

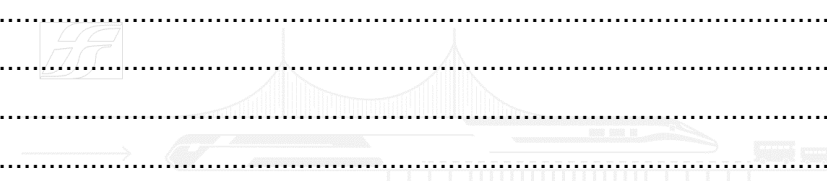
RADDOPPIO DELLA LINEA CODOGNO – CREMONA - MANTOVA TRATTA CODOGNO - PIADENA

DOSSIER DI PROGETTO



SOMMARIO

1	Introduzione	4
1.1	Inquadramento dell'intervento	4
1.2	La strategicità dell'infrastruttura	5
1.3	Le opportunità e i benefici generati dal progetto	6
1.4	Il contributo del Progetto per l'attuazione delle strategie di sviluppo sostenibile	8
1.5	La storia del progetto.....	8
2	Il sistema trasportistico.....	10
2.1	Il modello di esercizio a regime	10
2.2	Studio di trasporto e Analisi Costi Benefici	11
2.2.1	Lo Studio di trasporto.....	11
2.2.2	Approccio metodologico dello Studio di Trasporto	11
2.2.3	Le ipotesi relative al sistema di offerta dei servizi di trasporto passeggeri regionale	12
2.2.4	Principali risultati.....	13
2.2.5	L'analisi Costi Benefici.....	13
3	Il progetto nel contesto territoriale di riferimento.....	16
3.1	Analisi del rapporto con gli strumenti di pianificazione e vincoli	17
3.1.1	Il rapporto con gli strumenti di pianificazione.....	17
3.1.2	Il rapporto con il sistema dei vincoli.....	18
3.2	Analisi delle alternative progettuali	20
3.3	La soluzione progettuale	23
3.3.1	Il Lotto 1 Codogno – Cavatigozzi: Il tracciato e le opere.....	23
3.4	Analisi degli aspetti espropriativi dell'opera	25
3.5	Analisi degli aspetti ambientali dell'opera	27
3.5.1	Gli effetti dovuti al rumore ed alle vibrazioni.....	27
3.5.2	Gli effetti sulle Acque	30
3.5.3	Gli effetti sulla Biodiversità e territorio	30
3.5.4	Gli effetti sul Paesaggio	33
3.6	Misure di mitigazione e di prevenzione degli effetti determinati dall'opera	36
3.6.1	Misure di mitigazione acustica in fase di esercizio	36
3.6.2	Misure di mitigazione per le vibrazioni in fase di esercizio	38
3.6.3	Gli Interventi di Inserimento Paesaggistico - Ambientale.....	38
3.7	La fase di costruzione	41
3.7.1	I cantieri.....	41
3.7.2	Viabilità e flussi di traffico.....	46
3.7.3	Gli effetti sulla qualità dell'aria.....	46
3.7.4	Gli effetti dovuti al rumore ed alle vibrazioni.....	48
3.7.5	Gli effetti sulle Acque	52
3.7.6	Misure di mitigazione e prevenzione in fase di costruzione.....	54



3.7.7	La gestione dei materiali di risulta in un'ottica di economia circolare.....	55
3.8	Il monitoraggio ambientale	55
3.8.1	Obiettivi e contenuti	55
3.8.2	Articolazione dell'attività di monitoraggio ambientale	56
4	Economia dell'opera	58
4.1	Tempi di realizzazione.....	58
4.2	Costi dell'opera e finanziamenti.....	59



1 INTRODUZIONE

Il progetto in oggetto ha come scopo il raddoppio della tratta esistente Codogno - Cremona – Mantova relativamente alle tratte:

- **Lotto 1 da Codogno (km 0+000 LS) a Cavatigozzi (km 22+159 LS)**
- **Lotto 2 da Cremona (km 27+330 LS) a Piacenza (km 55+286 LS)**

La tratta compresa tra Cavatigozzi e Cremona non è oggetto di intervento di opere civili di sede in quanto già a doppio binario, mentre gli interventi di raddoppio del Lotto 3 da Piacenza (km 55+286 LS) a Mantova (km 89+557 L) sono previsti nell'ambito di altro Progetto, con lavori di prossimo avvio. Tale tratta è stata attivata nel 2015 e ha consentito di aumentare le potenzialità del tratto di linea in comune al traffico regionale e ai traffici destinati ai raccordi industriali allacciati alla stazione di Cavatigozzi.

L'obiettivo commerciale alla base del progetto di raddoppio è creare le condizioni per l'incremento della regolarità sulla Milano – Mantova ed un suo potenziamento.

In quest'ottica, il Progetto prevede la realizzazione della nuova sede ferroviaria a doppio binario, la realizzazione dei relativi nuovi impianti ed apparati tecnologici e di trazione elettrica, nonché i seguenti fondamentali interventi di:

- la soppressione di tutti i PL di linea tramite realizzazione di opportune nuove opere sostitutive.
- adeguamento della tratta agli standard prestazionali previsti per il traffico merci;
- riqualificazione delle Stazioni e dei PRG di Codogno, Acquanegra Cremonese, Cavatigozzi, Cremona, Piacenza e Torre de Picanardi - e il rifacimento dell'allaccio per Brescia;
- adeguamento banchine e binari delle fermate intermedie di Maleo, Pizzighettone, Ponte D'Adda, Torre dei Picanardi e Gazzo Pieve San Giacomo.

Per il Lotto 1, tratta Codogno – Cavatigozzi, è previsto un raddoppio in stretto affiancamento, da eseguirsi in interruzione prolungata di esercizio ferroviario dovuto al fatto che il binario esistente viene demolito e ricostruito in sede, rendendone l'altezza compatibile con le nuove esigenze normative idrauliche.

Per il Lotto 2, tratta Cremona – Piacenza, il raddoppio è invece programmato con tratti in variante, da eseguirsi in concomitanza con l'esercizio ferroviario sul binario esistente. Questo approccio, nelle parti in variante, comporta la realizzazione di un doppio binario e la dismissione di alcuni tratti di binario esistente (tratte all'esterno delle fermate/stazioni). Successivamente alla realizzazione della nuova sede di raddoppio, l'esercizio viene spostato sul nuovo binario in modo da poter dismettere e demolire il binario esistente.

In particolare, la riqualificazione e l'adeguamento di stazioni e fermate prevede la valorizzazione del fabbricato viaggiatori storico, la rifunzionalizzazione e l'ottimizzazione dei PRG secondo quanto prescritto dalle STI PRM e il miglioramento dell'intermodalità, attraverso la riorganizzazione e riqualificazione dei parcheggi e degli accessi tenendo conto dei Criteri Ambientali Minimi.

Gli interventi di riqualificazione delle aree esterne antistanti i fabbricati viaggiatori comprendono, ad esempio: l'inserimento di almeno uno stallo per le Persone a Mobilità Ridotta nelle immediate vicinanze dei FV, aumento di stalli auto per la lunga sosta, inserimento di nuovi stalli riservati al *kiss&ride*, nuovi stalli moto, stalli bici e predisposizione di uno stallo bus in ogni fermata/stazione.

Lungo la tratta, verranno realizzate numerose opere d'arte connesse agli interventi, tra cui, un nuovo viadotto ferroviario (a due binari) sul Fiume Adda, sull'impronta del ponte esistente, all'altezza del comune di Pizzighettone, lungo la tratta Codogno – Cavatigozzi; due nuovi ponti, uno per il superamento di una strada nella tratta Codogno – Cavatigozzi, l'altro per il superamento di un canale idraulico nel lotto 2.

L'intervento, nel suo complesso, grazie all'incremento delle prestazioni della linea, si caratterizza come un potenziamento dei collegamenti regionali e merci attualmente programmati.

1.1 Inquadramento dell'intervento

L'intervento si sviluppa nella bassa pianura lombarda, ad una quota compresa tra i 60 e i 20 metri s.l.m. andando da ovest verso est, per uno sviluppo complessivo di circa 90 km, ed è inserito all'interno del Programma Regionale Mobilità e Trasporti della Regione Lombardia come "Riqualificazione Milano – Codogno – Cremona - Mantova".



Figura 1-1 - Inquadramento geografico

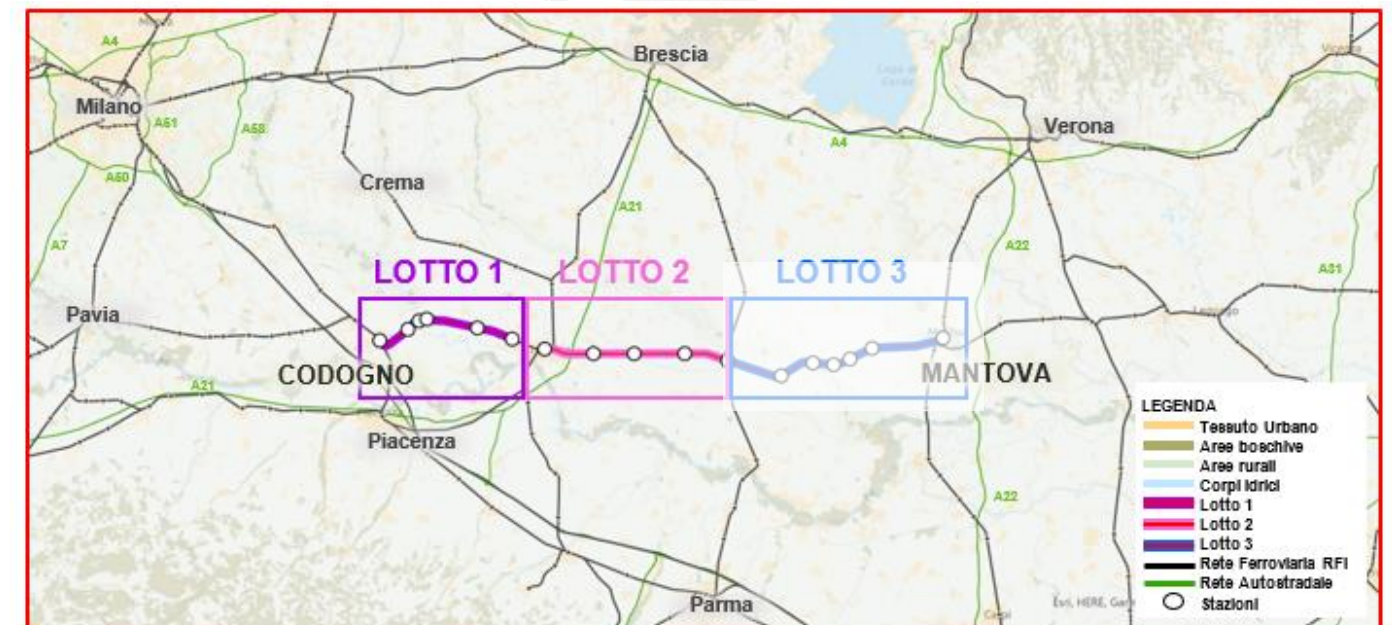


Figura 1-2 - Sviluppo planimetrico del tracciato Codogno – Cremona – Mantova



Figura 1-3- Sviluppo planimetrico di dettaglio del tracciato Codogno – Cremona – Mantova

Il progetto di raddoppio è diviso in tre lotti così suddivisi:

- **Lotto 1 da Codogno (km 0+000 LS) a Cavatigozzi (km 22+159 LS)**

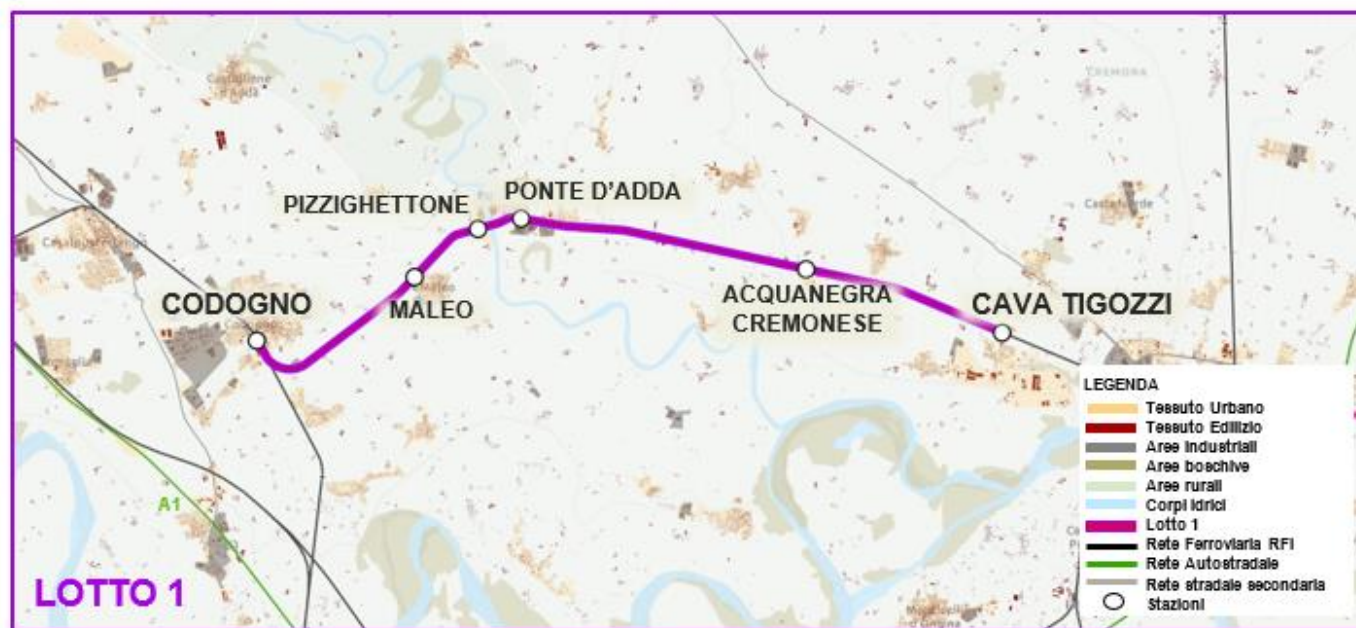


Figura 1-4 - Sviluppo planimetrico del tracciato del Lotto 1 Codogno – Cavatigozzi

- **Lotto 2 da Cremona (km 27+330 LS) a Piadena (km 55+286 LS)**

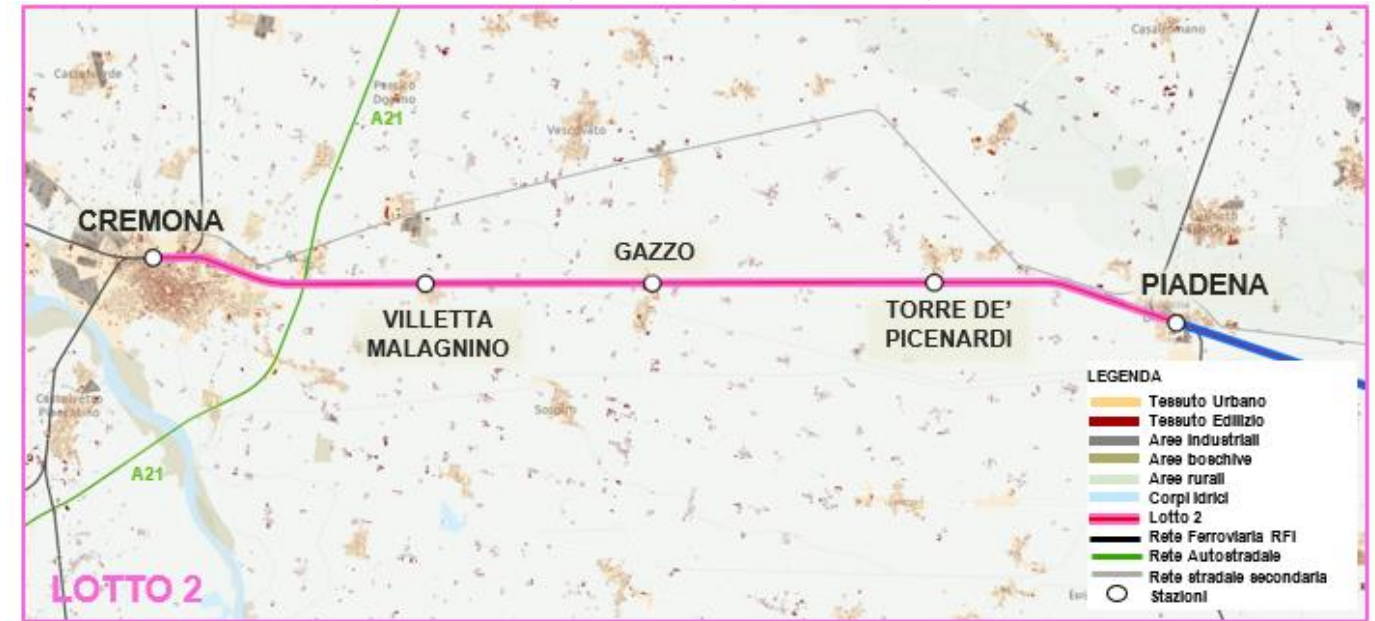


Figura 1-5 -Sviluppo planimetrico del tracciato del Lotto 2 Cremona – Piadena

1.2 La strategicità dell'infrastruttura

Il **progetto di raddoppio Codogno-Cremona-Piadena** si inserisce nella rete infrastrutturale della Lombardia, una delle più sviluppate in Italia, con il maggior numero di viaggiatori e grado di utilizzo dell'infrastruttura da parte del tpl. In particolare, la tratta è considerata **linea complementare**¹ della rete ferroviaria di RFI, rivestendo un ruolo fondamentale nel **collegamento di Milano con la direttrice per Mantova** e nel **raccordo e interconnessione delle altre linee complementari con i poli delle linee fondamentali**.

L'**opera, strategica per il sistema multimodale Lombardo**, rappresenta un'opportunità per costruire territori policentrici e sostenibili incrementando il trasporto ferroviario, favorendo **lo shift modale e la neutralità climatica, abilitando benefici in termini di:**

- **Competitività del servizio ferroviario:** Aumento della puntualità e della regolarità del servizio, Maggiore integrazione con i poli della rete logistica e adeguamento agli standard tecnologici
- **Fruibilità e accessibilità del territorio:** Riqualficazione stazioni e fermate e incremento dell'intermodalità
- **Miglioramento della sicurezza** tramite la soppressione dei PL
- **Resilienza ecologica e idraulica:** Riutilizzo dei materiali da scavo in un'ottica di economia circolare e ripristino ecologico di cave; Adeguamento opere di trasparenza idraulica e miglioramento funzionalità idraulica

La **strategicità del Progetto** si fonda sull'importanza stessa della linea e sulla possibilità, derivante dal progetto di raddoppio, di consentire **migliori servizi passeggeri e merci, aumentando l'accessibilità** del territorio al servizio ferroviario e traguardando gli **obiettivi di riduzione delle emissioni di gas a effetto serra** espressi dalla comunità internazionale e dagli indirizzi dell'Unione Europea.

¹Si tratta di linee meno frequentate rispetto alle linee fondamentali e costituiscono la maglia di collegamento dei bacini regionali connettendo fittamente tra loro le direttrici principali

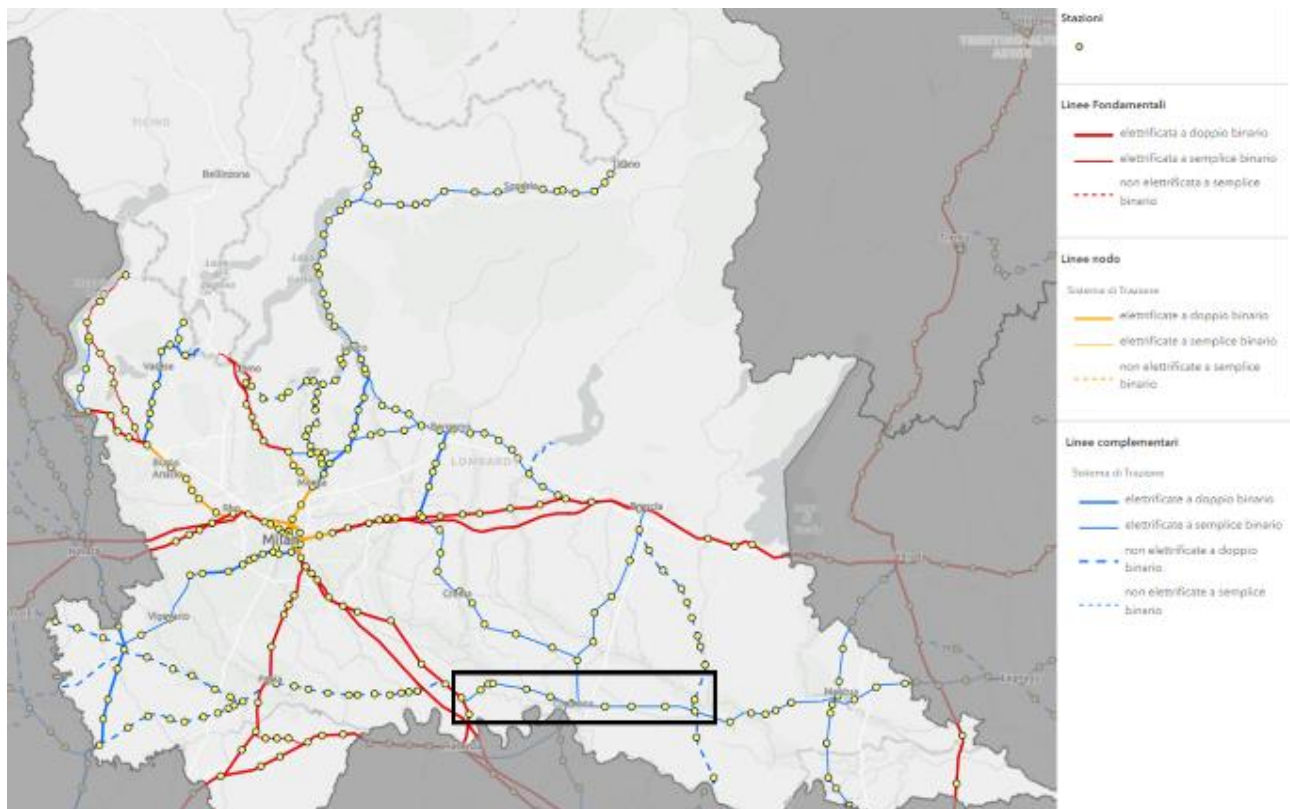


Figura 1-6 -Inquadramento del Progetto nella rete ferroviaria della Lombardia (Fonte: RFI)

Infatti, il Progetto si inserisce in un **programma di molteplici interventi di miglioramento della rete**, già capillare, che riguardano **collegamenti sia locali che interregionali**. La posizione della tratta la rende fondamentale per gli **spostamenti passeggeri e merci (non AV) tra l'area metropolitana milanese e il quadrante Bergamo-Brescia, a Nord, e la provincia di Mantova e l'Emilia-Romagna**, in particolare gli avamposti di Parma e Fidenza, a Sud.

Il Progetto contribuisce agli scenari di sviluppo della rete nel Piano commerciale di RFI 2023. La tratta è infatti tra gli **interventi propedeutici alla realizzazione di un servizio veloce a 60 minuti tra Milano Centrale e Mantova** prevista dal **Protocollo tra RFI e Regione Lombardia**. Nel Piano, i raddoppi delle tratte **“consentiranno a regime l'aumento della regolarità della circolazione, la riduzione dei tempi di percorrenza e l'incremento della capacità sull'intera linea che permetterà l'introduzione sia di un nuovo modello di esercizio potenziato per i servizi passeggeri di medio e breve raggio che per i servizi merci. Sarà inoltre migliorata la fruibilità degli impianti da parte dei viaggiatori”**.

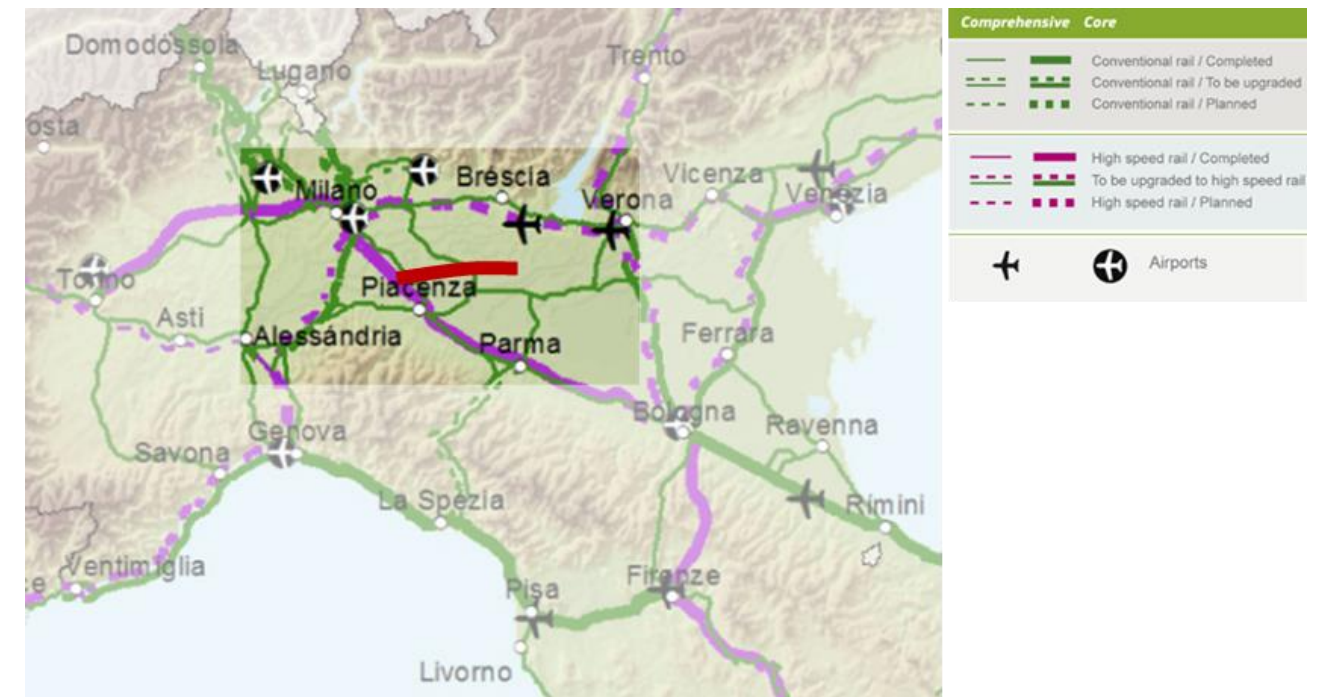


Figura 1-7 -Inquadramento del progetto nella rete dei corridoi europei Ten-T

Il Progetto si trova nel **quadrante a maggiore densità di collegamenti Ten-T in Italia**, attraversato dal corridoio mediterraneo e scandinavo-mediterraneo, e servito da **3 aeroporti della rete Ten-T core e 2 della rete comprehensive**, raggiungibili con combinazioni di treno e bus in circa 2 ore. In questo senso, il Progetto permette un **aumento dell'accessibilità al sistema trasportistico intermodale di area vasta**.

Grazie agli interventi previsti, la realizzazione del Progetto contribuirà quindi ad offrire un servizio collettivo di trasporto capace di garantire **qualità uniforme, sicurezza, rapidità ed efficacia nei collegamenti**, perseguendo i seguenti **obiettivi di sostenibilità**:

- Miglioramento degli attuali collegamenti ferroviari** in termini di velocità e regolarità della circolazione e maggiore integrazione con i poli della rete logistica
- Mitigazione dei cambiamenti climatici e aumento della resilienza ambientale e idraulica dell'infrastruttura**
- Aumento dell'accessibilità e della fruibilità del territorio**, grazie alla riqualificazione di stazioni e fermate, e alla messa in **sicurezza degli attraversamenti ferroviari**

1.3 Le opportunità e i benefici generati dal progetto

Il Progetto persegue obiettivi di sostenibilità attraverso **interventi e azioni che rappresentano importanti opportunità e benefici per il territorio** attraversato dall'infrastruttura e **per le comunità** che lo vivono. In

particolare, la lettura di questi interventi può essere distinta in **tre macro-ambiti** volti a identificare **gli effetti sul contesto socio-territoriale**:

Competitività del servizio ferroviario

9 INNOVAZIONE E INVESTIMENTI
Aumento della **puntualità** e della **regolarità** del servizio

Maggiore **integrazione con i poli della rete logistica** e adeguamento agli standard tecnologici



Fruibilità e accessibilità del territorio

11 CITTÀ E COMUNITÀ SOSTENIBILI
Riqualficazione stazioni e fermate e incremento dell'**intermodalità**

3 SALUTE E BENESSERE
Miglioramento della sicurezza tramite la **soppressione dei PL**



Resilienza ambientale e idraulica

13 LOTTA CONTRO IL CAMBIAMENTO CLIMATICO
Riduzione delle **emissioni climalteranti**, grazie alla riduzione del trasporto stradale e al riutilizzo in cantiere dei materiali da scavo in un'ottica di **economia circolare**

12 CONSUMO E PRODUZIONE RESPONSABILI
Adeguamento opere di trasparenza e **miglioramento funzionalità idraulica**



- Competitività del servizio ferroviario:**

L'intervento permette un efficientamento del servizio ferroviario grazie all'aumento dei treni/giorno (sia servizio passeggeri che merci) di circa il doppio rispetto allo scenario attuale, favorendo quindi ottimizzazione e regolarità del servizio.

Questo scenario rende il servizio ferroviario maggiormente competitivo e integrato alle polarità della rete sia di trasporto che logistica, prevedendo inoltre un adeguamento del servizio agli standard tecnologici.



- Fruibilità e accessibilità del territorio:**

Il Progetto prevede, oltre agli interventi di raddoppio ferroviario, interventi di restyling e adeguamento delle 8 stazioni e fermate esistenti sulla linea, con adeguamento del fabbricato viaggiatori e delle banchine, realizzazione di sottopassi per favorire la ricucitura urbana e adeguamento ai Criteri Ambientali Minimi delle aree di pertinenza, con particolare attenzione all'accessibilità delle persone con mobilità ridotta per quanto riguarda parcheggi e percorsi privi di ostacoli.

Inoltre, la soppressione di tutti i Passaggi a Livello esistenti viene realizzata anche attraverso interventi di nuove viabilità che, oltre a garantire un aumento della sicurezza stradale, consentono una maggiore ricucitura del territorio.



- Resilienza ambientale e idraulica:**

Il Progetto comporta dei vantaggi ambientali derivanti dalla domanda sottratta al trasporto stradale su gomma a favore del trasporto su ferro². È stato possibile calcolare le emissioni climalteranti evitate considerando la differenza tra la riduzione delle emissioni derivanti dal trasporto stradale e della trazione ferroviaria diesel e le emissioni derivanti dal nuovo servizio di trasporto a trazione ferroviaria elettrica, nello scenario temporale relativo al periodo di attivazione dell'opera³.

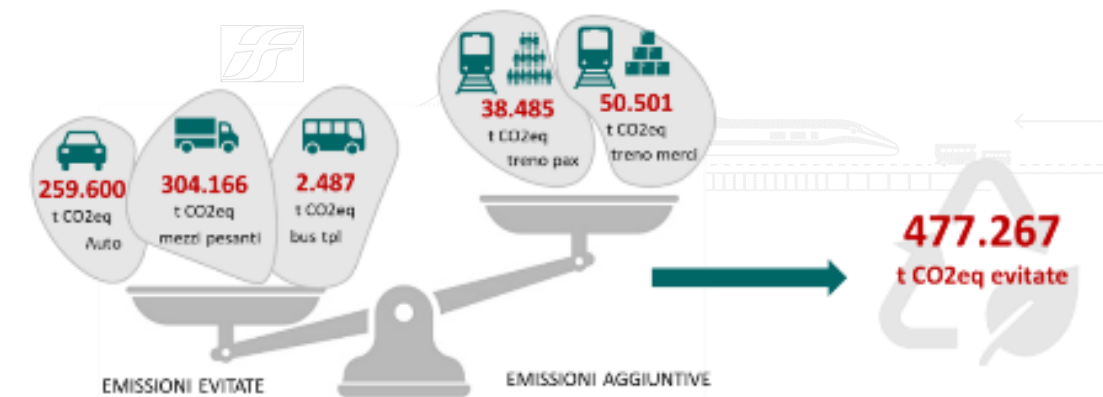


Figura 1-8 - Bilancio emissioni gas climalteranti - totale periodo (2031-2060)

Gli interventi consentono infine un adeguamento delle opere di trasparenza presenti sulla linea e un miglioramento della compatibilità e funzionalità idraulica dell'infrastruttura, anche in funzione della realizzazione di un nuovo viadotto sul fiume Adda.



² Analisi sviluppata sulla base dello Studio di Trasporto

³Per questo calcolo è stato considerato l'intero progetto di raddoppio (Lotti 1, 2 e 3) e non i soli interventi inclusi nel PFTE.

1.4 Il contributo del Progetto per l'attuazione delle strategie di sviluppo sostenibile

Le infrastrutture sostenibili forniscono un contributo significativo alle strategie globali che mirano a garantire una crescita economica equa ed inclusiva dei territori, azioni specifiche per la lotta ai cambiamenti climatici, l'integrità e il funzionamento degli ecosistemi alla base della qualità della vita della collettività.

In particolare, il **Progetto**:

- **contribuisce agli obiettivi europei di neutralità climatica inclusi nel Green Deal Europeo** che comprendono, tra le altre cose, un'accelerazione della transizione verso una mobilità sostenibile e intelligente. In tal senso, la strategia mira a ridurre le emissioni prodotte dai trasporti del 90% entro il 2050 e trasferire una parte sostanziale del 75% dei trasporti interni di merci che oggi avviene su strada alle ferrovie e alle vie navigabili interne. Per raggiungere tali obiettivi è necessario migliorare la gestione e aumentare la capacità del sistema ferroviario; elementi questi che caratterizzano gli interventi previsti dal Progetto;
- **contribuisce al perseguimento degli obiettivi definiti nella "Sustainable and Smart Mobility Strategy"**, con particolare riferimento all'Iniziativa Faro 3 – Rendere più sostenibile e sana la mobilità interurbana e urbana, che ha come obiettivo il miglioramento della qualità dei servizi ferroviari sulle brevi distanze e l'aumento delle quote modali rappresentate dai trasporti pubblici, dagli spostamenti a piedi e in bicicletta, come anche dalla mobilità automatizzata interconnessa e multimodale, al fine di ridurre l'inquinamento e la congestione provocati dai trasporti, soprattutto nelle città, e migliorare la salute e il benessere delle persone.
- **è in linea con gli obiettivi della Politica di Coesione territoriale EU 2021-2027** ed in particolare contribuirà a migliorare i livelli di coesione economica, sociale e territoriale delle aree interessate dal miglioramento delle connessioni ferroviarie, supportando direttamente l'obiettivo della politica "Un'Europa più connessa attraverso il rafforzamento della mobilità (OS 3)⁴". Infatti, i benefici dell'opera in termini di risparmio dei tempi di viaggio e aumento del numero annuale degli utenti delle infrastrutture ferroviarie potenziate rappresentano dei driver utili a quantificare il supporto dell'opera al sopraccitato obiettivo⁵.
- **fornisce un contributo agli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile (SDGs) dell'Agenda 2030** e nel dettaglio, i benefici attesi dalla realizzazione degli interventi contribuiscono al perseguimento dell'obiettivo SDGs 9 "Costruire infrastrutture resilienti, promuovere l'innovazione e un'industrializzazione equa, responsabile e sostenibile" ed in particolare si riferiscono allo sviluppo della qualità delle infrastrutture ferroviarie rendendole affidabili, sostenibili e resilienti. I benefici connessi a tale obiettivo, risultano trasversali rispetto all'Agenda 2030 e funzionali al perseguimento di altri obiettivi di sostenibilità inclusi in essa. Infatti, il miglioramento dei collegamenti ferroviari rappresenta un'opportunità anche per supportare gli obiettivi SDGs non direttamente connessi alle infrastrutture, in quanto l'aumento della qualità delle connessioni ferroviarie influisce, seppur indirettamente, sui livelli di inclusività dei territori e sullo sviluppo di modelli economici sostenibili oltre ad essere configurabile come una misura volta a contrastare il fenomeno dei cambiamenti climatici. Pertanto, più in generale, il contributo degli interventi previsti sulla linea può essere ricondotto ai seguenti Obiettivi SDGs e relativi target:



1.5 La storia del progetto

Nel Programma Regionale Mobilità e Trasporti della Regione Lombardia è riportata la voce "Riqualficazione Milano-Codogno-Cremona-Mantova". Tale voce, oltre a citare gli interventi di raddoppio conclusi nel 2015 tra la località Cavatigozzi e Cremona, riporta anche il piano di interventi leggeri, in corso e pianificati, che prevedono l'eliminazione delle limitazioni di velocità per i treni viaggianti in categoria D4, la velocizzazione delle sedi di incrocio d'orario e la soppressione dei PL. Al temine è riportato anche l'intervento di raddoppio, proposto in maniera selettiva, sull'intera relazione.

In particolare, il 10 luglio 2014 è stato firmato un Protocollo d'Intesa tra Regione Lombardia e RFI per la "Regolarizzazione e lo sviluppo del servizio ferroviario regionale sulla linea Codogno – Mantova ed infrastrutture connesse".

Il 12 novembre 2014 è stata stipulata una Convenzione tra la Direzione Territoriale Produzione di Milano e Regione Lombardia per l'attuazione della prima fase prioritaria di interventi che consistono nell'eliminazione di una prima tratta con limitazione di velocità, alcuni interventi di rinnovo e la realizzazione di Posti di Blocco Intermedi per consentire una riduzione del distanziamento fra treni a seguito.

Ulteriormente, nel 2016 è stato sottoscritto un documento da Regione Lombardia e Rete Ferroviaria Italiana - "Accordo tra Regione Lombardia e RFI SpA per la regolarizzazione e lo sviluppo del servizio ferroviario regionale sulle linee a semplice binario e per la realizzazione di nuove fermate".

⁴ Nel 2021-2027 la politica di coesione dell'UE ha stabilito di 5 obiettivi politici a sostegno della crescita della coesione territoriale.

- un'Europa più competitiva e più intelligente
- una transizione più verde e a basse emissioni di carbonio verso un'economia netta a zero emissioni di carbonio
- un'Europa più connessa potenziando la mobilità
- un'Europa più sociale e inclusiva
- L'Europa più vicina ai cittadini favorendo lo sviluppo sostenibile e integrato di tutte le tipologie di territorio

⁵ Allegato 1 (Indicatori comuni di output e di risultato per il Fondo europeo di sviluppo regionale e al Fondo di coesione): REGOLAMENTO (UE) 2021/1058 DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 24 giugno 2021 relativo al Fondo europeo di sviluppo regionale e al Fondo di coesione. I fondi europei precedentemente citati sono stanziati al fine di raggiungere gli obiettivi definiti dalla Politica di Coesione UE 2021-2027.

L'obiettivo commerciale, alla base di questi interventi, è creare le condizioni per l'incremento della regolarità sulla relazione regionale Milano – Mantova ed un suo successivo potenziamento per arrivare alla frequenza di un treno/h per direzione.

A dicembre 2016 è stato sottoscritto l'Accordo Quadro per l'assegnazione della capacità tra RFI e Regione Lombardia. In tale accordo è stato confermato l'obiettivo riportato al punto precedente di arrivare ad una frequenza oraria del servizio tra Milano e Mantova con contestuale riorganizzazione dei servizi di secondo livello, regionali lenti tra Cremona e Mantova.

Contestualmente all'Accordo Quadro è stata firmata "l'Intesa sulle strategie e sulle modalità per lo sviluppo del servizio ferroviario regionale passeggeri, del trasporto merci e degli standard qualitativi per l'interscambio modale tra Regione Lombardia e RFI". In essa sono riportate, come attività da svolgere in vista del quinquennio 2021 – 2025, la definizione del modello di esercizio ed un approfondimento tecnico degli interventi tecnici ricompresi tra cui il raddoppio tra Cremona e Piacenza.

Successivi approfondimenti svolti dalle strutture territoriali di RFI congiuntamente alla Regione Lombardia, hanno messo in evidenza la necessità di approfondire la tratta prioritaria di raddoppio, anche alla luce del modello di esercizio che sarà adottato dalla Regione stessa.

La linea ha anche un interesse merci, legato non solo alla presenza degli impianti industriali raccordati di cui il principale è Cavatigozzi, ma anche al fatto che tale linea fa parte del corridoio alternativo al Mediterraneo. In caso di indisponibilità per lavori, essa rappresenta un itinerario utilizzato per consentire l'inoltro dei treni. Tenendo conto di tale potenzialità è stato inserito il suo adeguamento prestazionale all'interno del Piano Industriale 2017- 2016 di RFI.

Sulla base di queste premesse il progetto di raddoppio della linea Codogno - Cremona - Mantova rientra, in particolare, tra gli interventi definiti dall'Accordo Quadro per i servizi di trasporto pubblico locale stipulato tra Rete Ferroviaria Italiana e Regione Lombardia nel dicembre 2016.

Il progetto di fattibilità tecnico economica del raddoppio della linea ferroviaria Codogno-Cremona-Mantova, sviluppato e consegnato nel 2018, prevede che i lavori di costruzione del secondo binario si svolgano in affiancamento alla linea ferroviaria esistente con un innalzamento medio di entrambi i binari pari a 1,5 mt (dovuto alla necessità di rispetto del franco idraulico). Ciò di conseguenza comporta numerose interferenze con l'esercizio ferroviario incompatibili con le disponibilità di periodi di interruzione delle circolazioni programmate in orario e di alto impatto tecnico economico.

Successivamente è stato redatto uno studio di fattibilità delle alternative di tracciato con lo scopo di minimizzare tali impatti, a seguito del quale, si è proceduto con l'adeguamento del progetto di fattibilità tecnico economica secondo le alternative di tracciato individuate :

- **Lotto 1** tratta Codogno - Cavatigozzi: raddoppio in stretto affiancamento con l'interruzione dell'esercizio ferroviario;
- **Lotto 2** tratta Cremona - Piacenza: raddoppio con il mantenimento dell'esercizio ferroviario;
- **Lotto 3** da Piacenza a Mantova
 - tratta Piacenza - Bozzolo: raddoppio in variante con la realizzazione di un nuovo doppio binario ad interasse di 22,50 mt dall'attuale;
 - tratta Bozzolo - Mantova: raddoppio in stretto affiancamento con l'interruzione dell'esercizio ferroviario.

Il **Lotto 3** è stato individuato come intervento prioritario (1^a Fase Funzionale) e ha seguito un processo autorizzatorio che ha portato allo sviluppo di un Progetto Definitivo per gara di appalto lo scorso Dicembre 2022. La realizzazione della tratta è di prossimo avvio.

I **Lotti 1 e 2**, della 2^a Fase Funzionale, rientrano nell'ambito del completamento selettivo del raddoppio complessivo della Linea. La tratta compresa tra CavaTigozzi e Cremona, come già detto, non è oggetto di intervento in quanto già a doppio binario con gli interventi di potenziamento attivati nel 2015 e ha consentito di aumentare le potenzialità del tratto di linea in comune al traffico regionale e ai traffici destinati ai raccordi industriali allacciati alla stazione di Cavatigozzi.

Nell'ambito dello sviluppo del progetto di raddoppio ferroviario è stata inoltre valutata l'interferenza legata allo stretto affiancamento con un'altra progettazione infrastrutturale relativa all' Autostrada Regionale Integrazione del Sistema Transpadano Direttrice Cremona – Mantova che collegherebbe Cremona con Mantova e i territori di Sud-Est, connettendosi con altre infrastrutture stradali in fase di adeguamento.



2 Il sistema trasportistico

2.1 Il modello di esercizio a regime

Il nuovo modello di esercizio, in generale, grazie all'incremento delle prestazioni della linea, si caratterizza per un potenziamento dei collegamenti regionali attualmente programmati e un traffico merci in linea ai valori attuali.

Nella tabella seguente è riportato il modello di esercizio futuro della linea distinto per le varie tratte caratteristiche.

Va precisato che il modello del traffico merci è stato sviluppato sulla base dell'andamento delle richieste di mercato e sono possibili delle variazioni.

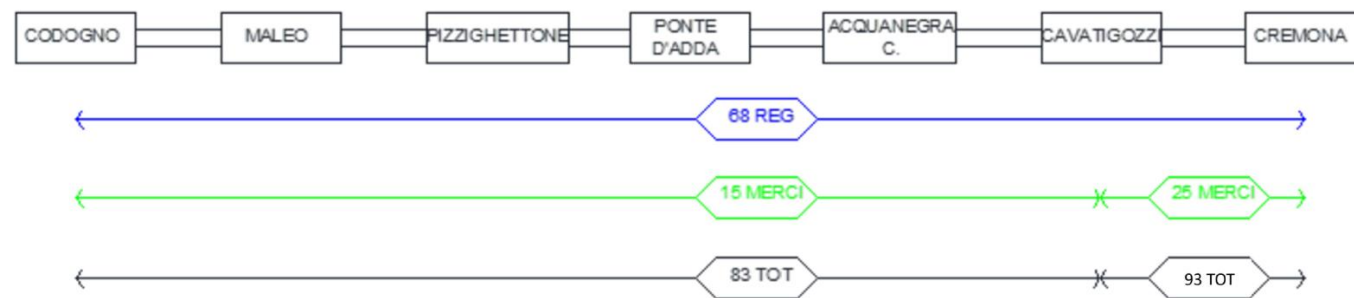


Figura 2-1 - Modello di esercizio futuro Lotto 1 Codogno-Cremona

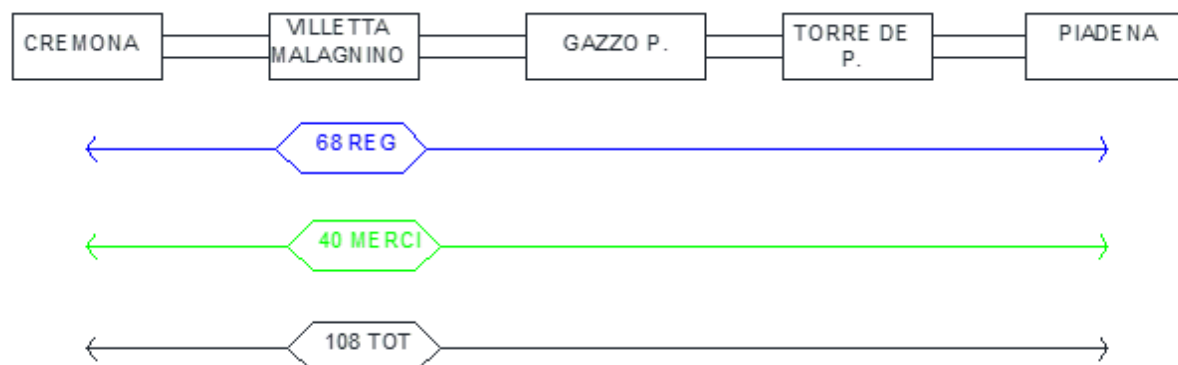


Figura 2-2 -Modello di esercizio futuro Lotto 2 Cremona-Piacenza

Tratta Codogno – Cavatigozzi

Relazione Veicoli Treni al giorno feriale medio complessivi nelle due direzioni

Relazione	Veicoli	Treni al giorno feriale medio complessivi nelle due direzioni		
		Ore 6 → 22	Ore 22 → 6	Totale
Milano Centrale – Mantova	Materiale tipo Coradia ETR 245 in doppia composizione (2x5 pezzi)	32	4	36
Codogno – Cremona	Materiale tipo Coradia ETR 245 (5 pezzi)	32	0	32
Merci tipo Corridoio*	Lungh. 750 m 2000 tonn	2	1	3
Altri merci*	Lungh. 550 m 1500 tonn	8	4	12

Per un totale complessivo di **83 treni/giorno**.

Tratta Cremona – Piacenza

Relazione	Veicoli	Treni al giorno feriale medio complessivi nelle due direzioni		
		Ore 6 → 22	Ore 22 → 6	Totale
Milano Centrale – Mantova	Materiale tipo Coradia ETR 245 in doppia composizione (2x5 pezzi)	32	4	36
Cremona – Piacenza / Mantova / Parma	Materiale tipo Coradia ETR 245 (5 pezzi)	32	0	32
Merci tipo Corridoio*	Lungh. 750 m 2000 tonn	7	3	10
Altri merci*	Lungh. 550 m 1500 tonn	20	10	30

Per un totale complessivo di **108 treni/giorno**.

I servizi regionali express saranno effettuati con treni del tipo ETR245 in doppia composizione (2x5 pezzi). I servizi regionali saranno effettuati con treni del tipo ETR245 (5 pezzi).

I treni merci saranno di due tipi 750m per 2000 t e 550 m per 1500 t.

2.2 Studio di trasporto e Analisi Costi Benefici

2.2.1 Lo Studio di trasporto

Lo Studio di Trasporto condotto nell'ambito del PFTE ha avuto lo scopo di analizzare gli effetti prodotti alla mobilità, sia merci che passeggeri, dall'investimento oggetto del presente Dossier, costituito dall'insieme dei due Lotti (1 e 2) che consentiranno di ottenere il raddoppio delle due linee commerciali Codogno - Cremona, dove attualmente il doppio binario è circoscritto alla tratta Cavatigozzi - Cremona, e Cremona - Piadena, attualmente interamente a semplice binario.

In considerazione del fatto che il raddoppio in questione costituisce la seconda fase funzionale del progetto più ampio di potenziamento delle tratte che compongono l'intero itinerario tra Codogno e Mantova (la prima Fase - Lotto3 Piadena - Mantova - è stata recentemente appaltata), lo Studio in argomento ha considerato quale "situazione di progetto" quella in cui il raddoppio è completo per questo intero itinerario. Questo approccio è ammesso dalle Linee guida pubblicate dalla CE, in cui si precisa che un progetto viene definito come "una serie di opere, attività o servizi intesi a realizzare un'azione indivisibile di precisa natura economica o tecnica, che ha finalità chiaramente identificate (art. 100 del Regolamento (UE) n. 1303/2013)."

L'intera direttrice Codogno - Cremona - Mantova è attualmente utilizzata da un traffico misto passeggeri e merci; il primo, di carattere unicamente regionale, è fortemente caratterizzato da servizi che collegano tra di loro le principali località che insistono sulla linea, tra le quali i due capoluoghi di provincia di Cremona e Mantova, ad uso di una domanda fortemente polarizzata verso il capoluogo milanese. Il secondo risulta essere prevalentemente condizionato dalla presenza di importanti poli produttivi, appartenenti principalmente al settore siderurgico e cerealicolo, che facendo capo ad alcuni impianti ferroviari localizzati lungo la linea, sono in grado di sviluppare interessanti volumi di traffico, prevalentemente orientati verso il settentrione del Paese nonché diretti oltre valico.

Il risultato è la presenza di un traffico dove la componente merci risulta significativa, al punto tale che in talune giornate della settimana risulta prevalente, e che quindi attribuisce alla linea elevate caratteristiche di eterotachia. Le condizioni di utilizzo dell'infrastruttura unite alle caratteristiche della linea, a semplice binario, comportano una residua possibilità di incrementi di traffico passeggeri e merci relegata tra l'altro a talune ore della giornata.

Le finalità dello Studio di Trasporto sono state principalmente quelle di alimentare la valutazione di redditività del set di interventi ipotizzato.

2.2.2 Approccio metodologico dello Studio di Trasporto

In considerazione della diversa natura dei due segmenti di domanda di traffico che risultano beneficiati dall'investimento oggetto di analisi e che sono trattati nello Studio (passeggeri regionale e merci), si è necessariamente fatto uso di due distinti approcci che vengono di seguito sommariamente rappresentati.

Per il segmento di domanda regionale, l'approccio si è basato su un apparato modellistico, messo specificatamente a punto per questo Studio, che trae origine:

- dal modello del sistema di offerta delle infrastrutture e dei servizi che schematizza la rete delle infrastrutture stradali e quella dei servizi ferroviari e bus del territorio compreso nell'Area di Studio, sistema rappresentato secondo un livello di definizione coerente con il livello di dettaglio dello zoning adottato per l'area di studio;

- dalla "Matrice regionale Origine Destinazione stimata degli spostamenti distinti per origine, destinazione, fascia oraria, motivo e modo prevalente dello spostamento (2020)", matrice resa disponibile dalla Regione Lombardia.

I suddetti elementi hanno, più in particolare, permesso di calibrare il sistema di modelli matematici (emissione, distribuzione, scelta modale e assegnazione) utilizzati ai fini previsionali.

La valutazione dei carichi sulla rete di trasporto ha utilizzato la "canonica" metodologia basata sulla individuazione delle componenti tecniche e socio-economiche atte a connotare il sistema di mobilità a servizio di un determinato contesto territoriale e sulla simulazione delle interazioni tra le citate componenti (si confronti la seguente figura).

L'apparato in questione e, in particolare, l'impianto modellistico finalizzato alla previsione della domanda futura, è stato condizionato dalla necessità di garantire un livello minimo di dettaglio della segmentazione della domanda di trasporto così come suggerito al § 3.7.2.1, dalle Linee guida per la valutazione degli investimenti in opere pubbliche. Sono stati quindi sviluppati sistemi di modelli di domanda (generazione, distribuzione e scelta modale), specifici per quattro distinti motivi di spostamento: lavoro, studio, occasionali, affari.

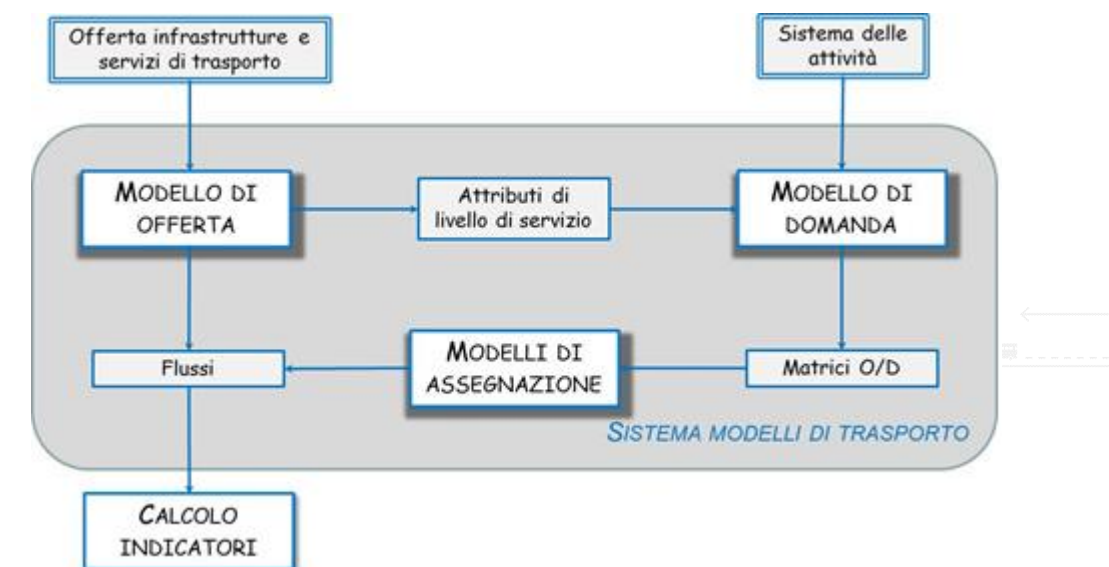


Figura 2-3 – Schema della metodologia utilizzata per la previsione dei traffici relativi alla componente regionale

La metodologia di previsione della domanda di trasporto utilizza quindi il sistema di modelli di domanda di emissione, distribuzione e scelta modale specifico dei quattro diversi motivi di viaggio considerati (lavoro, studio, occasionali, affari) che permette di ottenere le future matrici O/D giornaliere distinte per le tre modalità di trasporto (auto, bus extraurbano, treno) considerate.

Le previsioni di traffico per il segmento di domanda passeggeri sono particolarmente influenzate da ipotesi di evoluzione della popolazione residente nonché da quelle legate all'esercizio ferroviario.

Nel merito delle previsioni di evoluzione del traffico merci si è tenuto conto del fatto che il potenziamento della linea ferroviaria Codogno – Cremona – Mantova crea anzitutto i presupposti per incrementi di traffico in corrispondenza degli impianti merci localizzati lungo la linea.

Per questo, lo studio ha esaminato:

- gli scenari futuri delle filiere produttive che caratterizzano l'area interessata dalla linea, con particolare riferimento a quelle a maggiore vocazione ferroviaria, ovvero i settori siderurgico e cerealicolo, che possono condurre ad incrementi di tipo inerziale del traffico ferroviario. Per ciascuna filiera considerata è stato preso in considerazione uno specifico trend di crescita;
- la possibile acquisizione di quote modali dal trasporto stradale. A questo riguardo è stato ipotizzato un contenuto incremento delle attuali quote modali ferroviarie.

Ancorché l'investimento in analisi sia in grado di creare le condizioni affinché questa linea costituisca parte di un itinerario complementare all'asse trasversale Milano – Padova – Venezia, appartenente al Corridoio Merci Mediterraneo, non sono state prodotte valutazioni che tenessero conto del possibile utilizzo della linea quale itinerario alternativo alla Torino – Milano – Venezia.

2.2.3 Le ipotesi relative al sistema di offerta dei servizi di trasporto passeggeri regionale

Le ipotesi riferite al sistema di offerta dei servizi di trasporto passeggeri risultano particolarmente rilevanti nello Studio. Nello scenario di attivazione del raddoppio della linea Codogno – Cremona – Mantova, è stato ipotizzato un modello di offerta del trasporto pubblico locale che, nel merito di quanto riferito ai servizi ferroviari regionali, è allineato alle previsioni degli Accordi Quadro siglati tra RFI e le regioni Lombardia, Emilia-Romagna e Veneto per lo scenario “di regime”, ovvero per orizzonti di medio-lungo periodo.

Per i servizi ferroviari che si sviluppano lungo la linea in analisi è stato in particolare implementato un modello di esercizio basato sul cadenzamento orario di tutti i servizi presenti. Il tutto è descritto nello schema riportato nella seguente figura.

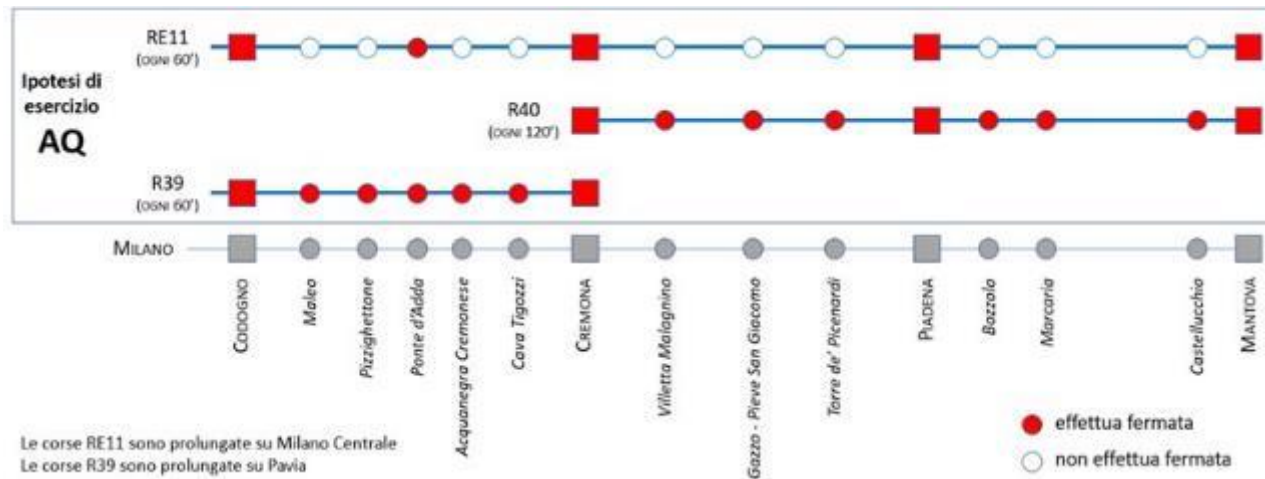


Figura 2-4 - Schema dei servizi ipotizzati sulla infrastruttura oggetto di studio a raddoppio ultimato

Il valore dei treni-km da sostenere per questo modello di esercizio è riportato nella seguente tabella.

Ipotesi di esercizio 2					
Servizio regionale	Relazione	Percorso (km)	Coppie di corse	Treni-km giornalieri	Treni-km annui
RE11	Milano - Mantova	148,9	17	5.062,6	1.847.849,0
RE11	Milano - Cremona	86,7	1	173,4	63.291,0
R39	Pavia - Cremona	27,3	16	873,6	318.864,0

R40	Cremona - Mantova	62,2	8	995,2	363.248,0
TOTALE				7.104,8	2.593.252,0

Tabella 2-1 - Treni-km da sostenere per il modello di esercizio

Nella Tabella successiva sono invece riportati i tempi di percorrenza delle relazioni più di rilievo nei servizi oggetto di studio. È possibile osservare la riduzione dei tempi di percorrenza con l'infrastruttura interamente raddoppiata rispetto allo scenario infrastrutturale attuale.

Inoltre, è rilevante tener conto dei possibili interscambi ferro-ferro effettuabili dai passeggeri nelle stazioni di nodo della linea Codogno-Cremona-Mantova: lo sviluppo dei servizi ferroviari lungo le diverse infrastrutture ferroviarie appartenenti all'area di studio è rappresentato nel seguente schema.

In merito ai servizi di trasporto collettivo su gomma di tipo extraurbano, è stato mantenuto l'attuale schema in termini di relazioni, frequenze e tempi.

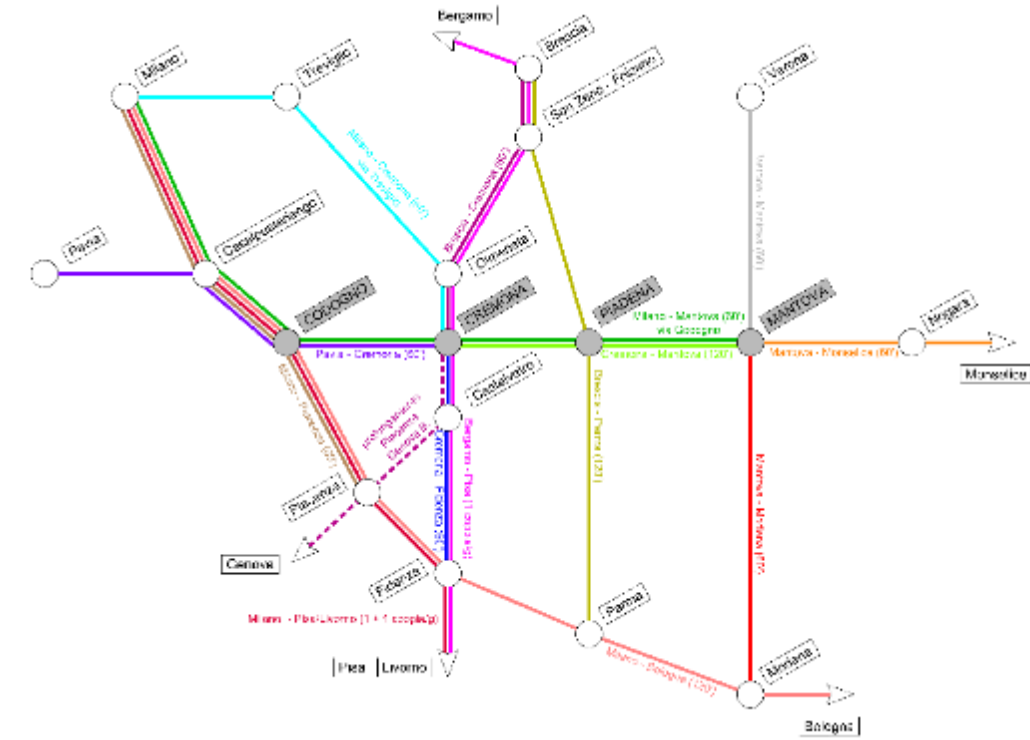


Figura 2-5 – Schema delle relazioni, frequenze e tempi

Percorso (Servizio)	ATTUALE infrastruttura	RADDOPPIO intero itinerario	
	Esercizio attuale	Ipotesi di esercizio AQ	
Milano - Cremona (RE11)	1 ^h 08'	56'	-12'
Cremona - Milano (RE11)	1 ^h 10'	56'	-14'
Milano - Mantova (RE11)	1 ^h 58'	1 ^h 25'	-33'
Mantova - Milano (RE11)	1 ^h 58'	1 ^h 25'	-33'
Cremona - Mantova (RE11)	48'	28'	-20'

Mantova - Cremona (RE11)	46'	28'	-20'
Codogno - Cremona (R39)	36'	26'	-10'
Cremona - Codogno (R39)	36'	26'	-10'
Cremona - Piacenza (R40)	30'	20'	-10'
Piacenza - Cremona (R40)	28'	20'	-8'
Cremona - Mantova (R40)	1h 10'	50'	-20'
Mantova - Cremona (R40)	1h 10'	50'	-20'

Tabella 2-2 -Esercizio attuale ed ipotesi di esercizio

2.2.4 Principali risultati

Per quanto riguarda la domanda passeggeri regionale, l'applicazione del sistemi di modelli specifico di ciascun motivo di spostamento considerato (lavoro, studio, occasionale, affari) per l'orizzonte temporale 2032, nel quale si è assunta valida l'entrata in esercizio dei due interventi considerati nel global project ipotizzato, ha anzitutto prodotto variazioni, tra lo stato di non progetto e quello di progetto alle quote di utilizzo delle modalità di trasporto considerate (auto, bus, treno), riportate nei seguenti grafici da cui si evince che per tutti i motivi di spostamento si registrano incremento dell'utilizzo della modalità di trasporto ferroviaria che sono maggiori (oltre l'1%) per i motivi lavoro e studio, pari a circa l'1% per i motivi occasionali e allo 0,6% per gli affari.

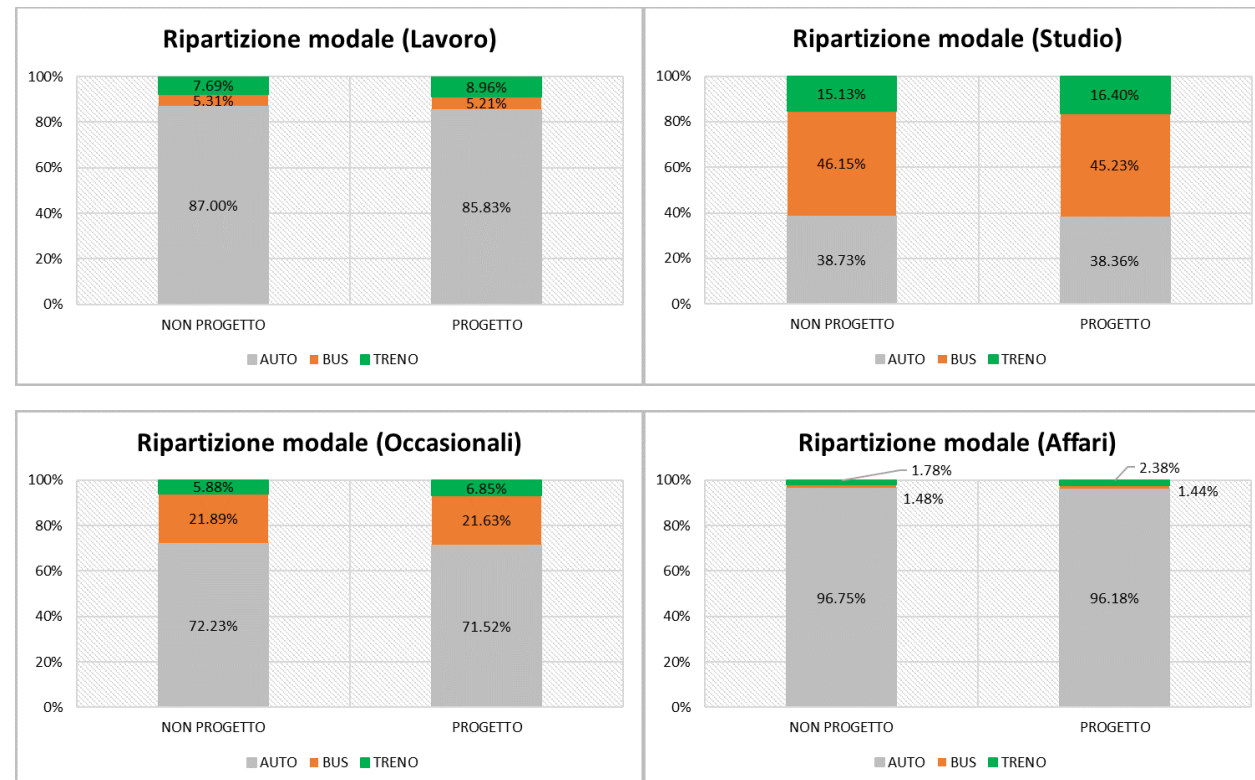


Figura 2-6 - Variazioni della ripartizione modale per i diversi motivi di spostamento

I grafici che seguono mostrano le variazioni che si registrano tra gli scenari di progetto e riferimento per:

- il numero di veicoli-km su strada;
- il numero di ore risparmiate per gli utenti ferroviari;
- il numero di treni-km derivanti dalla implementazione del sistema di offerta ferroviario;

con riferimento alla modalità passeggeri.

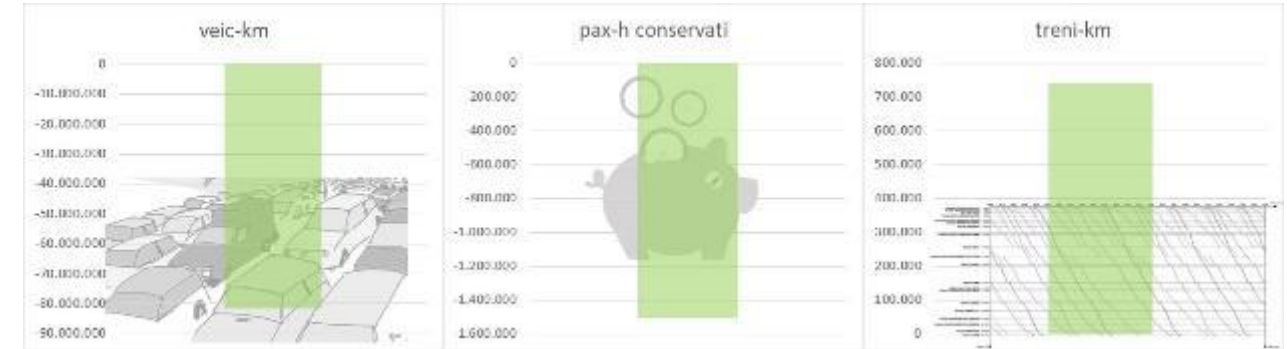


Figura 2-7 - Principali indicatori trasportistici ottenuti nelle simulazioni del traffico passeggeri

Per quanto viceversa riguarda la domanda merci i grafici che seguono mostrano le variazioni che si registrano tra gli scenari di progetto e riferimento per il numero annuo di treni-km e dei veicoli-km; in questo caso i valori sono espressi distinguendo la componente dei traffici nazionale da quella internazionale.

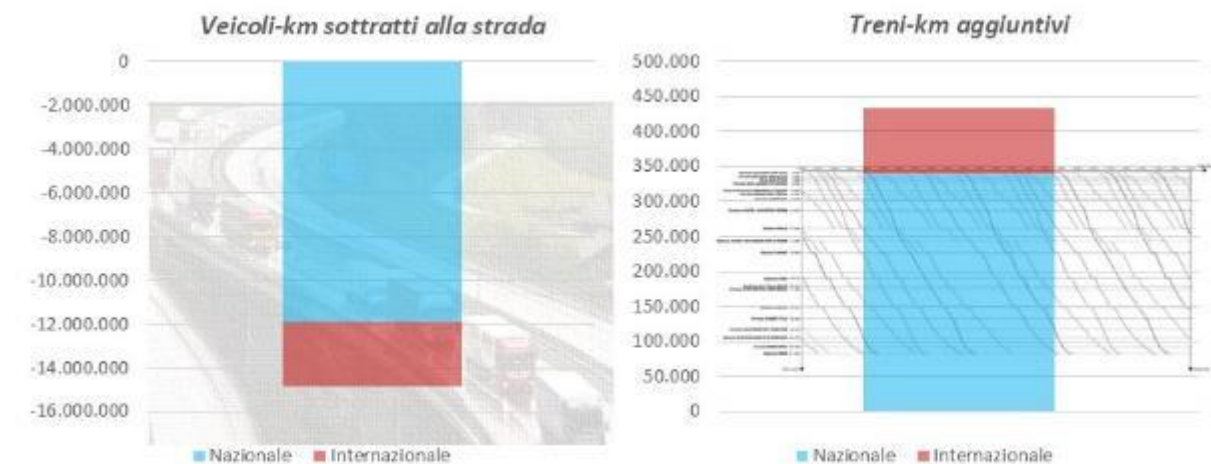


Figura 2-8 - Principali indicatori trasportistici ottenuti nelle valutazioni del traffico merci

2.2.5 L'analisi Costi Benefici

Nel presente paragrafo sono presentati gli effetti che la realizzazione dell'opera produrrà sul tessuto economico e sociale in termini di convenienza per la collettività, attraverso la quantificazione monetaria degli effetti trasportistici connessi alla prevista diversione modale di quote di traffico viaggiatori e merci verso il sistema ferroviario.

L'Analisi Costi-Benefici (in breve ACB) è stata elaborata per analizzare, valutare e monetizzare gli impatti economici e sociali relativi alle fasi di progettazione, realizzazione e operatività del programma di investimenti previsti sulla linea Codogno-Cremona-Mantova.

A luglio del 2023 è stato avviato il percorso del Dibattito Pubblico relativo al raddoppio della tratta Codogno-Piadena (fase 2 dell'intero raddoppio). La presente ACB costituisce un importante elemento di supporto per l'intero processo di informazione, partecipazione e confronto che si svilupperà in sede di Dibattito.

Il progetto di raddoppio è diviso in tre lotti così suddivisi:

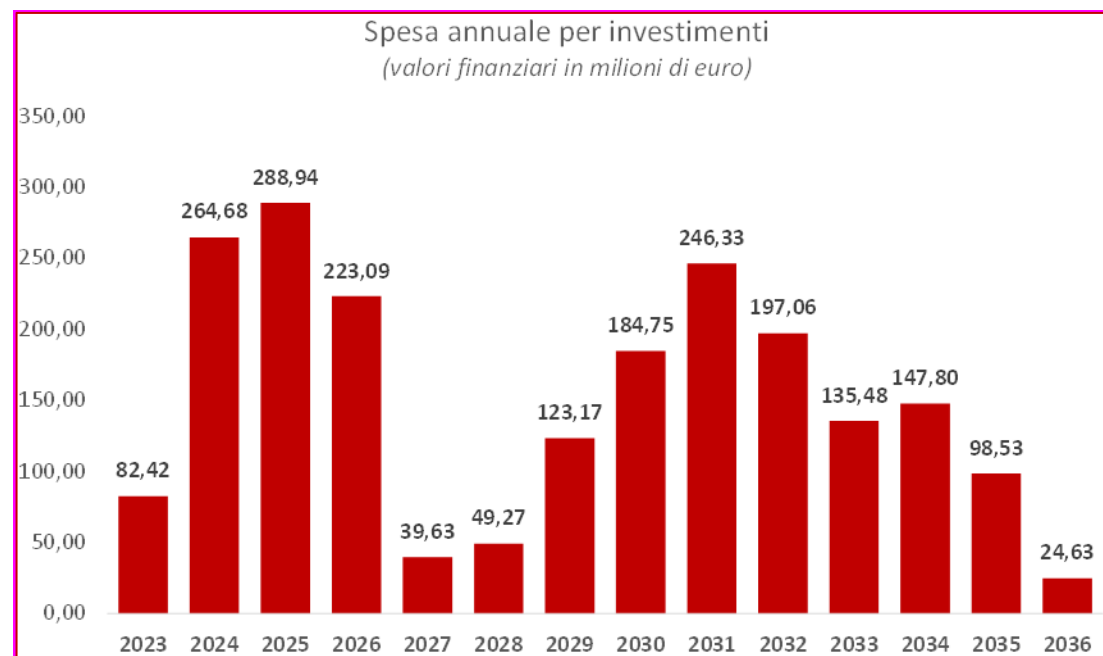
- Lotto 1 Codogno – Cremona;
- Lotto 2 Cremona – Piadena.

Il Lotto 3 Piadena – Mantova che, come illustrato, è previsto nell'ambito di altro Progetto, con lavori di prossimo avvio.

In particolare, tale programma prevede la realizzazione di una linea a doppio binario elettrificata, con velocità massima di 160 km/h in rango C salvo situazioni puntuali, con una classificazione D4 senza limitazione della velocità, sagoma P/C 80, modulo di linea pari a 750 m, distanziamento dei treni a 5 minuti, soppressione di tutti i PL.

Il costo dell'intero Programma di Investimenti è pari a 2.105,7 milioni di euro ed è previsto il suo completamento nel 2036.

Il piano di spesa per investimenti a valori finanziari è il seguente:



Nella presente Analisi Costi Benefici la quantificazione economica della maggiore competitività del sistema ferroviario è stata sviluppata sulla base dei risultati dello Studio di Trasporto (SdT), nel quale sono stati altresì definiti gli scenari infrastrutturali per le diverse modalità di trasporto.

Le analisi prodotte nell'ambito dello Studio di Trasporto, riguardanti le attuali condizioni di utilizzo della linea nonché le prospettive di crescita delle componenti di domanda che concorrono alla determinazione dei traffici che insistono sulla medesima linea, hanno confermato alcune criticità dell'attuale linea a singolo binario e di conseguenza i potenziali benefici associati all'intervento di raddoppio. La linea in argomento è attualmente

utilizzata da un traffico misto passeggeri e merci; il primo, di carattere unicamente regionale, è fortemente caratterizzato da servizi che collegano tra di loro le principali località che insistono sulla linea, tra le quali i due capoluoghi di provincia di Cremona e Mantova, ad uso di una domanda fortemente polarizzata verso il capoluogo milanese. Il secondo risulta essere prevalentemente condizionato dalla presenza di importanti poli produttivi, appartenenti principalmente al settore siderurgico e cerealicolo, che facendo capo ad alcuni impianti ferroviari localizzati lungo la linea, sono in grado di sviluppare interessanti volumi di traffico, prevalentemente orientati verso il settentrione del Paese nonché diretti oltre valico.

Le condizioni di utilizzo dell'infrastruttura unite alle caratteristiche della linea, a binario unico, comportano una residua possibilità di incrementi di traffico passeggeri e merci relegata tra l'altro a talune ore della giornata.

A fronte di tale situazione, lato domanda, emerge come ci siano viceversa condizioni di crescita degli attuali traffici ferroviari merci, siano essi legati alle prospettive di crescita dei settori produttivi che li alimentano (siderurgico e cerealicolo), sia per effetto della acquisizione di quote dalle modalità concorrenti. Da non trascurare inoltre la possibilità di sfruttare la linea come itinerario alternativo per alcune "rotte" attualmente caratterizzate dall'attraversamento del nodo di Milano, data l'equivalenza dei costi generalizzati degli itinerari alternativi.

Dal punto di vista del traffico passeggeri è auspicabile un incremento dei servizi fino ad arrivare ad uno scenario di medio-lungo termine con un cadenzamento orario dei servizi regionali veloci sulla tratta Milano-Mantova e dei servizi regionali sulle tratte Codogno-Cremona e Cremona-Mantova.

L'attivazione della nuova opera ferroviaria consentirà quindi di superare le attuali criticità della linea (colli di bottiglia ed elevati livelli di saturazione), consentendo ai servizi ferroviari di servire in misura maggiore la domanda di trasporto stimata sull'orizzonte temporale di analisi sia per il segmento merci che per il segmento passeggeri. Infatti, dal confronto tra previsioni di traffico dello Scenario "Con Progetto" e previsioni dello Scenario "di Riferimento" risulta, a partire dal 2037, un incremento di traffico ferroviario ed una correlata diminuzione del traffico stradale, come riportato nella tabella successiva⁶ in termini di treni.km e veicoli.km:

	Modalità di trasporto / Indicatore		Variazione annuale dal 2037 in poi*
	Traffico Viaggiatori	Traffico ferroviario – Servizi Regionali	Treni.Km /Anno
Traffico stradale - Auto privata		Veicoli.Km/Anno	-61.002.393
Traffico stradale –Bus TPL		Veicoli.Km/Anno	-119.640
Traffico Merci	Traffico ferroviario – Servizi merci	Treni.Km /Anno	+432.752
	Traffico stradale – Veicoli merci	Veicoli.Km/Anno	-14.840.581

Il giudizio di convenienza o di apprezzamento economico-sociale dell'investimento è stato sintetizzato nel calcolo dei seguenti indicatori:

- Valore Attuale Netto Economico (VANE), ovvero la sommatoria dei saldi annuali tra costi e benefici generati dall'investimento, scontati ad un tasso predefinito;
- Tasso Interno di Rendimento Economico (TIRE), ovvero il valore del tasso che, applicato come sconto ai saldi annuali costi-benefici, rende il valore del VANE pari a zero.

⁶ Analisi sviluppata sulla base dello Studio di Trasporto

- B/C Ratio, ossia il rapporto tra Benefici attualizzati e Costi attualizzati.

Di seguito i risultati dell'ACB:

INDICATORI DI PRESTAZIONE ECONOMICA (Importi in milioni di euro)	Valore Attuale al 2023 Tasso 3%	% su Costi attualizzati e % su Benefici attualizzati
Investimento Infrastruttura	1.249,07	86,5%
Manutenzione straordinaria infrastruttura	17,64	1,2%
Costi O&M per gestione infrastruttura	41,55	2,9%
Costi di esercizio operatori ferroviari	96,72	6,7%
Investimento per anticipazione soppressione PL	38,42	2,7%
Totale Costi economici	1.443,40	100,0%
Benefici netti da Risparmi di costi operativi strada	359,35	21,2%
Benefici da Risparmi di tempo utenti ferrovia	382,21	22,6%
Benefici netti da Esternalità:	302,83	17,9%
<i>Inquinamento atmosferico</i>	34,49	11,4%
<i>Gas a effetto serra</i>	40,82	13,5%
<i>Inquinamento acustico</i>	37,20	12,3%
<i>Incidentalità</i>	121,49	40,1%
<i>Congestione</i>	68,83	22,7%
Risparmi di tempo utenti strada da soppressione PL	71,82	4,2%
Benefici netti oltre il 2060 (Valore Residuo)	575,88	34,0%
Totale Benefici economici	1.692,10	100,0%
VANE TOTALE (milioni di euro)	209,16	
TIRE	3,63%	
Rapporto B/C	1,14	

I risultati dell'ACB indicano che il Programma di Investimenti complessivamente considerato produce dei benefici netti per la collettività e pertanto può considerarsi conveniente da un punto di vista economico-sociale.



3 IL PROGETTO NEL CONTESTO TERRITORIALE DI RIFERIMENTO

All'interno dell'Area di intervento del Lotto 1 e Lotto 2 ricadono complessivamente 15 comuni, attraversati o serviti direttamente dall'infrastruttura ferroviaria di Progetto, con una popolazione totale di circa 120.000 abitanti⁷ (-0.7% rispetto al 2011, frena leggermente il trend negativo il comune di Cremona che negli ultimi 10 anni ha visto un aumento di circa 550 unità).

L'area è caratterizzata da una bassa densità abitativa, infatti, non si superano i 5.000 residenti per comune, ad eccezione di Codogno (circa 15.500 residenti), Pizzighettone (circa 6.000 residenti) e Cremona (circa 71.000 residenti).

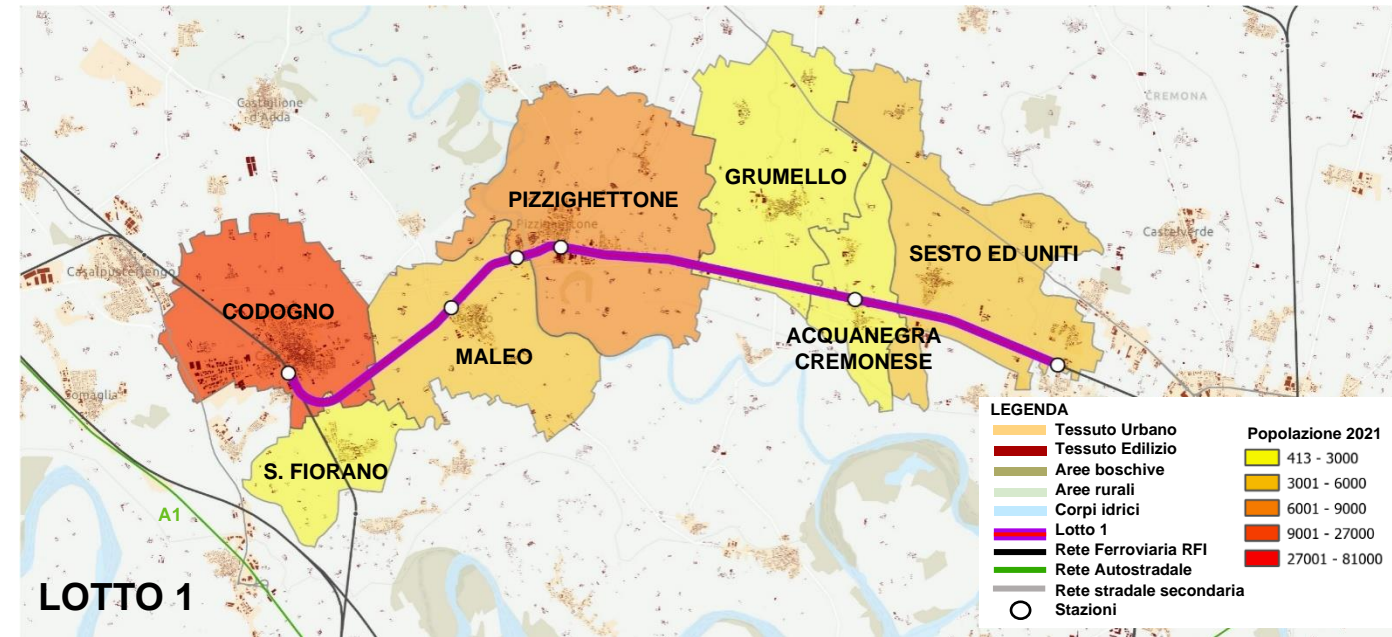


Figura 3-1 - Popolazione 2021 dei Comuni del Lotto 1

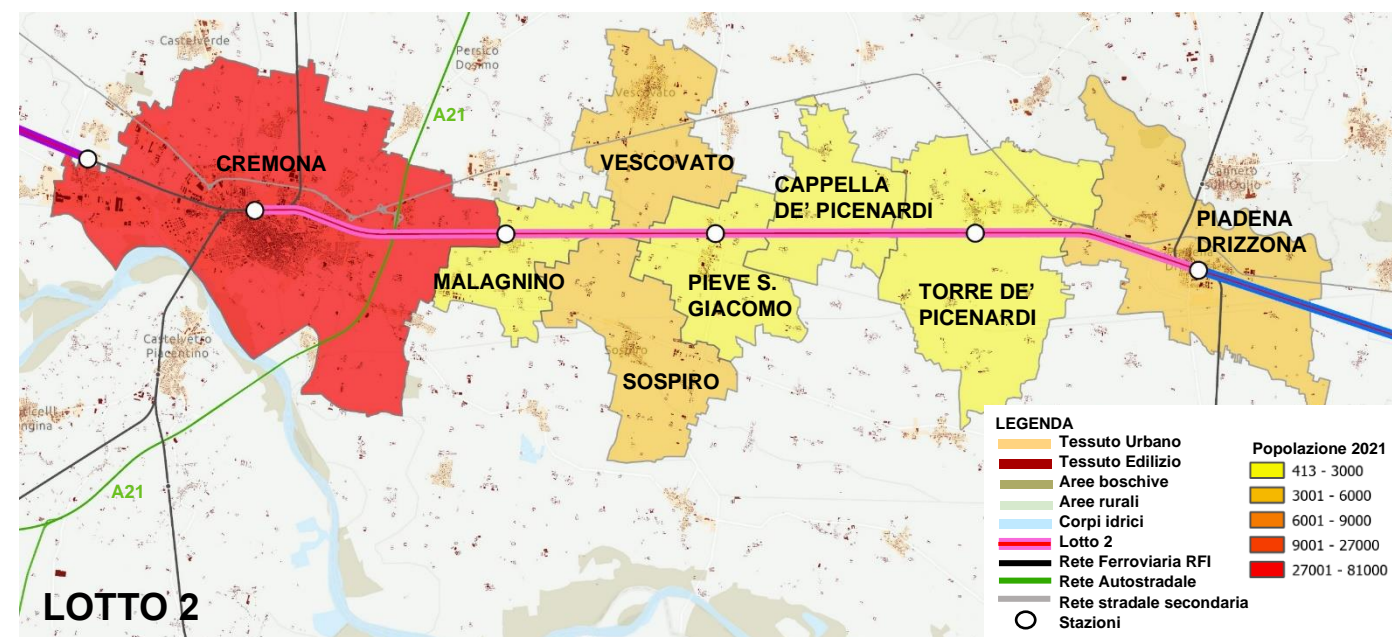


Figura 3-2 - Popolazione 2021 dei Comuni del Lotto 2

Nella zona di interesse sono presenti circa **38.000 lavoratori**⁸ (-0.6% rispetto al 2012, anche in questo caso la tendenza negativa viene mitigata da Cremona che nell'ultimo decennio è cresciuta di circa 450 unità). Il numero di lavoratori per comune non supera le 2.000 unità ad eccezione dei comuni di Codogno (circa 5.000 addetti) e Cremona (circa 25.000 addetti).

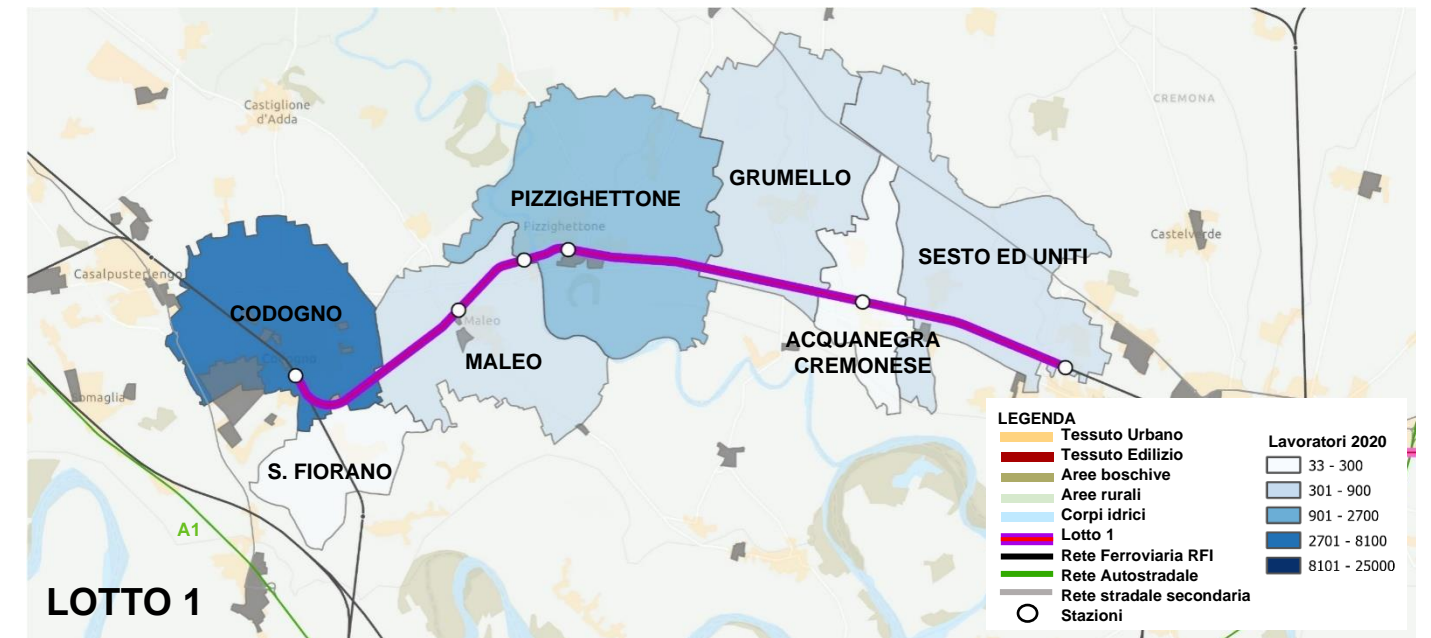


Figura 3-3 - Lavoratori 2020 dei Comuni del Lotto 1

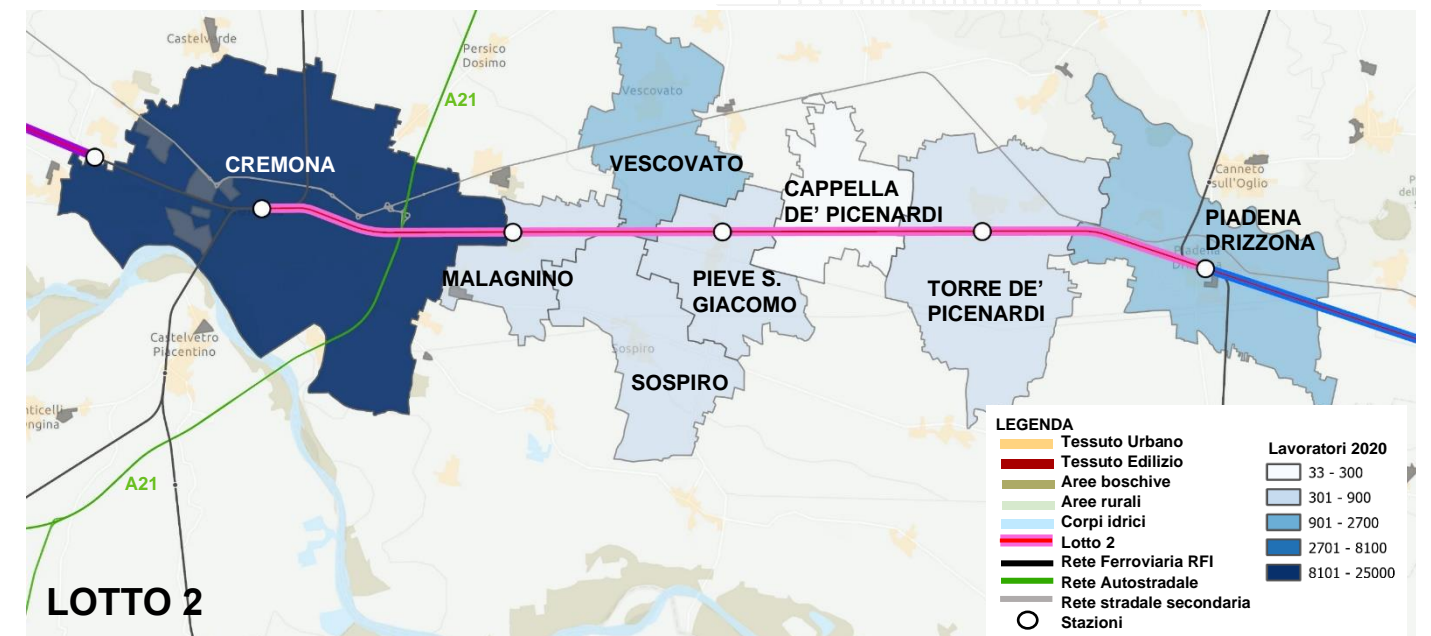


Figura 3-4 - Lavoratori 2020 dei Comuni del Lotto 2

⁷ Dato residenti ISTAT 2021

⁸ Dato addetti ISTAT 2020

Le **stazioni che rientrano** negli interventi previsti per il Lotto 1 e 2 sono un totale di **8**.

La stazione che nel 2022 ha registrato un maggiore numero di passeggeri/anno è la stazione di Ponte d'Adda (superando i 100.000 passeggeri/anno).

Di seguito l'elenco delle stazioni interessate dall'intervento:

Lotto 1

- Stazione di Maleo
- Stazione di Pizzighettone
- Stazione di Ponte d'Adda
- Stazione di Acquanegra Cremonese
- Stazione di Cavatigozzi

Lotto2

- Stazione di Villetta Malagnino
- Stazione di Gazzo Pieve S. Giacomo

Stazione di Torre De' Picenardi

3.1 Analisi del rapporto con gli strumenti di pianificazione e vincoli

3.1.1 Il rapporto con gli strumenti di pianificazione

La ricognizione degli strumenti pianificatori vigenti nell'ambito territoriale di studio è stata effettuata con riferimento alla vigente legge urbanistica regionale della Lombardia (Legge Regionale n. 12 del 11 marzo 2005 per il governo del territorio).

In sintesi, il quadro della pianificazione di riferimento è costituito dagli strumenti riportati nella seguente tabella.

Tabella 3-1 - Quadro pianificatorio di riferimento

<i>Ambito</i>	<i>Strumento</i>
Regionale	Piano Territoriale Regionale
Parco dell'Adda Sud	Piano Territoriale di Coordinamento del Parco dell'Adda Sud
Provinciale	Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale di Lodi
	Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale di Cremona (Variante)
Comunale	Piano di Governo del Territorio del Comune di Codogno
	Piano di Governo del Territorio del Comune di San Fiorano
	Piano di Governo del Territorio del Comune di Maleo

<i>Ambito</i>	<i>Strumento</i>
	Piano di Governo del Territorio del Comune di Pizzighettone
	Piano di Governo del Territorio del Comune di Grumello Cremonese ed Uniti
	Piano di Governo del Territorio del Comune di Crotta d'Adda
	Piano di Governo del Territorio del Comune di Acquanegra Cremonese
	Piano di Governo del Territorio del Comune di Sesto ed Uniti
	Piano di Governo del Territorio del Comune di Cremona
	Piano di Governo del Territorio del Comune di Derovere
	Piano di Governo del Territorio del Comune di Malagnino
	Piano di Governo del Territorio del Comune di Piadena Drizzona
	Piano di Governo del Territorio del Comune di Pieve San Giacomo
	Piano di Governo del Territorio del Comune di Sospiro
	Piano di Governo del Territorio del Comune di Cappella de Picenardi
	Piano di Governo del Territorio del Comune di Torre de Picenardi
Piano di Governo del Territorio del Comune di Vescovato	

A livello regionale è il Piano Territoriale Regionale (PTR), approvato con DCR del 19/01/2010, che costituisce «atto fondamentale di indirizzo, agli effetti territoriali, della programmazione di settore della Regione, nonché di orientamento della programmazione e pianificazione territoriale dei comuni e delle province», come previsto dall'art. 19, comma 1, della LR n. 12/2005.

La stessa LR attribuisce al PTR natura ed effetti di piano territoriale paesaggistico e, in tal senso, la medesima legge stabilisce che «entro due anni dall'approvazione del PTR, i comuni, le province, le città metropolitane e gli enti gestori delle aree protette conformano e adeguano i loro strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica agli obiettivi e alle misure generali di tutela paesaggistica dettati dal PTR, introducendo, ove necessario, le ulteriori previsioni conformative di maggiore definizione che, alla luce delle

caratteristiche specifiche del territorio, risultino utili ad assicurare l'ottimale salvaguardia dei valori paesaggistici individuati dal PTR» (Capo V, art. 77).

In particolare, le analisi delle opere in progetto sono state effettuate rispetto al Piano Territoriale di Coordinamento del Parco dell'Adda Sud, Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale di Lodi e di Cremona ed ai Piani di Governo del Territorio dei Comuni interessati dalle opere.

In merito al PTC del Parco Regionale dell'Adda Sud, si specifica che l'art. 49 delle norme indica "... che le infrastrutture, le reti, le opere viarie, gli impianti e le altre opere di interesse pubblico, qualora effettivamente necessarie e non altrimenti localizzabili al di fuori del perimetro del Parco, possono essere realizzate purché non compromettano i valori ambientali, agricoli, ecologici e paesaggistici in modo irreversibile e permanente e siano progettate ed eseguite in conformità ai criteri e indirizzi di cui al presente articolo".

Con riferimento alla pianificazione di livello provinciale, dalle analisi rispetto al PTCP di Cremona e di Lodi è emerso che le tratte ferroviarie oggetto di raddoppio risultano ricomprese tra gli elementi della ferrovia esistenti oggetto di potenziamento.

In merito alla pianificazione urbanistica, l'analisi, condotta mediante la Tavola delle previsioni di Piano dei PGT disponibile sul Geoportale Lombardia, ha evidenziato un territorio prettamente agricolo dove, solo in corrispondenza delle aree urbane è possibile individuare nuclei di antica formazione circondati da tessuti urbani consolidati, a prevalente destinazione residenziale, solo le aree urbane di Cremona e Codogno si caratterizzano inoltre dalla presenza di aree a destinazione produttiva e artigianale ed ambiti destinati a servizi di livello comunale e sovracomunale.

3.1.2 Il rapporto con il sistema dei vincoli

Il sistema dei vincoli preso a riferimento si costituisce delle seguenti tipologie di beni:

- Beni culturali (Parte seconda del D.lgs. 42/2004 e smi)
- Beni paesaggistici (Parte Terza del D.lgs. 42/2004 e smi e segnatamente artt. 136 "Immobili ed aree di notevole interesse pubblico", 142 "Aree tutelate per legge")
- Aree naturali protette, così come definite dalla L. 394/91 e dal Piano generale delle aree protette lombarde ai sensi della LR n. 86 del 30 novembre 1983
- Siti della Rete Natura 2000
- Aree soggette a vincolo idrogeologico (RD 3267/1923)

Beni culturali

Nonostante la numerosa presenza di beni architettonici di interesse culturale dichiarato dislocata all'interno del territorio indagato, solo un tratto delle opere di linea relative al raddoppio ferroviario del Lotto 2 risulta interessare le porzioni più marginali delle aree pertinenziali del Complesso Cascina Cà dé Marozzi (DM 31-07-1995), sito nel Comune di Malagnino.

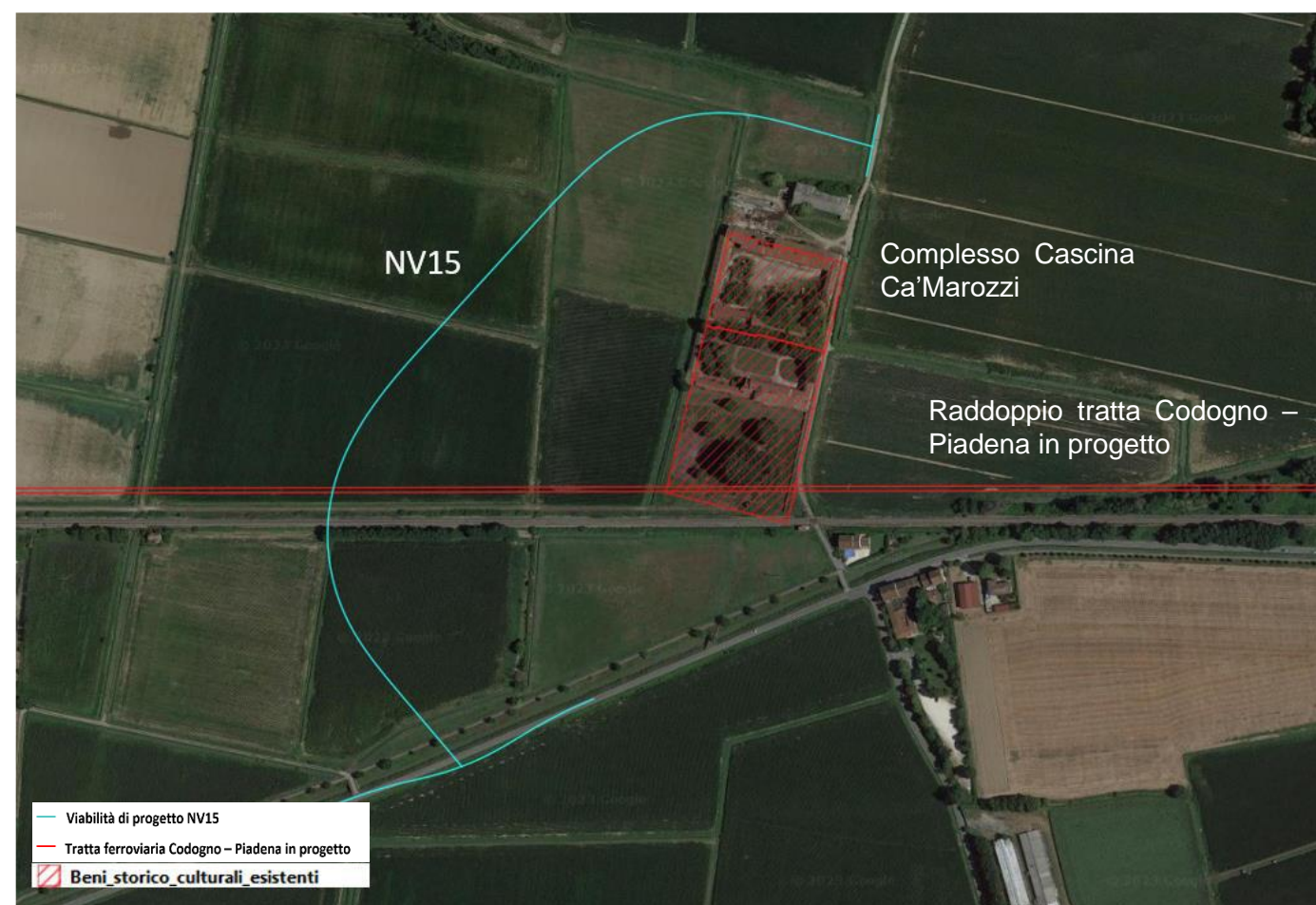


Figura 3-5 - Rapporto tra il Complesso Cascina Cà dé Marozzi, sito in Comune di Malagnino, e le opere in progetto

Beni paesaggistici

Le opere in progetto interessano i seguenti beni paesaggistici di cui al D.lgs. 42/04:

- Art. 136 del D.lgs. 42/2004 Immobili ed aree di notevole interesse pubblico
 - Sponde del fiume Adda, Pizzighettone (DM 29/06/1965)
 - Viale dei pioppi piramidali (DM 6/04/1965)
- Art. 142 del D.lgs. 42/2004 Aree tutelate per legge
 - lett. c) i fiumi, i torrenti e corsi d'acqua iscritti negli elenchi previsti dal testo unico delle disposizioni di legge sulle acque ed impianti elettrici, approvato con regio decreto 11 dicembre 1933, n. 1775, e le relative sponde o piedi degli argini per una fascia di 150 metri ciascuna
 - lett. f) i parchi e le riserve nazionali o regionali, nonché i territori di protezione esterna dei parchi
 - lett. g) i territori coperti da foreste e da boschi, ancorché percorsi o danneggiati dal fuoco, e quelli sottoposti a vincolo di rimboschimento, come definiti dagli articoli 3 e 4 del decreto legislativo n. 34 del 2018

Le aree di notevole interesse pubblico di cui all'art. 136 del D.lgs. 42/2004 e smi interessate dalle opere riguardano:

- Sponde del fiume Adda (DM 29/06/1965)

Come riportato dal DM 29/06/1965, il riconoscimento dell'interesse pubblico è declinato rispetto al valore storico, urbanistico, monumentale e panoramico, nonché estetico tradizionale degli elementi costituenti l'area vincolata, che diviene oggetto di fruizione da punti di vista e belvedere. Stante ciò, considerando la localizzazione del tutto marginale delle opere di raddoppio ferroviario della linea esistente, risulta ragionevole ritenere che l'entità delle opere previste sia tale da non pregiudicare gli elementi oggetto di tutela e degli attuali rapporti percettivi intercorrenti tra l'area vincolata ed i punti di vista e belvedere.

- Viale dei pioppi piramidali (DM 6/04/1965)

Per tale bene, sito nel comune di Pizzighettone, il riconoscimento dell'interesse pubblico è declinato alla conservazione della lunga fila di pioppi piramidali che conferisce un aspetto piacevole alla località.

Pertanto, considerando che si tratta di un adeguamento di una viabilità esistente, finalizzato alla soppressione del passaggio a livello esistente, è ragionevole ritenere che non vi sia alcuna compromissione degli elementi per i quali è stato riconosciuto il notevole interesse pubblico.



Figura 3-6 - Rapporto tra opere in progetto e beni paesaggistici Art. 136 D.lgs 42 /04

Entrando nel merito delle aree tutelate per legge di cui all'art. 142 co.1 del D.lgs 42/2004 e smi, nella pressoché totalità dei casi in cui l'opera in progetto interessa aree tutelate per legge, tali situazioni riguardano

i fiumi, torrenti, corsi d'acqua e le relative sponde o piedi degli argini per una fascia di 150 metri ciascuna (art. 142 co. 1 lett. c) ed i parchi e le riserve nazionali o regionali (art. 142 co. 1 lett. f) mentre quelle riguardanti i territori coperti da foreste e da boschi (art. 142 co. 1 lett. g) risultano marginali.

Aree naturali protette e Rete Natura 2000

L'ambito attraversato dalle tratte ferroviarie oggetto di raddoppio è connotato dalla presenza di territori ricadenti all'interno di aree protette e siti Natura 2000.

Nello specifico, le aree protette ricadenti entro una distanza inferiore di 5 km dall'asse ferroviario oggetto di raddoppio sono riportate nella tabella che segue, con indicate le rispettive distanze minime intercorrenti con le opere in progetto.

Area protetta	Distanza minima dagli assi oggetto di raddoppio
Riserva naturale Monticchie (EUAP0319)	2,8 km circa dalle opere in progetto di Lotto 1
Parco Regionale dell'Adda Sud	Interessato dalle opere in progetto di Lotto 1
Monumento naturale I Lagazzi (EUAP0897)	1,7 km circa dalle opere in progetto di Lotto 2
Riserva naturale regionale Le Bine (EUAP0315)	4,9 km circa dalle opere in progetto di Lotto 2
Parco regionale dell'Oglio Sud	250 m circa dalle opere in progetto di Lotto 2
PLIS Parco del Po e del Morbasco	Interessato dalle opere in progetto di Lotto 1 e a circa 900 m dalle opere in progetto di Lotto 2
PLIS del Brembiolo	2,4 km circa dalle opere in progetto di Lotto 1
PLIS Parco della Valle del Serio Morto	4 km circa dalle opere in progetto di Lotto 1

Tabella 3-2 -Rapporto tra opere in progetto ed aree protette

Di queste, si segnala l'interessamento del Parco regionale dell'Adda Sud e del PLIS Parco del Po e del Morbasco da parte delle opere di linea di Lotto 1.

Analogamente, anche per quanto attiene alla Rete Natura 2000, è possibile individuare i siti ricadenti entro una distanza inferiore di 5 km dall'asse ferroviario oggetto di raddoppio. Nello specifico, i siti presenti sono riportati nella tabella che segue, con indicate le rispettive distanze minime intercorrenti con le opere in progetto.

Area protetta	Distanza minima dagli assi oggetto di raddoppio
ZSC/ZPS Monticchie (IT2090001)	2,8 km circa dalle opere in progetto di Lotto 1
ZSC Bosco Valentino (IT2090011)	2,5 km circa dalle opere in progetto di Lotto 1
ZSC Morta di Pizzighettone (IT20A0001)	550 m circa dalle opere di linea e a circa 100 m dalla NV07 di Lotto 1
ZSC Spiaggioni di Spinadesco (IT20A0016)	2,6 km circa dalle opere in progetto di Lotto 1
ZPS Spinadesco (IT20A0501)	2,6 km circa dalle opere in progetto di Lotto 1
ZSC Le Bine (IT20A0004)	4,9 km circa dalle opere in progetto di Lotto 2
ZSC Lanche di Gerra Gavazzi e Runate (IT20B0004)	3,4 km circa dalle opere in progetto di Lotto 2
ZSC / ZPS Fiume Po da Rio Boriacco a Bosco Ospizio (IT4010018)	2,6 km circa dalle opere in progetto di Lotto 1
ZPS Parco Regionale Oglio Sud (IT20B0401)	1,3 km circa dalle opere in progetto di Lotto 2

Tabella 3-3 - Rapporto tra opere in progetto e siti Natura 2000

Per quanto riguarda i siti Natura 2000 non si rileva alcun interessamento diretto da parte delle opere in progetto e relative aree di cantiere fisso, essendo la distanza minima intercorrente pari a circa 550 m dalle opere di linea e 100 m dall'opera viaria connessa NV07 di Lotto 1 e rappresentata dalla ZSC Morta di Pizzighettone (IT20A0001).

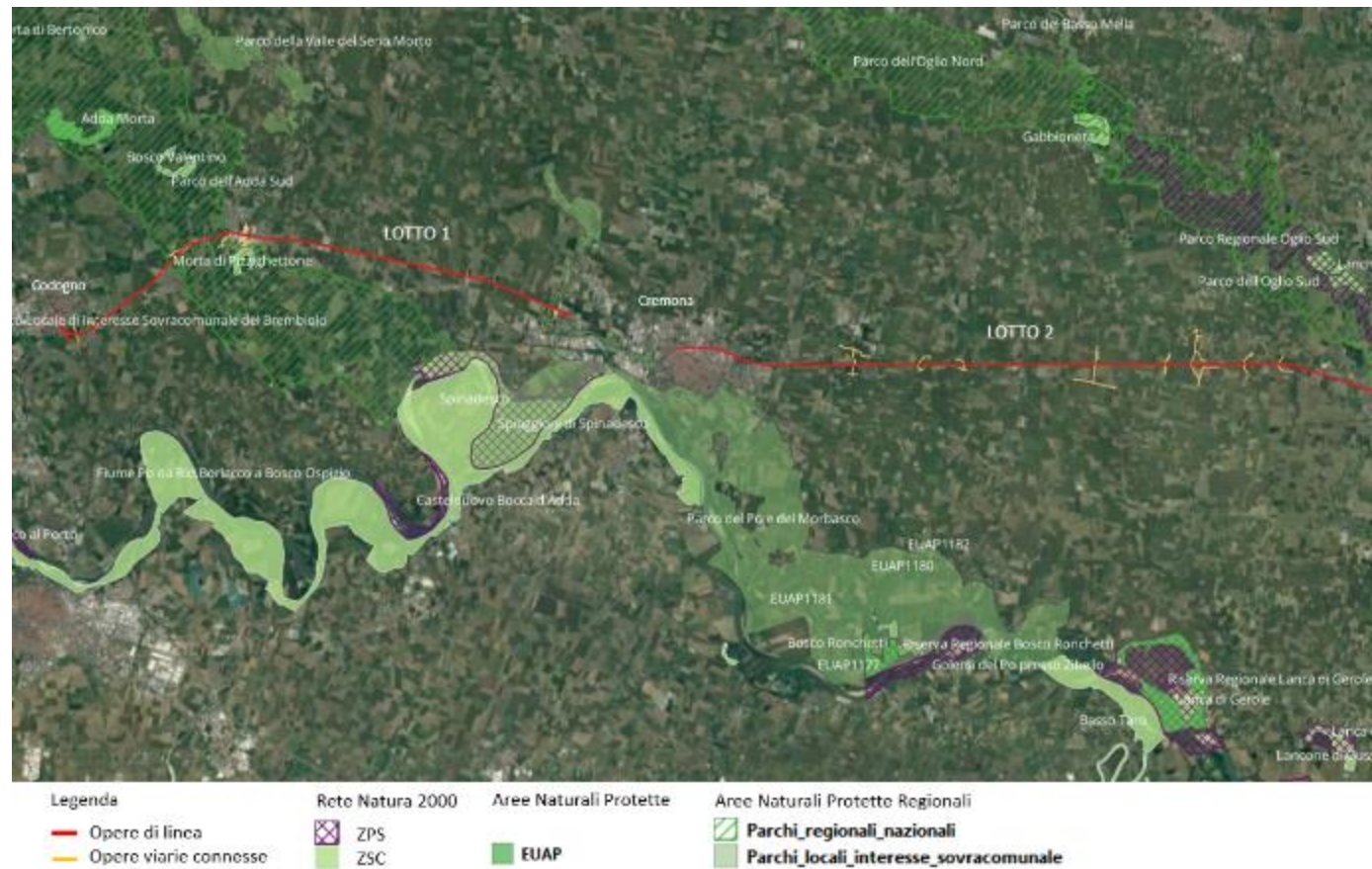


Figura 3-7 - Rapporto tra opere in progetto Aree protette e siti Natura 2000

Aree soggette a vincolo idrogeologico

Le analisi condotte hanno evidenziato che solo un breve tratto di raddoppio afferente al Lotto 1 risulta attraversare aree gravate da vincolo idrogeologico ai sensi del RDL 3267/1923, posto in corrispondenza dell'asta fluviale del Fiume Adda. In aggiunta a ciò, anche le aree di cantiere 1.AT.06A e 1.AT.06B risultano interni ad aree gravate da tale vincolo.

In tal senso, il citato RDL stabilisce che ogni movimento di terreno diretto a trasformare i boschi in altre qualità di coltura ed i terreni saldi in terreni soggetti a periodica lavorazione (o che, comunque, comportino modifiche all'uso del suolo del terreno vincolato e alla morfologia), deve essere preceduto da una richiesta di autorizzazione all'Ufficio Dipartimentale delle Foreste competente per il territorio nel quale sussista vincolo idrogeologico.

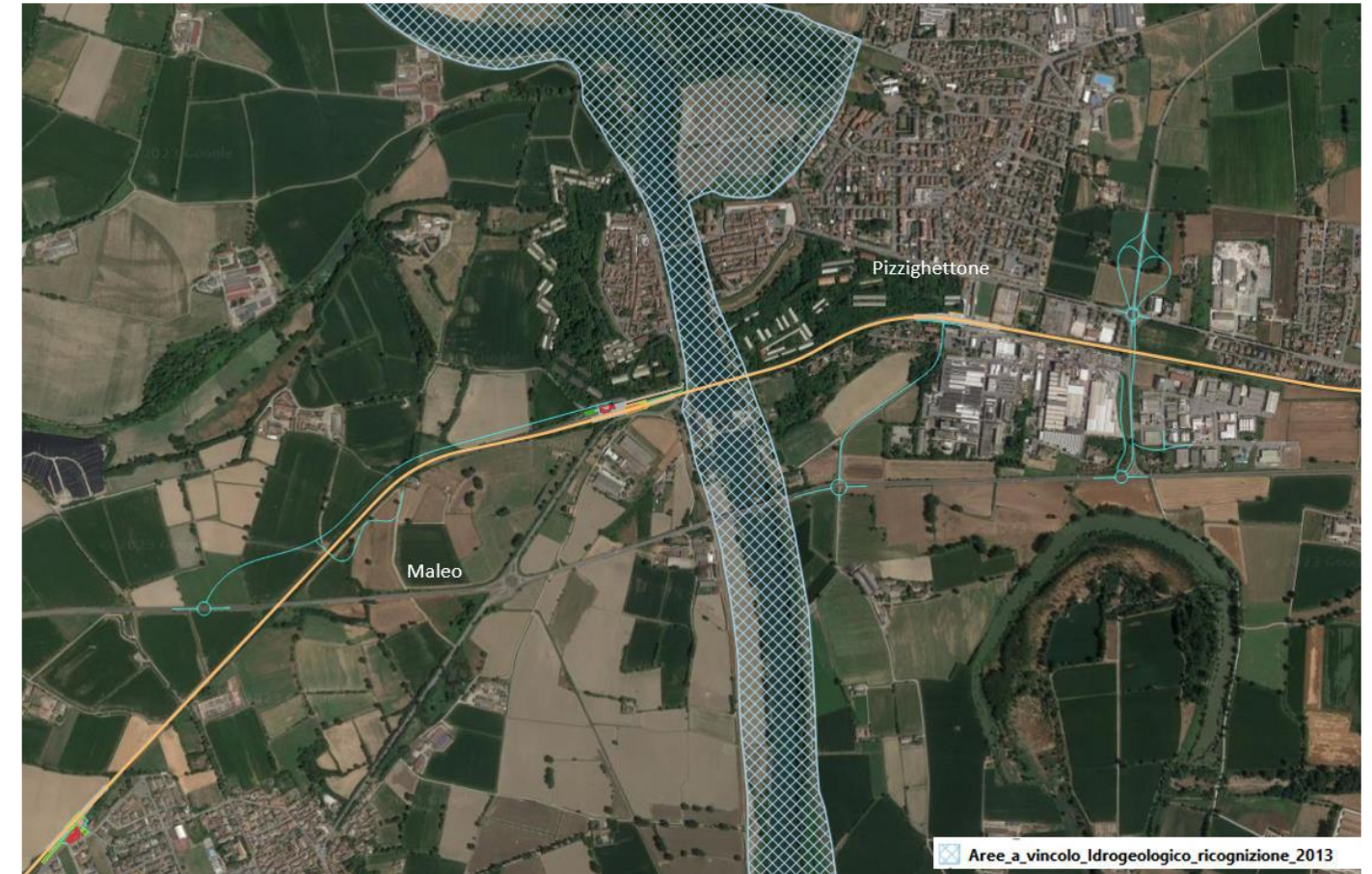


Figura 3-8 - Aree soggette a vincolo idrogeologico ai sensi del RD 3267/23 (Fonte: Geoportale Regione Lombardia)

3.2 Analisi delle alternative progettuali

Nel caso in specie, il tema delle alternative di progetto risulta strettamente correlato, da un lato, agli obiettivi posti alla base dell'iniziativa stessa e, dall'altro, alle scelte progettuali attraverso le quali è stata data risposta agli obiettivi di progetto.

Entrando nel merito degli obiettivi dell'iniziativa, in primo luogo occorre evidenziare che la "Riqualficazione Milano – Codogno – Cremona – Mantova" e, con ciò, anche gli interventi oggetto del presente studio, sono inseriti nel Programma Regionale Mobilità e Trasporti (PRMT) che Regione Lombardia ha approvato con DCR 1245 del 20 settembre 2016 (cfr. Figura 3-11).

Come riportato nel capitolo 7 della Relazione di Piano⁹ in merito alla Riqualficazione Milano-Codogno-Cremona-Mantova (intervento F15), «questo intervento di riqualficazione è finalizzato a regolarizzare il servizio ferroviario» e consentirà di «procedere al completamento del cadenzamento orario del sistema RE Milano-Cremona-Mantova¹⁰».

In tal senso, Regione Lombardia e Rete Ferroviaria Italiana hanno di recente firmato impegni e convenzioni attuative volti a conseguire l'obiettivo di creare le condizioni per incrementare la regolarità lungo la relazione regionale Milano – Mantova e per arrivare ad assicurare la frequenza di 1 treno/ora per direzione.

⁹Il capitolo è dedicato al "Sistema delle azioni"

¹⁰PRMT, Relazione di Piano, pag. 182

Oltre a ciò, occorre evidenziare che la linea in questione presenta un notevole interesse merci legato, non solo alla presenza degli impianti industriali raccordati di cui il principale è Cavatigozzi, quanto anche al fatto che detta linea fa parte del corridoio alternativo al Mediterraneo. In caso di indisponibilità per lavori, essa rappresenta un itinerario alternativo utilizzato per consentire l'inoltro dei treni.

Sulla scorta di tali presupposti, successivi approfondimenti svolti dalle strutture territoriali di RFI congiuntamente a Regione Lombardia, hanno messo in evidenza la necessità di approfondire la tratta prioritaria di raddoppio, anche alla luce del modello di esercizio che sarà adottato da Regione stessa.

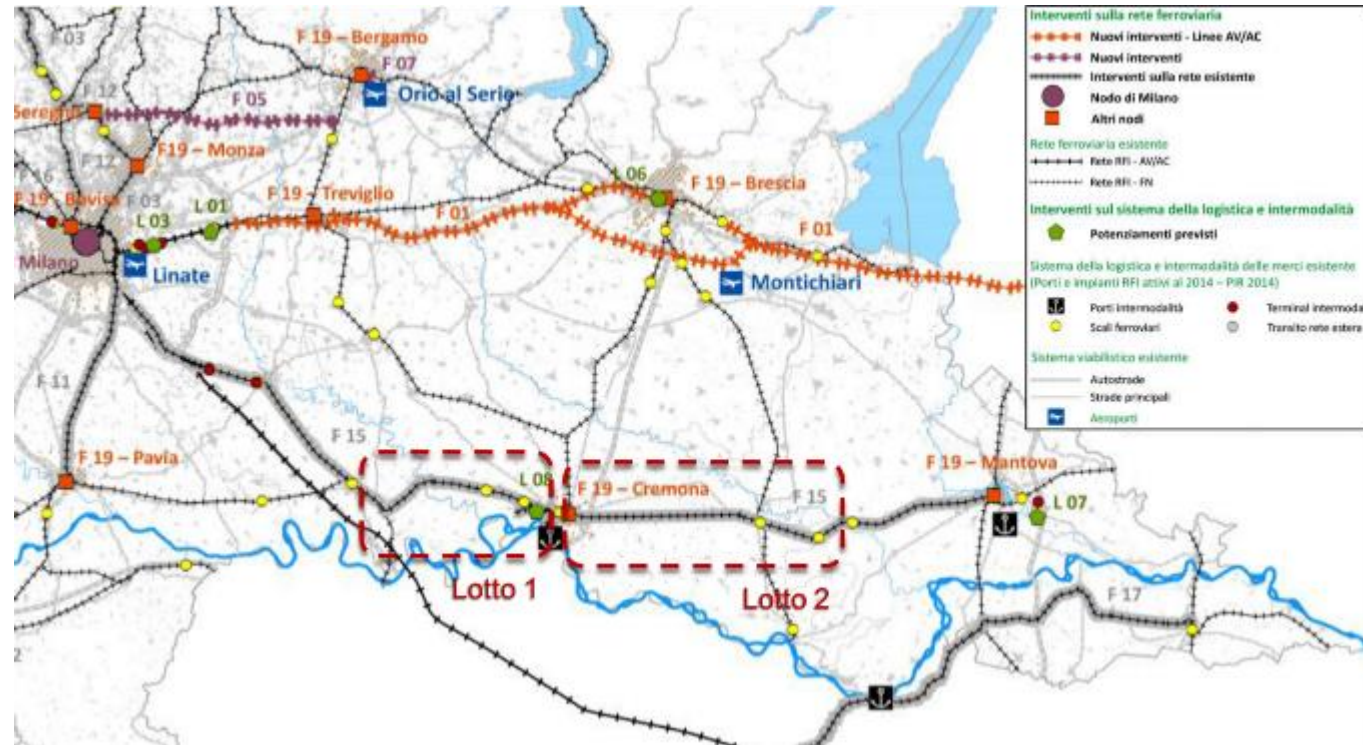


Figura 3-9 - PRMT – Tav. 1 Interventi sulla rete ferroviaria e sul sistema della logistica e intermodalità delle merci

Per quanto invece concerne gli aspetti progettuali, come già ampiamente illustrato, il progetto di raddoppio della linea Codogno – Cremona – Mantova è suddiviso in tre lotti, dei quali, le tratte afferenti ai Lotto 1 e Lotto 2 sono oggetto del presente studio.

Per tali lotti, le scelte concernenti la configurazione di progetto prescelta sono scaturite da una analisi di quattro alternative o soluzioni che hanno condotto a prevedere per il Lotto 1, tratta Codogno – Cavatigozzi, il raddoppio in stretto affiancamento da eseguirsi in interruzione prolungata di esercizio ferroviario e per il Lotto 2, tratta Cremona – Piadena, il raddoppio con tratti in variante tramite la realizzazione di un nuovo binario, da eseguirsi in presenza di esercizio ferroviario.

soluzione 1	raddoppio in stretto affiancamento con il mantenimento dell'esercizio ferroviario	Lotto 2 parziale applicazione per mantenimento in esercizio stazioni esistenti
soluzione 2	raddoppio in variante con la realizzazione di un nuovo singolo binario	-
soluzione 3	raddoppio in variante con la realizzazione di un nuovo doppio binario	Lotto 2 tratta Cremona – Piadena
soluzione 4	raddoppio in stretto affiancamento con l'interruzione dell'esercizio ferroviario	Lotto 1 tratta Codogno – Cavatigozzi

Nel seguito vengono espone le motivazioni e la loro evoluzione che hanno condotto alla definizione della configurazione progettuale prescelta per ciascun Lotto.

Per la tratta Codogno – Cavatigozzi (Lotto 1), la prima ipotesi progettuale prevedeva in generale la realizzazione del binario di raddoppio a 5.50m dal binario esistente, in sinistra o in destra a seconda delle necessita funzionali e delle condizioni al contorno. Le fasi costruttive prevedevano che il binario di raddoppio (rilevato, piattaforma ferroviaria, armamento, tecnologie) fosse realizzato in affiancamento all'esistente in esercizio. Successivamente alla realizzazione del binario di raddoppio, era prevista la demolizione del binario e della piattaforma esistente e la realizzazione di una nuova piattaforma ferroviaria in continuità alla sede già realizzata.

La linea storica è altimetricamente quasi sul piano campagna e le opere idrauliche esistenti hanno dimensioni ridotte che risultano, quindi, non essere rispondenti all'attuale quadro normativo vigente e adeguate a convogliare in sicurezza le portate di progetto né permettono un'agevole attività di manutenzione e ispezione.

Pertanto, nell'ambito del progetto di raddoppio della linea attuale si era reso necessario un innalzamento del piano del ferro al fine di adeguare le dimensioni dei numerosi attraversamenti idraulici esistenti, di consentire il transito delle portate di progetto con un adeguato franco di sicurezza e di garantire dimensioni minime compatibili con le attività di manutenzione e ispezione.

L'innalzamento del piano del ferro previsto dal progetto era in media di circa 1.50, fino a un massimo di 2.20 m in alcuni punti specifici, ad eccezione dell'attraversamento del fiume Adda dove è necessario un innalzamento ancora maggiore.

Successivamente è stato condotto un approfondimento progettuale che ha portato alla scelta della soluzione del raddoppio in stretto affiancamento in assenza di esercizio.

Per tale Lotto 1, non sono state considerate vere e proprie alternative, in quanto il tracciato è molto vincolato, prevedendo solo leggere variazioni dei raggi delle curve per collegarsi al meglio alla diramazione della linea.

Per quanto invece concerne l'opera di scavalco in viadotto ferroviario sul Fiume Adda, la scelta di prevedere la realizzazione di tale opera sull'impronta planimetrica del ponte esistente, da demolire, è stata dettata dalle motivazioni a seguire che hanno portato ad escludere l'ipotesi di varianti del tracciato ferroviario sia a valle che a monte dell'attraversamento esistente:

- l'ipotesi di variante di tracciato a valle risulterebbe interferente con le opere di presa/derivazione delle Centrali Idroelettriche di Pizzighettone e Maleo gestite dalla Società Edison. L'attraversamento ferroviario in progetto, in tal caso, comporterebbe la necessità di ricollocare le opere di presa/derivazione anzidette con tutte le ricadute che questo avrebbe sia sul Fiume Adda e sul funzionamento delle Centrali stesse.
- l'ipotesi di variante di tracciato a monte risulterebbe interferente con una ex zona militare di proprietà dell'Agenzia del Demanio e con zone soggette a vincoli specifici.

Le soluzioni a confronto:	Applicazione tratta
---------------------------	---------------------



Figura 3-10 - VI01 – Viadotto sul fiume Adda a Pizzighettone in progetto: ipotesi variante di tracciato a valle del ponte esistente



Figura 3-11 -VI01 – Viadotto sul fiume Adda a Pizzighettone in progetto: ipotesi variante di tracciato a monte del ponte esistente (interferenza area demaniale)



Art. 35
Subzona di rispetto paesaggistico monumentale
"...sono vietate nuove edificazioni [...] tutto quanto costituisca alterazione dei rapporti paesaggistici e delle visuali, nell'ambito dell'intero contesto sottoposto a tutela..."

Art. 23
Edificati di importanza storica come archeologia industriale (vincolati ai sensi del D. Lgs. 42/2004)

Art. 23
Zone ambientali naturali e aree umide
"...non sono ammesse attività antropiche comportanti danneggiamento della vegetazione naturale e delle zone umide, quali opere edilizie, sbancamenti, livellamenti..."

Figura 3-12 - VI01 – Viadotto sul fiume Adda a Pizzighettone in progetto: ipotesi variante di tracciato a monte del ponte esistente (interferenza zone soggette a vincoli specifici)

Per la tratta Cremona - Piadena (Lotto 2), la prima ipotesi progettuale prevedeva in generale la realizzazione del binario di raddoppio a 5.50 m dal binario esistente, in sinistra o in destra a seconda delle necessità funzionali e delle condizioni al contorno. Le fasi costruttive prevedevano che il binario di raddoppio (rilevato, piattaforma ferroviaria, armamento, tecnologie) fosse realizzato in affiancamento all'esistente in esercizio. Successivamente alla realizzazione del binario di raddoppio, era prevista la demolizione del binario e della piattaforma esistente e la realizzazione di una nuova piattaforma ferroviaria in continuità alla sede già realizzata.

La soluzione progettuale successivamente approfondita prevede il raddoppio in presenza di esercizio, con realizzazione di nuova sede a doppio binario in variante, a distanza di circa 20.50 m dal binario esistente, eccetto in corrispondenza degli impianti e della cavalcaferrovia esistenti ove è previsto il raddoppio in stretto affiancamento.

Le fasi costruttive prevedevano che il binario di raddoppio (rilevato, piattaforma ferroviaria, armamento, tecnologie) sia realizzato a una distanza di 20.50 m dal binario esistente. Successivamente alla realizzazione della nuova sede di raddoppio a singolo binario, l'esercizio viene spostato sul nuovo singolo binario in modo da poter adeguare, in sede, il binario esistente rendendo compatibile il piano del ferro con quello della nuova sede.

Partendo da tale soluzione, per il primo tratto, in uscita da Cremona (km 27+330 LS) fino alla fermata di Villetta Malagnino (km 35+980), il tracciato ripercorre l'esistente con un interasse di 4 m (stretto affiancamento) in quanto la zona rientra in un contesto fortemente urbanizzato, con presenza di edifici sia in destra che sinistra; di conseguenza non è stato possibile valutare un'alternativa in variante all'uscita da Cremona.

Dalla fermata di Villetta Malagnino, il raddoppio è stato previsto in variante, ad una distanza interasse di circa 20 m, riportando il raddoppio sul piano ferro esistente in corrispondenza delle stazioni/fermate lungo la linea del lotto 2. Questo approccio è stato adottato in corrispondenza di ogni stazione o fermata o per la presenza di opere esistenti da salvaguardare.

L'entità del rapporto intercorrente tra tratti in affiancamento stretto e quelli in variante rende evidente come qualsiasi altra soluzione progettuale differente da quella prevista in progetto, sotto il profilo ambientale avrebbe comportato una serie di effetti di entità nettamente maggiore rispetto a quelli descritti.

Tale affermazione trova maggiore fondamento nel caso in specie in ragione della presenza di una serie di progetti concernenti la rete autostradale e, in particolare, di quello relativo all'Integrazione del sistema transpadano direttrice Cremona-Mantova - Tratto Cremona-Mantova Sud", peraltro anch'esso previsto nel citato PRMT di Regione Lombardia (cfr. Figura 3-15).

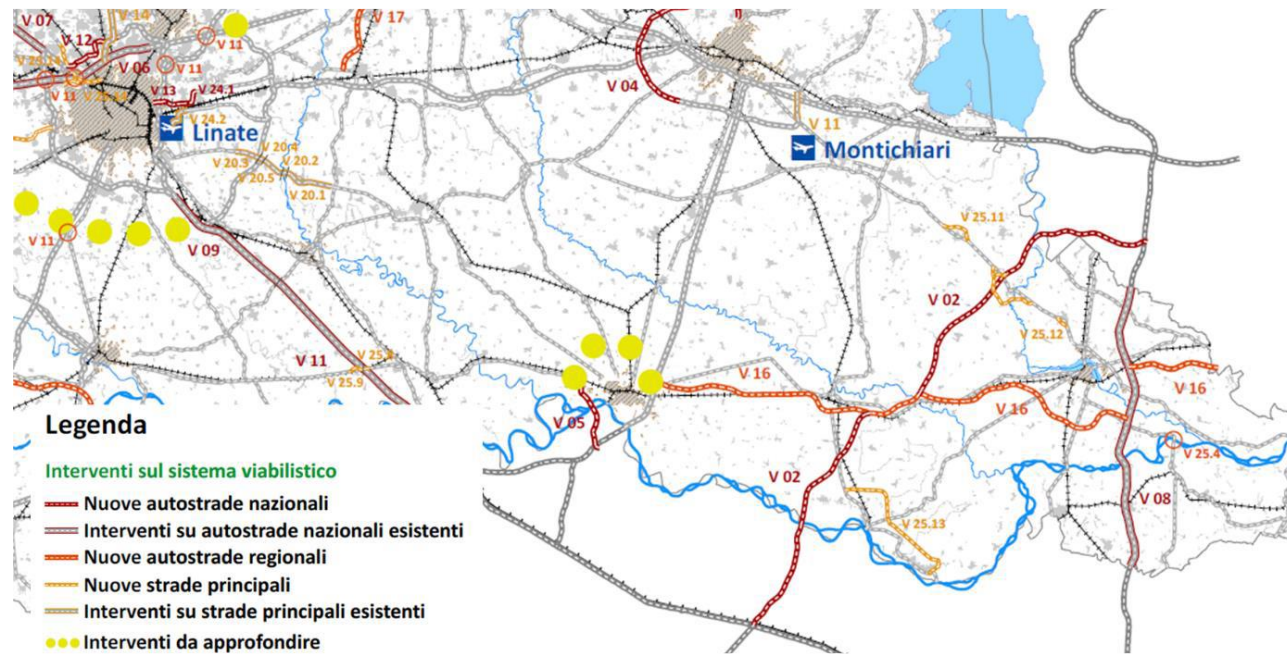


Figura 3-13 - PRMT - Tav. 3 Interventi sulla rete viaria

La conseguente prossimità intercorrente tra i due assi infrastrutturali, ferroviario ed autostradale, se da un lato costituisce un elemento di condizionamento rispetto all'effettiva possibilità di perseguire qualsiasi altra soluzione progettuale che non sia quella dell'affiancamento stretto, dall'altro rappresenta un'opportunità, in quanto dà luogo alla creazione di un corridoio infrastrutturale, con una conseguente limitazione dell'impegno di territorio.

Stante quanto sopra rappresentato, appare evidente come nel caso in specie, l'unica alternativa che sia, almeno sotto il profilo teorico, prospettabile, sia rappresentata dalla cosiddetta Alternativa Zero, ossia dall'alternativa di non intervento.

Tale soluzione, oltre a risultare incoerente con l'assetto di rete infrastrutturale perseguito da Regione Lombardia attraverso l'approvazione del PRMT, non consentirebbe di:

- incrementare la capacità sulla linea Codogno – Mantova;
- aumentare la regolarità della circolazione grazie anche alla soppressione dei PL pubblici e privati;
- ridurre i tempi di percorrenza grazie anche all'eliminazione dei vincoli legati alla necessità di incrocio fra treni

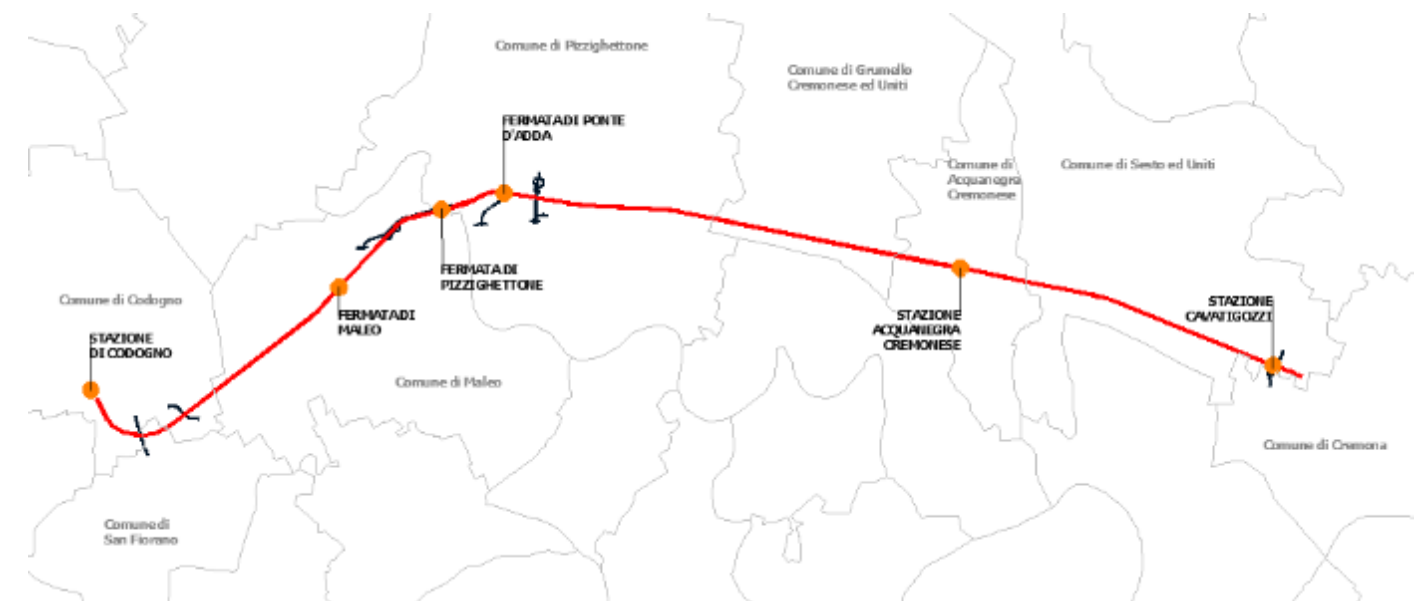
e, con ciò, di conseguire l'obiettivo del potenziamento del servizio RE, indicato da Regione stessa, funzionale a determinare un'offerta di trasporto pubblico su ferro che consenta una reale diversione modale dalla gomma privata a favore di detta modalità di trasporto.

3.3 La soluzione progettuale

L'opera in progetto è articolata in due lotti, denominati Lotto 1 e Lotto 2, le cui principali caratteristiche sono le seguenti:

- **Lotto 1 Codogno – Cavatigozzi**
 - Origine: Fabbricato Viaggiatori della stazione di Codogno (Km 0+000)
 - Termine: Fabbricato Viaggiatori della stazione di Cavatigozzi (Km 22+159)
 - Lunghezza: circa 22 chilometri
- **Lotto 2 Cremona – Piacenza**
 - Origine: Stazione di Cremona (Km 27+166)
 - Termine: Fabbricato Viaggiatori della stazione di Piacenza (Km 55+426)
 - Lunghezza: 28 chilometri

3.3.1 Il Lotto 1 Codogno – Cavatigozzi: Il tracciato e le opere



L'intervento di raddoppio lungo il Lotto 1 consiste in un allargamento dell'attuale rilevato ferroviario, in stretto affiancamento alla linea ferroviaria esistente, da eseguirsi in interruzione prolungata di esercizio ferroviario.

Le opere d'arte maggiori, ossia i principali interventi strutturali, riguardano:

- *Viadotto sul Fiume Adda a Pizzighettone (VI01)*, costituito da tre campate ed ubicato sull'impronta planimetrica del ponte esistente, previsto in demolizione di cui ne riprende l'architettura (cfr. Figura 3-16 e Figura 3-17)
- *Nuovo viadotto VI02*, a singola campata, che sottende i binari del raddoppio in corrispondenza della strada provinciale SP56 a Sesto Cremonese (cfr. Figura 3-18).



Figura 3-14 - Ponte ferroviario esistente sul Fiume Adda a Pizzighettone: vista di monte da Codogno verso Cavatigozzi



Figura 3-15 - Viadotto sul Fiume Adda a Pizzighettone (VI01): vista lato monte configurazione post operam

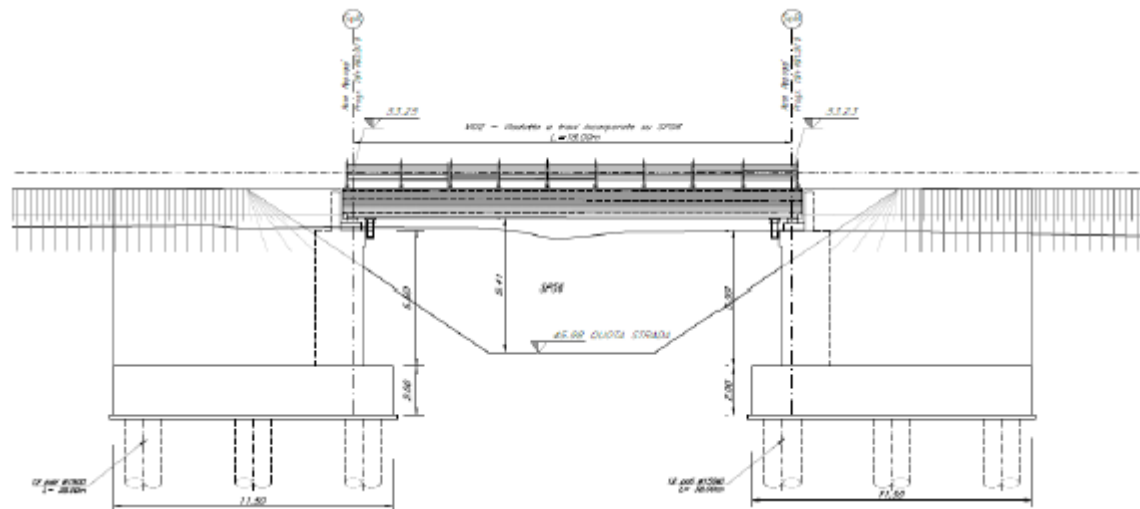


Figura 3-16 - Prospetto/sezione longitudinale del viadotto VI02

Lungo il tracciato è prevista l'eliminazione di tutti i passaggi a livello esistenti, prevedendo il mantenimento della continuità dei collegamenti esistenti mediante la realizzazione di opere sostitutive che, in questa tratta, sono rappresentate dalle seguenti opere viarie:

- cavalcaferrovia IV01 nel comune di Codogno per dare continuità alla SP 116 che attualmente scavalca la linea ferroviaria ma la cui opera non permette il sottopassaggio del nuovo binario in aggiunta all'esistente;
- cavalcaferrovia IV02 nel comune di Codogno in sostituzione al passaggio a livello su via Martiri di Spielberg;
- cavalcaferrovia IV07 nel comune di Pizzighettone in sostituzione al passaggio a livello sulla strada provinciale SP84
- Sottovia SL12 nel comune di Cavatigozzi in sostituzione al passaggio a livello su via Casanova

La realizzazione del raddoppio sarà eseguita in presenza di esercizio ferroviario.

In questa seconda tratta si prevede l'inserimento di un'unica opera maggiore individuata nel VI04, ponte a doppio binario, che scavalca il canale posto al km 39+070 circa (cfr. Figura 3-19)

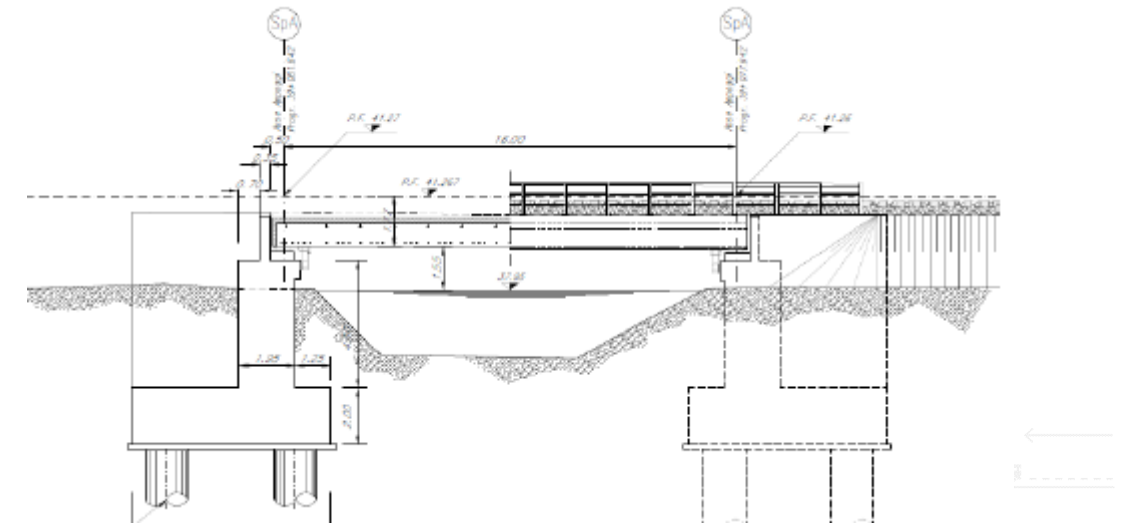


Figura 3-17 - Prospetto/sezione longitudinale del viadotto VI04

Lungo il tracciato è prevista l'eliminazione di tutti i passaggi a livello esistenti, prevedendo il mantenimento della continuità dei collegamenti esistenti mediante la realizzazione di opere sostitutive che in questa tratta sono rappresentate dalle seguenti opere viarie:

- cavalcaferrovia IV14 nel comune di Malagnino in sostituzione al passaggio a livello in corrispondenza della strada provinciale SP46
- cavalcaferrovia IV15 nel comune di Malagnino in sostituzione al passaggio a livello in corrispondenza della strada provinciale SP27
- cavalcaferrovia IV16 nel comune di Vescovato in sostituzione al passaggio a livello in corrispondenza della strada provinciale SP27
- cavalcaferrovia IV17 nel comune di Cappella de' Picenardi in sostituzione al passaggio a livello in corrispondenza della strada provinciale SP28
- cavalcaferrovia IV19 nel comune di Torre de' Picenardi in sostituzione al passaggio a livello in corrispondenza della strada vicinale
- cavalcaferrovia IV20 nel comune di Torre de' Picenardi in sostituzione al passaggio a livello in corrispondenza della strada locale
- cavalcaferrovia IV21 nel comune di Torre de' Picenardi in sostituzione al passaggio a livello in corrispondenza della strada provinciale SP70

- cavalcaferrovia IV22 nel comune di Torre de' Picenardi in sostituzione al passaggio a livello in corrispondenza della strada provinciale SP30.

È inoltre previsto il mantenimento dei collegamenti pedonali e ciclabili esistenti ed in particolare:

- SL35 al km Nuovo sottovia Ciclopedonale al 29+548 nel comune di Cremona per il ripristino del percorso di Via Ospedaletto.

Sono inoltre previsti nuovi attraversamenti idraulici, realizzati in sostituzione degli esistenti, con opere d'arte opportunamente dimensionate per mantenere la continuità idraulica dei canali irrigui, dei fossi esistenti.

Interventi Piazzale e Stazione

Il progetto di raddoppio nella tratta Cremona – Piadena predispose a livello funzionale la modifica e adeguamento dei binari delle fermate Villetta Malagnino, Gazzo Pieve San Giacomo e della stazione Torre De' Picenardi.

Il progetto prevede:

- la valorizzazione del fabbricato viaggiatori storico con interventi puntuali di manutenzione straordinaria per la sala d'attesa e i servizi igienici;
- la rifunzionalizzazione e ottimizzazione dei marciapiedi ferroviari secondo quanto prescritto dalle STI PRM per garantire l'accessibilità a tutte le tipologie di utenti:
 - inserimento di servizi igienici PMR e nursery;
 - inserimento di stalli auto PMR nelle immediate vicinanze degli accessi;
 - individuazione di un percorso privo di ostacoli per raggiungere tutti i servizi presenti in stazione;
 - nuovi sottopassi dotati di scale e ascensori panoramici;
 - nuove pensiline ferroviarie con lunghezza 70m a protezione degli accessi al sottopasso e per l'attesa dei viaggiatori.
- il miglioramento dell'intermodalità delle aree parcheggio e l'introduzione di nuove alberature;
- la ricucitura urbana dei territori attraversati dalla ferrovia.

3.4 Analisi degli aspetti espropriativi dell'opera

Tratta Codogno – Cavatigozzi

8 comuni interessati dalle occupazioni definitive e temporanee: Codogno, San Fiorano, Maleo, Pizzighettone, Grumello Cremonese e Uniti, Acquanegra Cremonese, Sesto e Uniti, Cremona.



Di seguito sono esposte le superfici da occupare a titolo definitivo e temporaneo, suddivise per ciascun comune.

Comune	Occupazione definitiva	Occupazione temporanea
Codogno	68.262 mq.	23.583 mq.
San Fiorano	9.399 mq.	4.381 mq.
Maleo	137.461 mq.	45.145 mq.
Pizzighettone	99.285 mq.	129.309 mq.
Grumello C.se ed uniti	45.118 mq.	30.573 mq.
Acquanegra C.se	39.341 mq.	13.162 mq.
Sesto ed uniti	127.960 mq.	39.501 mq.
Cremona	17.443 mq.	2.892 mq.

14 fabbricati da demolire di cui: n. 4 a destinazione abitativa, n. 2 a destinazione mista abitativa/commerciale, n. 1 produttivo, n. 6 box auto, n. 1 capannone agricolo, oltre a fabbricati accessori/tettoie.

Comune di Codogno – Foglio 30 mappale 37



Comune di Pizzighettone – Foglio 32 mappale 10



Comune di Sesto ed Uniti - Foglio 25 mappale 29-30

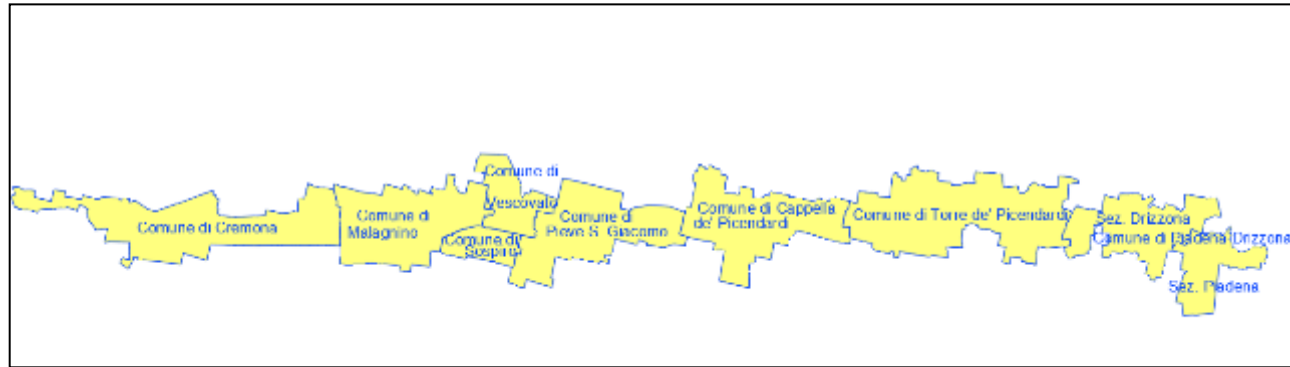


Comune di Sesto ed Uniti - Foglio 25 mappale 62



Tratta Cremona – Piadena

9 comuni interessati dalle occupazioni definitive e temporanee: Cremona, Malagnino, Sospiro, Vescovato, Pieve San Giacomo, Cappella de' Picenardi, Derovere, Torre de' Picenardi, Piadena-Drizzona.



Comune di Piadena - Foglio 4 mappale 90



Di seguito sono espone le superfici da occupare a titolo definitivo e temporaneo, suddivise per ciascun comune.

Comune	Occupazione definitiva	Occupazione temporanea
Cremona	126.105 mq.	72.687 mq.
Malagnino	102.218 mq.	37.901 mq.
Sospiro	8.605 mq.	4.210 mq.
Vescovato	48.670 mq.	20.866 mq.
Pieve S. Giacomo	81.017 mq.	126.949 mq.
Cappella de' Picenardi	155.241 mq.	72.811 mq.
Derovere	6.459 mq.	6.351 mq.
Torre de' Picenardi	222.520 mq.	128.300 mq.
Drizzona	72.218 mq.	26.386 mq.
Piadena	8.770 mq.	8.421 mq.

Le principali fasi della procedura in caso di espropriazione di aree



8 fabbricati da demolire, di cui: n. 3 a destinazione abitativa, n. 1 produttivo, n. 3 box auto, n. 1 magazzino, oltre a fabbricati accessori/tettoie.

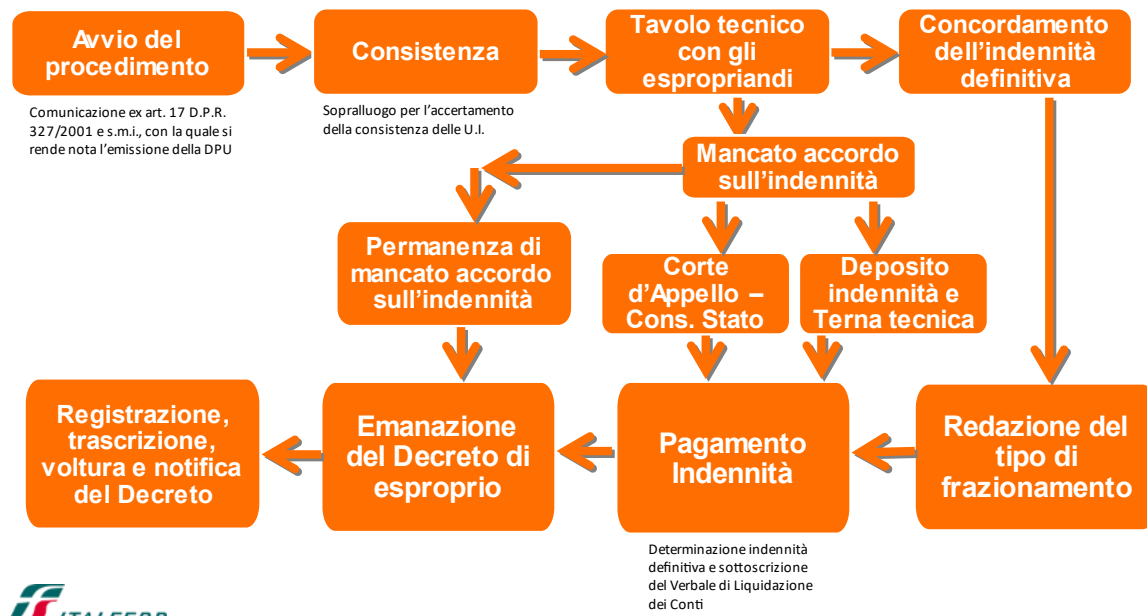
Comune di Cremona - Foglio 41 mappale 89-90



Comune di Cremona - Foglio 45 mappale 164



Le principali fasi della procedura in caso di espropriazione di fabbricati



Principale normativa di riferimento

- D.P.R. 327/2001 e ss.mm. e ii.
- Sentenza Corte Costituzionale n. 181/2011
- Legge 244/2007

La stima delle indennità



3.5 Analisi degli aspetti ambientali dell'opera

3.5.1 Gli effetti dovuti al rumore ed alle vibrazioni

Gli effetti potenziali che il progetto di raddoppio Codogno-Piadena può determinare in termini di emissioni acustiche sono dovuti, nella fase di esercizio, al transito dei treni secondo il numero e la frequenza resa possibile dal potenziamento dell'infrastruttura ferroviaria (modello di esercizio di progetto).

Per quanto concerne gli effetti derivanti dalle emissioni vibrazionali, questi possono determinarsi nella fase di esercizio, a causa del transito dei treni.

In termini generali, per entrambe le tipologie di emissioni (acustiche e vibrazionali), la rilevanza degli effetti attesi e la possibilità che questi effetti possano interessare la salute della popolazione residente dipendono da due fattori:

- L'entità della sorgente emissiva, determinata nella fase di esercizio dal numero dei treni in transito.
 - La distanza intercorrente tra la sorgente e le aree residenziali presenti al suo intorno
- A prescindere dall'entità della sorgente emissiva, la rilevanza degli effetti indotti sulla popolazione dipende dalla presenza di aree abitative poste nelle vicinanze, dalla distanza intercorrente tra dette aree abitative e la sorgente emissiva, nonché dal numero delle abitazioni e dalla conseguente densità abitativa.

Gli effetti acustici nel corso della fase di esercizio

Per quanto riguarda gli effetti acustici che potranno determinarsi in fase di esercizio a seguito del transito dei treni, la loro stima è stata operata sulla base di un processo di lavoro che è articolato nei seguenti passaggi:

1. Censimento di tutti gli edifici presenti entro una fascia di 300 metri per lato dalla linea ferroviaria oggetto di intervento, classificandoli rispetto all'uso in atto (residenziale; scolastico / sanitario; produttivo; etc) ed al numero dei piani, e definizione dei limiti acustici da assumere a riferimento;

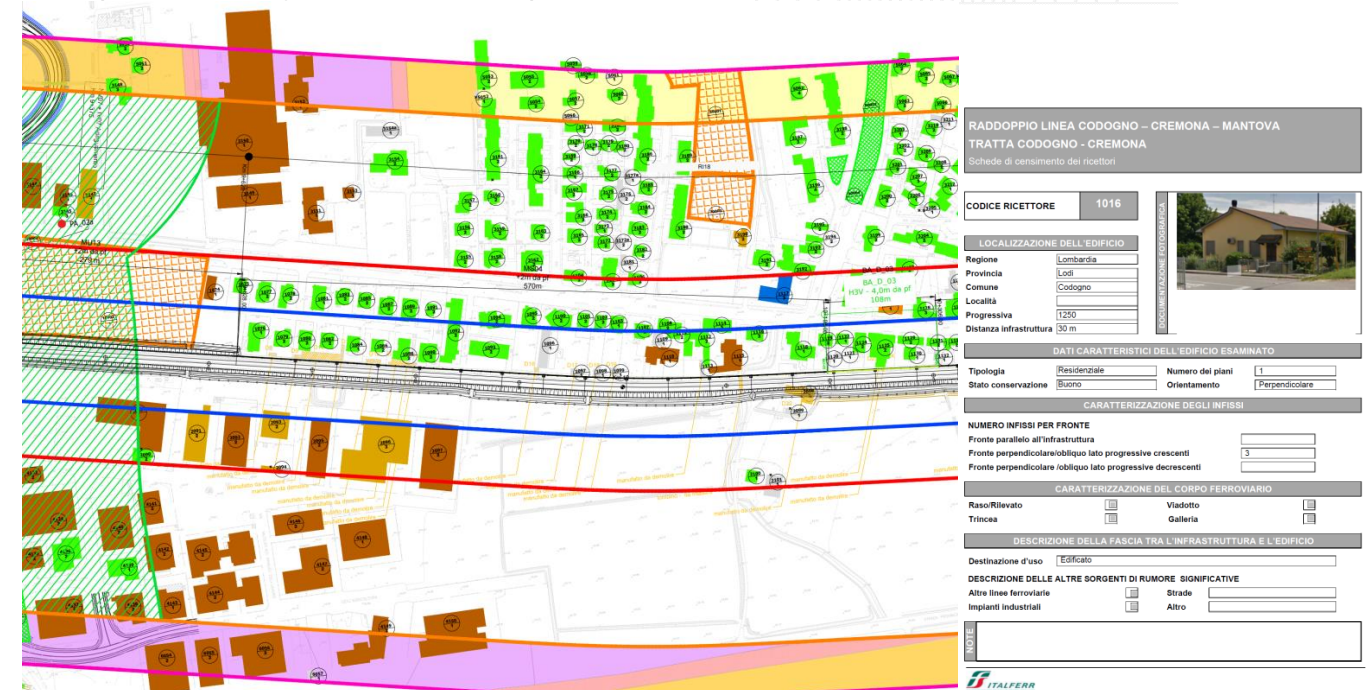


Figura 3-18 - Stralcio elaborato con censimento dei ricettori del Lotto 1- scheda di censimento

2. Stima dei livelli sonori di progetto, ossia dei livelli determinati dal transito dei treni nel numero reso possibile dal raddoppio della linea ferroviaria, attraverso l'applicazione di un modello di calcolo specialistico (SoundPlan)
3. Il software è stato utilizzato in modo tale da ottenere, sia mappe di isoconcentrazione (curve di isoconcentrazione calcolate ad un'altezza dal piano campagna pari a 4 metri), sia tabelle con indicazione dei livelli sonori relativi ad ogni piano di ciascun edificio indagato
4. Confronto tra livelli acustici attesi e valori limite fissati dalla specifica normativa di settore, e conseguente individuazione dei casi nei quali, in ragione di eccedenze rispetto ai valori normativi, procedere all'adozione di interventi di mitigazione
5. Progettazione degli interventi di mitigazione acustica e verifica della loro efficacia, ossia della loro capacità di eliminare / ridurre le eccedenze, attraverso la stima dei livelli sonori di progetto nella configurazione post mitigazione ed il loro confronto con i valori limite normativi

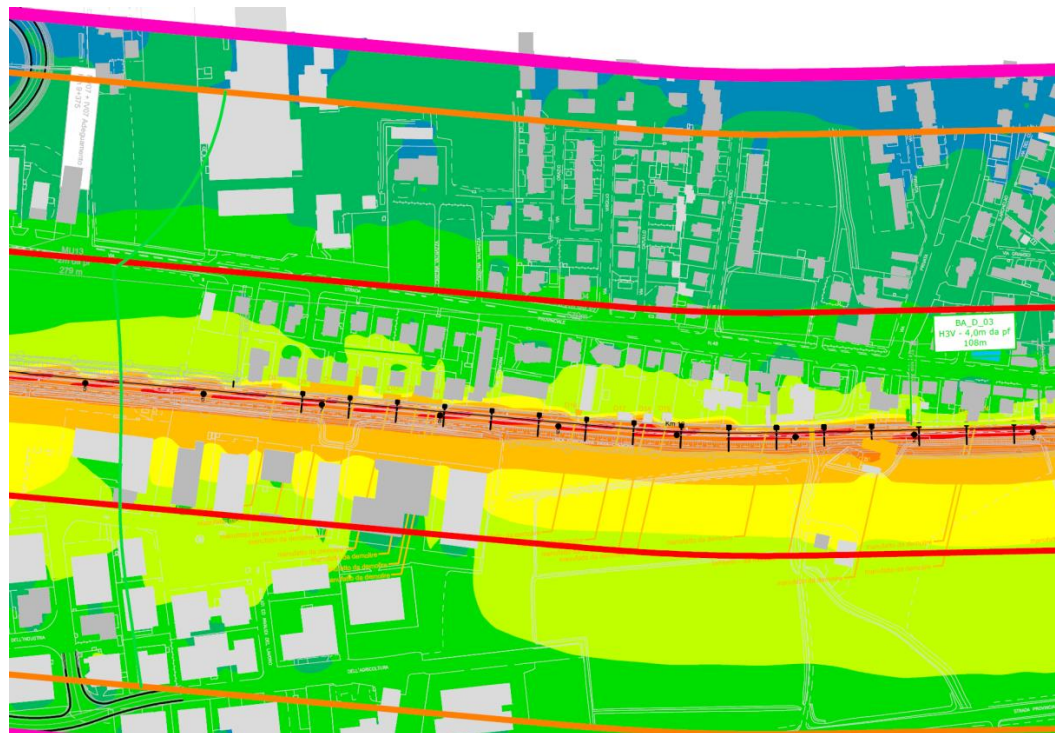


Figura 3-19 - Stralcio elaborato con simulazione dei livelli sonori a seguito del posizionamento delle barriere acustiche di progetto.

Gli aspetti che contraddistinguono la fase di esercizio sono:

- *Definizione dei limiti acustici da assumere a riferimento nel confronto con i livelli acustici attesi*
Il riferimento normativo rispetto al quale confrontare i livelli acustici attesi è rappresentato – con riferimento alla fascia di 250 metri per lato dalla mezzeria del binario più esterno – dalle fasce di pertinenza ferroviaria, definite dal DPR 459/98¹¹. I valori limiti di riferimento possono essere eventualmente ridotti in ragione della presenza, all'interno della fascia di pertinenza ferroviaria, di altre infrastrutture di trasporto, le quali concorrono alla determinazione del clima acustico, così come previsto dal DMA 29/11/2000¹².
- *Tipologie di interventi di mitigazione*

Gli interventi di mitigazione possono essere costituiti da interventi alla sorgente, ossia da barriere antirumore di altezza variabile, o da interventi diretti, aventi ad oggetto i singoli edifici interessati dalle emissioni acustiche e comportanti la sostituzione degli infissi.

Entrando nel merito dell'analisi degli effetti acustici in fase di esercizio, un primo elemento che, di per sé stesso, consente di apprezzare la rilevanza del fenomeno in esame è rappresentato dalla ridotta presenza di aree residenziali poste in affiancamento alla linea ferroviaria oggetto di intervento.

A prescindere dalla presenza dell'area urbana di Cremona, la restante parte della porzione territoriale interessata dall'opera in progetto, ossia la sua netta maggior parte, è costituita da ampie parti di territorio agricolo alternate ad aree urbanizzate ad uso misto, ossia nelle quali sono compresenti edifici sia ad uso residenziali che produttivo (manufatti artigianali; capannoni; magazzini; etc).

A tal riguardo basti pensare che per quanto concerne il Lotto 1 (Codogno – Cavatigozzi), rispetto ad una sua lunghezza complessiva pari a circa 23 chilometri, la distanza media tra le aree urbanizzate risulta compresa tra un minimo di circa 2 chilometri (Acquanegra Cremonese – Sesto Cremonese) ed un massimo di 8 chilometri (Pizzighettone – Acquanegra). Analogamente, per quanto attiene al Lotto 2 (Cremona – Piadena), rispetto ad una lunghezza complessiva di circa 28 chilometri di detto lotto, la distanza media intercorrente tra le aree urbanizzate risulta compresa tra 4 e 6 chilometri.

La notevole entità dei valori delle distanze medie intercorrenti tra le aree urbanizzate presenti lungo entrambi i lotti in cui si articola l'opera in progetto, rende evidente la rilevante ampiezza delle parti di territorio agricolo interposte tra i centri urbani e la conseguente ridotta presenza di tessuti residenziali posti in fregio alla linea ferroviaria oggetto di intervento, circostanza che – come premesso – di per sé stessa da conto della limitata rilevanza che, nel caso in esame, riveste il tema degli effetti acustici indotti dal transito ferroviario.

Passando ai risultati dello studio modellistico condotto secondo lo schema di lavoro prima descritto, detto studio ha evidenziato come gli interventi di mitigazione acustica (barriere antirumore), dimensionati in modo tale da abbattere i livelli acustici prodotti dal transito ferroviario durante il periodo notturno¹³ in quanto quello connotato da valori limite maggiormente restrittivi, consentano un complessivo rispetto dei succitati limiti.

Nello specifico, sono stati previsti circa 8.700 metri di barriere antirumore, localizzate, per circa 1.700 metri, in corrispondenza del Lotto 1 (Codogno – Cavatigozzi), e per i restanti 7.000 metri, lungo il Lotto 2 (Cremona – Piadena), con altezze variabili da 2 metri a 7,5 metri.

Inoltre, considerato che l'analisi dei risultati delle simulazioni acustiche post mitigazione hanno evidenziato la presenza di superamenti dei limiti in corrispondenza di tre ricettori (due ricettori isolati ed un altro ricettore per il quale la notevole altezza e la breve distanza dalla linea non hanno consentito la completa mitigazione con barriere antirumore), tali ricettori saranno oggetto di "Intervento Diretto"; si è quindi proceduto alla verifica della necessità o meno di sostituzione degli infissi attualmente in uso.

Il quadro complessivo degli interventi di mitigazione acustica comprenderà, oltre alle barriere antirumore, anche tre interventi diretti, nello specifico, previsti per il ricettore isolato n. 2036 (Lotto 1) e per i ricettori n. 2345b e n. 2241 (Lotto 2).

¹¹ Il Decreto del Presidente della Repubblica 18 novembre 1998, n. 459 recante "Regolamento recante norme di esecuzione dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447, in materia di inquinamento acustico derivante da traffico ferroviario", stabilisce le norme per la prevenzione ed il contenimento dell'inquinamento da rumore avente origine dall'esercizio delle infrastrutture delle ferrovie e delle linee metropolitane di superficie, in tal senso definendo le fasce di pertinenza ed i valori limite ad esse associati in relazione alle infrastrutture esistenti, nonché loro varianti ed infrastrutture di nuova realizzazione in affiancamento a quelle esistenti ed alle infrastrutture di nuova realizzazione.

¹² Ministero dell'Ambiente – Decreto 29 Novembre 2000 "Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore"

¹³ Secondo la normativa, il periodo notturno è compreso tra le ore 22,00 e le ore 06,00

In sintesi, le principali conclusioni:

- Il contesto territoriale interessato dalla linea ferroviaria oggetto di raddoppio, sia nel tratto del Lotto 1 (Codogno – Cavatigozzi) che in quello del Lotto 2 (Cremona – Piacenza) è caratterizzato da una ridotta presenza di aree residenziali, ragione che di per sé stessa limita l'interessamento della popolazione residente
- Le barriere antirumore, progettate rispetto ai valori limite più restrittivi, consentono di mitigare gli effetti acustici prodotti dal transito dei treni nel numero previsto allo scenario di progetto, ossia a seguito della maggiore capacità derivante dall'intervento di raddoppio della linea ferroviaria esistente, in quanto i livelli sonori attesi sono compresi all'interno dei valori limite definiti dalla normativa. L'effetto è stato quindi mitigato.
- I risultati emersi dalle analisi condotte saranno verificati in fase esercizio attraverso una serie di punti di rilievo che, in tal senso, sono stati previsti dal Progetto di monitoraggio ambientale.

Gli effetti vibrazionali in fase di esercizio

Gli effetti vibrazionali che, in fase di esercizio, possono arrecare disturbo alla popolazione residente sono determinati dal transito dei treni, secondo il numero e la tipologia definita dal modello di esercizio di progetto, ossia rispetto alle quantità rese possibili dall'intervento di raddoppio della linea Codogno – Piacenza.

Come già illustrato in precedenza, allo stato attuale non esiste alcuna legge che stabilisca limiti quantitativi per l'esposizione alle vibrazioni, quanto invece numerose norme tecniche, emanate in sede nazionale ed internazionale. Per quanto riguarda il disturbo alle persone, il principale riferimento assunto nelle analisi condotte è stata la norma UNI 9614:1990 "Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo".

Lo schema di lavoro assunto ai fini dell'analisi degli effetti vibrazionali in fase di esercizio si è articolato nei seguenti passaggi:

1. Caratterizzazione della sorgente emissiva, condotta attraverso campagne di rilievi volti a misurare le risposte del sito di intervento, ossia l'intera porzione territoriale interessata dal progetto di raddoppio della linea ferroviaria Codogno – Piacenza, alle sollecitazioni da vibrazioni prodotte dalle diverse tipologie di treno ed in funzione delle differenti caratteristiche di terreno. L'analisi dei dati raccolti attraverso le campagne di rilievo ha consentito di ricostruire le curve di propagazione per ogni componente
2. Individuazione delle curve relative all'intero modello di esercizio all'orizzonte di progetto, ossia secondo le tipologie ed il numero di treni, nonché la velocità previste all'avvenuto completamento dell'intervento in progetto e determinazione dell'ampiezza della fascia di disturbo, ossia della distanza dall'asse del binario più esterno alla quale viene raggiunto il valore soglia dei 77 dB nel periodo diurno e 74 dB nel periodo notturno
3. Verifica della presenza di edifici, in particolare abitativi, all'interno della fascia di disturbo

Un primo risultato derivante dall'applicazione dello schema di lavoro sopra riportato che appare particolarmente utile a comprendere la rilevanza rivestita dall'effetto in esame, è rappresentato dall'estensione della fascia di disturbo la quale, in funzione delle specificità proprie delle varie porzioni territoriali interessate dal tracciato ferroviario oggetto di intervento, assume un valore che varia tra un valore minimo di 4,5 metri ed uno massimo pari a 13 metri.

In buona sostanza, tale risultato implica che la popolazione residente potenzialmente soggetta al disturbo prodotto dalle vibrazioni prodotte dal transito dei treni debba risiedere in edifici collocati entro una distanza dall'asse del binario più esterno, al massimo, pari a 13 metri.

Appare evidente come l'esiguità della dimensione della fascia di disturbo e la connessa possibilità che al suo interno possano essere presenti edifici abitativi costituiscano una condizione che – di per sé stessa – riduca notevolmente la portata del fenomeno in esame. Tale empirica affermazione ha, difatti, trovato conferma nella verifica condotta sulla base del censimento di tutti gli edifici presenti entro una fascia di 300 metri per lato dalla linea ferroviaria oggetto di intervento. A seguito di tale verifica è emerso che all'interno della fascia di disturbo non è presente alcun edificio residenziale, per quanto riguarda il Lotto 1 (Codogno – Cavatigozzi), mentre sono presenti solo 7 edifici che potrebbero presentare dei superamenti dei limiti nel periodo notturno, nel caso del Lotto 2 (Cremona – Piacenza).

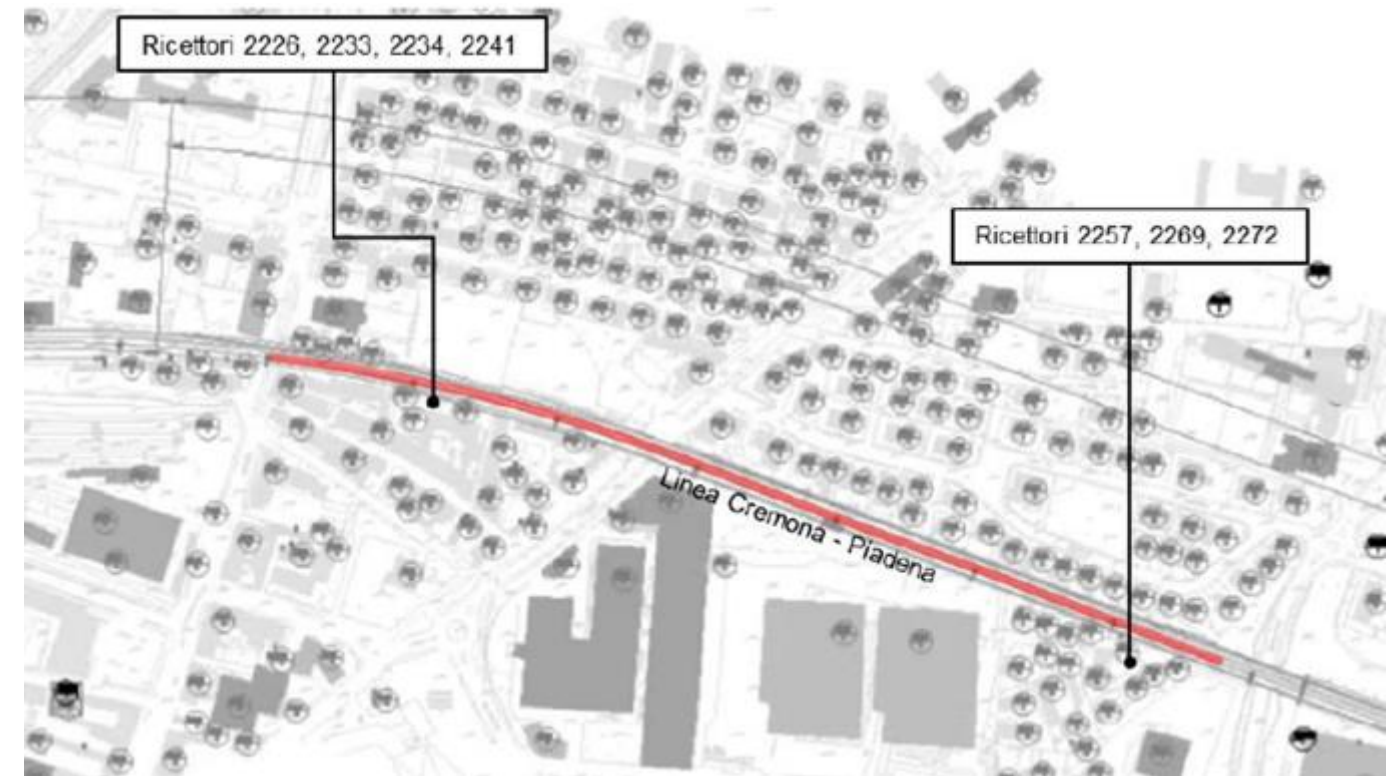


Figura 3-20 - Individuazione del tratto del Lotto 2 lungo i quali sono presenti gli edifici oggetto di potenziali superamenti notturni

In considerazione di quanto emerso, al fine di prevenire potenziali effetti di disturbo, in corrispondenza dei due tratti prima indicati sono stati previsti interventi di mitigazione, rappresentati da tappetini antivibranti.

3.5.2 Gli effetti sulle Acque

Gli effetti derivanti dalla presenza dell'opera

In termini generali, l'effetto determinato dalla presenza dell'opera in progetto riguarda la modifica delle condizioni di deflusso dei corpi idrici superficiali conseguente alla presenza di nuovi manufatti all'interno sia dell'alveo attivo, ossia della porzione compresa tra gli argini o le sponde e generalmente occupata dalle acque di morbida e di piena ordinaria, quanto anche delle aree inondabili, intese come quelle porzioni territoriali soggette ad essere allagate in seguito ad un evento di piena.

Il tracciato di progetto intercetta diversi corsi d'acqua minori, sia per le opere del Lotto 1 (Codogno – Cavatigozzi) che del Lotto 2 (Cremona – Piadena), mentre le opere di maggiore rilevanza sono rappresentate dall'attraverso del Fiume Adda (Lotto 1) e del Canale Tagliata (Lotto 2).

La verifica della compatibilità idraulica di tali opere di attraversamento è stata operata mediante studi modellistici, condotti attraverso software specifici¹⁴, confrontando i risultati così ottenuti con le disposizioni normative di settore, tra le quali le "Norme tecniche per le costruzioni", approvate con decreto Ministero delle infrastrutture e trasporti del 17.01.2018.

Per quanto nello specifico riguarda l'attraverso del Fiume Adda, la modellazione effettuata ha considerato uno scenario ante operam e post operam, per i quali è stata simulata la propagazione dell'onda di piena del Fiume Adda associata al tempo di ritorno di progetto di 200 anni, considerando/assumendo la concomitanza delle piene del Fiume Po associate a differenti tempi di ritorno¹⁵ (Tr= 20 – 50 -100 – 200).

I risultati ottenuti per la configurazione "post operam" hanno evidenziato che, sebbene dimensionate sulla base dello scenario "ante operam" (Tr200 Fiume Adda + Tr20 Fiume Po), le opere in progetto e, quindi, la nuova infrastruttura ferroviaria risultano idraulicamente compatibili fino ad uno scenario di contemporaneità della piena "Tr200 Fiume Adda + Tr100 Fiume Po", rispettando i franchi idraulici minimi dettati dalle normative vigenti.

Anche le opere accessorie (e.g. SSE di Pizzighettone, fermate Pizzighettone e Ponte d'Adda, nuove viabilità), risultano idraulicamente compatibili rispetto allo scenario di riferimento "Tr200 di Fiume Adda e Tr100 di Fiume Po".

In sintesi, le principali conclusioni:

- La rilevanza del disturbo arrecato alla popolazione residente dalle vibrazioni prodotte dal transito dei treni è trascurabile in quanto rispetto all'intera estensione della linea ferroviaria oggetto di intervento, pari ad oltre 50 chilometri, gli edifici che risultano potenzialmente interessati da superamenti, peraltro riguardanti il solo periodo notturno, risultano appena 7
- Gli effetti di disturbo saranno mitigati attraverso l'inserimento di tappetini antivibranti, localizzati in corrispondenza dei tratti di linea ferroviaria lungo i quali sono presenti soggetti a potenziali superamenti
- A verifica dell'efficacia degli interventi di mitigazione previsti e, più in generale, dei risultati emersi dagli studi sviluppati, il Progetto di monitoraggio ambientale ha previsto 1 punto di misura, lungo il Lotto 1 (Codogno – Cavatigozzi) e 2 punti di misura, lungo il Lotto 2 (Cremona – Piadena) per un totale di 3 punti di misura



Figura 3-21 - Modello numerico 2D del Fiume Adda: aree potenzialmente inondabili, post operam (Tr200 Fiume Adda + Tr100 del Fiume Po)

3.5.3 Gli effetti sulla Biodiversità e territorio

Entrambi i Lotti dell'opera in esame si posizionano in quello che secondo una visione di area vasta si caratterizza come area ad elevato grado di antropizzazione in cui le componenti più rappresentative sono gli ambiti urbani e le aree agricole, motivo per cui gli effetti dovuti alla presenza dell'opera, ossia alla sottrazione definitiva di habitat e biocenosi, sono caratterizzati in quasi totalità da sottrazione di vegetazione seminaturale; ovvero vegetazione antropogenica caratteristica delle aree agricole in particolare

¹⁴ Per quanto riguarda l'attraversamento del Fiume Adda è stato sviluppato un modello numerico bidimensionale (2D), in regime di moto vario, attraverso il software InfoWorks ICM 9.0.

¹⁵ In statistica, il "tempo di ritorno" di un evento è il tempo medio che intercorre tra il verificarsi di due eventi successivi di entità uguale o superiore ad un valore di assegnata intensità; conseguentemente, facendo riferimento alla portata di piena, il tempo di ritorno è il tempo medio che intercorre fra due eventi la cui portata al colmo è uguale o superiore ad un valore assegnato.

rappresentata da seminativi semplici, all'interno dei quali il grado di naturalità risulta essere molto basso (**Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**).



Figura 3-22 - Contesto agricolo in cui è inserita l'opera

Infatti, come percepibile dai seguenti istogrammi, le percentuali di vegetazione seminaturale caratterizzata da seminativi semplici, sottratte dalla presenza dell'opera, sono rispettivamente il 69% per il Lotto1 ed il 97% per il Lotto due (**Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**,**Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**).

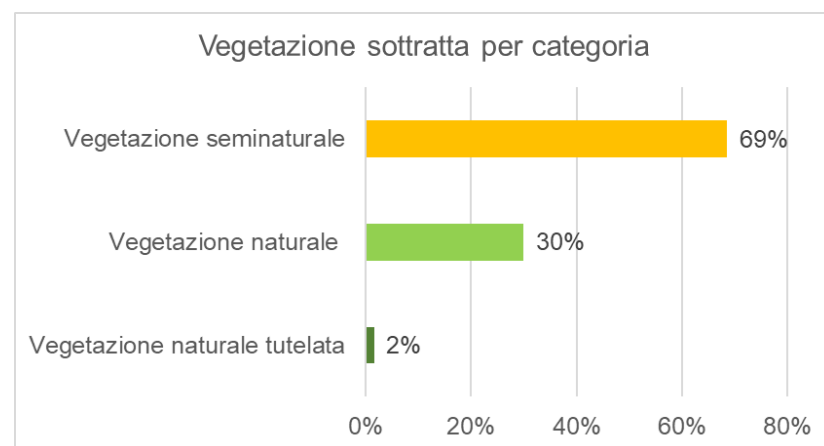


Tabella 3-4 - Sottrazione suolo Lotto 1

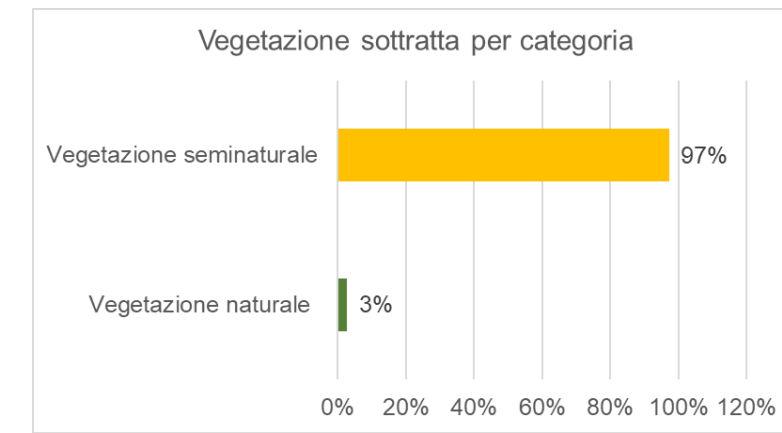


Tabella 3-5 - Sottrazione suolo Lotto 2

Essendo invece, l'area in esame caratterizzata da un territorio fortemente frammentato dalla presenza antropica per quanto specificatamente riguarda le aree a vegetazione naturale, oltre a quella che cinge le sponde del Fiume Adda, è possibile distinguere due diverse situazioni:

- la vegetazione rappresentate dalle **formazioni riparie** che si sviluppano lungo i margini dei fossi e dei canali irrigui,
- la **vegetazione residuale** sviluppatasi a margine delle aree antropizzate.

In questo contesto, la sola superficie con vegetazione naturale, intercettata dall'opera è costituita da una area decisamente più esigua, nello specifico rappresentata dal 30% per il Lotto 1 e dal 3% per il Lotto 2.

Posto che per dette due situazioni, la vegetazione è nella maggior parte dei casi caratterizzata da una composizione floristica fortemente rimaneggiata, a prevalenza di specie alloctone come la Robinia pseudoacacia, dove non si rinviene alcun elemento rilevante dal punto di vista vegetazionale lungo il tracciato, si è comunque ritenuto opportuno analizzare l'interferenza dell'opera con eventuali aree protette.

Dall'analisi è emerso che pure essendo presenti in tutto l'area in esame diversi siti di interesse comunitario, nessuno dei due lotti intercetta alcuno dei due siti.

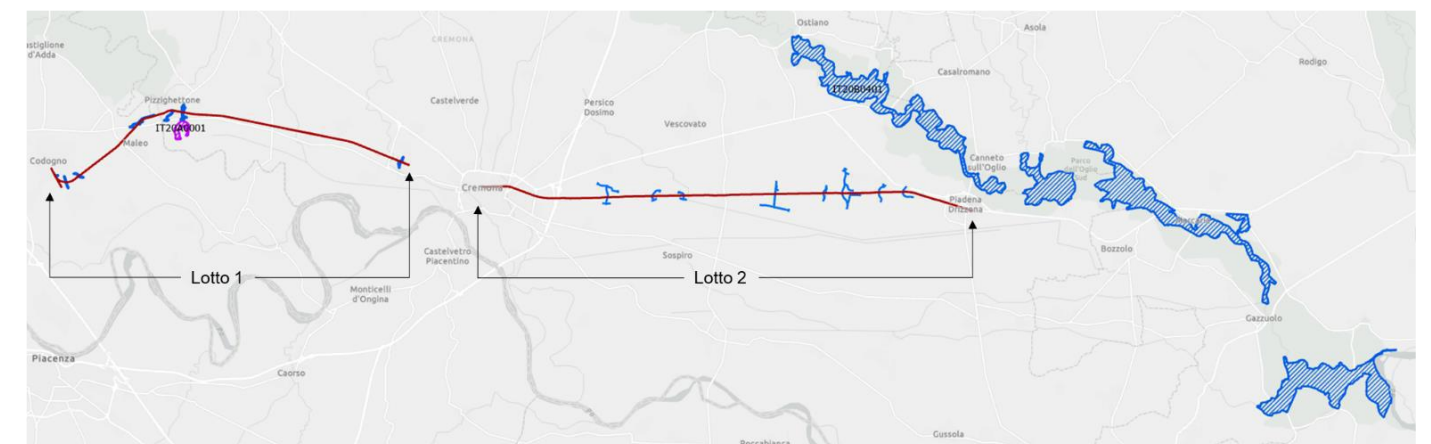


Figura 3-23- Inquadramento delle opere in progetto rispetto ai siti Natura 2000 individuati (fonte: MASE, Portale FTP, Natura 2000)

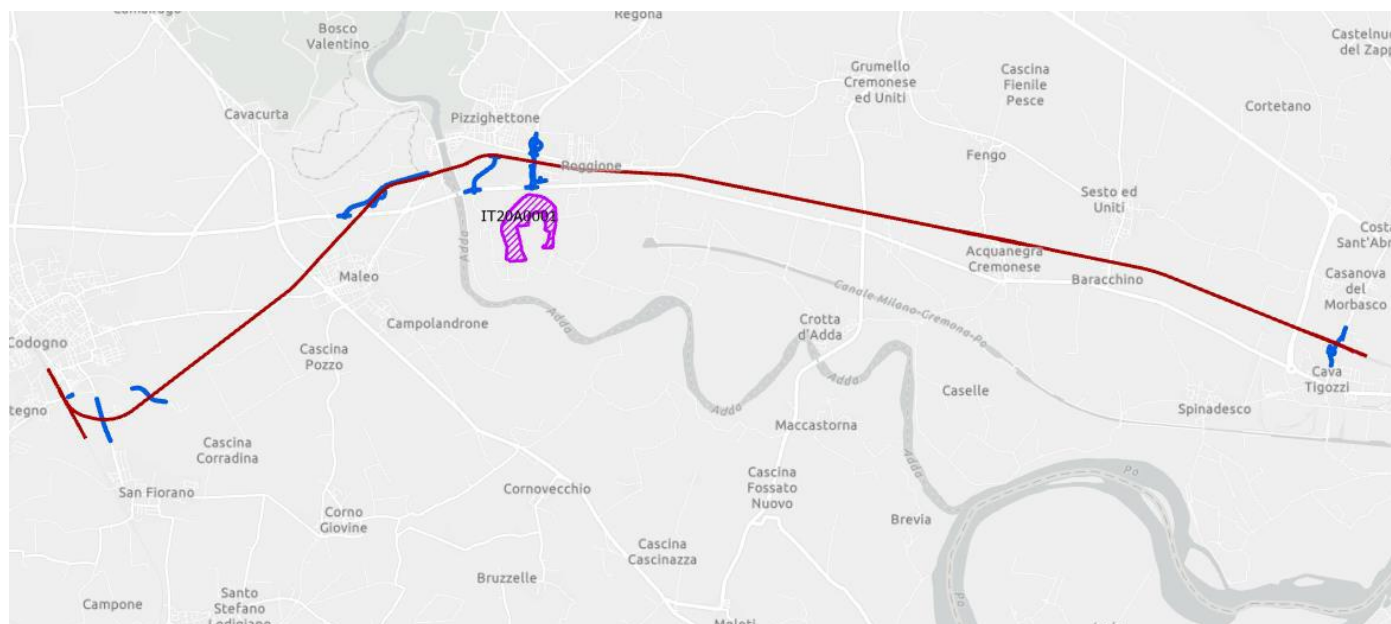


Figura 3-24- Inquadramento delle opere in progetto di Lotto 1 rispetto ai siti Natura 2000 individuati (fonte: MASE, Natura 2000)

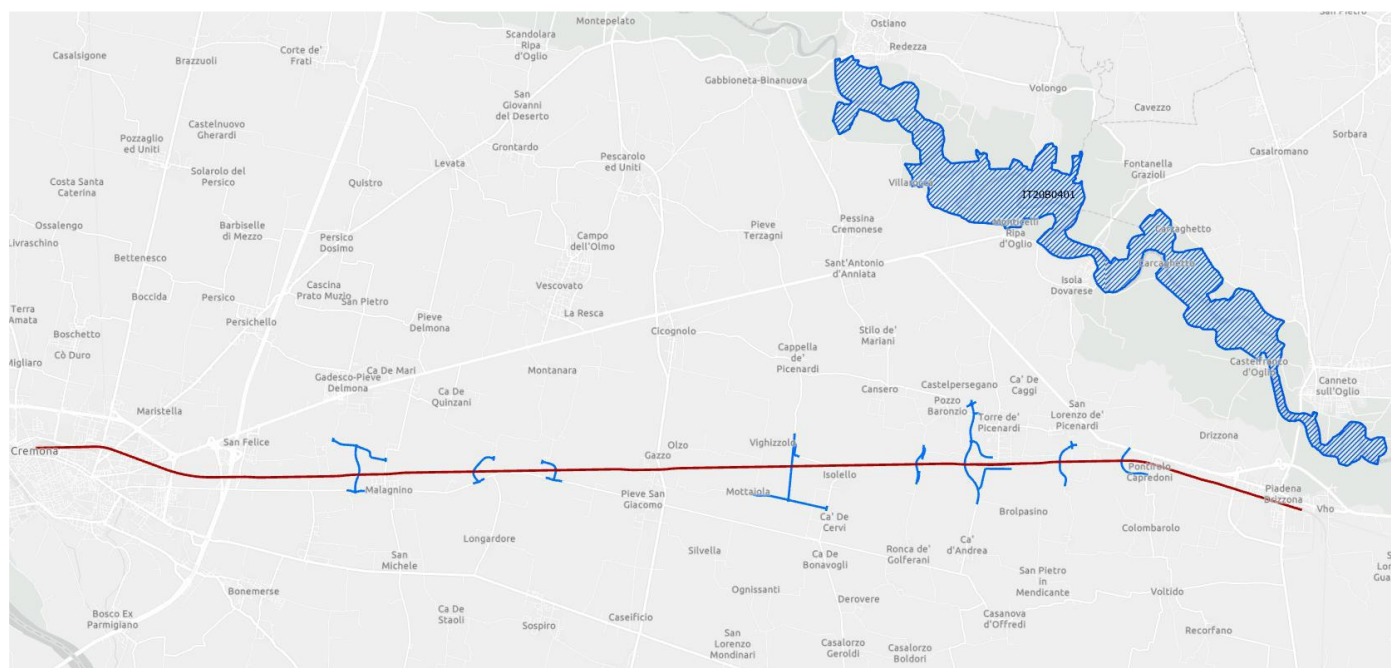


Figura 3-25- Inquadramento delle opere in progetto di Lotto 2 rispetto ai siti Natura 2000 individuati (fonte: MASE, Natura 2000)

Per quanto concerne invece il Lotto 1, esso si sviluppa per circa 3Km all' interno del Parco Regionale dell'Adda Sud, tale tratto dell'opera si sviluppa in affiancamento stretto alla preesistente linea Ferroviaria, andando ad attraversare il fiume Adda stesso, precisamente in prossimità dell'abitato di Pizzighettone.



Figura 3-26- Localizzazione delle opere rispetto al Parco regionale dell'Adda Sud

Tale attraversamento pur essendo in intersezione con più elementi della Rete Ecologica Regionale (elementi di primo livello della RER corridoio di primo livello della RER) come verificabile dalla Figura 3-26 avverrà mediante la realizzazione del **Viadotto VI01** che, si collocherà esattamente sul sedime del ponte ferroviario esistente, per il quale viene progettualmente prevista la demolizione, ad una altezza superiore rispetto all'attuale piano del ferro.

Anche le relative pile saranno ubicate esattamente sull'impronta delle due esistenti. In tal senso, si ritiene che la presenza del nuovo Viadotto sul Fiume Adda non possa compromettere in alcun modo le attuali connessioni in detto ambito.

Nel complesso quindi, il passaggio dell'opera all'interno del Parco dell'Adda Sud non presenta effetti rilevanti, in quanto il rapporto che l'opera ha con la rete ecologica e con gli elementi dell'area protetta non si discostano in alcun punto dai rapporti già intercorrenti dalla presente rete ferroviaria.

Per quanto riguarda il Lotto 2 gli elementi della RER interessati dalle opere in progetto risultano esclusivamente essere gli elementi di secondo livello presenti in maniera diffusa lungo la linea ferroviaria esistente oggetto di raddoppio.

3.5.4 Gli effetti sul Paesaggio

L'analisi dei rapporti intercorrenti tra l'opera in progetto ed il Paesaggio fa riferimento alla distinzione tra le due diverse accezioni a fronte delle quali è possibile considerare il concetto di paesaggio e segnatamente a quella intercorrente tra "strutturale" e "cognitiva".

In breve, muovendo dalla definizione di paesaggio come «una determinata parte di territorio, così come è percepita dalle popolazioni, il cui carattere deriva dall'azione di fattori naturali e/o umani e dalle loro interrelazioni»¹⁶, l'accezione strutturale centra la propria attenzione sugli aspetti fisici, formali e funzionali, mentre quella cognitiva è rivolta a quelli estetici, percettivi ed interpretativi.

L'accezione strutturale parte dalla constatazione che ciascun paesaggio è dotato di una struttura propria: è formato, cioè, da tanti segni riconoscibili o è definito come struttura di segni. Tale lettura ha, quindi, come obiettivo prioritario l'identificazione delle componenti oggettive di tale struttura, riconoscibili sotto i diversi aspetti: geomorfologico, ecologico, assetto culturale, storico-insediativo, culturale, nonché dei sistemi di relazione tra i singoli elementi.

L'accezione percettiva invece parte dalla constatazione che il paesaggio è fruito ed interpretato visivamente dall'uomo. Il suo obiettivo è l'individuazione delle condizioni di percezione che incidono sulla leggibilità e riconoscibilità del paesaggio.

Stante quanto premesso, per il sistema paesaggistico così inteso, i potenziali effetti indagati riguardano la modifica della struttura del paesaggio, intendendo con ciò l'articolato insieme di trasformazioni delle matrici naturali ed antropiche che strutturano e caratterizzano il paesaggio, ed alla modifica delle condizioni percettive, ovvero la modifica delle relazioni intercorrenti tra fruitore e paesaggio, inteso come quadro scenico osservato.

Ai fini della comprensione dei rapporti intercorrenti tra l'opera in progetto ed il Paesaggio, gli aspetti che in tale prospettiva rivestono un ruolo centrale si ritiene possano essere individuati nei seguenti termini:

- Articolazione delle opere in progetto rispetto alla loro configurazione planimetrica e morfologica, per quanto attiene ai parametri progettuali;
- Struttura del paesaggio, da cui discende l'individuazione dei differenti luoghi di fruizione visiva e conseguenti condizioni percettive, per quanto concerne il contesto di localizzazione dell'opera.

Per quanto attiene ai parametri progettuali relativi al caso in specie, questi si riferiscono alle opere di raddoppio ferroviario, alle opere funzionali al servizio ferroviario (sottostazioni elettriche, cabine TE e fabbricati tecnologici) e alle numerose opere viarie connesse funzionali alla soppressione dei passaggi a livello presenti lungo la linea esistente o alla ricucitura di quelle poderali.

Per quanto riguarda le opere relative al raddoppio ferroviario, occorre ribadire le modalità attraverso le quali avviene detto raddoppio:

- per la tratta di Lotto 1, il raddoppio è eseguito in stretto affiancamento all'attuale linea storica

- per la tratta di Lotto 2 il raddoppio viene eseguito in stretto affiancamento all'attuale tracciato in alcuni tratti e in altri tratti in variante.

All'interno di un contesto che risulta fortemente antropizzato l'unico elemento che rappresenta un residuo della naturalità ormai persa della valle fluviale è rappresentato dal fiume Adda, che rappresenta un elemento di rottura, con il suo percorso sinuoso, spezzando la matrice di segni geometrici che hanno creato il fitto patchwork agricolo sul terreno.

In sintesi, considerando le aree di intervento nella loro totalità, la composizione floristica delle specie oggetto di sottrazione, la loro naturalità e rappresentatività sul territorio, i rapporti intercorrenti tra le opere di entrambi i lotti e la RER, si può ritenere l'effetto del progetto in riferimento alla sottrazione di habitat e biocenosi irrilevante.

All'interno di un tale contesto paesaggistico, da un punto di vista percettivo, si possono distinguere due ambiti paesaggistici principali: il paesaggio agricolo e quello urbano.

All'interno del paesaggio agricolo le visuali ricorrenti sono ampie e profonde fino a notevoli distanze interrotte da radi elementi verticali, quali i filari alberati lungo la trama irrigua e le cavedagne e le cascine che punteggiano qua e là il territorio.

All'interno del paesaggio urbano la percezione visiva che si fruisce può essere distinta in visuali chiuse accentuate dall'effetto cannocchiale quando si percorre la viabilità interna ai nuclei compatti; oppure semiaperte quando si percorre la viabilità in uscita dai nuclei centrali e si percorrono brani della città di nuova formazione e dei servizi urbani.

Gli assi percettivi principali all'interno del paesaggio considerato, più prossimi alla linea ferroviaria oggetto di studio, sono dati dalla percorrenza della Strada Statale 234 e la Strada Provinciale 27 che attraversano da est a ovest l'intero territorio, oltre al reticolo delle altre viabilità minori che intersecano l'asse ferroviario esistente.

Rapporto Opera - Paesaggio

In termini di potenziali effetti sul paesaggio, posto che le opere connesse, a carattere puntuale, sono caratterizzate da ridotta estensione e collocate in affiancamento della rete viaria e ferroviaria esistente, rendendosi di fatto ininfluenti sulla modifica della struttura del paesaggio e relative condizioni percettive, le analisi hanno riguardato le opere di raddoppio ferroviario e le opere viarie connesse.

In termini strutturali, per quanto riguarda le opere relative al raddoppio ferroviario, per la tratta di Lotto 1 il raddoppio è eseguito in stretto affiancamento all'attuale linea storica, operando con ciò un'equa distribuzione dell'incremento della sezione, determinando il rafforzamento dell'elemento infrastrutturale, senza però apportare sostanziali modifiche alla struttura del paesaggio, per la tratta di Lotto 2 il raddoppio viene eseguito in stretto affiancamento all'attuale tracciato in alcuni tratti e in altri tratti in variante. In questo caso, se per la prima modalità valgono le analoghe considerazioni fatte per il Lotto 1, per ciò che riguarda il raddoppio in variante, è opportuno evidenziare il fatto che il nuovo tracciato subisce una traslazione compresa fra i 20 e i 25 m rispetto all'attuale tracciato mantenendo sempre un andamento parallelo ad esso. Ma anche in questo caso è possibile affermare che la struttura del paesaggio non subisce significative modifiche in quanto il raddoppio della linea ferroviaria in oggetto, realizzato in variante parallelamente alla linea ferroviaria già presente, determina esclusivamente un rafforzamento dell'elemento ormai consolidato del paesaggio, quale quello della infrastruttura ferroviaria, senza però modificare i suoi rapporti con gli elementi della struttura del paesaggio attraversati.

¹⁶ "Convenzione europea del paesaggio" art. 1 "Definizioni", Firenze 20 ottobre 2000, ratificata dall'Italia il 9 gennaio 2006

In termini percettivi, le opere di raddoppio ferroviario che si realizzano in stretto affiancamento alla linea ferroviaria esistente o in variante, determinano un rafforzamento del segno ferroviario esistente, non compromettendo la percezione del paesaggio circostante. Oltretutto tale raddoppio risulta visibile solo in prossimità della stessa linea ferroviaria.

Gli unici elementi introdotti consistono nella concentrazione di elementi seriali e ripetuti quali i binari, i rilevati, le linee di trazione elettrica che producono un rafforzamento degli attuali caratteri della linea ferroviaria storica che tuttavia sono poco apprezzabili dallo spazio pubblico accessibile.

L'unico elemento che si differenzia nella ripetizione seriale di questi segni è l'opera del viadotto VI01 sul fiume Adda e, perciò, è stato oggetto di fotosimulazione.

Dal confronto fra lo stato ante e post operam è dimostrabile come i caratteri naturali e architettonici che formano la scena paesaggistica percepibile non vengono alterati. La scena percepita esprime chiaramente una perfetta unione fra artificio e natura: la naturalità espressa dal fiume e la manifestazione dell'opera dell'uomo espressa attraverso l'artificializzazione delle sponde del corso d'acqua e dei manufatti.

Il nuovo viadotto VI01, che sostituisce quello attuale (che è una ricostruzione del ponte ottocentesco distrutto durante il secondo conflitto mondiale), ha subito delle lievi modifiche progettuali per rispondere adeguatamente a problematiche idrauliche e di raddoppio ferroviario.

Il progetto del nuovo viadotto pur tenendo conto di questi adeguamenti strutturali è riuscito a mantenere il linguaggio architettonico dei manufatti ferroviari esistenti lungo la linea storica ed in coerenza con gli attraversamenti dei corsi d'acqua maggiori progettati nell'ambito del Raddoppio della Tratta Piadena-Mantova (Lotto 3).

Per quanto riguarda la fisionomia del nuovo viadotto questo è stato progettato in maniera tale da renderlo il più permeabile possibile alla fruizione visiva, attraverso una "maglia triangolare". La struttura così composta favorisce un'elevata trasparenza al viadotto non occludendo alcuna visuale. Inoltre, la maggiore elevazione del nuovo viadotto conferisce quel senso di monumentalità che esprime tutto il suo valore storico, architettonico e paesaggistico. È possibile, perciò, affermare che la nuova opera non solo non sottrae elementi alla scena percepita ma anzi ne diventa un valore aggiunto sottolineandone attraverso la sua fisionomia il valore storico e paesaggistico.



Figura 3-27 - Viadotto sul fiume Adda. Condizioni percettive ante operam



Figura 3-28 - Viadotto sul Fiume Adda (VI01). Condizioni percettive post operam

Per quanto riguarda le opere viarie connesse, occorre in primo luogo evidenziare una netta differenza tra le nuove viabilità previste nell'ambito del Lotto 1 rispetto a quelle di Lotto 2. In particolare, se per quanto riguarda il Lotto 1, le nuove viabilità di adeguamento e di collegamento previste sono, ad eccezione della NV02, tutte ubicate in prossimità di contesti urbani o industriali, quelle di Lotto 2 sono tutte inserite all'interno di un paesaggio prettamente agricolo.

Per quanto riguarda le opere viarie ubicate in un contesto urbano è possibile affermare come detti interventi non creino delle significative modifiche della struttura del paesaggio in quanto sono localizzati in aree già fortemente antropizzate e ricche di elementi strutturali in cui l'inserimento di nuovi segni finalizzati alla ricucitura della viabilità esistente non determina effetti rilevanti all'interno di tali ambiti paesaggistici.

Per quanto riguarda le opere viarie connesse previste in ambito agricolo, le nuove viabilità di adeguamento funzionali alla soppressione dei passaggi a livello prevedono tutte lo scavalco della linea ferroviaria esistente mediante cavalcaferrovia, con l'obiettivo di riconnettere il territorio posto a nord e a sud di tale asse e offrendo, in questo modo, una continuità paesaggistica attraverso questa ricucitura viaria.

In tale contesto la realizzazione dei cavalcaferrovia all'interno della struttura del paesaggio agricolo innesca nuove dinamiche di fruizione più fluide, con la possibilità di superare l'asse ferroviario, ricucire e riconnettere ampi spazi di produzione a monte della linea ferroviaria alle colture a valle della linea ferroviaria. Nel ruolo assunto quali nuovi elementi di attraversamento del paesaggio, gli assi della nuova viabilità in progetto, non alterano le specificità dei luoghi, al contrario, contribuiscono al rafforzamento della funzionalità specifica di produzione, e quindi, al mantenimento dei caratteri di paesaggio produttivo agricolo.

A tal proposito, le analisi condotte sulle opere viarie connesse, inserite in ambito agricolo, sono state supportate dalla realizzazione di una fotosimulazione, indirizzata in particolar modo all'opera NV15, in quanto collocata in prossimità del bene vincolato Complesso della Cascina Cà dé Marozzi (DM 31-07-1995).

Nell'immagine ante operam è possibile cogliere quei segni tipici e caratterizzanti il paesaggio della bassa pianura lombarda: estesi campi agricoli, canali di irrigazioni e filari di pioppi.

Il nuovo cavalcaferrovia NV15 che si inserisce all'interno di questo quadro scenico aggiunge un segno, appena percepibile dalla SP27, formato da una lieve volumetria data dal rilevato che precede il cavalcaferrovia stesso. Tutti i caratteri tipici del paesaggio e rilevabili nella scena ante operam sono ancora perfettamente riconoscibili e integrati dall'inserimento di elementi arborei lineari con l'obiettivo di incrementare la valenza storica e paesaggistica dei luoghi.

Anche per quanto riguarda il Complesso della Cascina Cà dé Marozzi, non si rilevano sostanziali modifiche nello stato post operam sia per la distanza che intercorre fra l'osservatore ed il Complesso sia per la presenza di elementi già presenti nella scena per cui la riconoscibilità di detto bene è pressoché impossibile. La visibilità e riconoscibilità del Complesso Cascina Cà dé Marozzi è infatti possibile solo lungo i tratti in sua prossimità laddove il cavalcaferrovia esce dalla scena osservata.

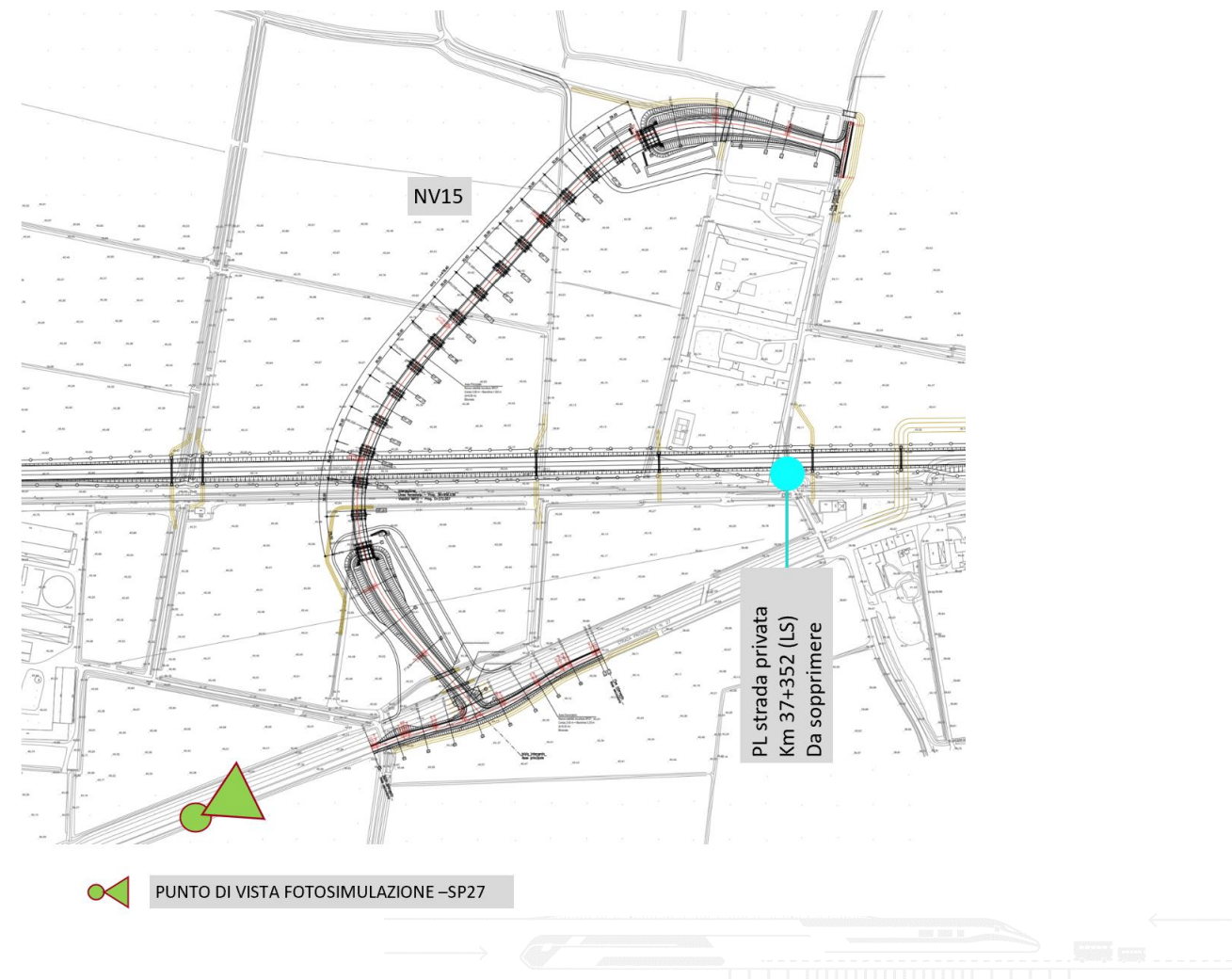




Figura 3-29- Condizioni percettive ante operam dalla SP27 in corrispondenza del Complesso Cascina Cà dé Marozzi



Figura 3-30- Condizioni percettive post operam dalla SP27 in corrispondenza del Complesso Cascina Cà dé Marozzi

3.6 Misure di mitigazione e di prevenzione degli effetti determinati dall'opera

3.6.1 Misure di mitigazione acustica in fase di esercizio

L'individuazione degli interventi di mitigazione e, nello specifico, il dimensionamento delle barriere antirumore è stato operato con l'obiettivo di abbattere le eccedenze rispetto ai limiti di norma emersi dallo studio modellistico condotto con il software SoudPlan ed avendo assunto quale dato di input il transito dei treni secondo il modello di esercizio di progetto, ossia in ragione della maggiore capacità derivante dall'intervento di raddoppio della linea ferroviaria esistente.

Le barriere antirumore previste, la cui tipologia è rappresentata nelle figure seguenti (cfr. Figura 3-33 e Figura 3-34), ammontano complessivamente a circa 8.700 metri e presentano un'altezza che varia da 2metri a 7,5metri sul piano del ferro.

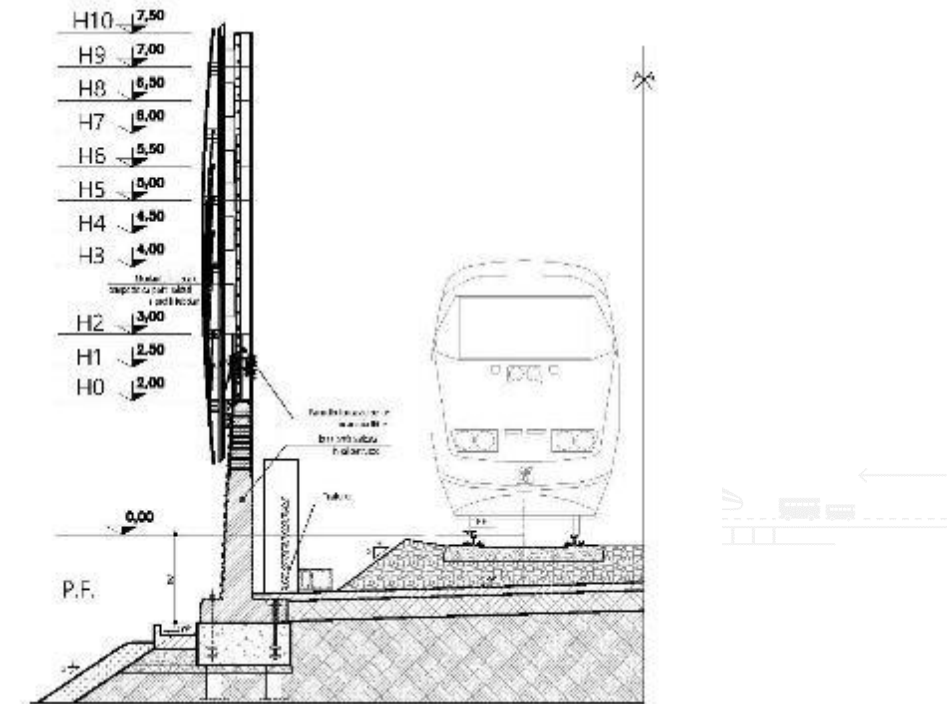


Figura 3-31 Barriera antirumore verticale: sezione

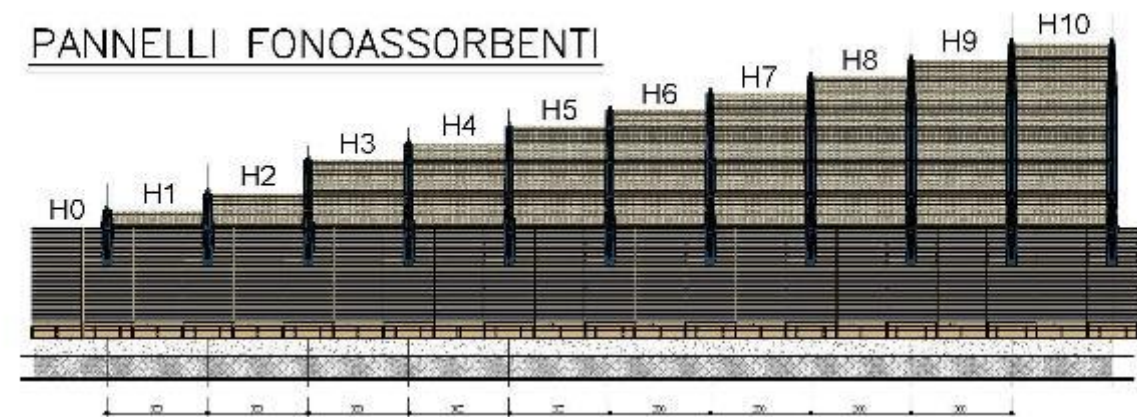


Figura 3-32 Barriera antirumore: Prospetto

Gli interventi di mitigazione acustica per il Lotto 1 (Codogno – Cavatigozzi)

Gli interventi di mitigazione acustica relativi al primo lotto di progetto (Codogno – Cavatigozzi) sono rappresentati da circa 1.700 metri di barriere antirumore, dislocate lungo la linea di progetto, e da un intervento diretto sul ricettore isolato n. 2036

Barriera	pk inizio	pk fine	lato	tipologico	quota acustica su pf [m]	lunghezza [m]	note
BA_00_a	0+382	0+482	PC-MI Pari	H7V	6,0	105	Verticale – Lungo la linea Piacenza – Codogno – Milano
BA_00_b	0+479	0+500	PC-MI Pari	metallica leggera	4,5	20	Verticale su opera d'arte – Lungo la linea Piacenza – Codogno – Milano
BA_00_c	0+498	0+728	PC-MI Pari	H7V	6,0	237	Verticale – Lungo la linea Piacenza – Codogno – Milano
BA_P_01	8+235	8+675	Pari	H0V	2,0	438	Verticale Barriera verde
BA_P_02	11+035	11+125	Pari	H0V	2,0	90	Verticale
BA_P_03	22+261	22+318	Pari	H3V	4,0	57	Verticale
BA_D_01	1+235	1+630	Dispari	H0V	2,0	390	Verticale
BA_D_02	9+270	9+349	Dispari	H2V	3,0	78	Verticale su muro antisvio
BA_D_03	10+198	10+306	Dispari	H3V	4,0	108	Verticale su muro antisvio
BA_D_04	11+059	11+190	Dispari	H0V	2,0	129	Verticale
BA_D_05	22+300	22+357	Dispari	H4V	4,5	57	Verticale su muro antisvio

Tabella 3-6 - Lotto 1 (Codogno – Cavatigozzi): Quadro riepilogativo delle barriere antirumore

Gli interventi di mitigazione acustica per il Lotto 2 (Cremona – Piadena)

Per la mitigazione del secondo lotto di progetto (Cremona – Piadena) sono stati previsti circa 7.000m di barriere antirumore, posizionate lungo la linea di progetto, e due interventi diretti sui ricettori n. 2345b e n. 2241.

Barriera	pk inizio	pk fine	lato	tipologico	quota acustica su pf [m]	lunghezza [m]	note
BA_D_01a	28+369	28+485	Dispari	H6V	5,5	117	Verticale
BA_D_01b	28+485	28+542	Dispari	H4V	4,5	57	Verticale
BA_D_01c	28+542	28+599	Dispari	H4V	4,5	57	Verticale su Muro antisvio
BA_D_02a	28+615	28+854	Dispari	H1V	2,5	241	Verticale su Muro antisvio
BA_D_02b	28+854	28+885	Dispari	H8V	6,5	31	Verticale su viadotto/Muro antisvio
BA_D_02c	28+885	28+982	Dispari	H8V	6,5	97	Verticale su Muro antisvio
BA_D_02d	28+982	29+287	Dispari	H4V	4,5	306	Verticale su Muro antisvio
BA_D_03a	29+317	29+486	Dispari	H1V	2,5	175	Verticale su Muro antisvio
BA_D_03b	29+486	29+805	Dispari	H1V	2,5	319	Verticale
BA_D_04	38+449	38+854	Dispari	H0V	2,0	406	Verticale
BA_D_05a	40+594	40+793	Dispari	H3V	4,0	198	Verticale
BA_D_05b	40+793	41+063	Dispari	H1V	2,5	275	Verticale, quota su pc
BA_D_06	48+390	48+577	Dispari	H1V	2,5	190	Verticale
BA_D_07	48+616	48+890	Dispari	H1V	2,5	276	Verticale
BA_D_08	50+759	51+321	Dispari	H0V	2,0	562	Verticale
BA_D_09a	54+150	54+300	Dispari	H1V	2,5	150	Verticale su Muro antisvio
BA_D_09b	54+300	54+400	Dispari	H3V	4,0	100	Verticale su Muro antisvio
BA_D_09c	54+400	54+739	Dispari	H2V	3,0	340	Verticale su Muro antisvio
BA_D_09d	54+739	54+799	Dispari	H2V	3,0	60	Verticale

Tabella 3-7 Lotto 2 (Cremona – Piadena): Quadro riepilogativo delle barriere antirumore lungo il binario dispari

Barriera	pk inizio	pk fine	lato	tipologico	quota acustica su pf [m]	lunghezza [m]	note
BA_P_01a	28+519	28+598	Pari	H5V	5,0	79	Verticale
BA_P_01b	28+598	28+684	Pari	H10V	7,5	87	Verticale
BA_P_01c	28+684	28+776	Pari	H10V	7,5	90	Verticale su Muro antisvio
BA_P_01d	28+776	28+846	Pari	H8V	6,5	70	Verticale su Muro antisvio
BA_P_02	29+097	29+284	Pari	H4V	4,5	187	Verticale su Muro antisvio
BA_P_03	29+446	29+609	Pari	H4V	4,5	163	Verticale su Muro antisvio
BA_P_04	29+967	30+261	Pari	H0V	2,0	294	Verticale
BA_P_05a	34+576	34+710	Pari	H0V	2,0	134	Verticale
BA_P_05b	34+710	34+753	Pari	H1V	2,5	45	Verticale, quota su pc
BA_P_06a	34+874	34+966	Pari	H1V	2,5	90	Verticale, quota su pc
BA_P_06b	34+966	35+090	Pari	H2V	3,0	131	Verticale su Muro antisvio
BA_P_06c	35+090	35+290	Pari	H3V	4,0	200	Verticale su Muro antisvio
BA_P_06d	35+290	35+450	Pari	H3V	4,0	159	Verticale
BA_P_07	37+290	37+600	Pari	H0V	2,0	311	Verticale
BA_P_08a	40+674	40+793	Pari	H3V	4,0	120	Verticale su Muro antisvio
BA_P_08b	40+793	40+954	Pari	H1V	2,5	165	Verticale, quota su pc
BA_P_09	40+984	41+063	Pari	H1V	2,5	78	Verticale, quota su pc
BA_P_10	44+747	45+467	Pari	H0V	2,0	720	Verticale

Tabella 3-8- Lotto 2 (Cremona – Piadena): Quadro riepilogativo delle barriere antirumore lungo il binario pari

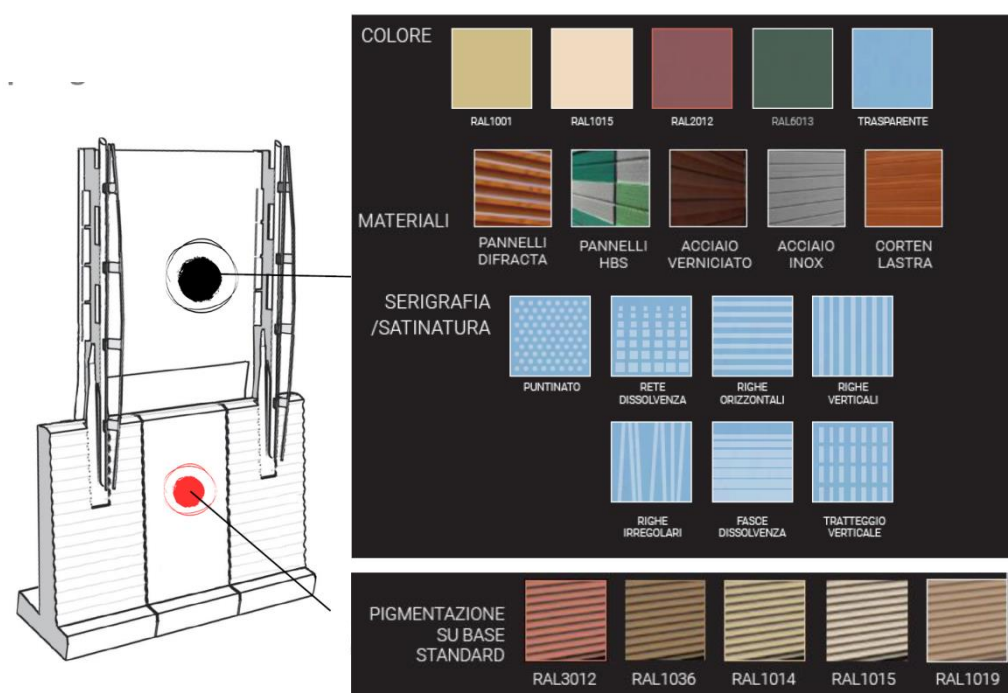


Figura 3-33 - Possibili soluzioni cromatiche e materiche delle barriere antirumore definitive

3.6.2 Misure di mitigazione per le vibrazioni in fase di esercizio

Gli studi condotti al fine di analizzare gli effetti di disturbo prodotti dal transito dei treni sulla popolazione residente hanno evidenziato come, rispetto ai due lotti in cui si articola l'intervento di raddoppio della linea ferroviaria esistente, tali effetti possano potenzialmente interessare esclusivamente 7 edifici presenti lungo due tratti del Lotto 2 (Cremona – Piadena), mentre non è stata riscontrata alcuna situazione di possibile superamento dei limiti per quanto riguarda il Lotto 1 (Codogno – Cavatigozzi).

Al fine di mitigare l'effetto di disturbo stimato per tali 7 edifici, la tipologia di intervento di mitigazione adottabile nel caso specifico in esame è una soluzione di tipo attivo, consistente in interventi sul corpo o sull'armamento ferroviario mirati a ridurre le emissioni vibranti alla sorgente.

Sono stati pertanto previsti 690m di tappetino antivibrante, come riportato nella seguente tabella e nello stralcio successivo.

Tratta critica	Linea ferroviaria	Ricettori	Entità criticità	Soluzione	Lung.
Da pk 28+580 A pk 29+270	Cremona - Piadena	2226	+2 dB	Tappetino antivibrazioni	690 m
		2233	+5,5 dB		
		2234	+5,5 dB		
		2241	+2 dB		
		2257	+5,5 dB		
		2269	+5,5 dB		
		2272	+1 dB		

Tabella 3-9 - Tabella soluzione di mitigazione adottata

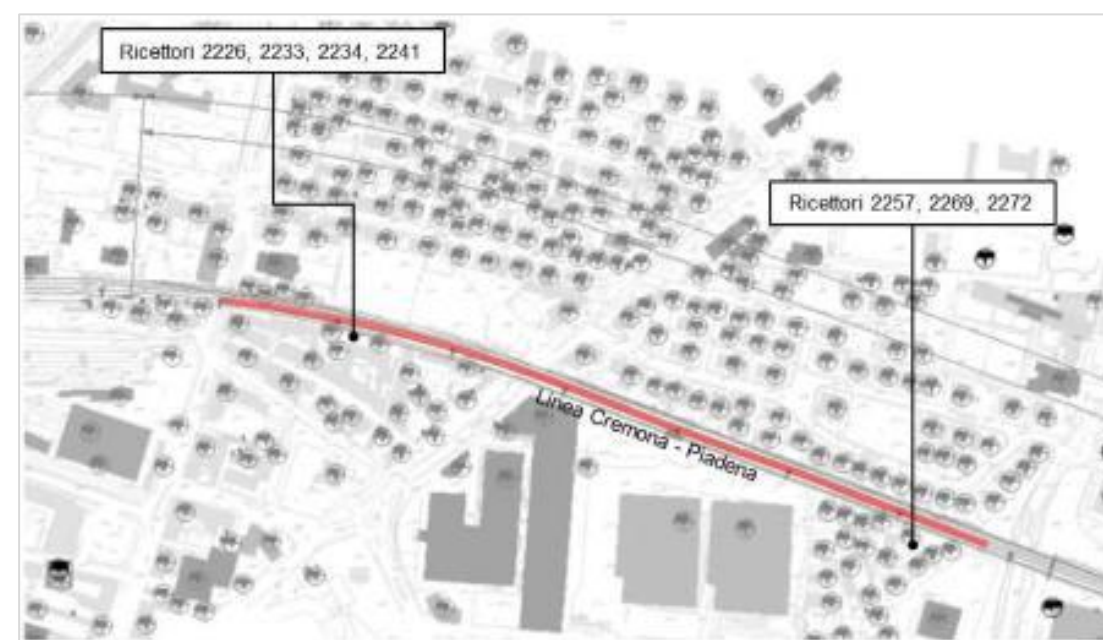


Figura 3-34 - Planimetria ubicazione ricettori e posizionamento soluzione di mitigazione adottata

3.6.3 Gli Interventi di Inserimento Paesaggistico - Ambientale

Gli obiettivi

Gli interventi a verde si configurano come un sistema integrato di azioni per ricucire e migliorare parti del territorio attraversato dall'opera in progetto, in quanto definite in modo tale da relazionarsi con il contesto in cui si inseriscono, dal punto di vista sia naturalistico che paesaggistico e vincolistico.

In sintesi, gli obiettivi che hanno orientato la progettazione delle opere a verde prevedono:

- Incrementare la biodiversità, potenziando la compagine vegetazionale esistente attraverso l'incremento delle specie a valenza naturale appartenenti al contesto locale
- Salvaguardare la continuità dei corridoi biologici e concorre alla formazione di nuovi, tramite la connessione della vegetazione frammentata
- Ricomporre la struttura dei diversi paesaggi interessati con un'equilibrata alternanza di barriere vegetali, campi visivi semi-aperti e aperti a seconda della profondità e distribuzione delle mitigazioni, organizzandosi come una sorta di modulazione di pieni e di vuoti che creano differenti visuali sul paesaggio attraversato;
- Recuperare le aree intercluse prodotte dalla infrastrutturazione di progetto e/o aventi caratteristiche dimensionali e di articolazione tali da non poter essere destinate al precedente uso
- Creare filtri di vegetazione in grado di contenere, una volta sviluppati, la propagazione delle emissioni acustiche

Gli interventi progettati prevedono vegetazione di nuovo impianto realizzata ai margini della linea ferroviaria e dei piazzali, all'interno delle aree intercluse o dei reliquati, sulle superfici di ritombamento delle aree di lavorazione e al margine dei corsi d'acqua attraversati dal tracciato. Oltre all'impianto di essenze arboree e arbustive si procederà preventivamente all'inerbimento di tutte le superfici di lavorazione, (scarpate di trincee e rilevati, aree di cantiere, aree tecniche, ecc..).

Il sistema proposto è stato suddiviso per moduli tipologici, al fine di individuare la migliore soluzione possibile in relazione all'ambito d'intervento. In generale, lungo il tracciato, sono stati inseriti elementi lineari costituiti da fasce arbustive ed arboreo arbustive, all'interno delle aree intercluse sono state previsti impianti a "macchia" tali da costituire volumi diversi che si sviluppano su più file parallele non rettilinee.

Nel caso degli attraversamenti di elementi del reticolo idrografico tale tipologia di intervento viene impiegata sugli argini in modo da ripristinarne la funzionalità ecologica a valle delle attività di cantierizzazione.

Nello specifico l'impiego di elementi lineari ed areali arborei e arbustivi mira ad ottenere una duplice funzione:

- naturalistica, al fine di proporre in aree limitrofe alle opere in progetto la ricostituzione di nuove fasce vegetate in sostituzione di quelle tagliate/alterate per la realizzazione delle opere e di potenziamento della dotazione vegetazionale lungo le sponde dei corsi d'acqua attraversati dalle opere in progetto;
- paesaggistica, al fine di consentire il contenimento dell'impatto visivo dell'infrastruttura, rispetto a contesti con particolari valenze paesaggistiche e percettive da salvaguardare o in corrispondenza di ricettori presenti in prossimità del tracciato ferroviario e di ricucire il taglio infrastrutturale attraverso l'organizzazione di un sistema vegetale conforme e coerente alle forme e alle specie vegetali preesistenti.

Le tipologie di intervento a verde previste

A seguire si riporta una descrizione dei sestii di impianto previsti, compreso l'inerbimento ed il ripristino ante operam, unitamente ad un elenco di specie vegetali potenzialmente idonee. Si specifica che i sestii di impianto, nonché la definitiva collocazione rispetto alle opere in progetto, saranno meglio definite nelle successive fasi progettuali.

- **Inerbimento**
Per quanto riguarda l'inerbimento è da prevedersi in tutte le aree di lavorazione attraverso l'utilizzo di specie erbacee pioniere e a rapido accrescimento, appena terminati i lavori di costruzione delle infrastrutture. Le specie erbacee per l'inerbimento sono destinate a consolidare, con il loro apparato radicale, lo strato superficiale del suolo, prediligendo, nella scelta delle specie, quelle già presenti nella zona, soprattutto appartenenti alle famiglie delle Graminaceae (Poaceae) che assicurano un'azione radicale superficiale e Leguminosae (Fabaceae) che hanno invece azione radicale profonda e capacità di arricchimento del terreno con azoto.
- **Ripristino agricolo**
Con tale termine si intende il ripristino del suolo agricolo interferito dalle aree di cantiere e i medesimi interventi realizzati a partire da eventuali superfici dismesse da restituire ad uso agricolo. L'obiettivo mirato è quello di restituire i luoghi per quanto possibile con le stesse caratteristiche che gli stessi presentavano prima dell'allestimento dei cantieri. A completamento dei lavori, nelle aree di cantiere si provvederà pertanto allo smontaggio e alla rimozione dei manufatti di cantiere, ecc. Le aree saranno quindi bonificate dai residui dei materiali utilizzati e dai residui delle demolizioni prima di provvedere alla ricostituzione dell'uso ante operam ovvero all'impianto delle opere a verde laddove siano stati individuati interventi di mitigazione.

- **Modulo A – Siepe arbustiva**
L'impianto di siepi lineari è previsto prevalentemente lungo linea per mitigare la presenza di elementi lineari quali muri o recinzioni oltre che il corpo di bassi rilevati e trincee delle opere.

Le specie arbustive impiegate sono rappresentate da:

- Ginestra dei carbonai (*Cytisus scoparius*);
- Crespino comune (*Berberis vulgaris*).

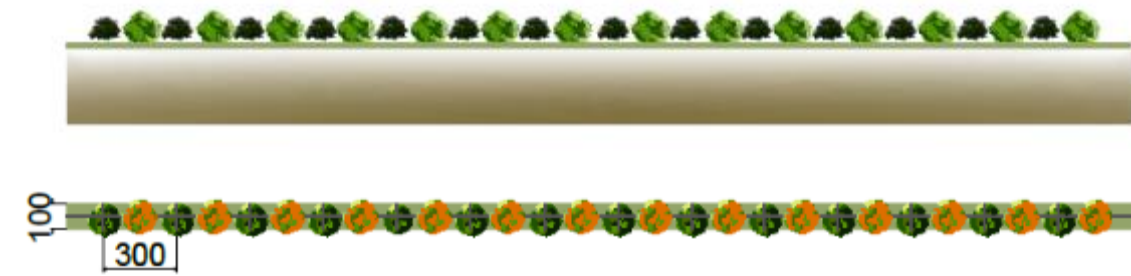


Figura 3-35 - Modulo A

- **Modulo B – Filare arboreo**
Il Modulo B prevede l'impianto di un filare arboreo dotato di elevato grado di copertura e mascheramento dell'opera che si prevede prevalentemente lungo linea per mitigare la presenza dei rilevati alti, in presenza di ricettori considerati sensibili, per mascherare le opere principali e migliorare l'inserimento paesaggistico dell'opera in presenza di aree tutelate e fasce con presenza di vegetazione arborea.

Le specie arboree previste sono rappresentate da:

- Frassino maggiore (*Fraxinus excelsior*);
- Cerro (*Quercus cerris*).

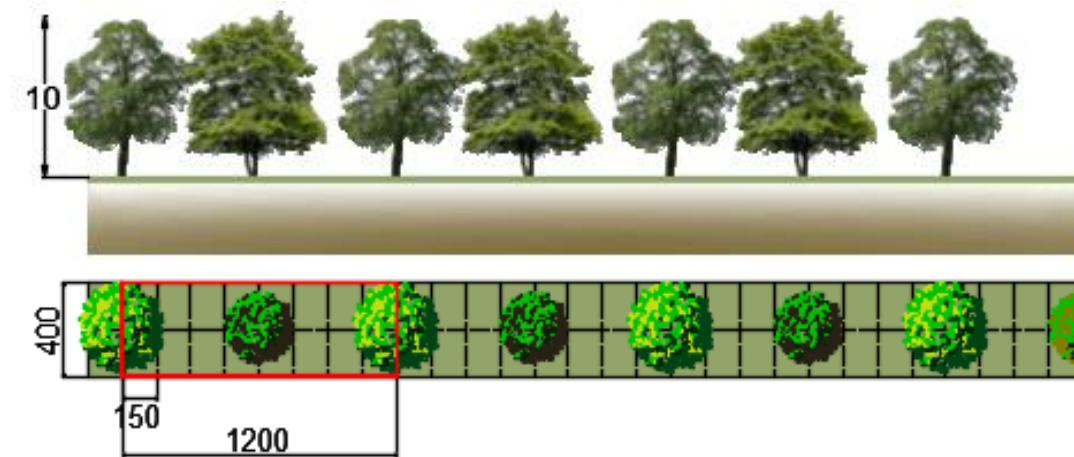


Figura 3-36 Modulo B

- **Modulo C – Fascia o macchia arbustiva**
L'impianto, connotato da buon grado di copertura e sviluppo verticale su più orizzonti, è previsto prevalentemente all'interno di aree intercluse o lungo le opere viarie connesse in presenza di vegetazione naturale interferita, di opere d'arte minori o di ricettori sensibili. La finalità è di ripristinare la naturalità dei luoghi, preservarne lo stato e migliorare l'inserimento paesaggistico dell'infrastruttura, nonché di potenziare la dotazione vegetazionale.

Le specie arbustive selezionate per questo intervento sono:

- Ginestra dei carbonai (*Cytisus scoparius*);
- Palla di neve (*Viburnum opulus*).

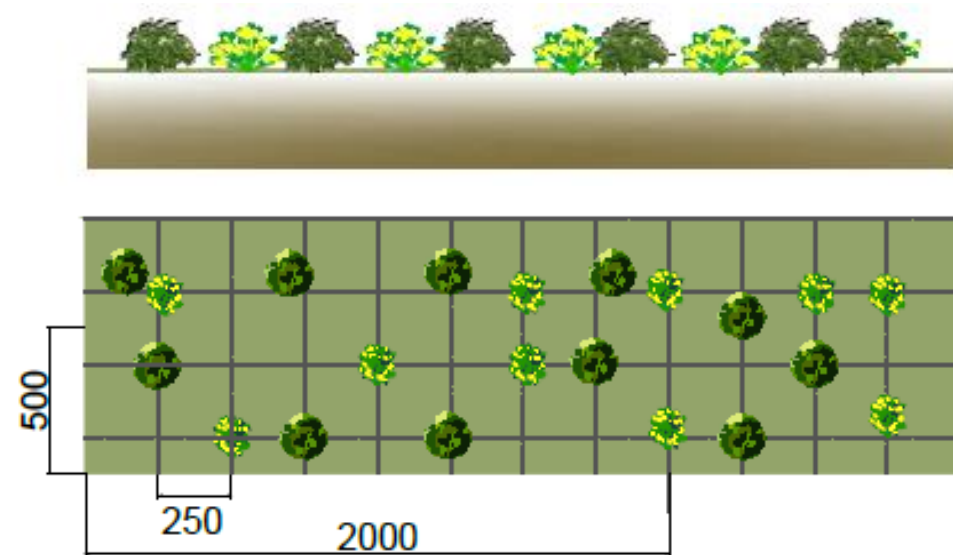


Figura 3-37- Modulo C

• Modulo D - Macchia arboreo – arbustiva

Il modulo prevede formazioni areali composte da estese aree prative con presenza di alberi ed arbusti previsti prevalentemente all'interno delle aree intercluse e nelle aree residuali dove si intende migliorare il valore ecologico dell'area e limitare l'insorgenza di incolti e aree abbandonate facilmente colonizzabili da specie alloctone. L'obiettivo dell'intervento è di costituire delle fasce in cui gli individui siano disposti in modo irregolare, in modo da ricreare fitocenosi con una configurazione il più possibile naturale.

Le specie arboree sono:

- Frassino maggiore (*Fraxinus excelsior*);
- Cerro (*Quercus cerris*).

Le specie arbustive sono:

- Lantana (*Viburnum lantana*);
- Palla di neve (*Viburnum opulus*).

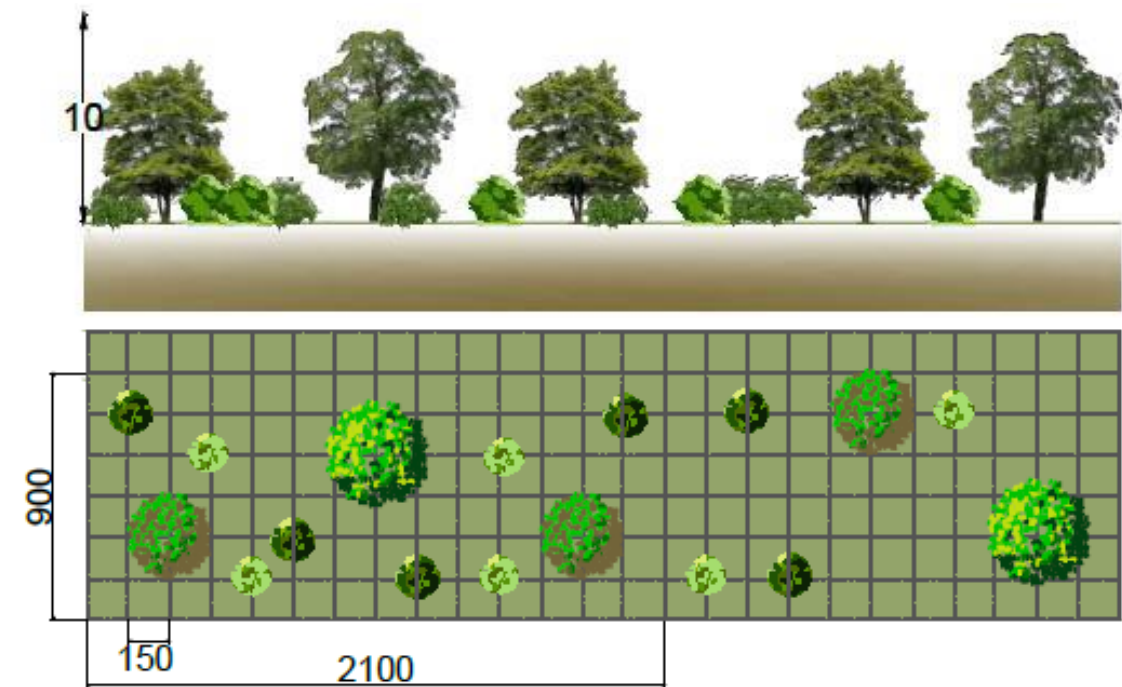


Figura 3-38- Modulo D

• Modulo E – Fascia ripariale arboreo-arbustiva

Il Modulo prevede l'impianto di una fascia vegetata caratterizzato da buon grado di copertura e sviluppo verticale su più orizzonti che si prevede prevalentemente lungo linea in presenza di aree naturali umide e opere idrauliche. La finalità è di ripristinare e potenziare la naturalità dei luoghi, nonché la loro funzione ecologica.

La specie arborea prevista dal sesto è:

- Farnia (*Quercus robur*);

Le specie arbustive previste sono:

- Lantana (*Viburnum lantana*);
- Palla di neve (*Viburnum opulus*).

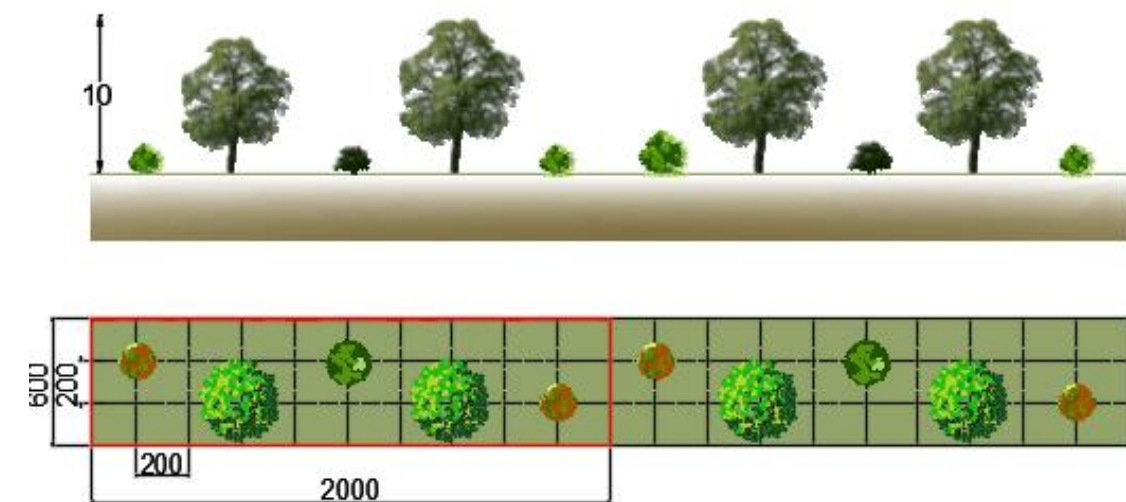


Figura 3-39- Modulo E

3.7 La fase di costruzione

3.7.1 I cantieri

Il presente capitolo ha per oggetto la descrizione del sistema di cantierizzazione previsto per la realizzazione delle opere relative all'intervento di raddoppio della tratta ferroviaria Codogno – Cremona - Piacenza.

Si precisa che il progetto della cantierizzazione definisce i criteri generali del sistema di cantierizzazione individuando una possibile organizzazione e le eventuali criticità, rappresentando di fatto una proposta di massima da sviluppare nella successiva fase progettuale qualora l'appaltatore decida, in relazione alla propria organizzazione, di perseguire la soluzione proposta.

Va inoltre evidenziato che l'ipotesi di cantierizzazione rappresentata non è vincolante ai fini di eventuali diverse soluzioni che l'Appaltatore intenda attuare sempre nel rispetto della normativa vigente, delle disposizioni emanate dalle competenti Autorità, delle caratteristiche funzionali delle opere in progetto e dei tempi e costi previsti per la loro realizzazione. In tal senso sarà, quindi, onere e responsabilità dell'Appaltatore adeguare/ampliare/modificare tale proposta sulla scorta della propria organizzazione del lavoro e di eventuali vincoli esterni, facendosi carico di verificarne la relativa fattibilità e di ottenere tutte le necessarie autorizzazioni dagli Enti ed Amministrazioni competenti prima dell'installazione dei cantieri.

Per la realizzazione delle opere in progetto, si prevede l'utilizzo di una serie di aree di cantiere lungo il tracciato della linea ferroviaria, selezionate sulla base di:

- Disponibilità di aree libere in prossimità delle opere da realizzare;
- Lontananza da ricettori critici e da aree densamente abitate;
- Facile collegamento con la viabilità esistente, in particolare con la viabilità principale;
- Minimizzazione del consumo di territorio;
- Minimizzazione dell'impatto sull'ambiente naturale ed antropico;
- Riduzione al minimo delle interferenze con il patrimonio culturale esistente.

Le aree di cantiere fisso del Lotto 1 (Codogno – Cavatigozzi)

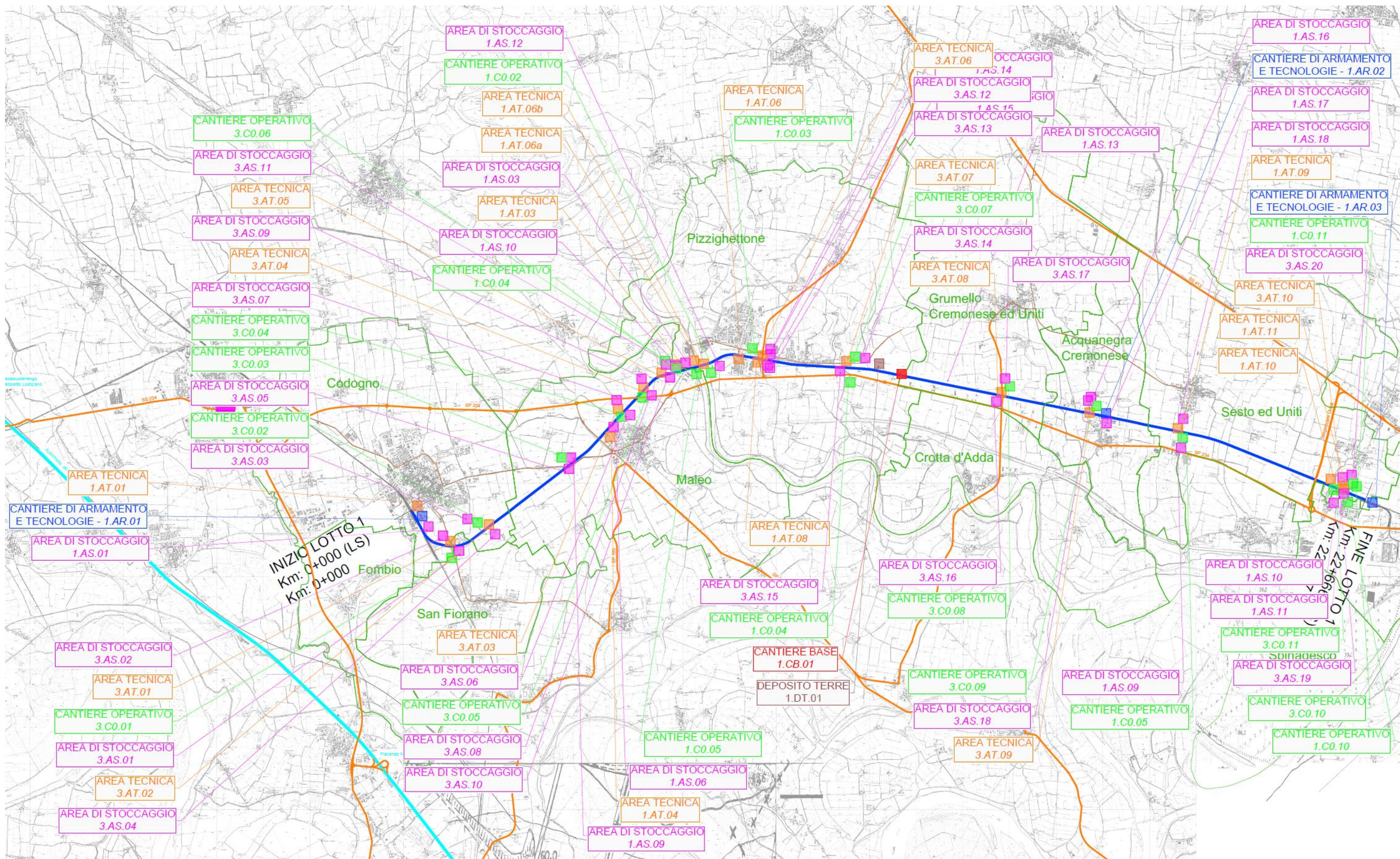
Per la realizzazione delle opere del lotto 1 sono previste le seguenti aree di cantiere:

- **n°1 Cantiere Base:** è a supporto della logistica e contiene gli uffici, i laboratori, l'infermeria, la mensa e i dormitori per le maestranze.
- **n°3 Cantieri Armamento/tecnologici:** contengono i mezzi d'opera di tipo ferroviario e fungono da deposito per i materiali per l'attrezzaggio ferroviario.
- **n°11 Cantieri Operativi:** contengono gli impianti fissi e mobili, le attrezzature/mezzi a supporto delle lavorazioni.
- **n°22 Aree di stoccaggio:** sono impiegate per lo stoccaggio provvisorio delle terre di scavo (principalmente) e dei materiali.
- **n°1 Depositi temporanei:** Vengono attivati temporaneamente nel momento in cui i depositi di conferimento finale esterni si saturano.
- **n°13 Aree Tecniche:** sono a supporto per la realizzazione di specifiche opere maggiori, contengono gli impianti e i materiali necessari.

Lotto 1					
Colore	Progressiva	Denominazione cantiere	Sigla	Comune	Superficie
	0+000	AREA TECNICA	1.AT.01	Codogno	600
	0+300	CANTIERE ARMAMENTO E TECNOLOGIE	1.AR.01	Codogno	8.600
	0+400	AREA DI STOCCAGGIO	1.AS.01	Codogno	5.100
	1+150	AREA DI STOCCAGGIO NV01	1.AS.03	Codogno	1.680
	1+150	CANTIERE OPERATIVO NV01	1.CO.01	Codogno	3.420
	1+200	AREA TECNICA NV01	1.AT.02	Codogno	6.600
	1+200	AREA DI STOCCAGGIO NV01	1.AS.02	Codogno	5.900
	2+050	AREA DI STOCCAGGIO NV02	1.AS.04	Codogno	2.390
	2+050	CANTIERE OPERATIVO NV02	1.CO.02	Codogno	2.470
	2+050	AREA TECNICA NV02	1.AT.03	Codogno	4.370
	2+050	AREA DI STOCCAGGIO NV02	1.AS.05	Codogno	2.900
	4+500	AREA DI STOCCAGGIO	1.AS.09	Maleo	30.000
	4+550	AREA TECNICA FV02	1.AT.04	Maleo	450
	5+550	AREA DI STOCCAGGIO FV02	1.AS.06	Maleo	2.330
	6+550	CANTIERE OPERATIVO NV05	1.CO.03	Maleo	2.880
	6+600	AREA TECNICA NV05	1.AT.05	Maleo	2.920
	6+600	AREA DI STOCCAGGIO NV05	1.AS.07	Maleo	1.330
	6+700	AREA DI STOCCAGGIO NV05	1.AS.08	Maleo	1.760
	7+500	AREA DI STOCCAGGIO NV06	1.AS.10	Maleo	6.950
	7+500	CANTIERE OPERATIVO NV06	1.CO.04	Maleo	3.070
	7+600	AREA TECNICA FV03	1.AT.12	Maleo	1.040
	7+800	AREA DI STOCCAGGIO FV03	1.AS.11	Maleo	2.910
	7+850	CANTIERE OPERATIVO - Ponte ferroviario sull'Adda	1.CO.05	Maleo	1.850
	7+900	AREA TECNICA- Ponte ferroviario sull'Adda	1.AT.06A	Maleo	1.390
	8+100	AREA TECNICA - Ponte ferroviario sull'Adda	1.AT.06B	Pizzighettone	2.150
	8+150	CANTIERE OPERATIVO - Ponte ferroviario sull'Adda	1.CO.06	Pizzighettone	2.400
	8+150	AREA DI STOCCAGGIO Ponte ferroviario sull'Adda	1.AS.12	Pizzighettone	6.870
	8+800	AREA TECNICA FV04	1.AT.07	Pizzighettone	520

Lotto 1					
Colore	Progressiva	Denominazione cantiere	Sigla	Comune	Superficie
	9+100	CANTIERE OPERATIVO NV07	1.CO.07	Pizzighettone	4.400
	9+350	AREA TECNICA NV07	1.AT.08	Pizzighettone	2.810
	9+400	AREA DI STOCCAGGIO NV07	1.AS.14	Pizzighettone	3.750
	9+400	AREA DI STOCCAGGIO NV07	1.AS.15	Pizzighettone	3.250
	11+300	CANTIERE OPERATIVO Generale Roggione	1.CO.08	Pizzighettone	18.430
	11+900	DEPOSITO TERRE Roggione	1.DT.01	Pizzighettone	83.075
	12+250	CANTIERE BASE Roggione	1.CB.01	Pizzighettone	15.350
	13+400	AREA DI STOCCAGGIO	1.AS.13	Grumello Cremonese ed Uniti	30.220
	16+500	AREA DI STOCCAGGIO	1.AS.16	Acquanegra Cremonese	7.100
	16+800	CANTIERE ARMAMENTO E TECNOLOGIE Stazione FV05 Acquanegra	1.AR.02	Acquanegra Cremonese	6.110
	16+850	AREA DI STOCCAGGIO Stazione FV05	1.AS.17	Acquanegra Cremonese	8.050
	18+450	AREA TECNICA	1.AT.09	Sesto ed Uniti	2.450
	18+500	AREA DI STOCCAGGIO NV11	1.AS.18	Sesto ed Uniti	750
	18+500	CANTIERE OPERATIVO NV11	1.CO.09	Sesto ed Uniti	2.500
	18+500	AREA DI STOCCAGGIO NV11	1.AS.19	Sesto ed Uniti	1.500
	20+100	AREA DI STOCCAGGIO	1.AS.22	Sesto ed Uniti	25.000
	21+950	AREA TECNICA	1.AT.10	Sesto ed Uniti	6.090
	22+100	AREA DI STOCCAGGIO NV12	1.AS.20	Cremona	4.450
	22+150	AREA DI STOCCAGGIO Stazione FV06	1.AS.21	Sesto ed Uniti	9.470
	22+200	CANTIERE OPERATIVO NV12	1.CO.10	Cremona	1.090
	22+200	CANTIERE OPERATIVO NV12	1.CO.11	Sesto ed Uniti	5.140
	22+250	AREA TECNICA NV12	1.AT.11	Sesto ed Uniti	2.530
	22+500	CANTIERE ARMAMENTO E TECNOLOGIE Stazione FV06 Cavatigozzi	1.AR.03	Sesto ed Uniti	16.410





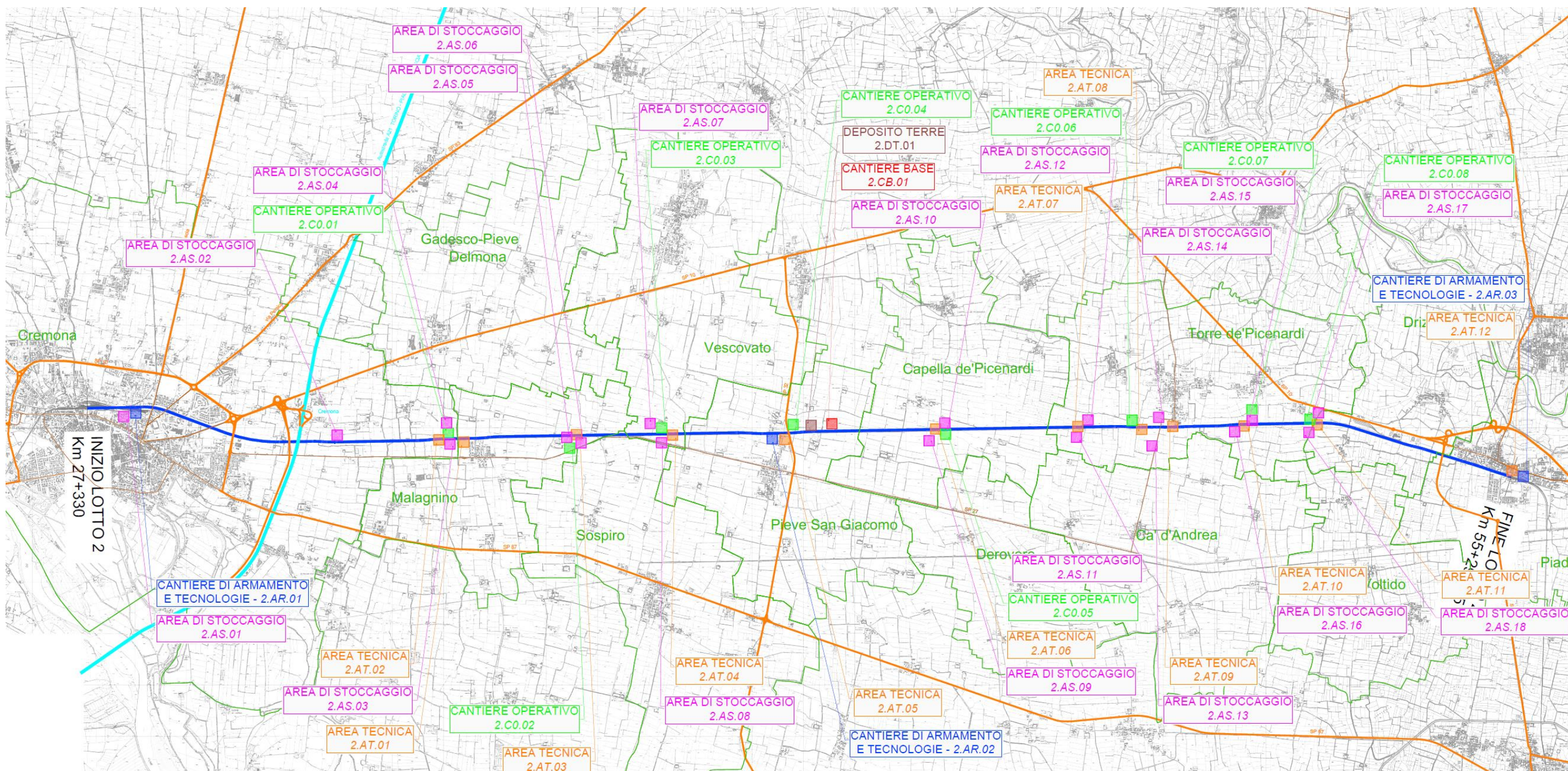
Le aree di cantiere fisso del Lotto 2 (Cremona – Piadena)

Per la realizzazione delle opere del lotto 2 sono previste le seguenti aree di cantiere:

- **n°1 Cantiere Base:** è a supporto della logistica e contiene gli uffici, i laboratori, l'infermeria, la mensa e i dormitori per le maestranze.
- **n°3 Cantieri Armamento/tecnologici:** contengono i mezzi d'opera di tipo ferroviario e fungono da deposito per i materiali per l'attrezzaggio ferroviario.
- **n°8 Cantieri Operativi:** contengono gli impianti fissi e mobili, le attrezzature/mezzi a supporto delle lavorazioni.
- **n°18 Aree di stoccaggio:** sono impiegate per lo stoccaggio provvisorio delle terre di scavo (principalmente) e dei materiali.
- **n°1 Depositi temporanei:** Vengono attivati temporaneamente nel momento in cui i depositi di conferimento finale esterni si saturano.
- **n°12 Aree Tecniche:** sono a supporto per la realizzazione di specifiche opere maggiori, contengono gli impianti e i materiali necessari.

Lotto 2					
Lotto	Progressiva	Denominazione cantiere	Sigla	Comune	Superficie
	28+000	CANTIERE ARMAMENTO E TECNOLOGIE Stazione Cremona	2.AR.01	Cremona	14.000
	28+000	AREA DI STOCCAGGIO FV 07	2.AS.01	Cremona	11.000
	32+250	AREA DI STOCCAGGIO	2.AS.02	Cremona	17.700
	34+400	AREA DI STOCCAGGIO NV14	2.AS.03	Malagnino	3.200
	34+400	AREA DI STOCCAGGIO NV14	2.AS.04	Malagnino	4.300
	34+400	AREA TECNICA NV14	2.AT.02	Malagnino	2.800
	34+400	CANTIERE OPERATIVO NV14	2.C0.01	Malagnino	4.900
	34+750	AREA TECNICA FV08	2.AT.01	Malagnino	1100
	36+900	CANTIERE OPERATIVO NV15	2.C0.02	Malagnino	6.500
	37+000	AREA DI STOCCAGGIO NV15	2.AS.05	Malagnino	6.200
	37+000	AREA DI STOCCAGGIO NV15	2.AS.06	Malagnino	6.400
	37+000	AREA TECNICA NV15	2.AT.03	Malagnino	6.300
	38+500	AREA DI STOCCAGGIO NV16	2.AS.07	Pieve San Giacomo	12.400
	38+650	CANTIERE OPERATIVO NV16	2.C0.03	Pieve San Giacomo	7.700
	38+700	AREA DI STOCCAGGIO NV16	2.AS.08	Pieve San Giacomo	3.800
	38+750	AREA TECNICA NV16 e Ponticello ferroviario IN 110	2.AT.04	Pieve San Giacomo	8.600
	40+850	CANTIERE ARMAMENTO E TECNOLOGIE Fermata FV09 Gazzo	2.AR.02	Pieve San Giacomo	1.900

Lotto 2					
Lotto	Progressiva	Denominazione cantiere	Sigla	Comune	Superficie
	40+950	AREA TECNICA FV09	2.AT.05	Pieve San Giacomo	300
	41+150	CANTIERE OPERATIVO Generale Gazzo	2.C0.04	Pieve San Giacomo	61.700
	41+450	DEPOSITO TEMPORANEO Gazzo	2.DT.01	Pieve San Giacomo	92.800
	41+900	CANTIERE BASE Gazzo	2.CB.01	Pieve San Giacomo	45.000
	44+000	AREA DI STOCCAGGIO NV17	2.AS.09	Cappella Dè Picenardi	13.800
	44+000	AREA DI STOCCAGGIO NV17	2.AS.10	Cappella Dè Picenardi	6.400
	44+000	AREA TECNICA NV17	2.AT.06	Cappella Dè Picenardi	10.800
	44+000	CANTIERE OPERATIVO NV17	2.C0.05	Cappella Dè Picenardi	15.500
	46+760	AREA TECNICA NV19.1	2.AT.07	Torre Dè Picenardi	3.100
	46+761	AREA DI STOCCAGGIO NV19.1	2.AS.11	Torre Dè Picenardi	5.000
	46+762	AREA DI STOCCAGGIO NV19.2	2.AS.12	Torre Dè Picenardi	5.500
	47+900	AREA TECNICA NV19.2	2.AT.08	Torre Dè Picenardi	6.700
	47+900	CANTIERE OPERATIVO NV19.2	2.C0.06	Torre Dè Picenardi	6.300
	48+300	AREA DI STOCCAGGIO NV19.2	2.AS.13	Torre Dè Picenardi	6.200
	48+300	AREA DI STOCCAGGIO NV19.2	2.AS.14	Torre Dè Picenardi	8.200
	48+550	AREA TECNICA FV10	2.AT.09	Torre Dè Picenardi	1.400
	49+950	AREA DI STOCCAGGIO NV20	2.AS.15	Torre Dè Picenardi	10.500
	49+950	AREA DI STOCCAGGIO NV20	2.AS.16	Torre Dè Picenardi	4.000
	49+950	AREA TECNICA NV20	2.AT.10	Torre Dè Picenardi	11.600
	49+950	CANTIERE OPERATIVO NV20	2.C0.07	Torre Dè Picenardi	10.000
	51+350	AREA DI STOCCAGGIO NV21	2.AS.17	Torre Dè Picenardi	14.500
	51+350	AREA DI STOCCAGGIO NV21	2.AS.18	Torre Dè Picenardi	6.500
	51+350	AREA TECNICA NV21	2.AT.11	Torre Dè Picenardi	5.400
	51+350	CANTIERE OPERATIVO NV21	2.C0.08	Torre Dè Picenardi	6300
	55+350	AREA TECNICA Stazione di Piadena	2.AT.12	Piadena	900
	55+400	CANTIERE ARMAMENTO Stazione di Piadena	2.AR.03	Piadena	4100



3.7.2 Viabilità e flussi di traffico

Un aspetto importante del progetto di cantierizzazione consiste nello studio della viabilità che sarà utilizzata dai mezzi coinvolti nei lavori. Tale viabilità è costituita da tre tipi fondamentali di strade: le piste di cantiere, realizzate specificatamente per l'accesso o la circolazione dei mezzi impiegati nei lavori, la viabilità ordinaria di interesse locale e la viabilità extraurbana.

La scelta delle strade da utilizzare per la movimentazione dei materiali, dei mezzi e del personale è stata effettuata sulla base dei seguenti criteri:

- minimizzazione della lunghezza dei percorsi lungo viabilità con elementi di criticità (strettezze, semafori, passaggi a livello, ecc.);
- minimizzazione della lunghezza dei percorsi lungo viabilità congestionate;
- minimizzazione delle interferenze con aree a destinazione d'uso residenziale;
- scelta delle strade a maggior capacità di traffico;
- scelta dei percorsi più rapidi per il collegamento tra cantieri, aree di lavoro e siti di approvvigionamento dei materiali da costruzione e di conferimento dei materiali di risulta.

I percorsi sono stati studiati in funzione dell'ubicazione dei principali siti di approvvigionamento dei materiali e di conferimento delle terre da scavo. Si evidenzia che in questa fase non è possibile identificare in maniera definita i siti cui l'appaltatore si rivolgerà sia per l'approvvigionamento che per lo smaltimento (in base alle regole vigenti sugli appalti pubblici tale scelta non può che spettare all'appaltatore stesso).

Lotto 1

La principale viabilità extraurbane impiegate per l'approvvigionamento dei materiali da costruzione e il conferimento dei materiali di scavo è rappresentate dall'autostrada A21 Torino-Piacenza (lato Cremona) e l'autostrada A1 (lato Codogno). Mentre la SP234, che segue la linea ferroviaria a sud tra Cremona e Maleo, per poi passare a Nord funge da collettore per i mezzi di cantiere per raggiungere le due Autostrade. Un'altra viabilità che, come la SP234, potrà fungere da collettore per i mezzi di cantiere che devono raggiungere (o provenire) le autostrade, potranno utilizzare la SP415. I mezzi di cantiere per giungere su la SP234/SP415 (che permettono di arrivare sulla A1 e A21) potranno percorrere le viabilità trasversali alla linea ferroviaria, che sono (procedendo da Codogno verso Cremona): la SP27, Via Monsignor Trabattoni, la SP84, la SP47, Via Fengo, la SP56, la tangenziale Ovest e Via della stazione in corrispondenza di Cavatigozzi.

In particolare, sono state considerate le seguenti lavorazioni:

In considerazione dell'ubicazione dell'intervento, è verosimile ritenere che i flussi in uscita e in ingresso alle aree di cantiere si ripartiscano all'incirca equamente nelle direzioni da/per Cremona e da/per Codogno, soprattutto sulle arterie principali, rappresentate dalla SP234 e SP415.

Sulla base di queste ipotesi, sono stati stimati i seguenti flussi di traffico:

- flusso dei mezzi in uscita dai cantieri verso Cremona = da 20/30 veicoli per giorno lavorativo
- flusso dei mezzi in uscita dai cantieri verso Codogno = da 20/30 veicoli per giorno lavorativo
- flusso dei mezzi in ingresso ai cantieri da Cremona = 25/40 veicoli per giorno lavorativo
- flusso dei mezzi in ingresso ai cantieri da Codogno = 25/40 veicoli per giorno lavorativo

I valori sopra riportati, stimati mediante una valutazione di massima, sono da intendersi come flussi medi giornalieri sulle due arterie principali (viaggi/giorno) indicate sopra.

¹⁷ Con il termine "livelli di qualità dell'aria" si intende indicare i livelli di concentrazione dei parametri inquinanti, quali, ad esempio, le polveri sottili o i biossidi di azoto.

Lotto 2

La principale viabilità extraurbane impiegate per l'approvvigionamento dei materiali da costruzione e il conferimento dei materiali di scavo è rappresentate dall'autostrada A21 Torino-Piacenza (lato Cremona) e la SP343 (lato Piadena) che permette di arrivare sulla A1. I mezzi di cantiere per giungere su queste viabilità potranno percorrere a Nord SP29 e la SP10, mentre a Sud potranno percorrere la SP27. Ad ogni modo la mobilità interna è stata organizzata in maniera tale da minimizzare l'impiego della viabilità pubblica mediante la realizzazione di apposite piste di cantiere lungo linea.

Nelle schede descrittive delle singole aree di cantiere di seguito riportate sono illustrati i percorsi che verranno impiegati dai mezzi di lavoro per l'accesso; detti percorsi sono altresì riportati sulle planimetrie in scala 1:2.000 e 1: 25.000 allegate al presente progetto di cantierizzazione.

In considerazione dell'ubicazione dell'intervento, è verosimile ritenere che i flussi in uscita e in ingresso alle aree di cantiere si ripartiscano all'incirca equamente nelle direzioni da/per Cremona e da/per Piadena, soprattutto sulle arterie principali, rappresentate dalla SP10 e SP27.

Sulla base di queste ipotesi, sono stati stimati i seguenti flussi di traffico:

- flusso dei mezzi in uscita dai cantieri verso Cremona = 30 veicoli per giorno lavorativo
- flusso dei mezzi in uscita dai cantieri verso Piadena = 30 veicoli per giorno lavorativo
- flusso dei mezzi in ingresso ai cantieri da Cremona = 37 veicoli per giorno lavorativo
- flusso dei mezzi in ingresso ai cantieri da Piadena = 37 veicoli per giorno lavorativo

I valori sopra riportati, stimati mediante una valutazione di massima, sono da intendersi come flussi medi giornalieri sull'arteria principale (viaggi/giorno).

3.7.3 Gli effetti sulla qualità dell'aria

I potenziali effetti che il progetto di raddoppio Codogno-Piadena può determinare sulla qualità dell'aria riguardano esclusivamente la fase di costruzione.

Per quanto riguarda la fase di costruzione, gli effetti che le attività costruzione possono determinare sulla qualità dell'aria sono correlati principalmente alle attività di movimentazione delle terre da scavo, e al funzionamento dei mezzi di lavoro.

Per questo motivo, il numero delle aree di cantiere presenti in una stessa zona e la distanza che intercorre con le abitazioni circostanti rappresentano gli aspetti che incidono in modo principale sugli effetti prodotti.

Nel caso del raddoppio Codogno-Piadena, si evidenzia che gran parte delle aree di cantiere che si trovano in aperta campagna o sono circondate da un modesto numero di abitazioni.

Al fine di stimare in modo più approfondito gli effetti attesi, sono stati condotti degli studi seguendo il seguente schema di lavoro:

1. Stima dei livelli di qualità dell'aria¹⁷ determinati dalle attività di costruzione, mediante un software specifico¹⁸.
Come premesso, gli studi in questione sono stati sviluppati rispetto a due tipologie di situazioni ritenute maggiormente significative ai fini della verifica delle condizioni di esposizione della popolazione residente all'inquinamento atmosferico prodotto dalle attività di cantierizzazione. Le situazioni in questione sono le seguenti:
 - Ambiti connotati dalla concentrazione di più aree di cantiere fisso e dalla presenza, al loro intorno, di aree abitate, circostanza che nel caso in specie non risulta particolarmente frequente

¹⁸ Il software utilizzato è AERMOD

- Cantieri mobili, ossia quelle aree di cantiere che, essendo finalizzate alla realizzazione – ad esempio – dei rilevati o delle trincee, avanzano progressivamente lungo tutto il tracciato, percorrendolo dall’inizio alla fine

Gli inquinanti considerati negli studi condotti sono stati le polveri sottili (PM10), ossia la frazione delle polveri le cui particelle sono caratterizzate da un diametro inferiore ai 10 µm, che vengono generate movimentando le terre e che sono presenti nei gas di scarico dei mezzi di lavoro, ed il biossido di azoto (NO2), anch’esso presente nei gas di scarico.

I livelli di qualità dell’aria derivanti dalle attività di costruzione, ottenuti mediante il citato software di simulazione, sono rappresentati attraverso delle mappe¹⁹, come quelle riportate nella **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** e **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**, e mediante tabelle numeriche.

2. Stima dei livelli di qualità dell’aria complessivi, ottenuti sommando ai valori prodotti dalle attività di costruzione quelli già presenti nel contesto territoriale oggetto di esame. In buona sostanza, le analisi condotte non si sono limitate a stimare il solo contributo inquinante derivante dalle attività di costruzione, quanto anche a quantificare il livello di inquinamento complessivo al quale sarà soggetta la popolazione, a seguito del livello presente allo stato attuale (valore di fondo) e di quello, aggiuntivo, determinato dalle attività di costruzione.

Al fine di determinare il valore di fondo è stato fatto riferimento ai valori registrati dalla centralina di monitoraggio della qualità dell’aria di ARPA Lombardia, denominata “Cremona – via Fatebenefratelli”, il cui contesto localizzativo è assimilabile a quello oggetto di intervento

3. Confronto tra i livelli di qualità complessivi (Contributo delle attività di costruzione + Valore di fondo) e valori definiti dalla normativa (DLgs 155/2010).

Per quanto riguarda il cantiere mobile, è stato sviluppato uno specifico studio modellistico in cui sono stati considerati la sorgente emissiva (area del fronte avanzamento lavori) ed una serie di ricettori “virtuali” disposti secondo una maglia regolare, così da poter ottenere una quantificazione numerica del rapporto intercorrente tra distanza dalla sorgente e livelli di qualità attesi, e, con ciò, poter operare una stima precisa dei livelli di inquinamento ai quali sarà potenzialmente esposta la popolazione residente nelle abitazioni poste in prossimità della linea ferroviaria oggetto di intervento (cfr. Figura 3-44).

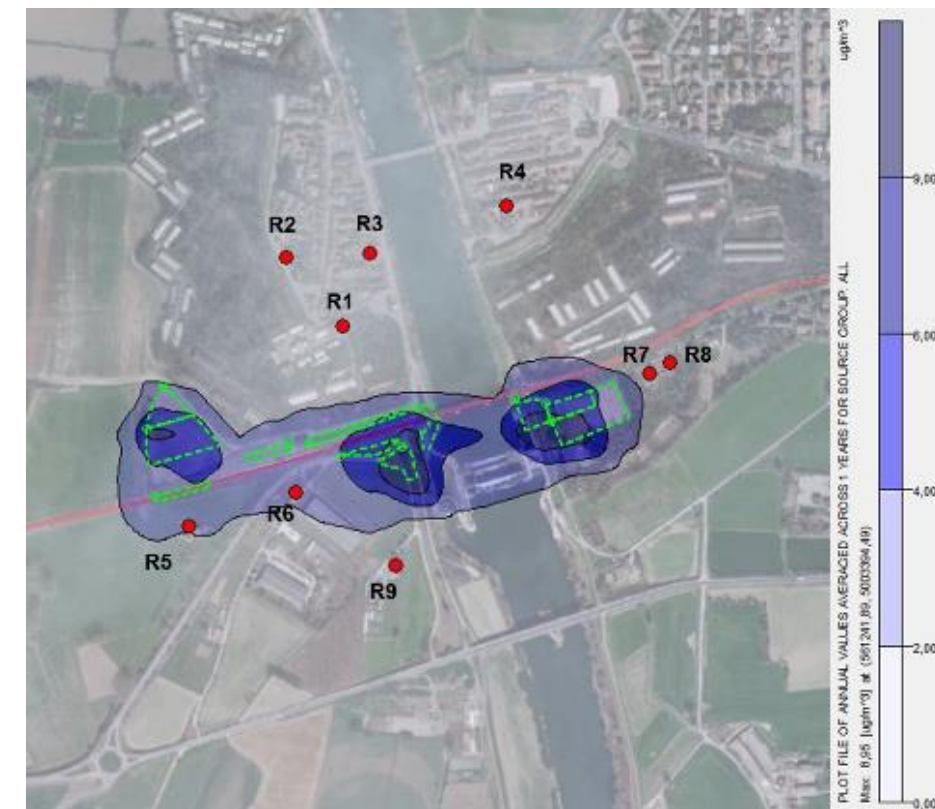


Figura 3-40- Scenario 1A: Mappa delle concentrazioni di PM10 - Media annua [µg/m³]

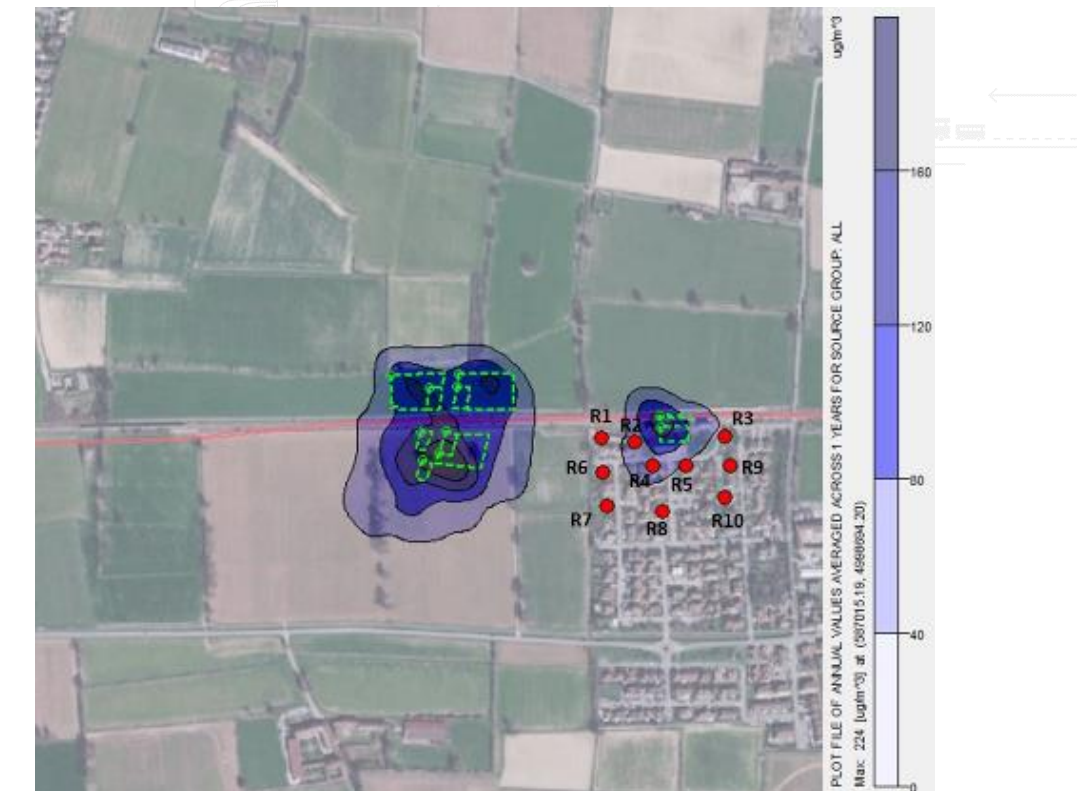
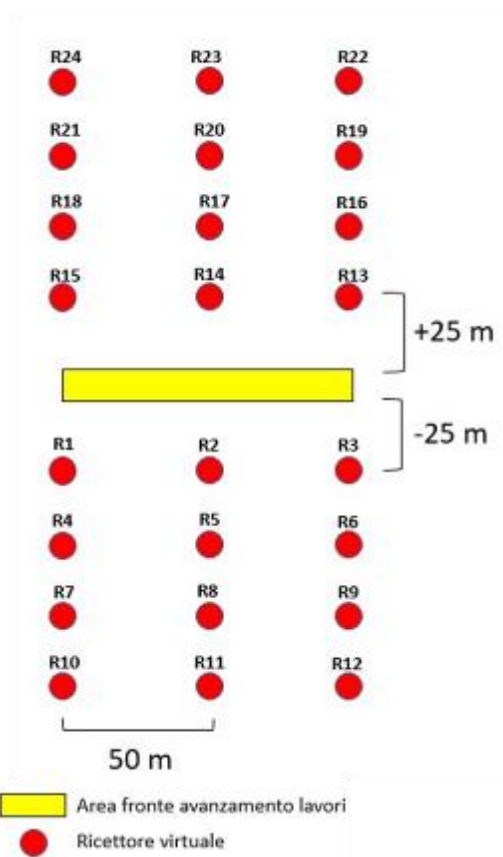


Figura 3-41- Scenario 2A: Mappa delle concentrazioni di NOx - Media annua [µg/m³]

¹⁹ Le mappe in questione sono denominate “mappe di isoconcentrazione” in quanto rappresentano, attraverso curve, le porzioni territoriali connotate da uno stesso range di livelli di qualità dell’aria

A) Localizzazione della rete di punti di calcolo rispetto al cantiere mobile



B) Mappa delle concentrazioni di PM10 - Media annua [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

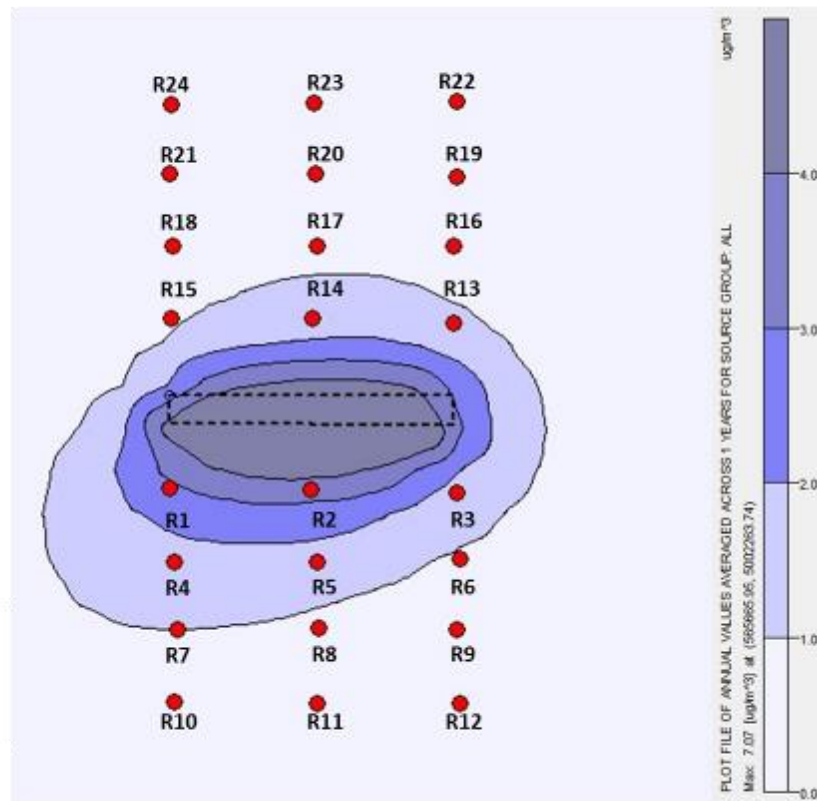


Figura 3-42- Scenario cantiere mobile: Schematizzazione e mappa di concentrazione PM10 - Media annua [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

Per quanto riguarda le aree urbane poste all'intorno delle aree di cantiere fisso considerate, queste risultano interessate da livelli di concentrazione attesi complessivi (Contributo delle attività di costruzione + Valore di fondo) che risultano pienamente al di sotto dei livelli normativi, per entrambi i parametri inquinanti considerati e per i relativi periodi di mediazione. Le eccedenze rispetto a detti valori limite riguardano un numero limitato di ricettori, connotati da condizioni di estrema prossimità alle sorgenti emissive.

Per quanto riguarda il cantiere mobile, non sono stati registrati superamenti dei limiti normativi in nessuno dei ricettori considerati e per nessuno dei parametri oggetto di simulazione.

In sintesi, le principali conclusioni:

- Nella totalità dei casi analizzati i livelli di qualità dell'aria che si determineranno durante l'esecuzione dei lavori sono risultati inferiori ai valori imposti dalla normativa per quanto riguarda la salute umana, con la sola eccezione di pochi e limitati casi relativi a edifici posti a pochi metri dalle aree di cantiere. Ad esempio, nel caso di Cavatigozzi, i casi in cui i livelli di qualità dell'aria possono essere diversi dai limiti normativi sono solo 3 e riguardano edifici posti ad una distanza dai cantieri compresa tra i 20 ed i 30 metri; all'opposto, i risultati ottenuti per le abitazioni poste a distanza leggermente superiore dai cantieri, ad esempio a 60 metri, sono risultati inferiori ai limiti di legge.

- A verifica dei risultati ottenuti dagli studi condotti, il Progetto di monitoraggio ambientale ha previsto una serie di punti di misura, localizzati in corrispondenza delle aree di concentrazione delle sorgenti emissive / degli edifici abitati. In generale, sono previste azioni di mitigazione che le imprese costruttrici dovranno mettere in atto, quali ad esempio la bagnatura delle aree di cantiere così da evitare che le polveri possano alzarsi o la presenza delle barriere antirumore che ne limitano la dispersione
- I risultati derivanti dagli studi condotti presentano consolidati margini di certezza e sicurezza in ordine alle tre seguenti motivazioni:
 - Hanno considerato tutte le possibili situazioni di maggior interesse dal punto di vista della verifica del rispetto delle soglie normative in tema di salute e sicurezza: quelle relative ai casi di maggiore densità di aree di cantiere prossime a zone abitate e quelle relative a tutti i cantieri mobili.
 - È stata accentuata la rilevanza delle attività di cantiere, ipotizzando la contemporaneità di svolgimento di un numero elevato di lavorazioni e, dall'altro
 - Non è stato tenuto conto delle azioni di mitigazione previste

Per completezza, oltre a quello di Cavatigozzi, il quadro dei casi specifici esaminati attraverso gli studi modellistici è composto da quello relativo alla realizzazione del nuovo ponte sull'Adda, nel comune di Pizzighettone (CR) e del fabbricato viaggiatori e nuova viabilità, in prossimità dell'abitato di Malagnino (CR).

3.7.4 Gli effetti dovuti al rumore ed alle vibrazioni

Gli effetti potenziali che il progetto di raddoppio Codogno-Piadena può determinare in termini di emissioni acustiche sono dovuti, nel corso della fase di costruzione, all'operatività dei mezzi d'opera in corrispondenza delle aree di cantiere fisse e delle aree di lavoro lungo linea (aree di cantiere mobili), ed al transito degli automezzi adibiti al trasporto delle materie prime e dei materiali di risulta (traffico di cantierizzazione).

Per quanto concerne gli effetti derivanti dalle emissioni vibrazionali, questi possono determinarsi nel corso della fase di costruzione in concomitanza di particolari lavorazioni, quali ad esempio la realizzazione dei pali di fondazione di prassi previsti in corrispondenza dei viadotti e dei muri di sostegno.

In termini generali, per entrambe le tipologie di emissioni (acustiche e vibrazionali), la rilevanza degli effetti attesi e la possibilità che questi effetti possano interessare la salute della popolazione residente dipendono da due fattori:

- L'entità della sorgente emissiva, determinata - nella fase di costruzione - dal numero e dalla tipologia di mezzi d'opera contemporaneamente funzionanti. In altri termini, la rilevanza della sorgente emissiva e dei conseguenti effetti da questa determinati dipendono, esemplificativamente, dal numero delle aree di cantiere fisso e mobili concentrate in un unico ambito, dal numero dei mezzi d'opera di cui è previsto il funzionamento contemporaneo e/o dalla presenza di mezzi d'opera connotati da una potenza emissiva elevata.
- La distanza intercorrente tra la sorgente e le aree residenziali presenti al suo intorno. A prescindere dall'entità della sorgente emissiva, la rilevanza degli effetti indotti sulla popolazione dipende dalla presenza di aree abitative poste nelle vicinanze, dalla distanza intercorrente tra dette aree abitative e la sorgente emissiva, nonché dal numero delle abitazioni e dalla conseguente densità abitativa.

Gli effetti acustici nel corso della fase di costruzione

Entrando nel merito, per quanto specificatamente concerne gli effetti acustici che potranno determinarsi nel corso della fase di costruzione, le ragioni per le quali è possibile affermare che l'entità di tali effetti possa essere ritenuta trascurabile sono essenzialmente tre:

1. La localizzazione della maggior parte delle aree di cantiere fisso ed il conseguente rapporto intercorrente con le aree residenziali
2. I risultati ottenuti dagli studi modellistici condotti ed il loro essere riferiti alle situazioni che risultano le più significative sotto il profilo dell'entità delle sorgenti emissive previste e della prossimità ad aree abitative
3. Gli interventi di mitigazione (barriere antirumore fisse e mobili) previste sulla base dei risultati degli studi modellistici

Per quanto nello specifico riguarda il primo punto, sia nel caso del Lotto 1 che in quello del Lotto 2, la maggior parte delle aree di cantiere fisso è localizzata in aperta campagna o, in subordine, in prossimità di ricettori isolati. Come già in precedenza illustrato, nel caso del Lotto 1 (Codogno – Cavatigozzi), il gruppo di cantieri lungo Via della Fornace, a Codogno, quelli localizzati tra Maleo e Pizzighettone, o quello vicino alla cava di Grumello si trovano in aree isolate o in prossimità di zone industriali; analogamente, nel caso del Lotto 2 (Cremona – Piadena), sono numerosi i gruppi di cantieri circondati da campi agricoli, presenti tra Malagnino e Pieve San Giacomo, e tra Pieve San Giacomo e Torre Dé Picenardi.

La prevalente localizzazione delle aree di cantiere fisso a distanza dalle aree urbane costituisce una condizione che consente di poter da subito escludere che le attività di cantierizzazione possano avere effetti significativi sulla popolazione residente.

Tale conclusione ha trovato riscontro nei risultati degli studi modellistici sviluppati con riferimento, sia a quelle situazioni che sono apparse quelle maggiormente significative, quali quelle rappresentate dalla concentrazione di più aree di cantiere fisso in prossimità di aree residenziali, sia ai cantieri mobili, ossia alle aree di lavoro finalizzate alla realizzazione della nuova sede ferroviaria raddoppiata, a partire dall'inizio sino alla fine del tracciato di progetto.

A valle della selezione delle situazioni maggiormente significative, per come sopra individuate, lo schema di lavoro seguito si è articolato nei seguenti passaggi:

1. Censimento di tutti gli edifici presenti all'intorno delle aree di cantiere fisso e dei cantieri mobili, classificandoli rispetto all'uso in atto (residenziale; scolastico / sanitario; produttivo; etc) ed al numero dei piani, e definizione dei limiti acustici da assumere a riferimento, sulla base dell'analisi dei Piani di classificazione acustica comunale
2. Stima dei livelli acustici prodotti dai mezzi e dalle attività di cantierizzazione grazie all'utilizzo di un software specifico²⁰ che, sulla base dei dati di input (numero e tipologia dei mezzi d'opera; relative caratteristiche acustiche; etc), restituisce i livelli attesi, rappresentandoli attraverso mappe di isoconcentrazione (curve di isoconcentrazione in Leq(A) calcolate ad un'altezza di 4 metri dal suolo)
3. Confronto tra livelli acustici attesi, ottenuti dal software, e limiti assoluti di immissione previsti dai Piani di classificazione acustica comunale, e conseguente individuazione di quelle situazioni che, comportando delle eccedenze rispetto ai valori limite, comportano la necessità di interventi di mitigazione
Oltre alle buone pratiche gestionali, gli interventi di mitigazione sono costituiti da barriere antirumore di tipo fisso o mobile, di altezza variabile, di prassi compresa tra 3 e 5 metri
4. Progettazione degli interventi di mitigazione e verifica della loro efficacia nell'eliminare le eccedenze rispetto ai valori normativi, sempre attraverso il confronto tra livelli acustici attesi, questa volta relativi alla configurazione post mitigazione, e limiti assoluti di immissione previsti dai Piani di classificazione acustica comunale

L'applicazione dello schema di lavoro sopra sintetizzato ha evidenziato come, per entrambe le tipologie di aree di cantiere (aree di cantiere fisso e cantieri mobili), l'adozione di barriere antirumore, fisse e mobili, potrà consentire una generalizzata conformità dei livelli sonori attesi rispetto ai valori fissati dai Piani di

classificazione acustica comunale, di cui – nel caso in esame - sono dotati tutti i Comuni interessati dall'opera in progetto

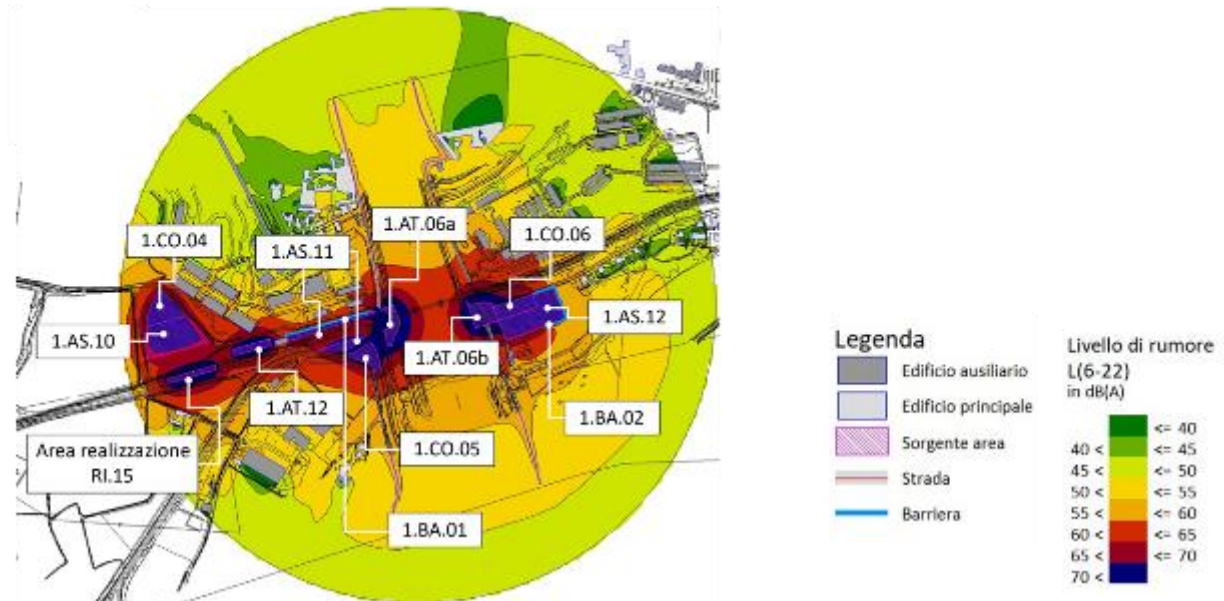
Per quanto nello specifico riguarda i cantieri mobili, l'inserimento di barriere antirumore mobili consente di conseguire il pieno rispetto dei valori limite relativi alle classi acustiche assegnate dalla pianificazione comunale alle porzioni territoriali contermini e limitrofe alle aree di lavoro lungo linea, pressoché lungo l'intero tracciato ferroviario oggetto di intervento (tutte le aree contermini/limitrofe ricadenti in Classe II e IV, e buona parte di quelle in Classe III)

Gli unici casi per i quali non è possibile escludere che possano determinarsi delle eccedenze rispetto ai valori limite riguardano quelle situazioni di estrema prossimità tra aree di lavoro lungolinea ed edificato, e, sotto il profilo della loro estensione; per tali casi, che sono rappresentativi di circa il 4% dell'estesa complessiva del Lotto 1 e 2, ove possibile sono state previste barriere antirumore mobili.



²⁰ Il software utilizzato è SoundPlan 8.2

A) Configurazione post mitigazione: Output del modello di simulazione in planimetria (curve di isolivello acustico in Leq(A) diurno)



B) Aree di canterizzazione e classificazione acustica

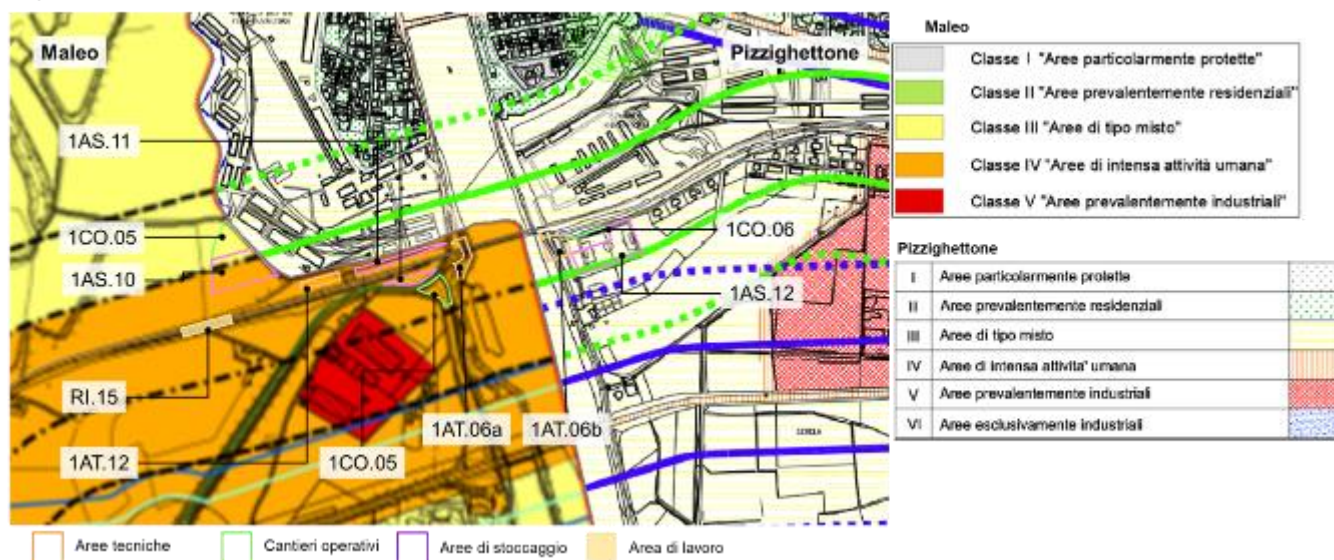


Figura 3-43 -Scenario 1A: Livelli sonori attesi e confronto con la Pianificazione acustica comunale

In sintesi, le principali conclusioni:

- La localizzazione della maggior parte delle aree di cantiere fisso è prevista in ambiti agricoli o in prossimità di aree industriali, e, con ciò, a distanza dalle aree residenziali
- Il quadro dei previsti interventi di mitigazione acustica (barriere antirumore fisse e mobili, aventi altezza di 5 metri) consente di mitigare gli effetti acustici che, prodotti dalle attività di costruzione, potranno interessare la popolazione residente, sia nel caso delle aree di cantiere fisso che in quello dei cantieri mobili (gli unici casi di potenziali superamenti dei valori limite riguardano all'incirca il 4% dell'intera estensione del tracciato). L'entità dell'effetto in esame può essere, quindi, ritenuta trascurabile.

- L'affidabilità dei risultati ottenuti deriva da tre sostanziali motivazioni:
 - Gli studi condotti, per quanto riguarda le aree di cantiere fisso, hanno preso in considerazione i casi maggiormente significativi dal punto di vista dell'analisi degli effetti acustici; i risultati ottenuti relativamente a tali casi possono essere, pertanto, estesi a tutti quelli restanti in quanto meno significativi di quelli esaminati
 - Gli studi condotti relativamente ai cantieri mobili hanno considerato l'intero tracciato della linea ferroviaria oggetto di intervento e, pertanto, sono rappresentativi della totalità delle situazioni che possono determinarsi
 - Gli studi condotti, sviluppati mediante programmi di calcolo specialistici, hanno assunto delle ipotesi cautelative che, avendo di fatto "sovradimensionato" l'entità delle sorgenti emmissive, hanno conferito a detti risultati maggiore certezza
- I risultati emersi dagli studi condotti saranno oggetto di verifica e controllo mediante una serie di punti di misura che, a tale scopo, il Progetto di monitoraggio ambientale ha previsto.

Gli effetti vibrazionali nel corso della fase di costruzione

Come premesso, nel corso della fase di costruzione, le emissioni vibrazionali che possono produrre disturbo alla popolazione residente possono essere prodotte da alcune specifiche lavorazioni, quali la realizzazione dei pali di fondazioni delle pile e delle spalle dei viadotti, e dei muri di sostegno, o il compattamento dei rilevati del corpo stradale ferroviario.

Facendo riferimento a quanto già illustrato in precedenza, anche per quanto concerne gli effetti vibrazionali i fattori che concorrono al loro determinarsi sono duplici e, nello specifico, rappresentati, da:

- L'entità della sorgente emmissiva, derivante dalla tipologia di lavorazioni necessarie alla realizzazione dell'opera in progetto e, quindi, alla tipologia e numero dei mezzi d'opera a ciò funzionali
- La distanza intercorrente tra la sorgente emmissiva e gli edifici posti al suo intorno

Nel caso di quelli vibrazionali non esiste una normativa di riferimento, ma solo il repertorio delle norme tecniche l'analisi del disturbo alle persone e degli eventuali danni alle strutture, redatta da UNI (Ente Italiano di Normazione). Nello specifico, la norma assunta a riferimento è stata la UNI 9614:2017 "Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo"

Lo schema di lavoro seguito ai fini dell'analisi degli effetti vibrazionali è patito dalla preventiva selezione delle situazioni maggiormente significative, individuate nelle aree di lavoro all'interno delle quali sono svolte lavorazioni particolarmente rilevanti dal punto di vista vibrazionale (realizzazione di pali di fondazione attraverso trivellazione; realizzazione di paratie²¹) e nel cantiere mobile (fronte avanzamento lavori), con specifico riferimento alla compattazione del terreno mediante rulli compattatori.

Una volta individuate le situazioni maggiormente significative, sopra indicate, e sulla base del censimento degli edifici, lo schema di lavoro ha seguito la seguente articolazione:

1. Stima del livello di accelerazione atteso per fasce di distanze progressive dalla sorgente emmissiva, in funzione delle tipologie e numero di mezzi d'opera (macchina per pali e rullo compattatore) e delle caratteristiche dei terreni
2. Individuazione della "distanza limite", termine con il quale si è inteso individuare il valore della distanza dalla sorgente oltre il quale i livelli di accelerazione attesi risultano inferiori ai livelli di riferimento definiti dalla normativa UNI in funzione della tipologia d'uso dei ricettori²²

²¹Nelle costruzioni civili, il termine "paratia" identifica una parete verticale formata da elementi di cemento armato o "diaframma" che costituisce un elemento strutturale realizzato nel sottosuolo ed avente la funzione di contenimento o di fondazione.

²² La norma UNI 9614:2017 (Cap. 9) definisce i valori e livelli limite di riferimento massimi per la massima accelerazione ponderata della sorgente (vsor) che variano in relazione alla tipologia di uso in atto all'interno dei singoli edifici (Abitazioni; Luoghi lavorativi; Ospedali, case di cura ed affini; Asili e case di riposo; Scuole) ed al periodo della giornata (diurno; notturno).

3. Confronto, per ognuno degli scenari indagati, tra il valore della distanza intercorrente tra area di lavoro e ricettore, e quello relativo alla rispettiva “distanza limite” (cfr.Figura 3-47)²³

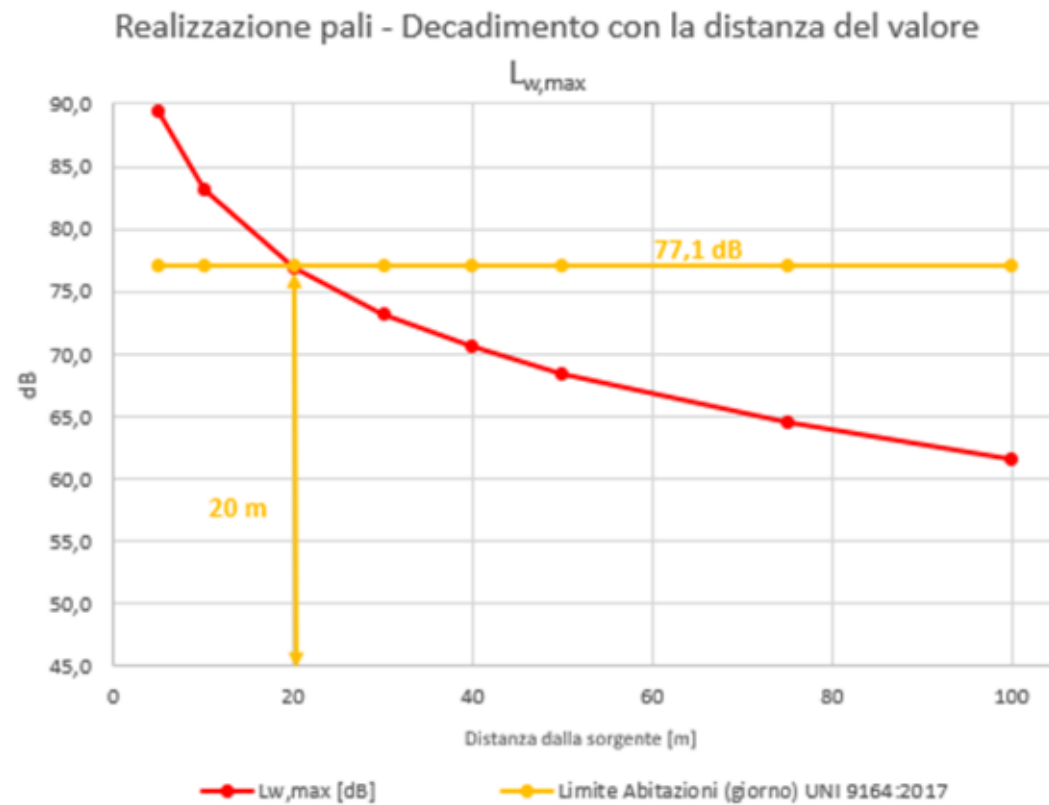


Figura 3-44- Realizzazione pali: Decadimento del valore $L_{w,max}$ in funzione della distanza dalla sorgente emmissiva e confronto con i limiti previsti dalla normativa UNI 9614:2017

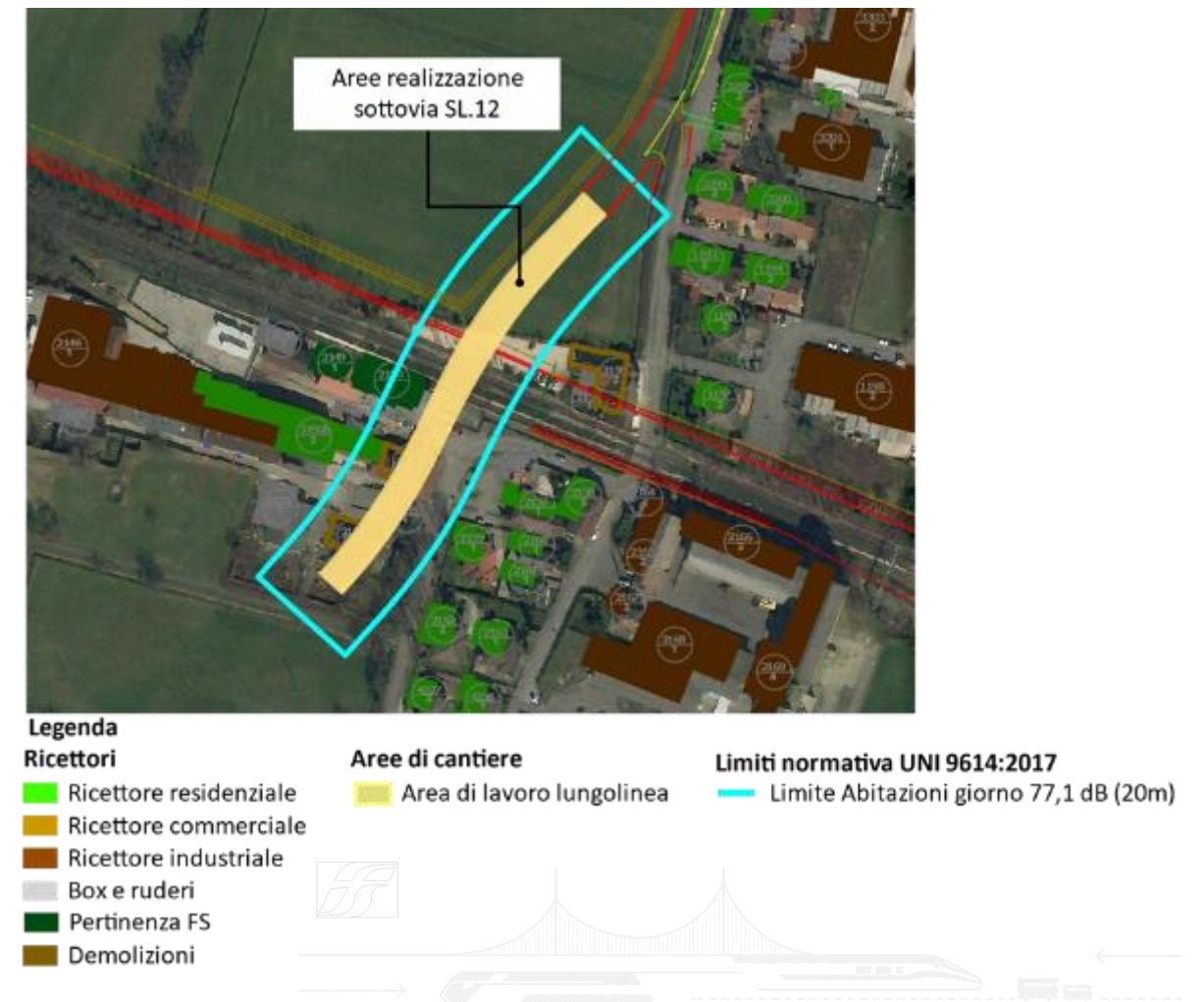


Figura 3-45- Scenario 1B: Localizzazione dei ricettori potenzialmente interessati da effetti di disturbo vibrazionale (“Distanza limite” relativa all’attività di realizzazione dei pali di fondazione: 20 metri per abitazioni e periodo diurno)

Per quanto concerne i risultati delle analisi condotte, un primo elemento significativo riguarda le tipologie di usi in atto degli edifici ricadenti all’interno delle diverse fasce di distanza limite.

Nello specifico, con riferimento al repertorio delle tipologie d’uso degli edifici considerate dalla citata norma UNI, quelle alle quali appartengono gli edifici compresi entro detta distanza limite sono rappresentate da “Abitazioni” e “Luoghi di lavoro”, mentre sono del tutto assenti “Ospedali, case di cura ed affini”, “Asili e case di riposo” e “Scuole”.

Un secondo aspetto dirimente al fine di cogliere l’entità rivestita dal tema in esame, concerne il numero dei ricettori individuati all’interno della fascia di distanza limite, per ognuno degli scenari indagati. Rispetto alla totalità degli scenari presi in esame, esclusivamente in uno solo è stata riscontrata la presenza di singolo ricettore presente entro la fascia di “distanza limite”.

Per quanto riguarda i cantieri mobili, ossia il fronte avanzamento lavori, prescindendo da alcuni ricettori isolati e tratti di assai modesta estensione, le uniche situazioni che possono essere ritenute maggiormente rappresentative sono state esclusivamente tre, di cui una, per quanto riguarda il Lotto 1 (Codogno – Cavatigozzi), relativa all’ambito Roggione (realizzazione rilevato R118), e due per il Lotto 2 (Cremona – Piadena), per quanto riguarda l’ambito Cremona e l’ambito Piadena .

²³ Nella figura, la fascia di Distanza limite è rappresentata in colore ciano



Figura 3-46- Lotto 2: Ambito Cremona - Fronte edilizio in corrispondenza dell'asse Via Serafina – Via Cavallara e Via Chiesotto



Figura 3-47- Lotto 2: Ambito Piadena

In sintesi, le principali conclusioni:

- Per quanto riguarda le aree di lavoro fisse (aree di lavoro finalizzate alla realizzazione di pali di fondazione o di paratie) le analisi condotte hanno evidenziato come, per quanto riguarda i casi presi in considerazione, gli effetti vibrazionali possano essere considerati trascurabili (1 solo ricettore abitativo potenzialmente interessato). Ricordato che i casi affrontati nelle analisi condotte sono quelli relativi alle situazioni maggiormente significative, risulta possibile estendere le considerazioni relative a detti casi a tutti quelli restanti.
- Per quanto riguarda i cantieri mobili (aree di cantiere che avanzano progressivamente con la realizzazione della nuova sede ferroviaria), gli unici edifici potenzialmente interessati dagli effetti vibrazionali prodotti dalle attività di costruzione sono quelli ad uso residenziale, non essendo presenti all'interno della fascia di "distanza limite" strutture scolastiche e/o sanitarie. L'entità degli effetti vibrazionali può essere complessivamente considerata trascurabile in quanto le aree residenziali che potenzialmente potrebbero essere interessate da tali effetti, in termini di loro

estensione, rappresentano solo il 5% dell'intera lunghezza dell'opera in progetto, ossia del Lotto 1 e del Lotto 2

- A verifica e controllo dei risultati emersi dalle analisi condotte, il Progetto di monitoraggio ambientale ha previsto una serie di punti di rilievo destinati a misurare gli effetti vibrazionali prodotti dalle attività di costruzione. Nello specifico, i punti di monitoraggio degli effetti prodotti dalle attività di costruzione sono 6, nel caso del Lotto 1 (Codogno – Cavatigozzi), e 5, in quello del Lotto 2 (Cremona – Piadena), per un totale di 11 punti.

3.7.5 Gli effetti sulle Acque

Gli effetti in fase di costruzione

Gli effetti che le attività di costruzione possono determinare sulle acque e, in modo particolare, di quelle sotterranee, riguardano la potenziale modifica delle loro caratteristiche qualitative, derivante dalla dispersione delle sostanze utilizzate nel corso delle lavorazioni (ad esempio, sostanze additivanti impiegate all'interno del processo costruttivo) oppure a seguito del prodursi di eventi accidentali (ad esempio, perdita di olii o altre sostanze provenienti dagli organi meccanici e/o dai serbatoi dei mezzi d'opera). In altri termini, a prescindere dalle cause che ne sono all'origine, il potenziale effetto che può prodursi nel corso della fase di costruzione è determinato dal contatto tra sostanze utilizzate / conseguenti allo svolgimento delle attività di cantiere ed acque di falda.

Appare in tal senso evidente che i parametri che rivestono un ruolo principale nel determinare l'effetto in esame e nel configurarne la sua rilevanza siano rappresentati dal livello della falda, per quanto attiene alle caratteristiche del contesto di intervento, ed alle tipologie di lavorazioni previste, a loro volta strettamente connesse alle tipologie di opere in progetto.

Oltre ai parametri sopra riportati, concorrono all'effetto in esame anche la scelta delle tecniche realizzative, con particolare riferimento alle tipologie di sostanze che saranno utilizzate nel corso dei processi costruttivi, e quella relativa alle modalità gestionali della cantierizzazione, intendendo con ciò tutta la serie di misure e pratiche da adottarsi durante la fase esecutiva al fine di prevenire e mitigare eventuali effetti negativi.

All'interno di tale quadro di ordine generale, nel caso in esame, in ragione delle condizioni di contesto (distanza intercorrente tra il livello del terreno e la falda freatica²⁴) e del complesso delle opere sopra indicate, si ritiene che il tema della modifica delle caratteristiche qualitative delle acque in fase di cantierizzazione si prospetti rispetto ai seguenti profili:

- Modifiche derivanti dalla realizzazione di lavorazioni in alveo, con esclusivo riferimento al Viadotto - VI01 sul Fiume Adda a Pizzighettone
- Modifiche derivanti dalla realizzazione di scavi in sottosuolo, con specifico riferimento al sottopasso stradale SL12, posto all'altezza di Cavatigozzi, che risulta l'opera più rilevante all'interno di detta tipologia infrastrutturale
- Realizzazione delle fondazioni indirette (pali di fondazione e palificazioni)
- Gestione delle acque meteoriche ed eventi accidentali

²⁴ In idrologia, la "falda freatica" è un tipo di falda acquifera, ossia una zona di rocce permeabili dove è presente acqua in grado di fluire per effetto della forza di gravità. La falda freatica è determinata dalla quota parte di acque piovane che cadono sulla superficie terrestre e che

riescono a percolare in profondità, fino a quando non incontrano una formazione impermeabile. Ne consegue che la falda freatica rappresenta l'acquifero (l'insieme delle acque sotterranee e delle formazioni rocciose che le contengono e ne consentono il deflusso) più superficiale, in tal senso distinguendosi dalla "falda artesianica", più profonda e confinata tra rocce impermeabili.

Viadotto VI01

Come detto, il viadotto in progetto è collocato esattamente sul sedime del ponte ferroviario esistente, del quale è prevista la demolizione, e ne ricalca lo stesso schema strutturale: 3 campate con 2 pile²⁵che, essendo ubicate nella medesima posizione di quelle attualmente esistenti, ricadono all'interno dell'alveo del fiume.

Tale scelta progettuale, derivante anche da motivazioni di tipo paesaggistico, e la conseguente localizzazione delle pile di progetto necessariamente comporta che tutte le lavorazioni ad esse relative (demolizione delle pile attuali; realizzazione dei pali di sottofondazione e delle fondazioni delle nuove pile; realizzazione delle nuove pile) debbano essere realizzate in alveo.

A partire da tale circostanza, al fine di prevenire il prodursi di effetti sulla qualità delle acque sono state operate delle precise scelte progettuali, nello specifico consistenti in:

- Realizzazione di un'isola di lavoro, mediante la posa in opera, da pontone, attorno alla pila esistente, di idonei palancolati metallici con sommità a q.ta 42m s.l.m. (compatibile con i livelli idrici di cantiere)
- Realizzazione di tappo di fondo, attraverso jet grouting, eseguito dall'isola di lavoro di cui al punto precedente

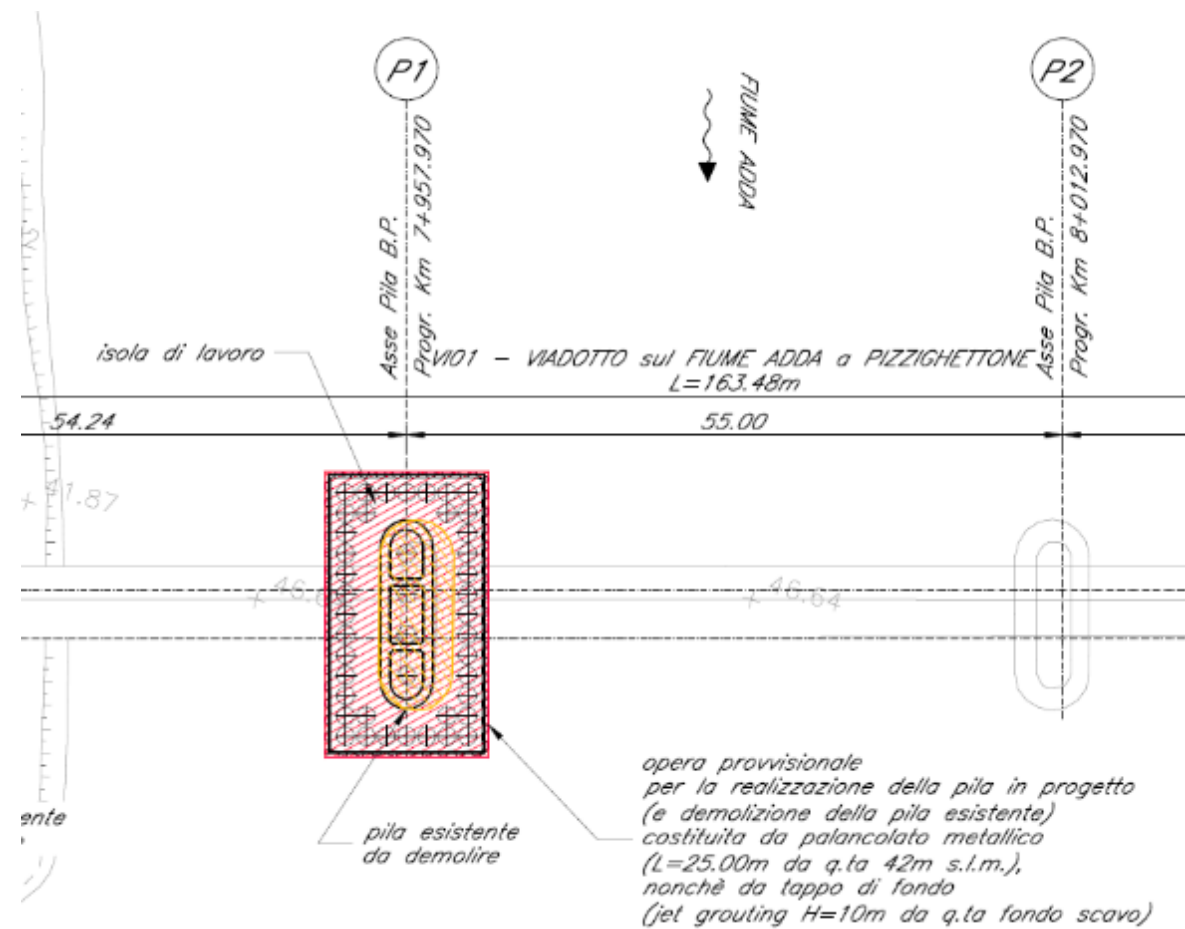


Figura 3-48 - Viadotto Adda: Modalità realizzative delle pile in alveo

In buona sostanza, l'aver realizzato un'isola di lavoro, mediante gli accorgimenti sopra descritti, consentirà di isolare idraulicamente l'ambito nel quale verranno condotte tutte le lavorazioni necessarie alla demolizione e successiva realizzazione delle pile del nuovo viadotto e, con ciò, di prevenire l'effetto in esame.

Sottovia SL02

Anche nel caso del sottovia di Cavatigozzi (SL12) la scelta delle tecniche realizzative riveste un ruolo fondamentale nel definire la significatività degli effetti attesi.

Le attività di scavo e, con ciò, le potenziali interferenze con falda saranno evitate attraverso la preventiva realizzazione di paratie di micropali (cfr. Figura 3-51- fase 1) e di un tappo di fondo (cfr. Figura 3-52 fase 2).

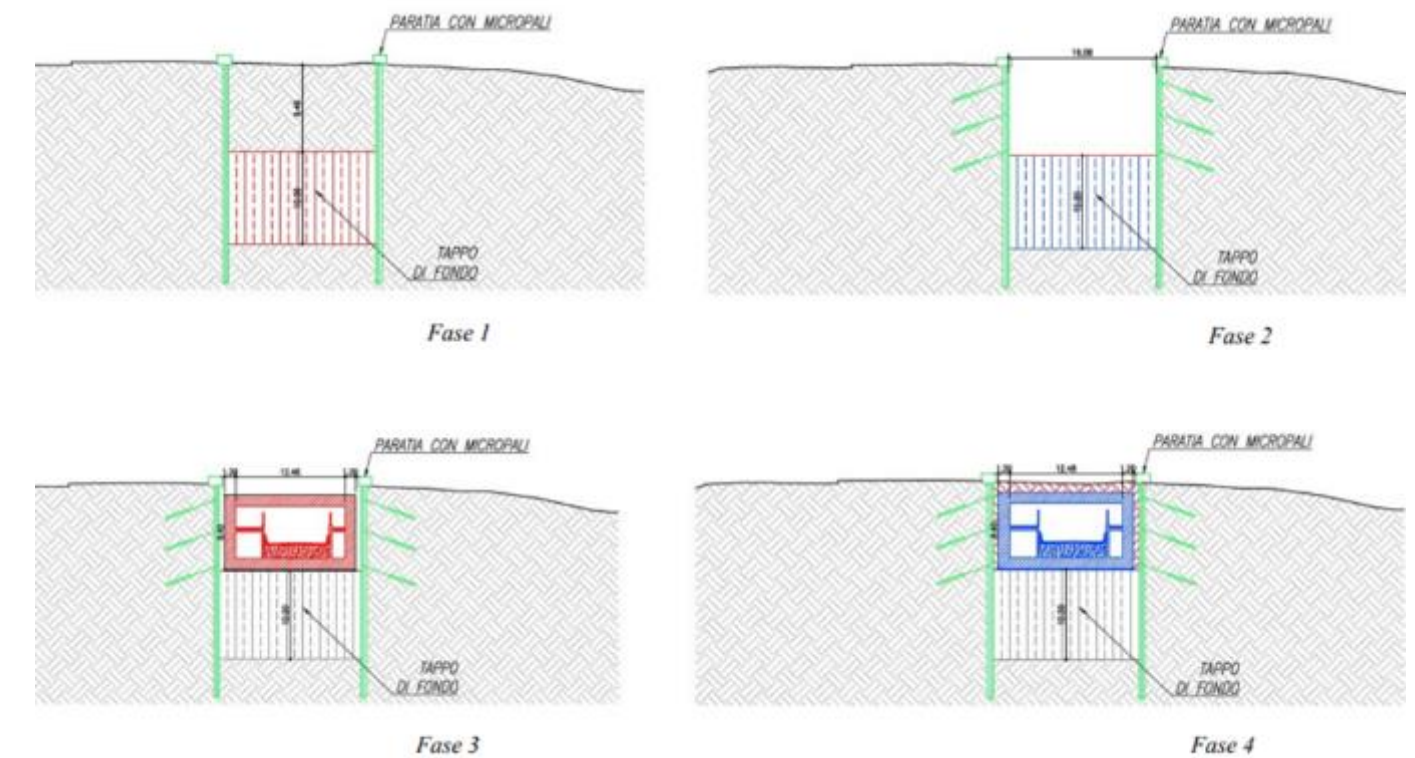


Figura 3-49- Sottovia SL12: Schema di scavo

Tali soluzioni progettuali, isolando totalmente l'area di lavoro dal circostante terreno saturo, permettono di eliminare ogni interferenza tra suolo- falda e opera.

Fondazioni indirette

Per quanto, invece, concerne gli effetti derivanti dalle opere di palificazione, stante quanto evidenziato a seguito delle indagini condotte in merito ai livelli piezometrici ed a fronte delle caratteristiche dimensionali delle fondazioni indirette, appare evidente come la loro esecuzione porti all'intercettazione dell'acquifero superficiale.

²⁵Le "pile" sono gli elementi verticali dei ponti ed offrono sostegno all'impalcato, ossia la parte orizzontale del ponte.

Per quanto riguarda le barriere di tipo mobile, la loro estensione complessiva risulta pari a circa 2.775 m per il Lotto 1 e circa 2.360 m per il Lotto 2.

3.7.7 La gestione dei materiali di risulta in un'ottica di economia circolare

Gestione delle terre e rocce da scavo

Per ridurre le quantità di materiali da conferire presso impianti esterni di recupero/smaltimento, è stato previsto il maggior riutilizzo possibile dei materiali da scavo prodotti nella fase di costruzione dell'Opera, sia nell'ambito stesso degli interventi in progetto che presso siti esterni.

In particolare, la realizzazione del progetto inerente al Raddoppio della tratta Codogno - Piadena porterà alla produzione di un quantitativo complessivo di terre e rocce da scavo pari a 1.343.815 mc (in banco) che, in riferimento ai fabbisogni dell'opera in progetto e alla caratterizzazione ambientale eseguita in fase progettuale, sarà gestito come segue:

- Riutilizzo interno al progetto: **1.018.700 mc**;
- Riutilizzo in siti esterni per interventi di rimodellamento morfologico/recupero ambientale: **258.330 mc**;
- Terre da gestire come rifiuto perché non idonee al riutilizzo, sia da un punto di vista ambientale che da un punto di vista merceologico/geotecnico: **66.785 mc**.

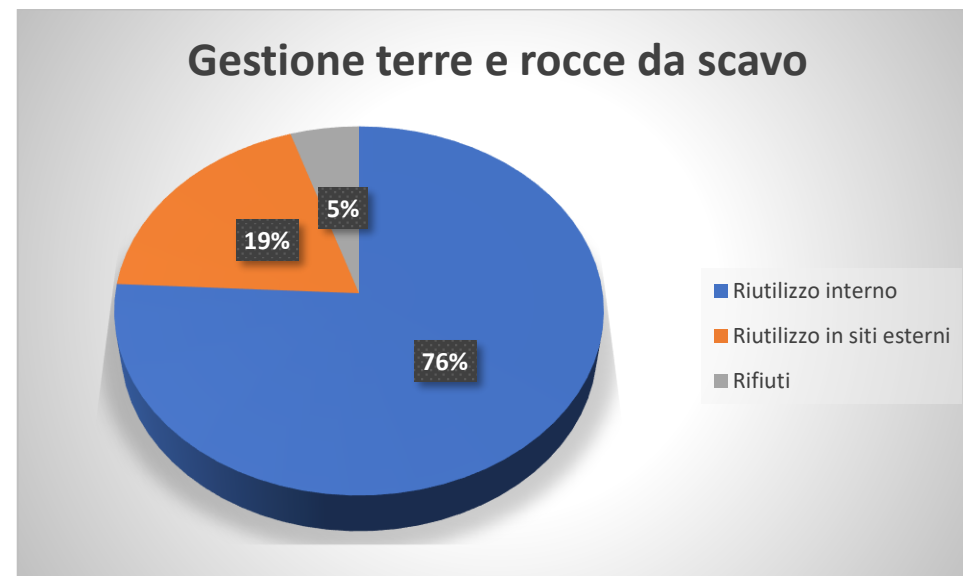


Figura 3-51- Gestione dei materiali da scavo in un'ottica di economia circolare

I benefici derivanti dal reimpiego dei materiali da scavo, all'interno del progetto e per gli interventi di rimodellamento morfologico/recupero ambientale di siti esterni, sono identificabili in:

- una **riduzione** dei quantitativi di materiale da gestire in regime di rifiuto;
- una **riduzione** delle quantità di materiale da approvvigionare da siti esterni per il fabbisogno delle opere;
- un'**opportunità** di riqualificazione ambientale e paesaggistica di aree degradate (es. ex cave abbandonate).

Con riferimento al riutilizzo di terre e rocce da scavo all'esterno del cantiere per interventi di rimodellamento morfologico/recupero ambientale, in questa fase della progettazione sono stati individuati alcuni potenziali siti di destinazione finale attraverso il coinvolgimento ufficiale e diretto degli Enti/Amministrazioni territorialmente competenti - i cui territori ricadono in un raggio di 50 km dal tracciato di progetto - e la consultazione diretta degli strumenti urbanistici di settore (Piano Regionale delle Attività estrattive).

Allo scopo di selezionare, tra i potenziali siti di destinazione finale censiti, quelli nei quali saranno effettivamente riutilizzate le terre, nella successiva fase progettuale sarà condotta una specifica analisi multicriteria che, adottando criteri di valutazione oggettivi (distanza e accessibilità dei siti, compatibilità ambientale, complessità dell'iter autorizzativo del progetto di recupero ambientale della cava, ecc..) consentirà di stilare una classifica dei siti di destinazione definitivi.

Gestione dei rifiuti

Per i materiali da gestire in regime di rifiuto si ipotizza il conferimento degli stessi presso impianti di destinazione finale in percentuali variabili a seconda della specifica origine (pietrisco ferroviario, materiali da demolizione, terre e rocce da scavo, ecc).

Bilancio rifiuti	U.M.	Quantità
Terre e rocce da scavo	mc	66.785
Demolizioni CA	mc	12.854
Demolizioni pavimentazione stradale in conglomerato bituminoso	mc	1.700
Pietrisco ferroviario	mc	170.368
Traverse	n.	104.356

Ai sensi della normativa ambientale vigente, ove possibile, sarà privilegiato il conferimento presso siti autorizzati al **recupero dei rifiuti** e, solo in subordine, lo smaltimento in discarica.

Sulla base delle informazioni acquisite dalle ditte che si occupano della gestione dei rifiuti nel territorio di riferimento, sono stati individuati alcuni impianti autorizzati, localizzati in prossimità delle aree di intervento allo scopo di ridurre i percorsi connessi al conferimento dei rifiuti e limitare così gli impatti derivati dai trasporti.

3.8 Il monitoraggio ambientale

3.8.1 Obiettivi e contenuti

In estrema sintesi, il monitoraggio ambientale costituisce l'attività attraverso la quale verificare se la tipologia e l'entità degli effetti che possono essere determinati dalla realizzazione dell'opera in progetto e dal suo esercizio, siano effettivamente rispondenti alle stime sviluppate in fase progettuale, nel caso specifico riportate nello Studio di impatto ambientale e nel Progetto ambientale della cantierizzazione, così da poter prontamente intervenire qualora si evidenzino eventuali differenze rispetto a detti stime.

In considerazione di tale obiettivo, l'attività di monitoraggio ambientale è definita dal Progetto di monitoraggio ambientale (PMA), documento tecnico attraverso il quale sono stabiliti:

- Fattori ambientali oggetto di monitoraggio
- Fasi lungo le quali condurre l'attività di monitoraggio, in tal senso distinguendo tra "ante operam" (AO), ossia prima dell'avvio della fase di costruzione, "corso d'opera" (CO), cioè durante la fase di costruzione, e "post operam" (PO), ossia durante la fase di esercizio una volta che si è conclusa quella di conclusione
- Durata e frequenza delle attività di monitoraggio, variabili in funzione dei diversi fattori ambientali monitorati
- Tipologia, numero e localizzazione dei punti di misura previsti per ciascun fattore ambientale oggetto di monitoraggio, di prassi riportati in un'apposita planimetria
- Modalità di restituzione dei dati rilevati nel corso dell'attività di monitoraggio

La definizione del complesso degli aspetti sopra elencati e, in particolare, di quelli concernenti la definizione dei fattori oggetto di monitoraggio e delle relative specifiche localizzative e temporali deriva dalle indicazioni contenute nella normativa di settore, dagli aspetti di specificità che sono propri del contesto di intervento e dai risultati emersi dalle analisi documentate nello Studio di impatto ambientale e nel Progetto ambientale della cantierizzazione.

3.8.2 Articolazione dell'attività di monitoraggio ambientale

Fattori ambientali oggetto di monitoraggio

In relazione agli aspetti di specificità propri del contesto di localizzazione dell'opera in progetto ed alle risultanze delle analisi documentate nello Studio di impatto ambientale nel Progetto Ambientale della Cantierizzazione, le attività di monitoraggio descritte nei successivi paragrafi riguarderanno i seguenti fattori ambientali:

- Atmosfera
- Acque superficiali
- Acque sotterranee
- Suolo e sottosuolo
- Rumore
- Vibrazioni
- Vegetazione, flora, fauna ed ecosistemi
- Sistema Paesaggistico

Punti di monitoraggio: Quadro riepilogativo

Il quadro riepilogativo del complesso dei punti di misura previsti dal Progetto di monitoraggio ambientale, distinto per fattore ambientale monitorato, tipologia e numero di punti, nonché distinto nei due lotti in cui si articola l'opera in progetto è riportato nella seguente tabella.

	NUMERO PUNTI	ANTE OPERAM	IN CORSO D'OPERA	POST OPERAM
Atmosfera	4 punti ATC influenzati dalle attività di cantiere Lotto 1 2 punti ATC influenzati dalle attività di cantiere Lotto 2 1 punto ATNI	6 mesi 2 volte/anno	Per tutta la durata dei lavori 4 volte/anno	-
Acque Superficiali	4 punti ASU per il lotto 1 2 punti ASU per il lotto 2	6 mesi 2 volte nei mesi a.o.	Per tutta la durata dei lavori 4 volte/anno	6 mesi 2 volte nei mesi p.o.
Acque sotterranee	8 piezometri per il lotto 1 6 piezometri per il lotto 2	6 mesi 2 volte/anno	Per tutta la durata dei lavori 4 volte/anno	6 mesi 2 volte nei mesi p.o.
Suolo e sottosuolo	20 punti SUO per il lotto 1 23 punti SUO per il lotto 2	6 mesi 1 volta/anno	-	6 mesi 1 volta
Rumore	7 postazioni RUC per il lotto 1 e 3 per il lotto 2 6 postazioni RUL per il lotto 1 e 6 per il lotto 2 4 postazioni RUF per il lotto 1 e 5 per il lotto 2	1 volta (24h) Per tutte le tipologie di punti	Trimestrale (24h) per i punti RUL e RUC	1 volta (24h) per i soli punti RUF
Vibrazioni	2 postazioni VIC per il lotto 1 e 1 per il lotto 2 4 postazioni VIL per il lotto 1 e 4 per il lotto 2 1 postazione VIF per il lotto 1 e 2 per il lotto 2	1 volta (24h) Per tutte le tipologie di punti	1 volta (24h) per i punti VIL e VIC	1 volta (24h) per i soli punti VIF
Censimento ed analisi floristica	6 punti per il lotto 1 2 punti per il lotto 2	Semestrale/primavera /tarda estate	Semestrale/primavera/tarda estate	Semestrale/primavera/tarda estate
Stato di conservazione dei cumuli di materiale depositati in cantiere	4 punti per il lotto 1 6 punti per il lotto 2	-	Per tutta la durata dei lavori	-
Specie vegetali messe a dimora	6 punti per il lotto 1 6 punti per il lotto 2	-	-	Semestrale/primavera/tarda estate Durante i primi 3 anni di esercizio dell'opera
Fauna	2 punti per il lotto 1 1 punto per il lotto 2	12 mesi	Per tutta la durata dei lavori	12 mesi
Paesaggio	1 punto per il lotto 1 1 punto per il lotto 2	1 volta	Semestrale	1 volta

Tabella 3-10 - Punti di monitoraggio ambientale: Quadro riepilogativo complessivo

Per quanto concerne i punti non influenzati (ATNI*), si farà riferimento alla centralina Cremona – Via Fatebenefratelli, appartenente alla rete di monitoraggio della qualità dell'aria di ARPA Lombardia.

L'ubicazione dei punti di monitoraggio resterà sempre la medesima nel corso delle tre fasi di monitoraggio (ante opera; corso d'opera; post operam), così da rendere rappresentativo il confronto tra i valori rilevati.

La localizzazione dei punti di monitoraggio è graficamente riportata in uno specifico elaborato planimetrico, denominato "Planimetria di localizzazione dei punti di monitoraggio" (scala 1:5.000), all'interno del quale, unitamente all'individuazione di detti punti, sono riportate tutte le principali informazioni che hanno concorso alla loro individuazione e/o utili alla comprensione delle scelte localizzative operate. In tal senso, oltre al progetto, il citato elaborato riporta l'intero sistema della cantierizzazione (Cantieri base; Cantieri operativi; Aree tecniche; Aree di stoccaggio; Depositi temporanei; Cantieri armamento), i ricettori, distinti per tipologia di uso in atto, e gli interventi di mitigazione previsti (barriere antirumore fisse e mobili in fase di costruzione; barriere antirumore in fase di esercizio; opere a verde) (cfr. Figura 3-38).

La scelta dei punti di misura è stata operata tenendo conto della presenza dell'area della Rete Natura 2000 ZSC "Morta di Pizzighettone" (IT20A0001).

Articolazione temporale

Gli aspetti che connotano le attività di monitoraggio ambientale dal punto di vista della loro articolazione temporale riguardano i seguenti aspetti:

- Fasi**

Le “fasi” fanno riferimento all’opera in progetto, essendo la loro individuazione riferita a tre distinti periodi temporali, connotati dall’assenza dell’opera in progetto, dalla sua realizzazione e dal suo esercizio.

In tal senso l’attività di monitoraggio è di prassi distinta in:

 - Fase “ante operam” (AO), avente ad oggetto i fattori ambientali nel loro stato attuale, ossia in assenza dell’opera in progetto, e finalizzata ad avere un termine di confronto utile ad analizzare i risultati acquisiti nel corso delle successive fasi di monitoraggio
 - Fase “corso d’opera” (CO), relativa all’intero periodo di realizzazione dell’opera in progetto e finalizzata a misurare gli effetti prodotti dall’attività di costruzione
 - Fase “post operam” (PO), avente ad oggetto il periodo nel quale l’opera in progetto, una volta realizzata, entra in esercizio e finalizzata a misurarne gli effetti prodotti

Posto che la fase di ante operam, essendo - come detto - rivolta a documentare lo stato iniziale dell’ambiente, è necessariamente prevista per tutti i fattori ambientali, l’attivazione delle altre due fasi dipende dagli aspetti di specificità che sono propri del fattore ambientale monitorato.
- Durata**

La “durata” individua l’estensione temporale del periodo all’interno del quale è condotta l’attività di monitoraggio relativa a ciascuna delle tre fasi. Esemplicativamente, nel caso in cui durata sia fissata pari a 6 mesi significa che le attività di monitoraggio dovranno essere condotte nel corso di tale finestra temporale e non che avranno una durata continuativa pari a 6 mesi.
- Frequenza**

La “frequenza” indica la cadenza con la quale saranno condotte le campagne di monitoraggio, all’interno del periodo di monitoraggio definito attraverso il parametro “durata”.

Ad integrazione dei parametri temporali sopra riportati si aggiunge la durata della singola campagna di misure / misura che, a titolo esemplificativo, può essere pari a 14 giorni, come nel caso delle campagne di misura relative alla qualità dell’aria, oppure a 24 ore, come per le misure riguardanti gli aspetti acustici.

La definizione dei parametri temporali riportata all’interno del Progetto di monitoraggio ambientale è stata operata in conformità con le disposizioni normative di settore e sulla base delle Linee guida redatte da Ministero dell’ambiente e della sicurezza energetica (MASE), nel corso del tempo, e da Regione Lombardia, laddove applicabili, nonché in ragione delle specificità del caso in esame.

Per quanto riguarda l’articolazione delle attività di monitoraggio relative alla fase di corso d’opera, in tutti i casi la loro durata è estesa all’intero periodo di realizzazione dell’opera in progetto, con particolare riferimento a quelle attività e lavorazioni che presentano una maggiore rilevanza sotto il profilo dei potenziali effetti ambientali prodotti.

Nel caso in esame, la durata complessiva della fase di realizzazione (attività di costruzione) è stimata in:

- Lotto 1:** 1.664 giorni dalla consegna lavori all’ultimazione degli stessi, pari a circa 4,6 anni
- Lotto 2:** 2.913 giorni dalla consegna lavori all’ultimazione degli stessi, pari a circa 8,0 anni

Si riportano di seguito i parametri monitorati per ogni singola componente:

ATMOSFERA	
Parametri monitorati	<ul style="list-style-type: none"> Parametri convenzionali <ul style="list-style-type: none"> particolato avente diametro aerodinamico inferiore a 10 µm (PM10) particolato avente diametro aerodinamico inferiore a 2.5 µm (PM2.5) fibres di amianto (il monitoraggio in fase CO è da effettuarsi solo in caso di comprovata “presenza di amianto” durante le attività di scavo e movimentazione di materiali, suolo e ballast) Parametri non convenzionali
ACQUE SUPERFICIALI	
Parametri monitorati	<ul style="list-style-type: none"> Indagini quantitative: misure di portata; Indagini qualitative: <ul style="list-style-type: none"> Parametri chimico-fisici Parametri chimici e batteriologici Parametri biologici e fisiografico-ambientali
ACQUE SOTTERRANEE	
Parametri monitorati	<ul style="list-style-type: none"> Indagini quantitative (livello piezometrico su pozzi) Indagini qualitative <ul style="list-style-type: none"> Parametri chimico-fisici Parametri fisici e chimici inorganici Elementi metallici nei sedimenti
SUOLO	
Parametri monitorati	<ul style="list-style-type: none"> parametri pedologici parametri chimico – fisici parametri chimici parametri topografico-morfologici e piezometrici
RUMORE	
Parametri monitorati	<ul style="list-style-type: none"> Rumore prodotto dalle attività di cantiere (RUC) Rumore prodotto dalle attività di fronte avanzamento lavori (RUL) Rumore prodotto dal transito ferroviario (RUF)
VIBRAZIONI	
Parametri monitorati	<ul style="list-style-type: none"> Vibrazioni prodotte dalle aree di cantiere fisso (VIC) Vibrazioni prodotte dal fronte avanzamento lavori (VIL) Vibrazioni prodotte dal transito ferroviario (VIF)
VEGETAZIONE	
Parametri monitorati	<ul style="list-style-type: none"> Flora - Analisi floristica per fasce campione distale e prossimale all’opera (VEG4.1 – Indagine di tipo “C”) Comunità vegetali - Rilievo fitosociologico con metodo di Braun-Blanquet (VEG5 - Indagine di tipo “D”) Monitoraggio delle specie vegetali messe a dimora (VEG8: Indagine di tipo “3”) Monitoraggio dello stato di conservazione dei cumuli di materiale vegetale depositati in cantiere (VEG9 - indagine di tipo “4”)
FAUNA	
Parametri monitorati	<ul style="list-style-type: none"> Fauna mobile terrestre – Anfibi e rettili (MT) (FAU1) Fauna mobile terrestre – Mammiferi di medie e piccole dimensioni (MT) (FAU2) Avifauna (FAU4)

4 ECONOMIA DELL'OPERA

4.1 Tempi di realizzazione²⁶

Il cronoprogramma integrato riportato di seguito indica i tempi di realizzazione del Lotto 1 (Codogno-Cremona) e del lotto 2 (Cremona-Piadena) che sono rispettivamente di 1.634 gnc e di 2.733 gnc per un tempo totale di 3.163 gnc con 1.204 gnc di attività del lotto 1 in ombra alle attività del lotto2. I due lotti non sono indipendenti, in quanto uno degli input di tale progetto prevede che l'inizio delle attività di costruzione del lotto 1 possono iniziare solamente dopo l'attivazione del raddoppio, ad opera lotto 2, della tratta Cremona-Villetta Malagnino.

In generale è necessario evidenziare che, dato il livello di progettazione, la presente stima dei tempi di realizzazione dei due lotti, è ovviamente soggetta ad un'alea legata alla definizione delle opere stesse. Gli approfondimenti successivi di progetto permetteranno di affinare/dettagliare il livello progettuale permettendo così di ottimizzare i tempi di esecuzione dei lavori. In particolare, nella fase di progettazione esecutiva l'appaltatore potrà effettuare un'ulteriore ottimizzazione che sarà funzione delle sue caratteristiche organizzative e delle modalità costruttive che utilizzerà per la realizzazione delle opere.

CRONOPROGRAMMA

ATTIVITÀ	PERIODO																																							
	ANNO 1				ANNO 2				ANNO 3				ANNO 4				ANNO 5				ANNO 6				ANNO 7				ANNO 8				ANNO 9				ANNO 10			
	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4				
Durata realizzazione intervento Raddoppio Codogno - Cremona - Piadena Lotto 1 + Lotto 2 - (3433g)																																								
Attività propedeutiche alla realizzazione																																								
Attività di costruzione LOTTO 2 Tratta Cremona - Piadena (L= 28 km) - (2913g)																																								
Attivazione Circolazione Tratta Cremona - Piadena																																								
Attività di costruzione LOTTO 1 Tratta Codogno - Cavatigozzi (L= 22.7 km) - (1664g)																																								
Interruzione della circolazione tratta Codogno - Cavatigozzi																																								
Attivazione Circolazione Tratta Acquanegra - Cavatigozzi																																								
Attività Tecnologiche + Prove e Verifiche Soggetto Tecnico																																								
Attivazione Circolazione Tratta Codogno - Acquanegra																																								

²⁶ Il Cronoprogramma fa riferimento ad uno scenario temporale di Global Project che comprende anche il lotto 1A. Pertanto, l'anno di riferimento iniziale è quello del lotto 1A.

4.2 Costi dell'opera e finanziamenti

Il costo a vita intera del raddoppio della tratta Codogno-Piadena è pari a 1,274 Mln € che sarà finanziato con contratto di programma e successive integrazioni.

Il valore delle opere dei relativi interventi è stato stimato con riferimento all'ultimo aggiornamento tariffario ad oggi in vigore (Tariffe RFI 2023).

Il valore delle opere ammonta a 1,068 Mln € così come di seguito riportato:

Raddoppio Codogno - Piadena				
RIEPILOGO GENERALE PER CATEGORIE DI OEPRE				
VOCI DI COSTO	IMPORTO RELATIVO AD OPERE FERROVIARIE	IMPORTO RELATIVO AD OPERE EXTRALINEA E DI RIAMBIENTALIZZAZIONE	IMPORTO TOTALE	INCIDENZA SUL TOTALE VALUTAZIONE OPERE
OPERE CIVILI	349.357.345,78	329.277.408,39	678.634.754,16	63,50%
SOVRASTRUTTURA FERROVIARIA	135.297.325,97	-	135.297.325,97	12,66%
IMPIANTI TECNOLOGICI	89.409.851,27	-	89.409.851,27	8,37%
ACQUISIZIONE AREE	85.191.026,40	-	85.191.026,40	7,97%
OPERE COMPENSATIVE	-	6.686.056,69	6.686.056,69	0,63%
SICUREZZA	-	-	59.150.000,00	5,53%
PROGETTAZIONE ESECUTIVA	-	-	14.430.675,71	1,35%
TOTALE VALORE OPERE	659.255.549,41	335.963.465,08	1.068.799.690,20	100,00%

