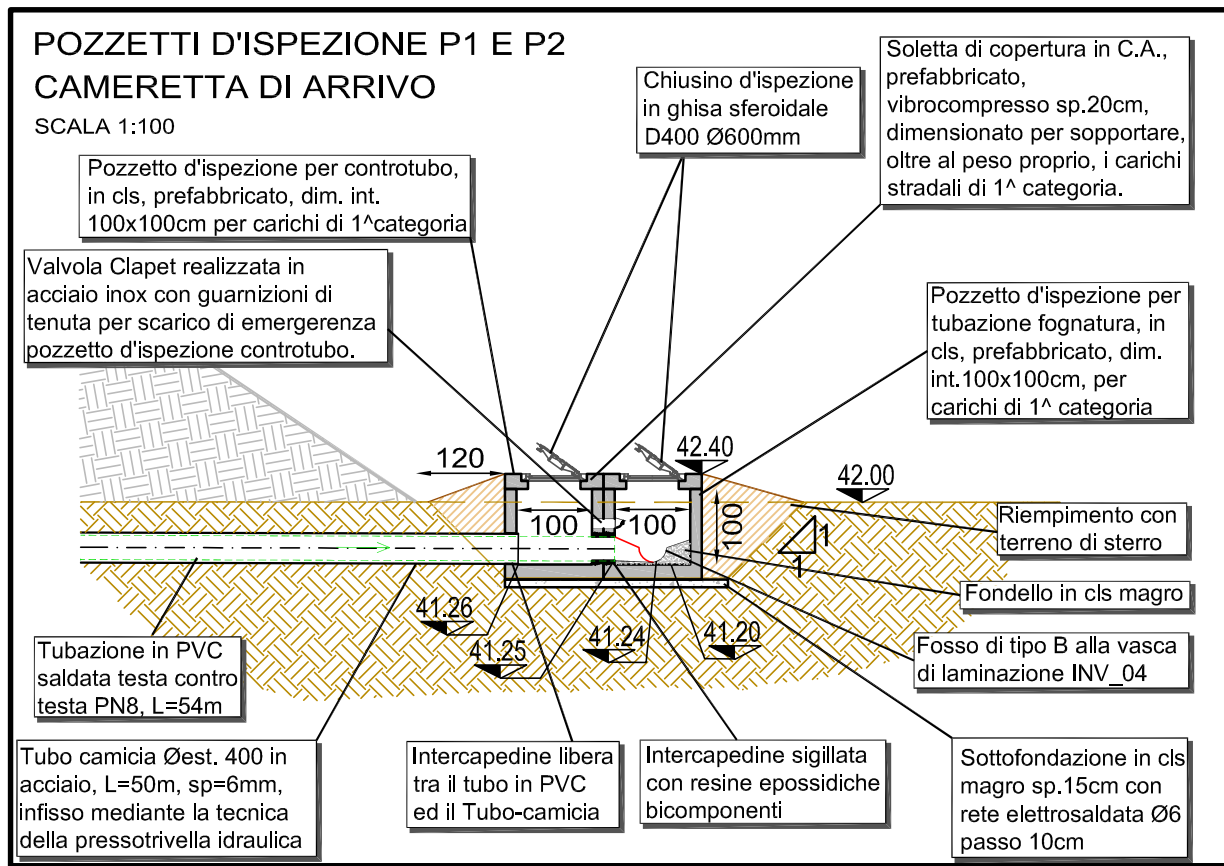




**SPINGITUBO**  
**SEZIONE A-A**  
SCALA 1:200



**POZZETTI D'ISPEZIONE P1 E P2**  
**CAMERETTA DI ARRIVO**  
SCALA 1:100



**SPINGITUBO**  
**SEZIONE C-C**  
SCALA 1:100



**NOTE**

1. La tubazione dello scarico delle acque depurate è prevista in materiale plastico, øesterno 315 in PVC, PN8, L=54m. Le tubazioni dovranno essere in conformità del Pr EN 13476-1 tipo A1 Luglio 2000 e di colore rosso RAL 8023. Le tubazioni saranno in barre da 6 m e i collegamenti dovranno essere realizzati a perfetta tenuta idraulica.
2. Tutti i raccordi verticali e orizzontali devono essere realizzati mediante gli appositi pezzi speciali. E' vietato realizzare tali raccordi tagliando le tubazioni.
3. Controtubo di protezione nel tratto realizzato in Acciaio laminato a caldo del tipo S275 spessore 6mm Øest. 400 per tutto il tratto compreso pressotrivella.
4. Pozzetti di ispezione in cls vibrato prefabbricato dim. interne minime 100x100, dotato di fondello in calcestruzzo autocompattante e di soletta di copertura in C.A. vibrocompreso prefabbricato Sp=20cm dimensionato per resistere, oltre al peso proprio, ai carichi stradali di prima categoria.
5. Il sottofondo per ogni pozzetto dovrà essere prolungato lungo la direttrice dei tubi in ingresso/uscita di 4 volte il diametro del tubo, e comunque di almeno 1,5 m e spessore minimo 15 cm;
6. Chiusino in ghisa sferoidale a telaio quadrato o circolare Ø600 conforme alle prescrizioni impartite nella normativa UNI EN 124 idoneo a sopportare carichi stradali di prima categoria, classe minima D 400;
7. Calcestruzzo magro di pulizia per preparazione di piani di appoggio di strutture o per riempimento, dosato a 150 kg di cemento per m³ di inerte.
8. Collari distanziatori per facilitare l'inserimento del tubo-condotta nel tubo-camicia e garantire l'intercapedine minima prevista dal D.M. 2445 del 23 febbraio 1971. Realizzati in materiale dielettrico resistente agli agenti chimici e dimensionato per resistere alle sollecitazioni durante la fase di inserimento della condotta.