



Comune di Bologna



Sostenibilità
è Bologna



PUMS
BOLOGNA
METROPOLITANA

I_Emilio_Giunta - Prof. 13/07/2023 0133561.F

RTI Progettisti:



STUDIO MATTIOLI
Ambiente - Ingegneria - Energia



PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA DELLA SECONDA LINEA TRANVIARIA DI BOLOGNA (TRATTO NORD LINEA VERDE - DIRETTRICE CORTICELLA-CASTEL MAGGIORE)



Fondo per lo Sviluppo
e la Coesione

Intervento finanziato con risorse
FSC 2014-2020 - Piano operativo della Città
metropolitana di Bologna
Delibera CIPE n.75/2017



Procedimento di verifica di assoggettabilità a VIA (Screening) Integrazioni a seguito PEC del 19/12/2022 Regione Emilia Romagna

COMUNE DI BOLOGNA
SETTORE MOBILITA' SOSTENIBILE E INFRASTRUTTURE

IL DIRETTORE DEL SETTORE

ING. CLETO CARLINI

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

ING. GIANCARLO SGUBBI

IL DIRETTORE DELL'ESECUZIONE DEL CONTRATTO

ING. MIRKA RIVOLA

SEGRETERIA TECNICA

ING. BARBARA BARALDI

GEOM. AGNESE FERÒ

Aech. VIRGINIA BORRELLO

RESPONSABILE DI COMMESSA

ING. PAOLO MARCHETTI

RESPONSABILE INTEGRAZIONE
PRESTAZIONI SPECIALISTICHE

ING. SANTI CAMINITI

Gruppo di Progettazione:

Ing. Alessandro Piazza (Coordinatore Tecnico)
Ing. Santi Caminiti (Progetto sistemi tranviari)
Ing. Andrea Spinosa (Studi Trasportistici)
Arch. Sebastiano Fulci De Sarno (Prog. Architettonico e Inser. Urbanistico)
Ing. Sergio Di Nicola (Sovrastuttura Tranviaria)
Ing. Jeremie Wajs (Impianti Tecnologici)
Ing. Maurizio Falzea (Esperto Armamento)
Ing. Giorgio Coletti (Progettazione Funzionale Depositi)
Ing. Pietro Caminiti (Viabilità Interferente)
Ing. Stefano Tortella (Opere Strutturali)
Ing. Andrea Carlucci (Esperto Impianti Elettro-ferroviari)
Ing. Domenico D'Apollonio (Impianti di Trazione Elettrica)
Ing. Matteo Mariotti (Impianti Meccanici)
Arch. Sergio Moscheo (Prime Disposizioni per la Sicurezza)
Ing. Boris. Rowenczyn (Piani Economici e Finanziari)
Prof. Matteo Mattioli (Valutazione impatto ambientale e impatto acustico)

COMMESSA	FASE	DISCIPLINA	TIPO/NUMERO	REV.	SCALA	NOME FILE
B381-C	SF			A	—	-

REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
0	Febbr. 2023	EMISSIONE PER COMMENTI	RTP	PIAZZA	MARCHETTI
1					
2					

OGGETTO: Procedura di Verifica di Assoggettabilità a VIA, ai sensi dell'art. 10 della L.R. 4/2018 e dell'art. 19 del D.lgs. 152/2006, del progetto denominato "Seconda lineatranviaria di Bologna (Tratto Nord Linea Verde - Direttrice Corticella-Castel Maggiore)", presentato dal Comune di Bologna localizzato nei comuni di Bologna e Castelmaggiore (BO) - [Fasc. 1311/63/2022]

In riferimento alla procedura in oggetto, avviata con istanza acquisita al PG.2022.0922346 del 22 settembre 2022 e pubblicata sul sito web regionale delle valutazioni ambientali in data 09 novembre 2022 si informa che, in seguito alle verifiche di cui all'art. 19 comma 6 del D.lgs. 152/06, a seguito della richiesta, pervenuta in data 19/12/2022 dalla Regione Emilia Romagna – Area Valutazione Impatto Ambientale e Autorizzazioni, di integrazioni e chiarimenti in merito alla documentazione presentata, in ottemperanza a quanto riportato nella nota citata, si precisa quanto segue.

Sommario

RISPETTO AL PROGETTO GENERALE:	3
RELATIVAMENTE ALLA COMPONENTE ATMOSFERA:	50
RELATIVAMENTE ALLA COMPONENTE RUMORE E VIBRAZIONI:	69
RELATIVAMENTE AI CAMPI ELETTROMAGNETICI IN BASSA FREQUENZA:	128
IN MERITO ALLE COMPONENTI ACQUE SUPERFICIALI, SOTTERRANEE E SUOLO-SOTTOSUOLO: 132	
PER QUANTO ATTIENE GLI ASPETTI DI TUTELA PAESAGGISTICA E MONUMENTALE:	139
ALLEGATI	144

Rispetto al progetto generale:

Punto 1. *chiarire quanto riportato a pag. 104 e a pag. 124 dello Studio Trasportistico in relazione alla differenza tra scenario di progetto e scenario di riferimento (ovvero la presenza di un nuovo servizio tranviario) rispetto alle origini/destinazioni delle corse previste:*

- a. *“l’elemento principale che differenzia lo scenario di progetto da quello di riferimento consiste nella presenza di un nuovo servizio tranviario così caratterizzato: il 50% delle corse effettua il collegamento tra Corticella ed il Terminal Emilio Lepido nel settore ovest della città; il restante 50% collega il Terminal Nord di Corticella con Piazza Martiri subito all’interno dell’area delimitata dai viali provenendo da Nord.”*
- b. *“Dal punto di vista del modello di esercizio, invece, il servizio sarà esercito con una corsa ogni 5 minuti con attestamenti differenziati secondo questo schema: una corsa ogni 10 minuti in partenza da Terminal Emilio Lepido con destinazione il Terminal di Corticella-Castel Maggiore; una corsa ogni 10 minuti in partenza di Piazza Martiri e destinata sempre al terminal Corticella-Castel Maggiore.”*

L’occasione del chiarimento è utile per specificare i termini “Anno di Riferimento”, “Scenario di Riferimento” e “Scenario di progetto” così come declinati nello studio trasportistico:

- **Anno di Riferimento:** è l’anno nel quale si prevede che l’intervento di progetto (nel caso in esame la linea verde del tram) sia pienamente operativo (2030);
- **Scenario di Riferimento:** rappresenta lo scenario comprensivo di tutti gli interventi previsti sia sulle reti infrastrutturali sia su quelle dei servizi all’anno di riferimento a meno dell’intervento di progetto del quale si vogliono valutare gli effetti;
- **Scenario di Progetto:** scenario che differisce da quello di riferimento esclusivamente per la presenza del progetto che deve essere oggetto di valutazione e la presenza delle modifiche che il progetto genera sia sulla rete di trasporto privato (ad es. riduzione della capacità delle strade in cui è presente il tram in sede riservata), sia su quella del trasporto pubblico (ad es. riorganizzazione dei servizi su gomma nelle zone in cui sarà presente il nuovo servizio tranviario).

Lo **Scenario di Riferimento** è quindi caratterizzato dalla presenza di una serie di interventi sia sulla rete stradale¹, sia sulla rete di trasporto pubblico²; di questi ultimi il più importante è certamente

¹ Per i dettagli si rimanda al paragrafo 6.1.1 della relazione trasportistica.

² Per i dettagli si rimanda al paragrafo 6.1.2 della relazione trasportistica.

la presenza della linea Rossa del tram. Nella successiva figura si riporta il tracciato della linea rossa con l'indicazione delle frequenze dei servizi ipotizzate sulle singole tratte nello scenario di riferimento.

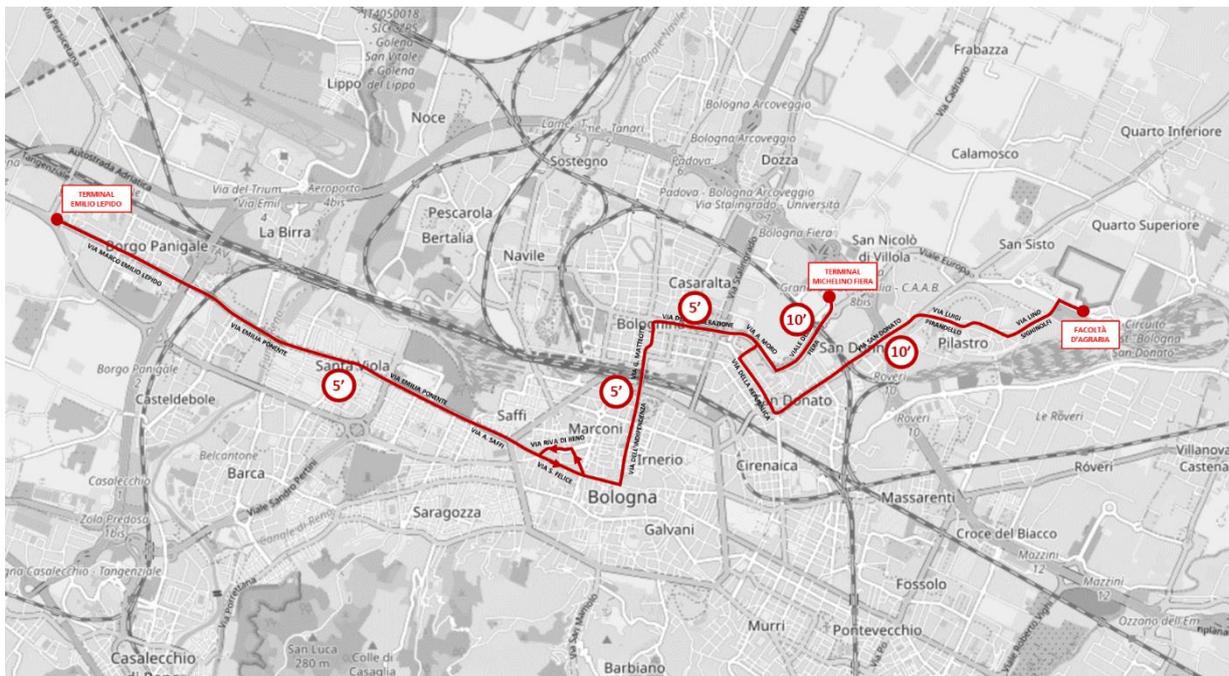


Figura 1 Tracciato e frequenze della linea rossa considerate nello scenario di riferimento

È necessario specificare, relativamente alle caratteristiche dei modelli di esercizio dei servizi tranviari considerate in questa fase di studio ed analisi, che si tratta di ipotesi che potranno essere confermate o variate da parte del gestore del servizio quando le linee tranviarie saranno effettivamente operative.

Passando ad analizzare lo **Scenario di Progetto**, come anticipato, esso prevede, in aggiunta a quanto introdotto nello scenario di riferimento, anche la presenza del ramo nord della linea Verde di collegamento con Corticella-Castel Maggiore. Come esposto nella relazione trasportistica, in fase di redazione della fattibilità tecnico economica, le ipotesi assunte relativamente al modello di esercizio della linea verde prevedevano: *“una corsa ogni 10 minuti in partenza da Terminal Emilio Lepido con destinazione il Terminal di Corticella-Castel Maggiore; una corsa ogni 10 minuti in partenza di Piazza Martiri e destinata sempre al terminal Corticella-Castel Maggiore”*.

Successivamente l'Amministrazione ha dato avvio al Progetto di Fattibilità Tecnico-Economica (PFTE) del tratto sud-ovest della linea blu, lungo la direttrice Bologna - Stadio "Renato Dall'Ara" - Casalecchio di Reno, il cui tracciato è riportato nella figura che segue. Come si vede dall'immagine, il tracciato prevede, una volta superati i viali di raggiungere il centro di Bologna attraverso Via Sant'Isaia, Piazza Malpighi, Via Guglielmo Marconi per riconnettersi, proprio a Piazza dei Martiri, con la linea verde.

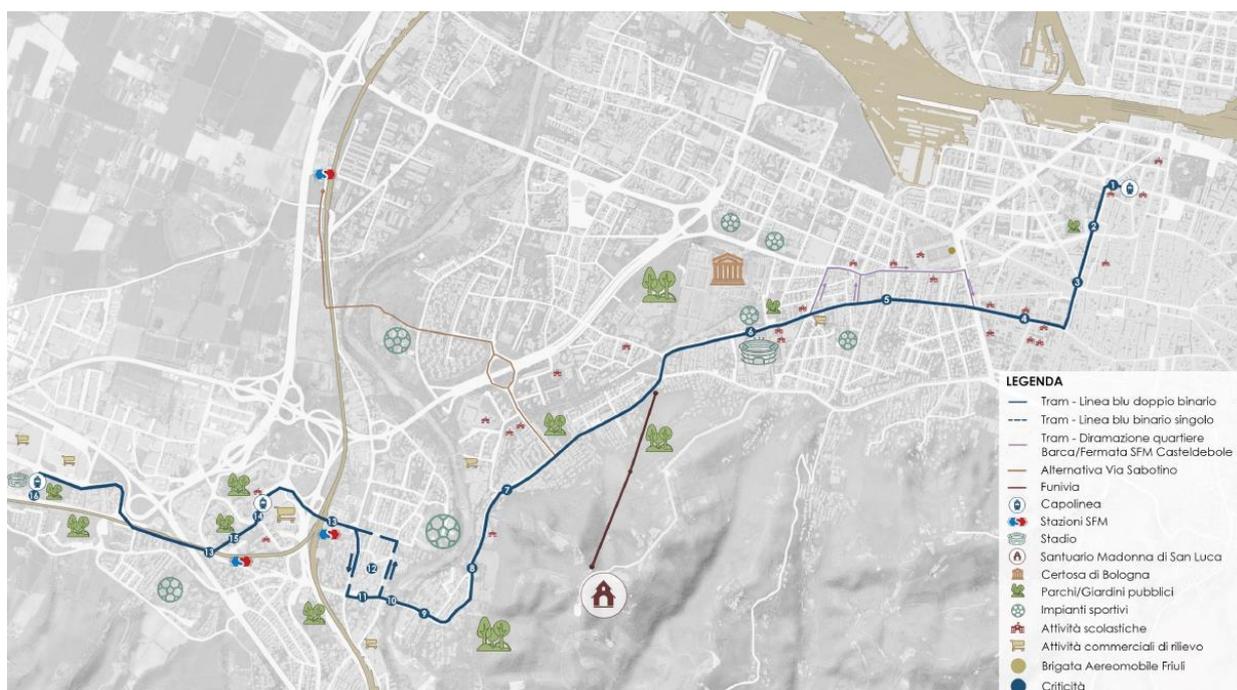


Figura 2 Tracciato del tratto sud-ovest della linea blu, lungo la direttrice Bologna - Stadio "Renato Dall'Ara" - Casalecchio di Reno

Alla luce di ciò e in considerazione delle prime evidenze sui livelli di domanda attesi sulla linea Blu, in accordo con l'Amministrazione, si è ritenuto maggiormente utile ed efficiente considerare che la linea verde sviluppi i suoi servizi da Piazza dei Martiri sino a Corticella-Castel Maggiore con una corsa ogni 5 minuti non prevedendo più il collegamento tra Corticella ed il Terminal Emilio Lepido.

Sotto queste nuove ipotesi lo Scenario di Progetto della linea verde prevede, relativamente all'insieme dei servizi tranviari presenti, la configurazione riportata nella successiva Figura 3.

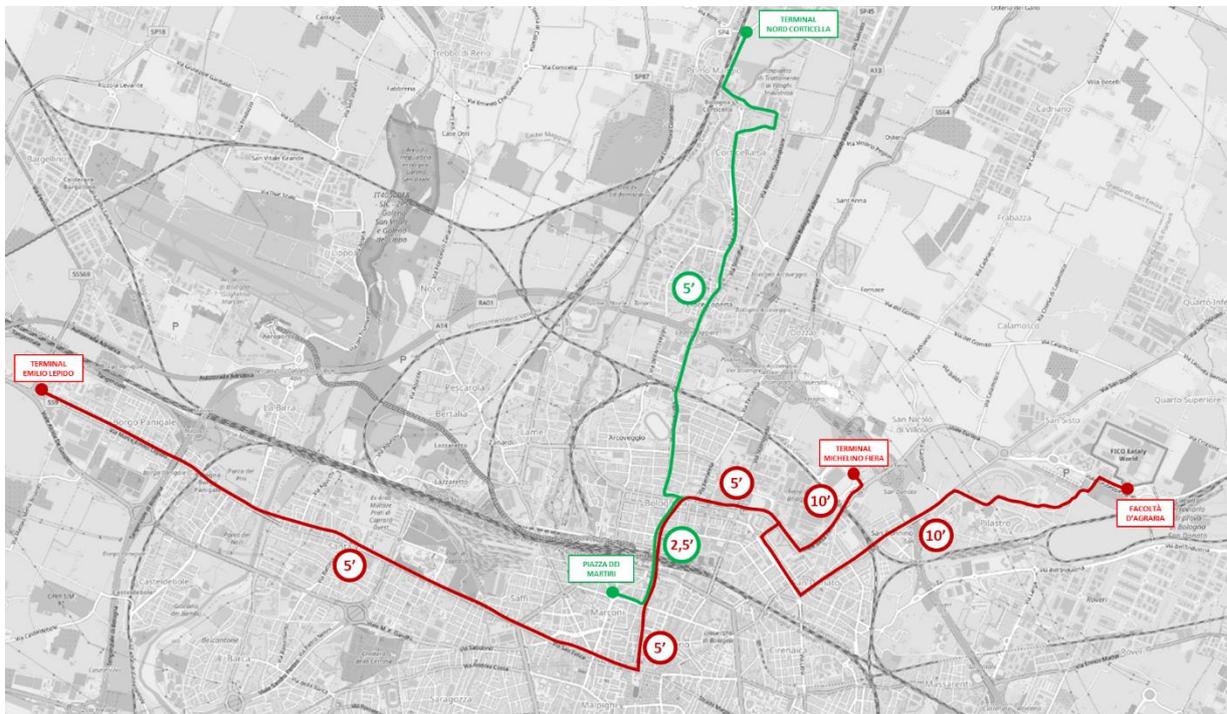


Figura 3 Tracciato e frequenze della linea verde e della linea rossa considerate nello scenario di progetto

Punto 2. nella relazione tecnica generale viene specificato che “per quasi tutto il suo sviluppo il tram procede lungo una sede riservata, con l’obiettivo di ridurre tutte le interferenze con le altre componenti della mobilità urbana”. Specificare esattamente quali sono i tratti di linea che non saranno in sede riservata (per entrambe le direzioni);

Come riportato nell’allegato “Corografia tratte riservate e promiscue.pdf”, la linea oggetto della presente relazione, nel suo sviluppo complessivo tra il Capolinea “via dei Mille” e il capolinea “Castel maggiore”, di lunghezza pari a 7.250 m, presenta una sede riservata per una lunghezza complessiva pari a 6.960 m (pari al 92,5% dell'intero tracciato) così distribuita:

- via dei Mille - L= 280 m;
- via dei Mille - Piazza dell'Unità - L= 1.350 m (tratta comune alla Linea Rossa)
- Piazza dell'Unità - via S. Anna - L= 4.170 m
- via Shakespeare - capolinea Castel Maggiore - L= 1.160 m

La tratta in sede promiscua con il traffico veicolare privato si sviluppa invece lungo via S. Anna - via Byron, per una lunghezza complessiva pari a 560 m, pari al 7,5% dell'intero tracciato.

Punto 3. fornire le tavole dei flussogrammi del trasporto privato riferito alle sole auto, nel giorno feriale medio e nell'ODP nei diversi scenari temporali esaminati;

Premessa

Come ampiamente esposto all'interno della relazione trasportistica, il modello utilizzato per le simulazioni trasportistiche è relativo all'intera giornata. Nel corso della redazione del PFTE e, con riferimento alle sole aree sottoposte a microsimulazione, si è proceduto a calibrare dei "modelli di sub area" relativi all'ora di punta del mattino.

In risposta alla richiesta in esame, quindi, nelle immagini successive si mostrano i flussogrammi degli scenari richiesti, periodo di analisi e area territoriale riportati nella tabella che segue.

Scenario	Periodo di analisi	Area territoriale
Situazione attuale	Giorno	Bologna
	Ora di punta del mattino	Area della Bolognina
	Ora di punta del mattino	Area sottopasso di via Corticella
Scenario di riferimento	Giorno	Bologna
Scenario di progetto	Giorno	Bologna
	Ora di punta del mattino	Area della Bolognina
	Ora di punta del mattino	Area sottopasso di via Corticella



Figura 4: Flussi giornalieri auto nello scenario attuale



Figura 5: Flussi giornalieri auto nello scenario di riferimento



Figura 6: Flussi giornalieri auto nello scenario di progetto



Figura 7: Flussi auto nell'ora di punta della mattina per lo scenario attuale – ambito di microsimulazione Bolognina



Figura 8: Flussi auto nell'ora di punta della mattina per lo scenario di progetto – ambito di microsimulazione Bolognina



Figura 9: Flussi auto nell'ora di punta della mattina per lo scenario attuale – ambito di microsimulazione Corticella



Figura 10: Flussi auto nell'ora di punta della mattina per lo scenario di progetto – ambito di microsimulazione Corticella

Punto 4. Simulare quantitativamente due scenari alternativi che non prevedano l'interramento delle corsie per il traffico privato in via Mazza. Tali alternative devono considerare un riesame complessivo del sistema circolatorio del quadrante nord di Bologna, privilegiando il transito del tram e degli altri mezzi di TP a scapito del trasporto privato. Questo si deve tradurre in una visione diversa degli spostamenti del quadrante, ovvero non trattarsi della mera sovrapposizione del percorso tram ad uno status quo circolatorio che si intende mantenere, ma deve forzare una revisione collettiva del sistema della mobilità anche prevedendo più percorsi per il traffico privato nella direzione est-ovest ma a minore capacità, in armonia con il concetto di Città 30 recentemente adottato dalla giunta comunale. Il risultato delle simulazioni andrà valutato alla luce degli impatti ambientali (inquinamento atmosferico e acustico alle estremità del sottopasso, impatto paesaggistico e sul verde, impatto sulle falde sotterranee, rischio di allagamento, etc.) delle diverse proposte;

Premessa

Prima di dettagliare le valutazioni svolte, si ritiene utile richiamare la classificazione della rete stradale dell'area di interesse così come definita dal vigente **Piano Generale del Traffico Urbano** (PGTU) del Comune di Bologna (Figura 11). Come è possibile apprezzare nella successiva Figura 5, la **circolazione stradale** del quartiere della Bolognina è caratterizzata da un **sistema viario estremamente complesso di sensi unici alternati**, maturato negli anni a seguito di interventi, adeguamenti e ottimizzazioni che si sono succeduti perseguendo l'obiettivo di:

- favorire la regolarità del servizio di trasporto pubblico, grazie alla definizione di corsie riservate;
- favorire la mobilità attiva dedicando un maggiore spazio urbano alla mobilità ciclistica e pedonale;
- prevenire fenomeni di congestione per il trasporto privato con ripercussioni sui servizi di trasporto pubblico.

Data questa sedimentazione temporale si può quindi considerare – ancorché tutto sia perfettibile – una situazione vicina al punto di equilibrio tra le esigenze di fluidità della circolazione e contenimento delle esternalità su residenti e frontisti.

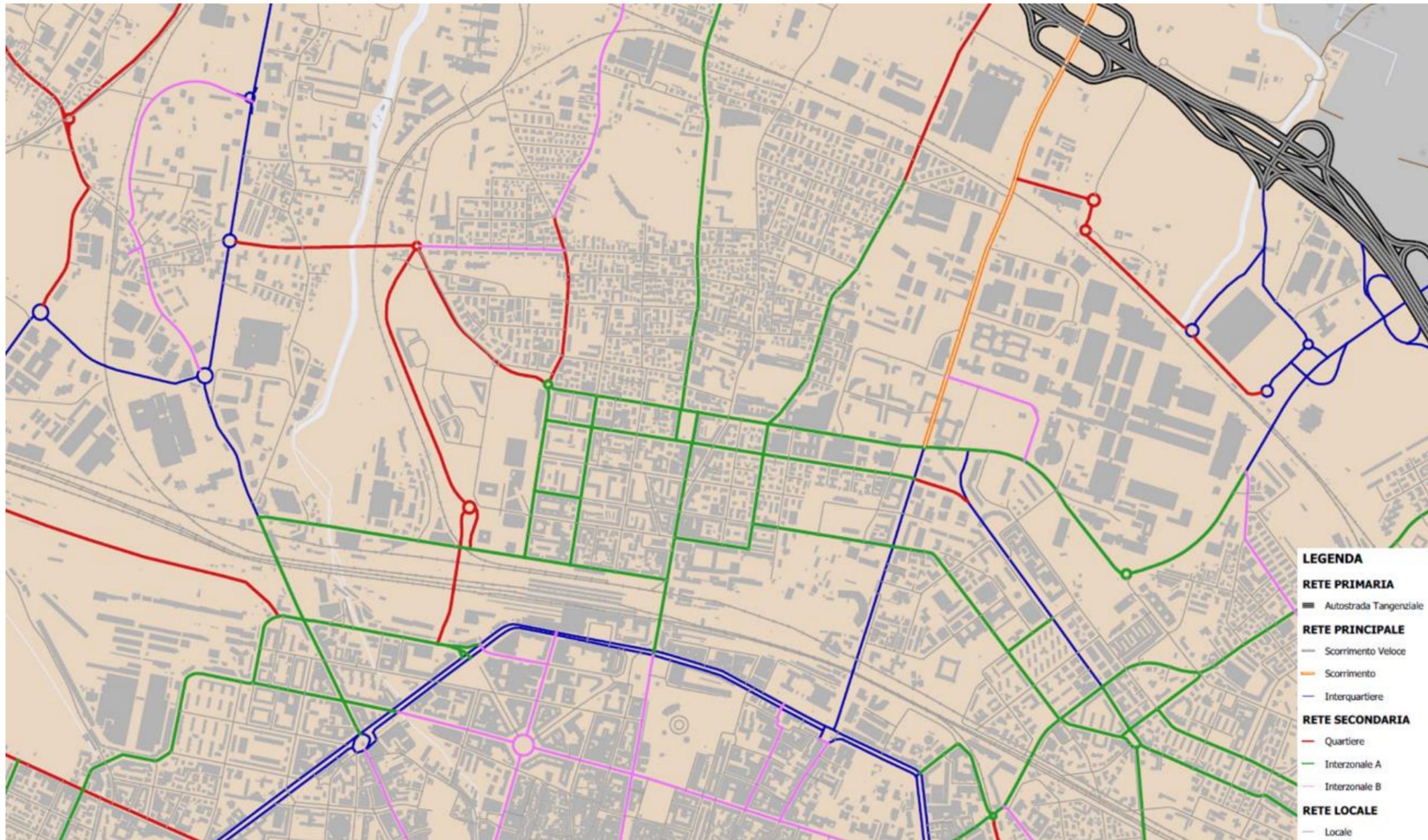


Figura 11 Classificazione della rete stradale secondo il PGU del Comune di Bologna per l'area di interesse

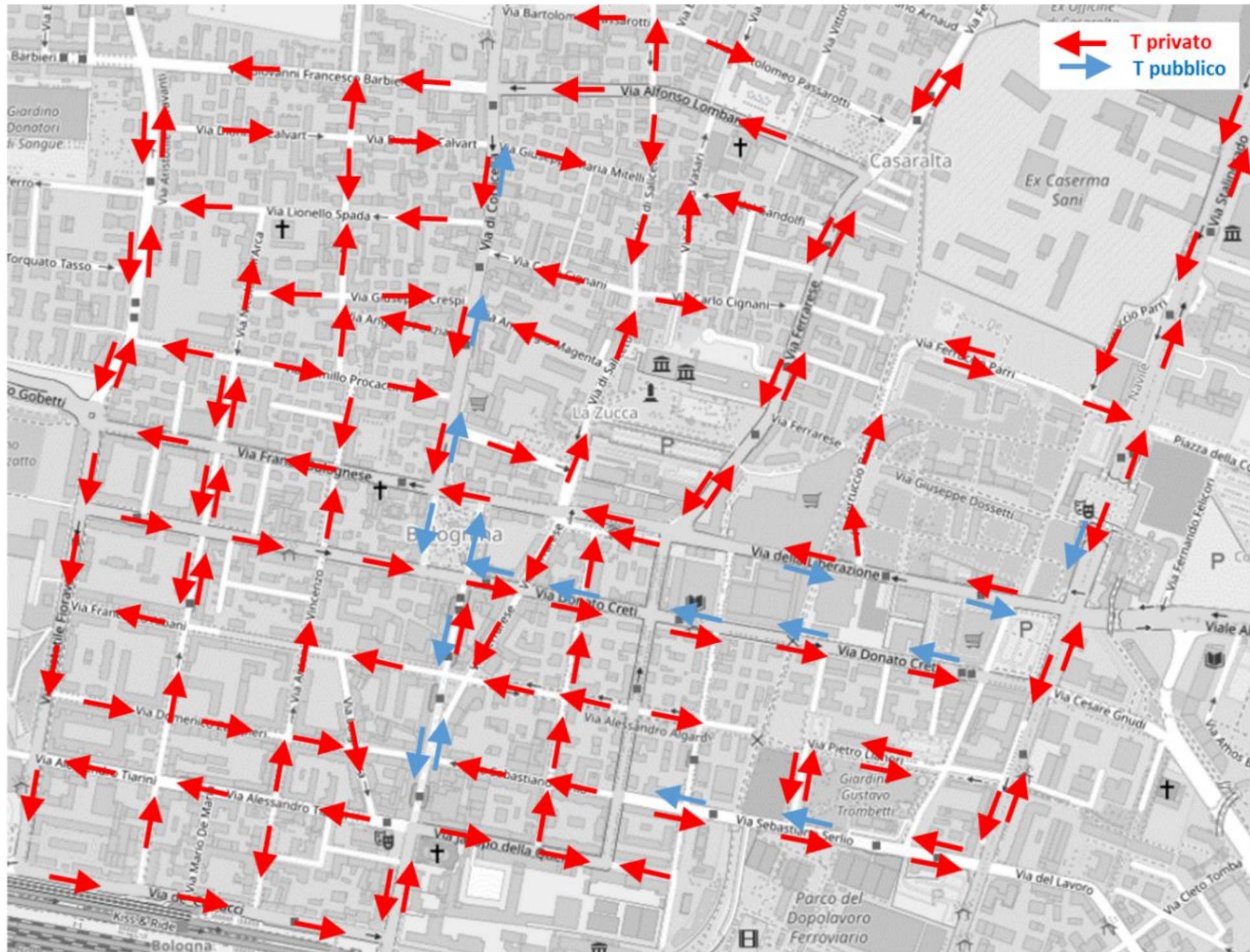


Figura 12 Configurazione attuale del regime di circolazione nell'area della Bolognina

È tacito che, su un equilibrio così delicato, la **riduzione di capacità viaria di via Mazza** dovuta all'inserimento delle nuove infrastrutture tranviarie sia esiziale in termini di compromissione delle condizioni di deflusso del nodo. Questo è un punto critico della rete in quanto a Piazza dell'Unità, oltre alla linea tranviaria, si attestano sia nella situazione attuale, sia nello scenario di progetto (si pensi non solo al tram ma anche alle linee filobus/ebus previste dal PIMBO), anche diverse linee di trasporto pubblico con un **elevato numero complessivo di corse**. **La presenza di fenomeni di congestione può, quindi, compromettere la regolarità delle principali linee del trasporto pubblico che interessano l'area.**

Ciò premesso, allo scopo di fornire una risposta quanto più completa ed articolata possibile alla richiesta pervenuta, si è ritenuto utile ampliare il set di scenari analizzati, per i quali verrà fornito il primo luogo una descrizione delle specificità che lo caratterizzano e successivamente una rassegna grafica e numerica dei risultati ottenuti attraverso le simulazioni modellistiche sia dal punto di vista dei flussi di traffico sia da quello degli impatti ambientali generati.

Si tratta di 5 scenari, che permettono di ricostruire tutto il percorso di analisi svolto, nello specifico essi sono:

1. **Scenario di Riferimento**. Come già esposto in precedenza questo scenario è comprensivo di tutti gli interventi previsti sia sulle reti infrastrutturali sia su quelle dei servizi all'anno di riferimento (2030) a meno dell'intervento di progetto (la linea verde del tram). In altri termini in questo scenario è presente la linea rossa del tram che mette in relazione la zona Borgo Panigale rispettivamente con la zona fieristica e con il quartiere Pilastro. L'importanza di questo scenario risiede nel fatto che tutte le alternative progettuali considerate vengono confrontate con questo scenario al fine di valutare gli impatti prodotti dall'intervento di progetto.
2. **Scenario di progetto senza sottopasso**. In questo caso la configurazione della rete è quella risultante dall'**inserimento** solamente **della diramazione per Corticella della linea verde del tram** e non prevede modifiche alla rete stradale sia dal punto di vista di nuove infrastrutturazioni (non si prevede la realizzazione del sottopasso lungo l'asse Via della Liberazione, Via Mazza, Via Bolognese), sia dal punto di vista dell'organizzazione del regime di circolazione. La domanda assegnata alla rete stradale in questo scenario, come in tutti i successivi, tiene conto della presenza di un nuovo servizio tranviario che induce uno shift modale favorevole al trasporto pubblico. Chiaramente, l'aggiunta dei binari del nuovo collegamento tranviario dà luogo ad una forte di riduzione di capacità lungo via

Mazza e questa configurazione rappresenta la condizione più critica per il sistema stradale.

3. **Scenario di progetto senza sottopasso e con potenziamento asse nord Via Lombard-Via Barbieri.** Anche in questo caso, a supporto dell'inserimento della nuova linea tranviaria per Corticella, non si prevede di realizzare nuove infrastrutture stradali lungo l'asse Via della Liberazione, Via Mazza, Via Bolognese, ma, a differenza dello scenario precedente, si interviene sull'unico asse che consente un collegamento diretto est-ovest e cioè l'asse **Via Alfonso Lombardi – Via Giovanni Francesco Barbieri** (cfr. Figura 12) anche se si tratta di una viabilità con caratteristiche funzionali non coerenti con le esigenze del caso in esame; essa infatti presenta caratteristiche di viabilità locale e lungo di essa sono localizzate 3 scuole dell'infanzia (Istituto comprensivo n. 15, Scuola materna Il Flauto Magico, scuola Primaria Aciri).

In ogni caso, al fine di incrementare la capacità e quindi render più attrattivo questo itinerario, si è fatta l'ipotesi di **eliminare la sosta lungo uno dei due lati di Via Lombardi** (su Via Barbieri già oggi è possibile parcheggiare solo da un lato) **sottraendo circa 70 posti auto.**

4. **Scenario di progetto senza sottopasso e con potenziamento asse sud Via Tibaldi-Via Creti.** Lo scenario in esame ancora una volta non prevede la presenza del sottopasso su Via della Liberazione, Via Mazza, Via Bolognese, in alternativa **si interviene sull'asse di Via Tibaldi-Via Creti.** Questo asse attualmente prevede per la mobilità privata la circolazione a senso unico in direzione ovest-est (da Via Fioravanti a Via Stalingrado) e una corsia preferenziale per il trasporto pubblico in direzione opposta nel tratto da Via Stalingrado a Piazza dell'Unità (cfr. Figura 12). In questa ipotesi, l'intervento previsto richiede di:

- rendere la corsia preferenziale di via Creti a uso promiscuo fino a piazza dell'Unità. A questo riguardo si specifica che **la corsia preferenziale è utilizzata da cinque linee di trasporto pubblico;**
- mettere a doppio senso via Tibaldi fino a via Fioravanti eliminando una corsia attualmente a disposizione dei flussi in direzione est;
- rivedere e limitare la sosta lungo tutto l'asse stradale, il che comporta l'**eliminazione di circa 130 posti auto.**

5. **Scenario di progetto senza sottopasso e con potenziamento asse nord e asse sud.**

In questo caso lo scenario prevede la presenza di entrambi gli interventi descritti nelle due precedenti ipotesi.

6. Scenario di progetto con la realizzazione del sottopasso. L'ultimo scenario del quale si espongono le risultanze è lo scenario di progetto presentato nel PFTE che prevede, unitamente alla realizzazione della nuova linea tranviaria verde che collega il centro di Bologna con Corticella-Castel Maggiore anche la realizzazione di un sottopasso di lunghezza complessiva pari a circa 430 metri, 250 dei quali costituiti dalle rampe di ingresso e uscita (Figura 13) Si ritiene utile precisare che questa soluzione progettuale è stata individuata in primo luogo per assicurare al servizio tranviario regolarità e stabilità di esercizio. Aspetto questo estremamente importante soprattutto nel tratto in esame se si considera che, come evidenziato nella precedente Figura 3, dall'intersezione tra Via Indipendenza e Via dei Mille fino a P.zza dell'Unità è previsto il passaggio di **una corsa di tram ogni 2,5 minuti per senso di marcia.**



Figura 13 Configurazione dell'area di Via Mazza-P.zza dell'Unità in presenza delle linee tranviarie e del sottopasso stradale

L'obiettivo ultimo dell'analisi è valutare se, tra le configurazioni proposte, ne esiste una per cui il propagarsi della coda non raggiunga l'intersezione tra Via Stalingrado, Viale Aldo Moro e Via della Liberazione; tale intersezione risulta essere una delle più critiche all'interno del capoluogo e la risalita della coda fino a questo punto può portare al blocco della capacità di smaltimento del traffico nel nodo, con conseguenze negative che si propagano a macchia d'olio su tutta la rete.

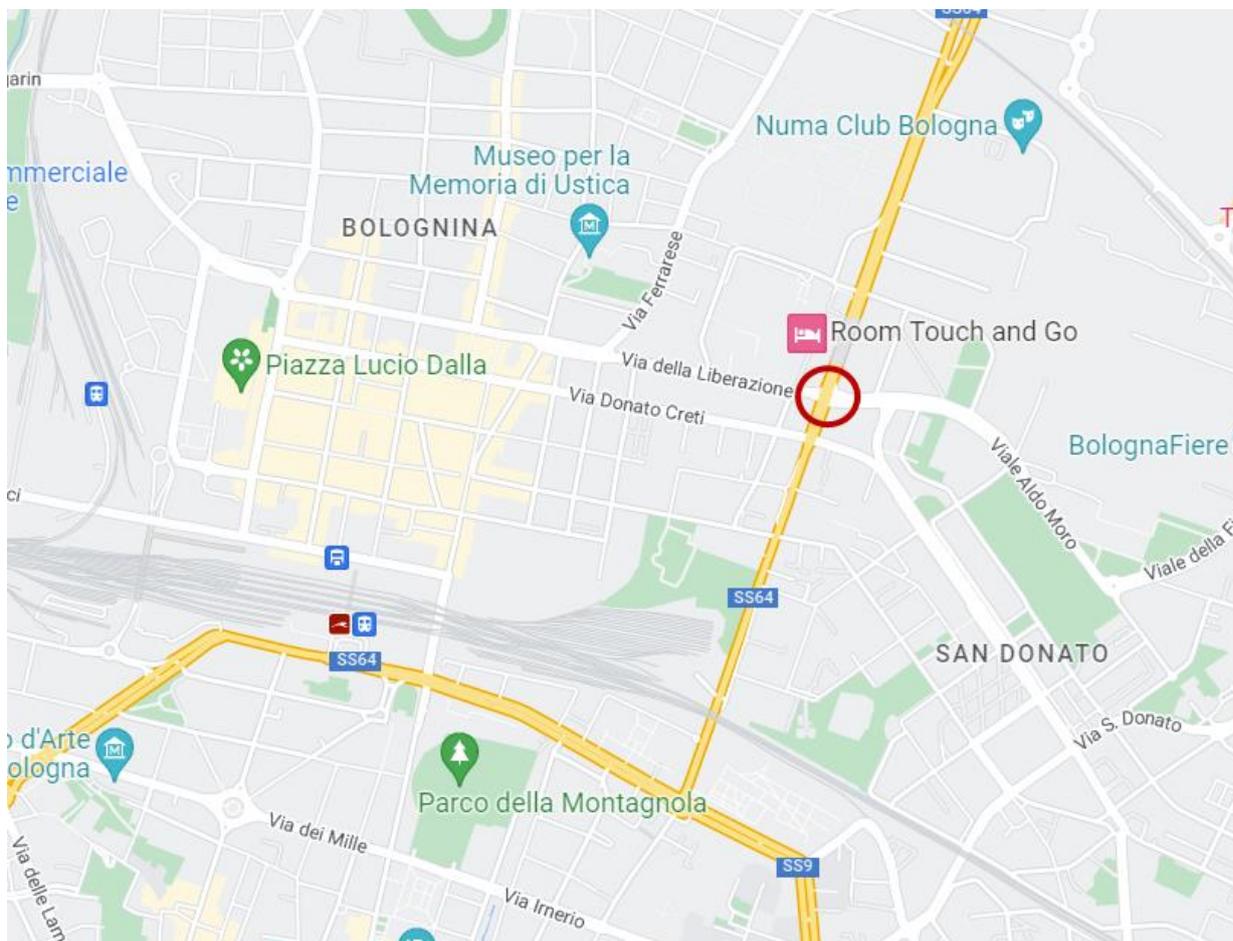


Figura 14 Zoom sul quadrante nord della rete Bolognese e focus sull'intersezione critica tra Via della Liberazione, Via Stalingrado e Viale Aldo Moro

Si ricorda che le simulazioni sono relative all'intera giornata, per cui le differenze fra i risultati degli scenari simulati potrebbero essere sottostimate poiché non tengono pienamente in considerazione i fenomeni di congestione tipici delle direzionalità più cariche durante gli intervalli di punta. Per ovviare a questa problematica, gli output del modello di macrosimulazione, in termini di flussi e capacità, sono stati trasformati in grandezze relative all'ora di punta ed utilizzati come input per il calcolo della lunghezza delle code lungo l'asse di analisi, secondo le procedure indicate dall'*Highway Capacity Manual*³ (HCM), che utilizza le formule descritte di seguito. In particolare, per le intersezioni semaforizzate la lunghezza della coda si calcola come:

³ Si tratta di un manuale tecnico di progettazione stradale redatto dal *Transportation Research Board* delle *National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine* degli Stati Uniti. Aggiornato annualmente dal 1950, è la pubblicazione di riferimento per la valutazione delle prestazioni trasportistiche di un asse stradale ovvero l'individuazione delle condizioni di possibile criticità in

$$Q = Q_1 + Q_2$$

Dove:

- Q = maximum distance in vehicles over which queue extends from stop line on average signal cycle (veh),
 Q_1 = first-term queued vehicles (veh), and
 Q_2 = second-term queued vehicles (veh).

Il primo termine è calcolato con la seguente formulazione:

$$Q_1 = PF_2 \frac{\frac{v_L C}{3600} \left(1 - \frac{g}{C}\right)}{1 - \left[\min(1.0, X_L) \frac{g}{C}\right]}$$

Dove:

- PF_2 = adjustment factor for effects of progression,
 v_L = lane group flow rate per lane (veh/h),
 C = cycle length (s),
 g = effective green time (s), and
 X_L = ratio of flow rate to capacity (v_L/c_L ratio).

Per semplicità il fattore di progressione dei platonici (PF_2) è stato supposto pari a 1 ipotizzando un perfetto coordinamento fra le fasi semaforiche dell'asse.

Il secondo termine è calcolato come segue:

$$Q_2 = 0.25 c_L T \left[(X_L - 1) + \sqrt{(X_L - 1)^2 + \frac{8k_B X_L}{c_L T} + \frac{16k_B Q_{bL}}{(c_L T)^2}} \right]$$

Dove:

- T = length of analysis period (h);
 k_B = second-term adjustment factor related to early arrivals;
 Q_{bL} = initial queue at start of analysis period (veh); and

merito agli aspetti ambientali in merito alla formazione di rallentamenti e code. Per maggiori approfondimenti si veda:
<https://www.trb.org/Main/Blurbs/175169.aspx>

Il fattore di aggiustamento K_b è calcolato, per le intersezioni semaforizzate non attuate, secondo la seguente formulazione:

$$k_B = 0.12 l \left(\frac{s_L g}{3600} \right)^{0.7}$$

Dove:

- k_B = second-term adjustment factor related to early arrivals,
- s_L = lane group saturation flow rate per lane (veh/h),
- g = effective green time (s), and
- l = upstream filtering factor for platoon arrivals (Chapter 15).

Per le intersezioni non semaforizzate la formulazione utilizzata è la seguente:

$$Q_{95} = 900T \left[\frac{v_x}{c_{m,x}} - 1 + \sqrt{\left(\frac{v_x}{c_{m,x}} - 1 \right)^2 + \frac{\left(\frac{3600}{c_{m,x}} \right) \left(\frac{v_x}{c_{m,x}} \right)}{150T}} \right] \left(\frac{c_{m,x}}{3600} \right)$$

Dove:

- Q_{95} = 95th-percentile queue (veh),
- v_x = flow rate for movement x (veh/h),
- $c_{m,x}$ = capacity of movement x (veh/h), and
- T = analysis time period (h) ($T = 0.25$ for a 15-min period).

Per ogni scenario simulato, a partire dal primo arco in saturazione viene calcolata la lunghezza della coda; la differenza fra questo termine e la lunghezza dell'arco, determina il valore di input del termine Q_{bL} dell'arco a valle, in maniera tale da riprodurre il propagarsi della coda veicolare sugli archi a monte.

Prima di elencare le risultanze modellistiche, occorre descrivere puntualmente come sono state simulate le modifiche negli scenari 3 e 4 a livello di offerta di trasporto:

- Per lo scenario 3 il potenziamento dell'asse Lombardi-Barbieri è stato riprodotto attraverso un aumento del 30% della capacità giornaliera dell'infrastruttura ed un contestuale aumento di 5 km/h della velocità a flusso libero.
- Per simulare lo scenario 4 è stato abilitato l'asse formato da Via Tibaldi e Via Creti alla percorrenza in direzione est-ovest. L'intervento si è tradotto nell'eliminazione della corsia preferenziale su via Creti e nella predisposizione di una destinata a tale senso di marcia su Via Tibaldi per consentire il transito alle auto private, a discapito di una delle due corsie in direzione opposta. Ciò si è tradotto in una riduzione della capacità per le direzionalità ovest-est.

Per tutti gli scenari simulati si riportano il diagramma che rappresenta il grado di saturazione (rapporto tra flussi e capacità) sugli archi della rete e la differenza, in termini di flussi, rispetto allo scenario di riferimento. Ovviamente quest'ultimo output non è stato prodotto per lo stesso scenario di riferimento.

Scenario di riferimento

Come evidenziato dall'immagine che riporta i rapporti di saturazione, già nella configurazione di riferimento si riscontrano delle criticità lungo l'asse di Via Ferrarese-Via della Liberazione, su cui si registrano flussi superiori alle capacità degli archi stradali.

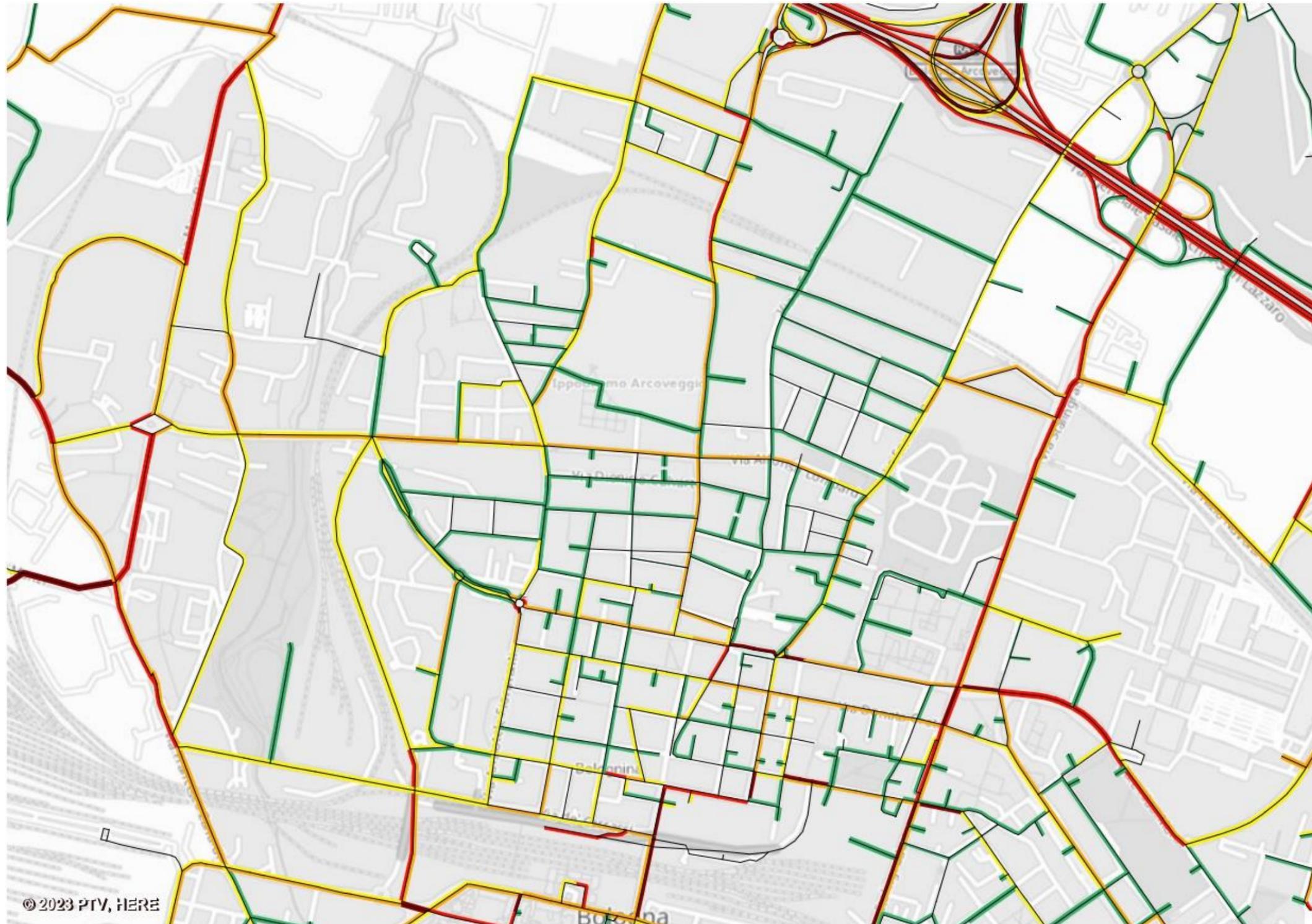


Figura 15 Rapporti di saturazione - scala discendente da marrone (sovrasaturazione) a verde (deflusso libero)

In tutta l'area di studio, nel giorno feriale medio, si registra un valore di percorrenze complessive pari a 25.429.760 veic*km e un tempo complessivo speso sulla rete di 483.363 veic*h.

Scenario di progetto senza sottopasso

Con l'inserimento della diramazione per Corticella viene sensibilmente ridotta la capacità di deflusso sul primo tratto di Via Mazza. L'aumento dei tempi di percorrenza direttamente conseguente genera una diminuzione dell'attrattività dell'asse di attraversamento, con parte dei flussi che si va a distribuire su itinerari alternativi (in primis l'asse immediatamente a nord, Lombardi-Barbieri ma anche la tangenziale, i viali ecc.).

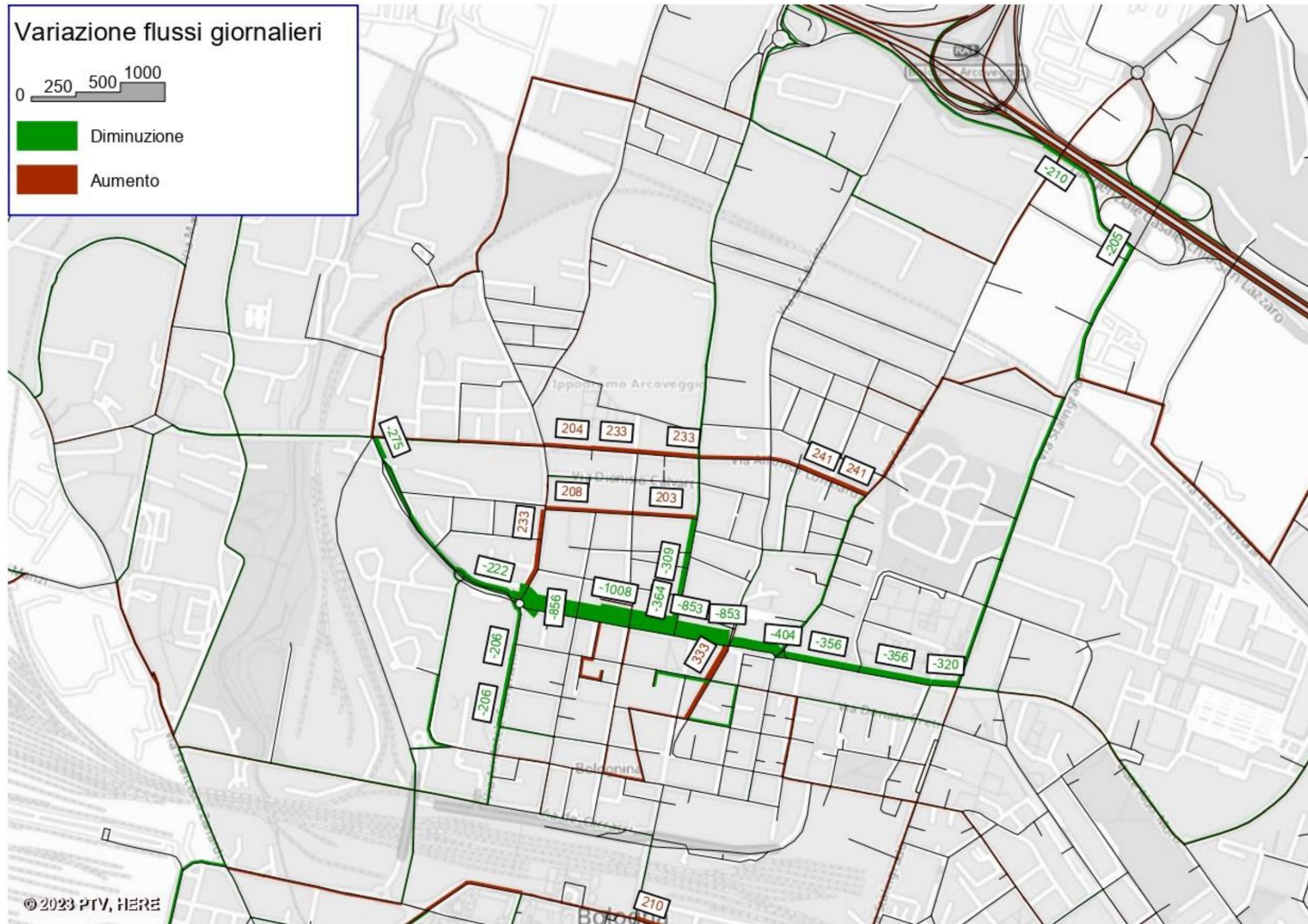


Figura 16 Variazione dei flussi giornalieri rispetto allo scenario di riferimento

Dall'osservazione dei rapporti di saturazione risulta evidente come le criticità, in questo scenario, si riscontrino anche sul primo tratto di Via Mazza, con valori di flussi pari alla capacità e conseguente **sovrasaturazione durante le ore di punta**.

La situazione di congestione determinata dall'intervento si riflette in un aumento sia delle percorrenze (+971 veic*km) che del tempo speso sulla rete (+ 51 veic*h).

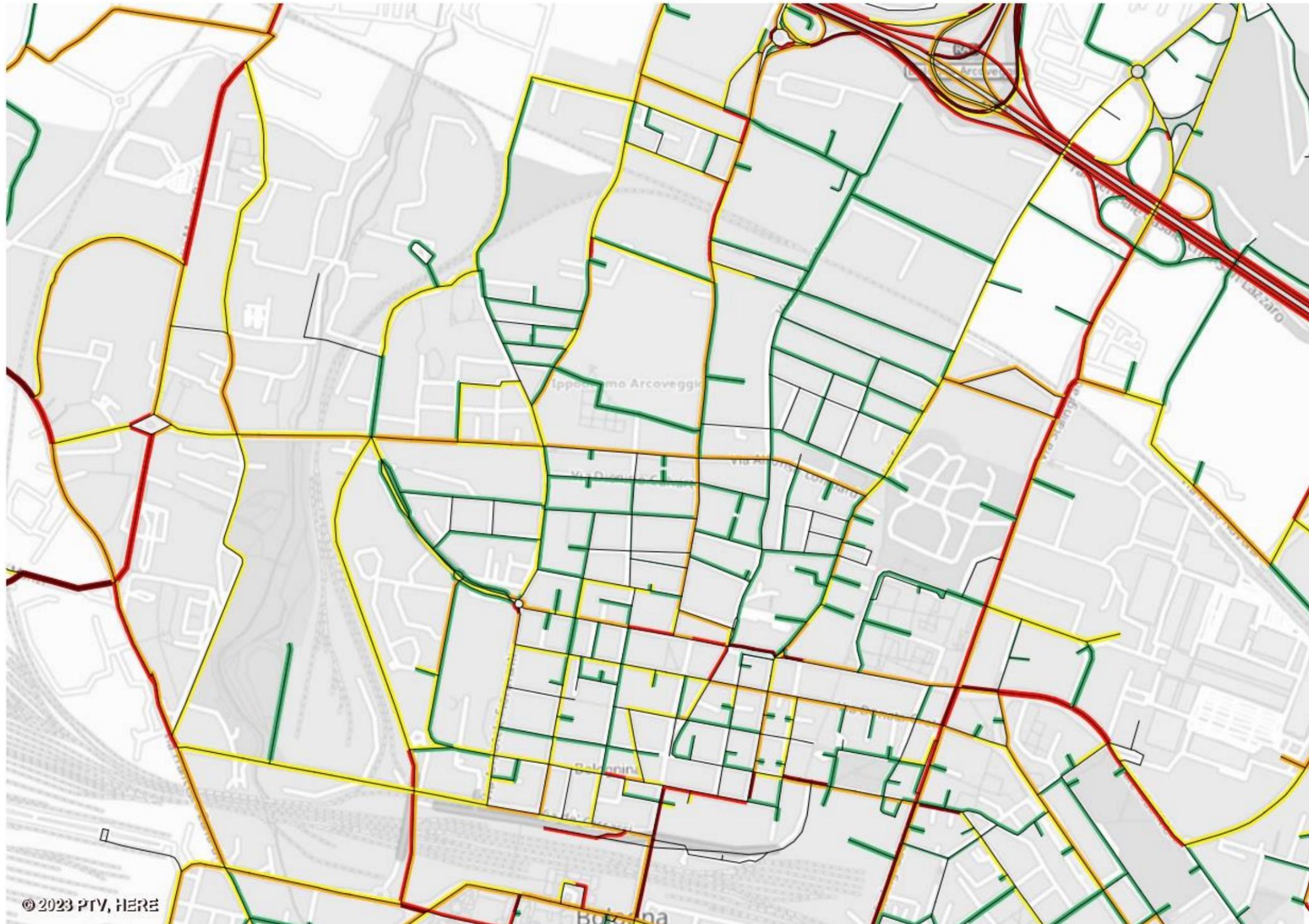


Figura 17 Rapporti di saturazione - scala discendente da marrone (sovrasaturazione) a verde (deflusso libero)

Scenario di progetto senza sottopasso e con potenziamento asse nord Via Lombard-Via Barbieri

L'aumento di capacità e velocità legato alla misura dello scenario che prevede l'istituzione di un nuovo asse di attraversamento del quartiere Bolognina a nord, lungo Via Lombardi e Via Barbieri determina un aumento dei flussi lungo questo itinerario e un conseguente scarico lungo l'asse Liberazione-Mazza-Bolognese, sebbene il delta su quest'ultimo rispetto allo scenario precedente risulti esiguo (circa 300 veicoli/giorno di differenza). Questo perché il nuovo asse viene utilizzato non solo da questo tipo di utenza ma anche da altre componenti di traffico (ad esempio chi proviene da Viale Aldo Moro ed è diretto verso la zona Nord-occidentale di Bologna). Si registra infatti un aumento di circa 1.000 veicoli/giorno sull'asse, ossia circa il 20-25% degli attuali flussi transitanti.

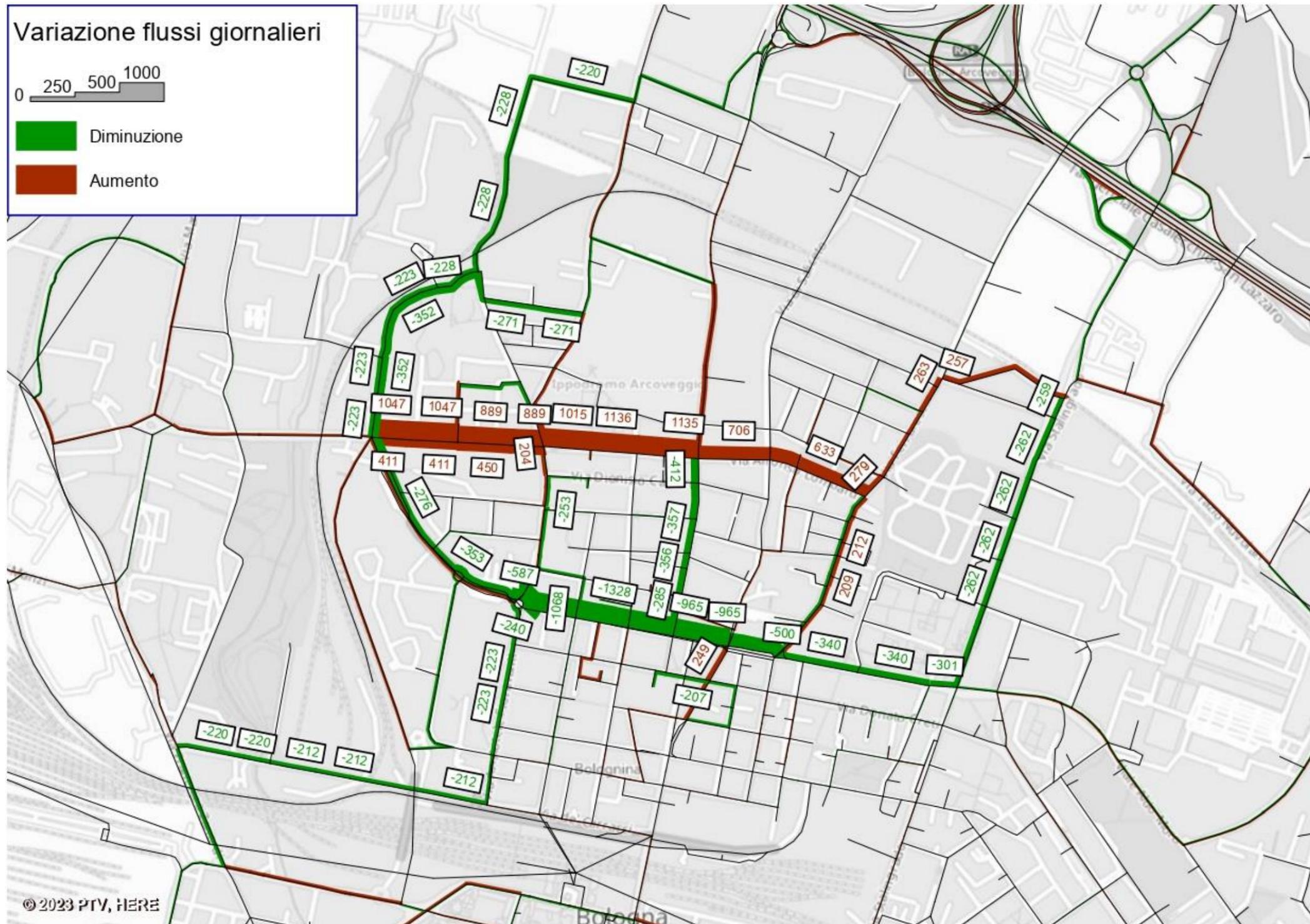


Figura 18 Variazione dei flussi giornalieri rispetto allo scenario di riferimento

Come già anticipato i rapporti di saturazione evidenziano come la misura non si mostri risolutiva della situazione di criticità introdotta dalla diramazione tranviaria; si può infatti osservare come la situazione risulti molto simile allo scenario precedente con il primo tratto di Via Mazza in condizioni ancora di **sovrasaturazione durante le ore di punta**.

Dall'analisi dei coefficienti prestazionali (KPI, *key performance index*) si evince infatti come l'aumento del tempo complessivo speso sulla rete (+37 veic*h) sia paragonabile a quello dello scenario precedente, sebbene ci sia una riduzione delle percorrenze (-128 veic*km), determinata dall'accorciamento dei percorsi di parte dell'utenza che trova vantaggioso percorrere il nuovo itinerario di attraversamento.

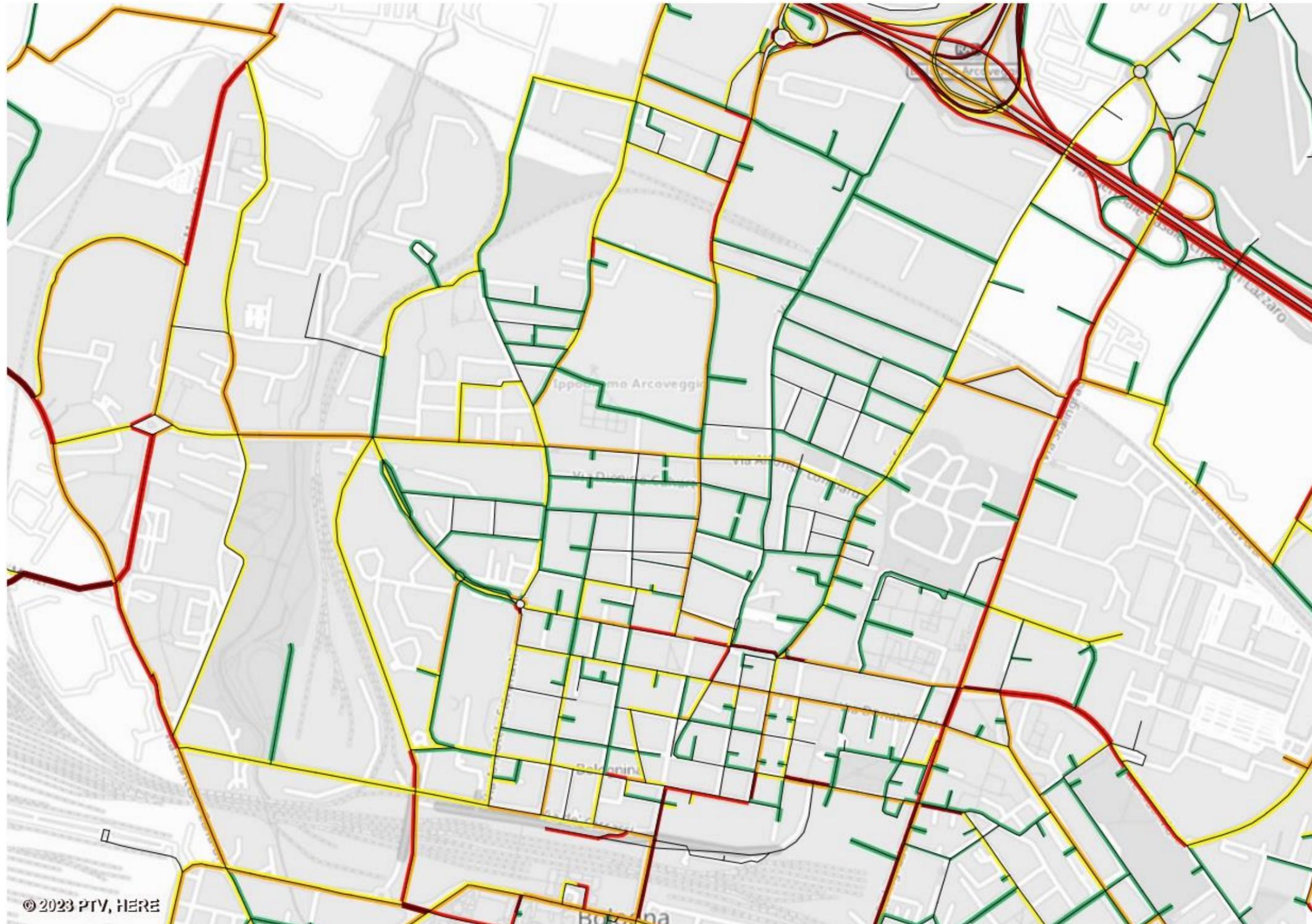


Figura 19 Rapporti di saturazione - scala discendente da marrone (sovrasaturazione) a verde (deflusso libero)

Scenario di progetto senza sottopasso e con potenziamento asse sud Via Tibaldi-Via Creti

In questo scenario viene istituito il doppio senso di marcia sull'asse immediatamente a sud di Via Mazza, nel tratto ad est a discapito del trasporto pubblico con la dismissione di una corsia preferenziale, mentre nel tratto ad ovest eliminando una delle due corsie nel senso di marcia opposto. In questa ipotesi, inoltre, si è intervenuti anche rendendo possibile l'ingresso nella zona della Bolognina per mezzo di un itinerario secondario che da Via Stalingrado attraverso Via Pietro Lianori e Via Serlio consente, grazie all'eliminazione di 50 m di corsia preferenziale di Via Serlio, nel tratto compreso tra Via Pietro Lianori e l'ingresso al parcheggio P1 della Stazione di Bologna Centrale, di innestarsi nella viabilità del quartiere.

L'intervento impatta in maniera sicuramente maggiore rispetto al potenziamento dell'asse nord, per lo meno a livello di diminuzione dei flussi su Via Mazza (circa 1.000 veicoli giornalieri in meno rispetto allo scenario precedente), sebbene ciò non risulti sufficiente a scongiurare la **sovrassaturazione lungo il primo tratto di via Mazza**. Si riscontra inoltre un aggravio delle condizioni di circolazione lungo la direttrice ovest-est, testimoniato dalla diminuzione dei flussi lungo l'itinerario Tibaldi-Creti, originato dalla riduzione della capacità necessaria per far spazio al senso di marcia opposto.

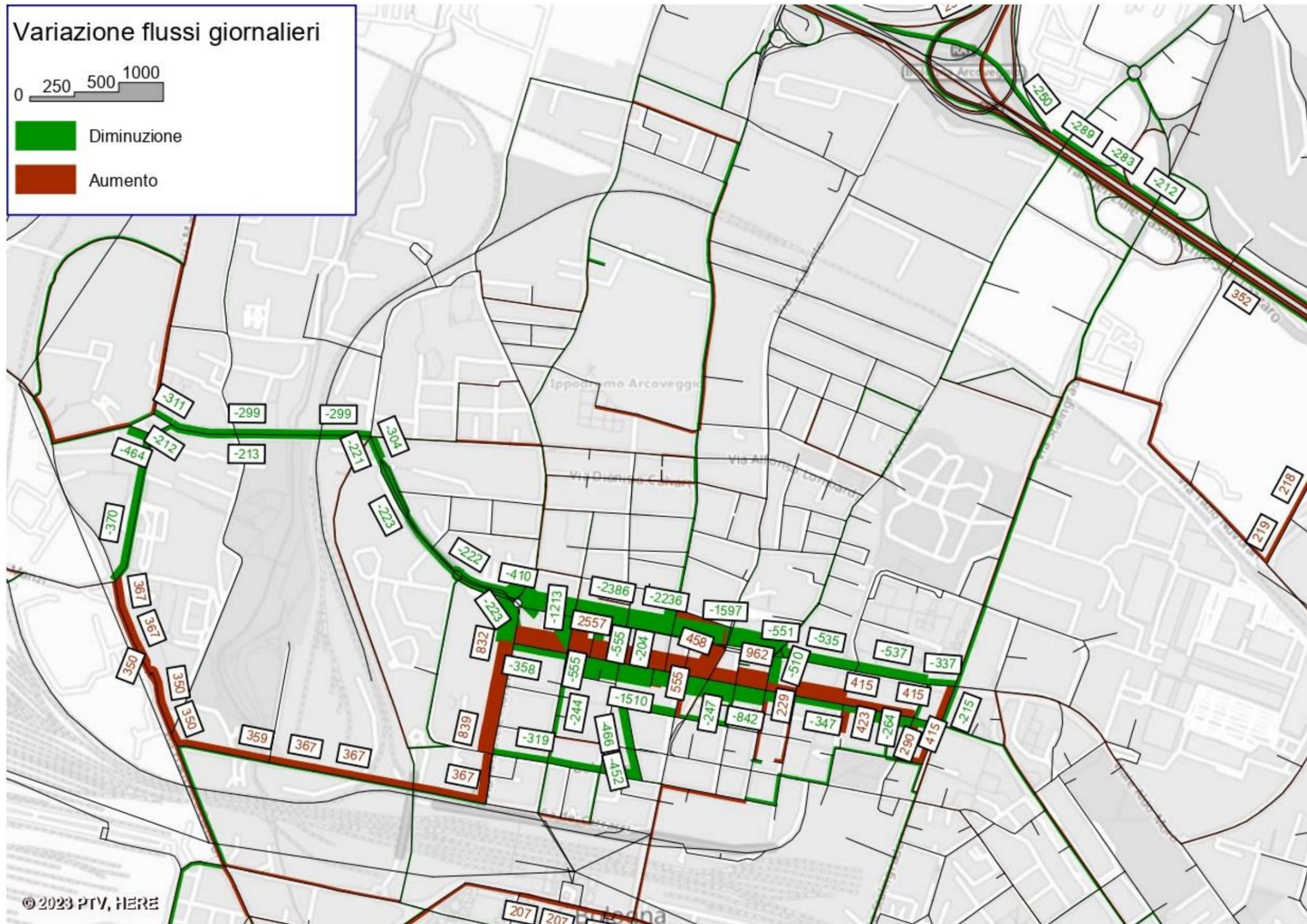


Figura 20 Variazione dei flussi giornalieri rispetto allo scenario di riferimento

Anche i rapporti di saturazione mostrano come questa misura risulti ancora insufficiente a restituire capacità complessiva alla direzionalità ovest-est e, di riflesso, contribuisca al peggioramento delle condizioni di deflusso in direzione opposta. Questa situazione potrebbe portare, **nelle ore di picco pomeridiano**, all'instaurarsi di **condizioni di deflusso instabile** per questa direzionalità, con dirette conseguenze sull'esercizio di entrambe le linee del sistema tranviario in uno dei punti maggiormente nevralgici. A ciò si aggiunga il fatto che l'eliminazione della corsia preferenziale su Via Creti fino a P.zza dell'Unità darà luogo ad un peggioramento dei livelli di servizio delle cinque linee bus che transitano lungo questo itinerario (35, 68, 88, 180, 182).

I coefficienti prestazionali (KPI) mostrano come la configurazione consenta di recuperare quasi interamente l'aumento del tempo speso sulla rete (il delta rispetto allo scenario di riferimento è di 15 veic*h), aumentando però le percorrenze complessivamente sviluppate (+1.629 veic*km), soprattutto a causa della penalizzazione e conseguente redistribuzione dei percorsi per gli itinerari di attraversamento ovest-est.

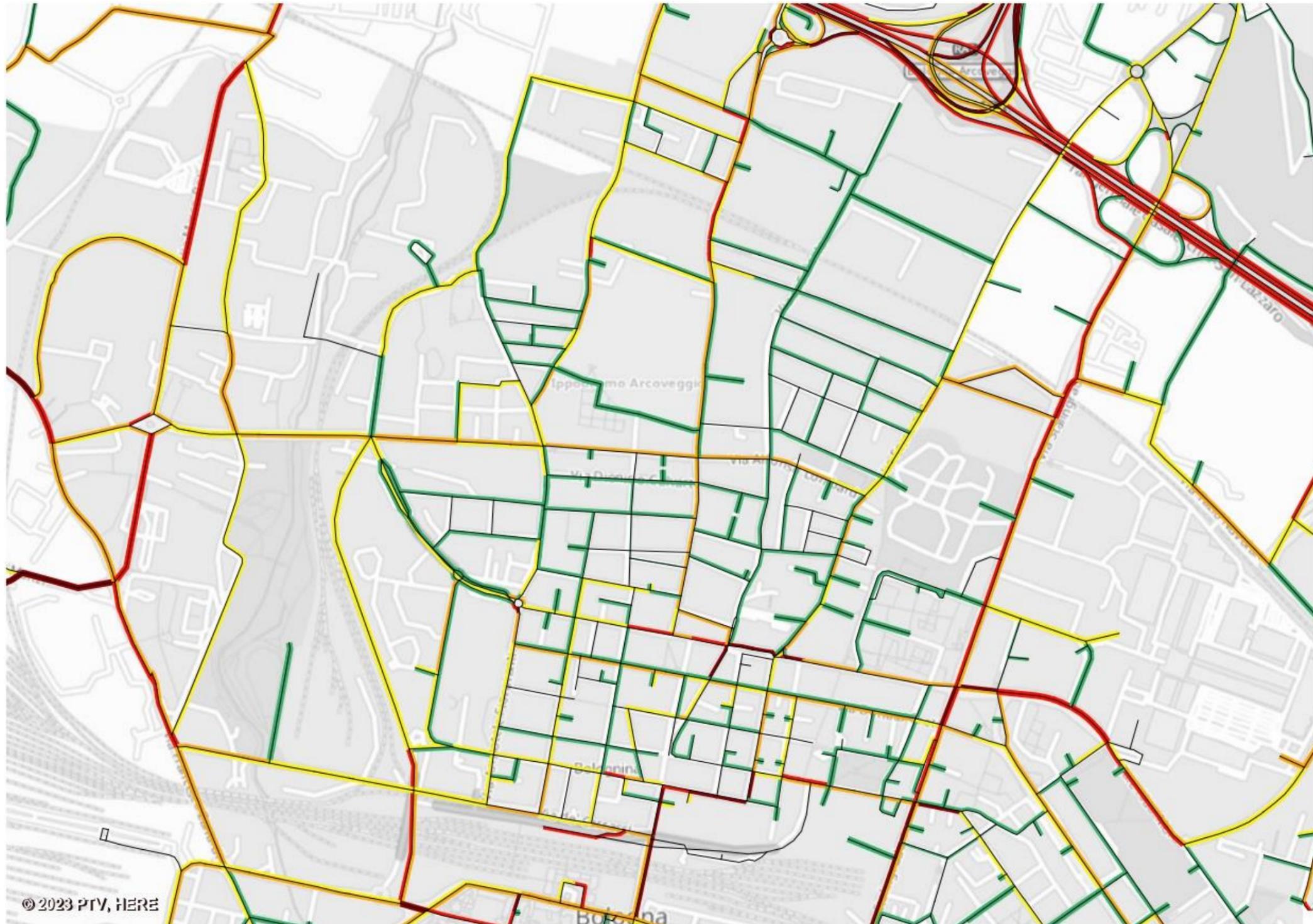


Figura 21 Rapporti di saturazione - scala discendente da marrone (sovrasaturazione) a verde (deflusso libero)

Scenario di progetto senza sottopasso e con potenziamento asse nord e asse sud

Lo scenario in cui vengono simulati entrambi gli interventi mitigatori ha come risultato la combinazione degli effetti precedentemente descritti; ancora una volta risultano insufficienti a sopperire alla riduzione della capacità su Via Mazza. I flussi lungo quest'itinerario si riducono di circa 2.600 veic/giorno rispetto allo scenario di riferimento (circa 1.500 in meno rispetto allo scenario con la sola introduzione della diramazione per Corticella).

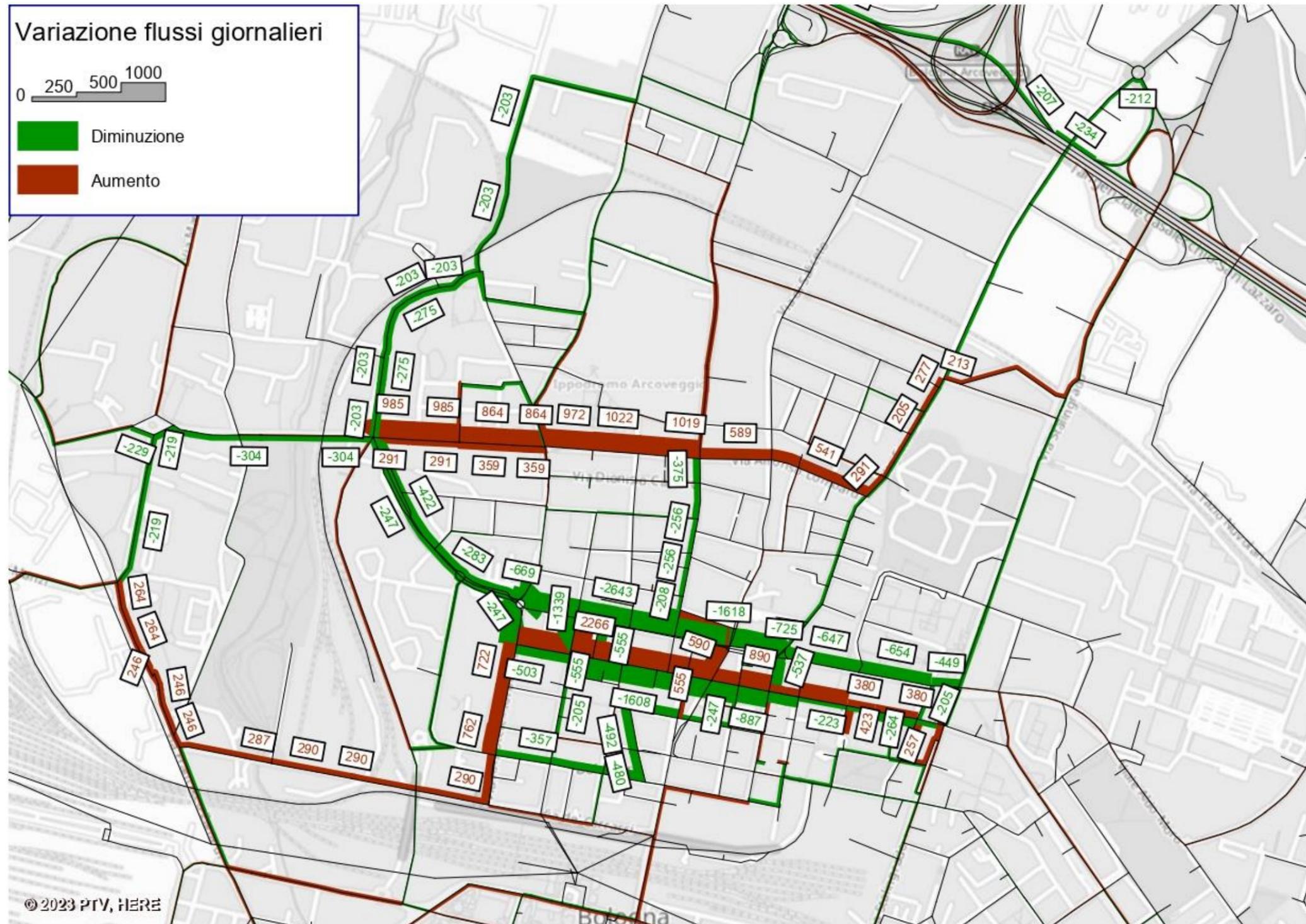


Figura 22 Variazione dei flussi giornalieri rispetto allo scenario di riferimento

I rapporti di saturazione mostrano, come già anticipato, che anche la combinazione degli interventi non è completamente risolutiva delle criticità lungo l'itinerario Liberazione-Ferrarese-Mazza-Bolognese. **Permangono le condizioni di sovrasaturazione lungo Via Mazza** e si riscontra, come nello scenario precedente, **un incremento della saturazione lungo la direzionalità ovest-est di Via Tibaldi** che darà luogo a delle criticità nel deflusso dei veicoli durante le ore di punta del pomeriggio/sera.

Rispetto a entrambi gli scenari valutati singolarmente, i KPI trasportistici sono migliorativi in quanto la combinazione delle alternative predisposte limita gli effetti collaterali introdotti dai singoli interventi; in ogni caso, rispetto allo scenario di riferimento, si riscontra una crescita, seppur lieve di entrambi gli indicatori (+16 veic*h, +674 veic*km).

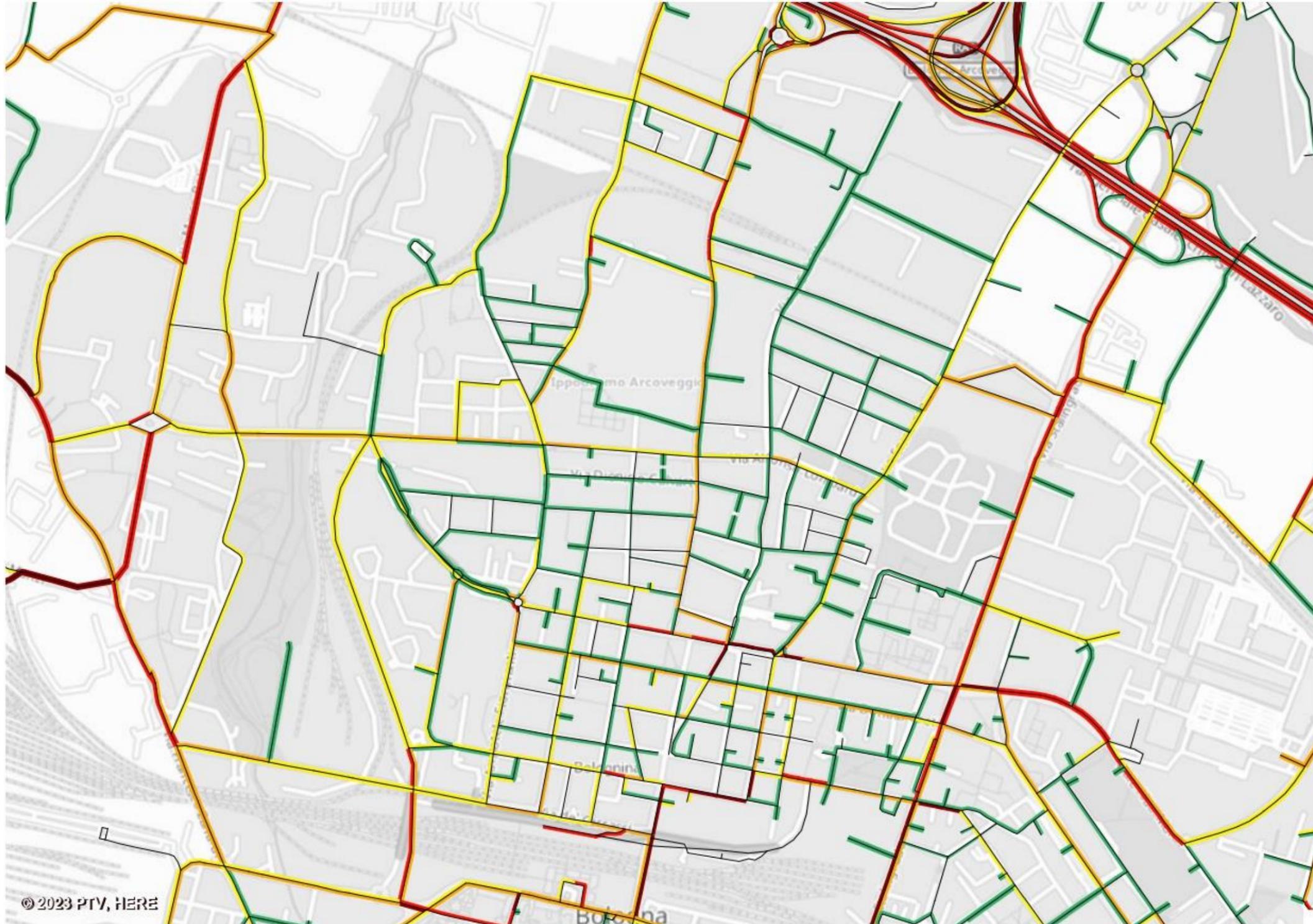


Figura 23 Rapporti di saturazione - scala discendente da marrone (sovrasaturazione) a verde (deflusso libero)

Scenario di progetto con la realizzazione del sottopasso

L'introduzione del sottopasso determina l'instaurarsi di un collegamento veloce di attraversamento che, oltre a svolgere tale funzione a livello locale, contribuisce a creare un'alternativa anche per componenti di traffico su scala più ampia (si riscontra infatti una diminuzione dei carichi in tangenziale, sull'asse nord e sui viali).

La capacità garantita dal tunnel è sufficiente ad ospitare tutta la componente di traffico di attraversamento, anche quella aggiuntiva attratta dalle maggiori prestazioni del sottopasso, evidenziata dal valore differenza a monte del tunnel (915 veicoli/giorno). Permane invece in superficie una quota molto più esigua di traffico di distribuzione locale, che l'attuale sistema infrastrutturale, pur con la riduzione di capacità introdotta dalla diramazione tranviaria, è in grado di smaltire con facilità.

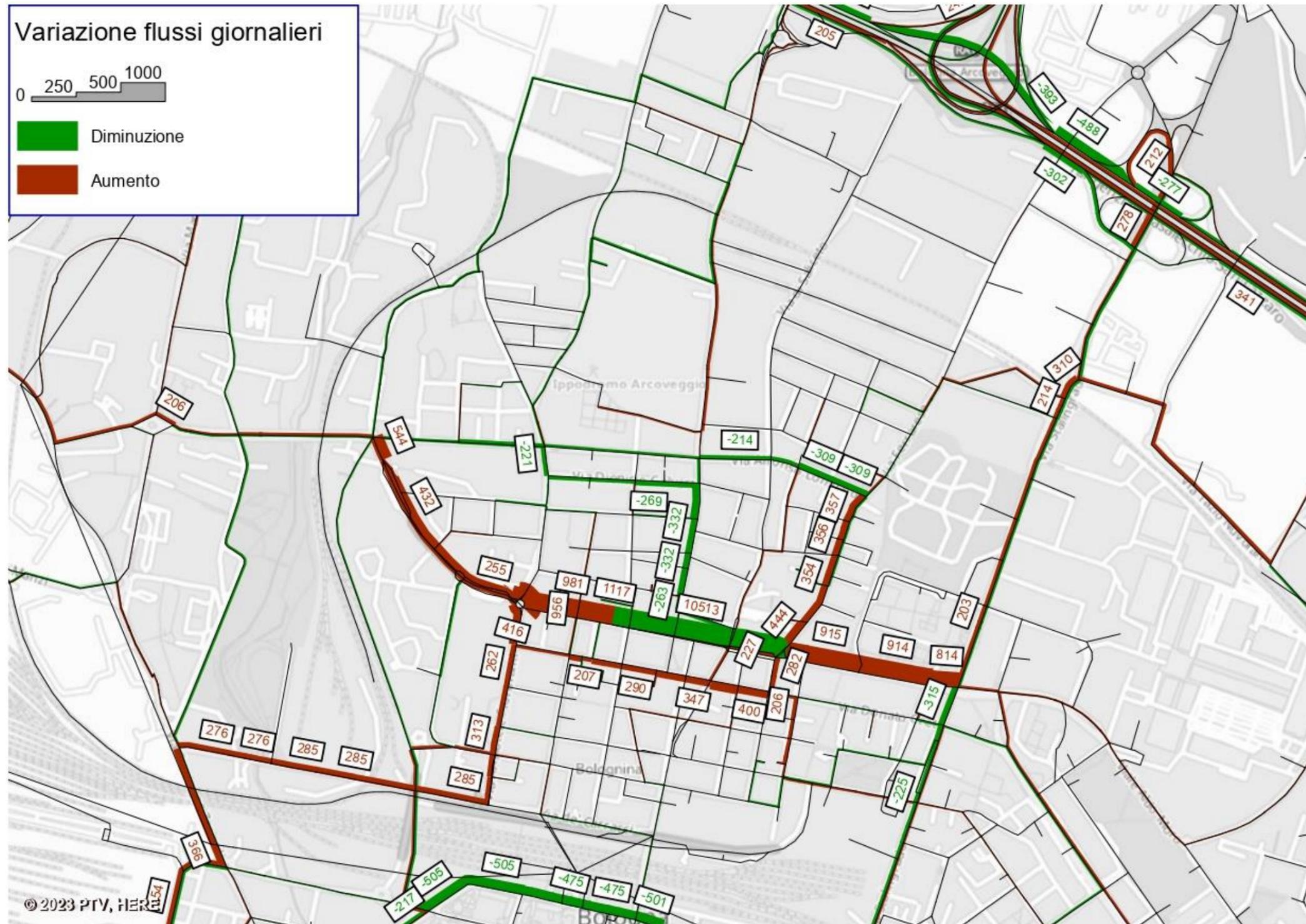


Figura 24 Variazione dei flussi giornalieri rispetto allo scenario di riferimento

Quanto appena espresso è confermato dall'osservazione dei rapporti di saturazione sugli archi. L'unico tratto soggetto a situazioni prossime alla congestione rimane quello terminale di Via della Liberazione, in corrispondenza dell'entrata nel sottopasso, anche per effetto della attrattività nella redistribuzione dei flussi sulla rete indotta dal tunnel stesso.

L'analisi dei coefficienti prestazionali (KPI) mostra una significativa riduzione del tempo speso sulla rete (-94 veic*h), a fronte di un aumento delle percorrenze sviluppate (+ 2.507 veic*km); quest'ultima risultanza è in parte determinata dalla variazione di alcuni sensi di marcia a livello locale, necessari per la distribuzione dei flussi interna alla zona di Piazza dell'Unità, in parte dovuta alla maggiore attrattività del sottopasso per la componente di attraversamento che determina l'allungamento di alcuni percorsi origine/destinazione, a fronte di minori tempi di percorrenza.

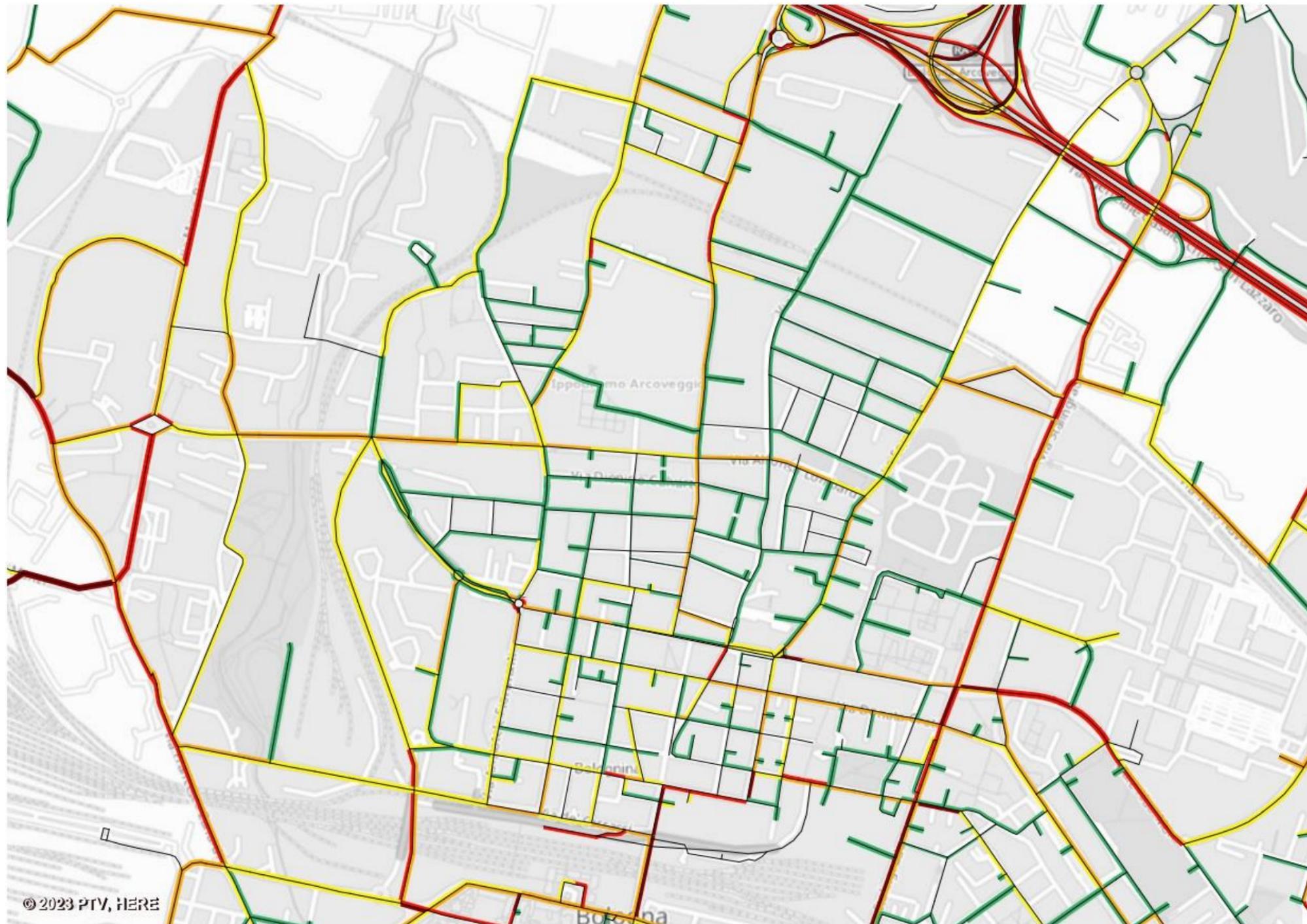


Figura 25 Rapporti di saturazione - scala discendente da marrone (sovrasaturazione) a verde (deflusso libero)

Riepilogo finale

Si riportano sinteticamente in forma tabellare le variazioni, rispetto allo scenario di riferimento, dei principali KPI di valutazione degli scenari simulati e la lunghezza della coda veicolare su Via della Liberazione a partire dall'intersezione con Via Ferrarese. Si ricorda che la lunghezza del tratto di Via della Liberazione da questa intersezione fino all'intersezione con Via Stalingrado è di circa 480 metri, per cui con lunghezze della coda maggiori di questo valore rischia di verificarsi il blocco del suddetto nodo.

Scenario	Variazione veic*h	Variazione veic*km	Lunghezza coda (m)
Senza sottopasso	51	971	730
Potenziamento nord	37	-128	689
Potenziamento sud	15	1.629	622
Potenziamento nord+ sud	16	674	569
Sottopasso	-94	2.507	70

Come si può evincere, in tutti gli scenari simulati, fatta eccezione per la configurazione progettuale proposta, la riduzione di capacità su via Mazza legata all'inserimento dell'infrastruttura tranviaria determina code che rigurgitano lungo Via della Liberazione, fino ad impegnare l'intersezione con Via Stalingrado.

In riferimento alla componente acustica, nelle successive modellazioni è stato elaborato il confronto, nel periodo diurno e nel periodo notturno, degli impatti acustici previsti tra lo scenario progettuale alternativo denominato **Combinato** (*Combo*, nelle tavole) e lo scenario attuale, limitatamente alle viabilità principali interessate dalla fluidificazione del traffico stradale.

Per entrambi i periodi di riferimento, si assiste ad un **sensibile incremento dei valori di pressione acustica sulle viabilità alternative**, ossia l'asse nord via Barbieri-via Lombardi e via Ferrarese-via della Liberazione.



Figura 26 - Mappa di confronto tra gli scenari "Combinato-Attuale" - periodo di riferimento diurno

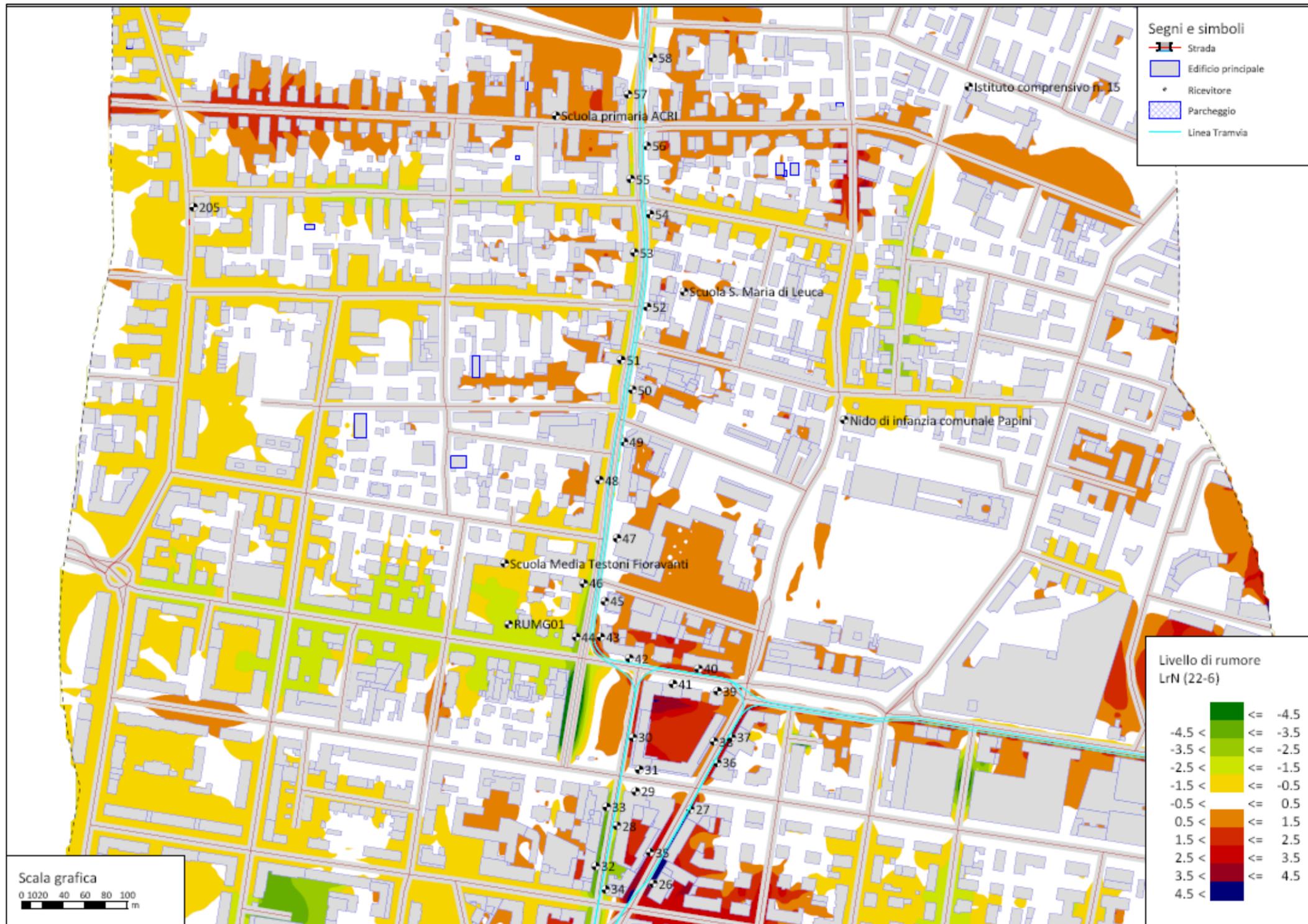


Figura 27 - Mappa di confronto tra gli scenari "Combinato-Attuale" - periodo di riferimento notturno

In riferimento alla **componente atmosfera**, si fa presente che il traffico con scorrimento a blocchi (comportamento *stop-&-go* ovvero partenza e arresto in brevi tratti) comporta un funzionamento dei motori discontinuo e a bassi regimi, maggiore permanenza dei veicoli nello stesso tratto di strada, frequenti accelerazioni e in generale **un consumo maggiore di carburante. Tutto ciò si riflette in una maggiore emissione di sostanze inquinanti.**

La presenza del sottopasso garantisce una più efficace compartimentazione dei veicoli, riducendo i tempi di attraversamento ovvero le condizioni favorevoli al congestionamento del traffico: questo comporta un generale calo delle emissioni proprio nell'area a maggiore densità del quartiere.

Punto 5. verificare la possibile interferenza della sottostazione elettrica interrata n. 2 in via Corticella in corrispondenza dell'area ex distributore carburanti, all'altezza del civico n 190, con i punti di monitoraggio (piezometri) della bonifica in corso. Per tale riscontro vedasi figura sotto (planimetria del sito con ubicazione dell'impianto di bonifica);

Si prende atto della planimetria inviata, ma allo stato attuale non si conosce lo stato del procedimento di bonifica e le tempistiche del relativo monitoraggio.

In questa fase si conferma pertanto il posizionamento della sottostazione già indicato e, nel caso in cui il sistema di monitoraggio della bonifica dovesse essere ancora utilizzato e vi dovessero essere interferenze, la sottostazione verrà opportunamente riposizionata oppure ripristinati i piezometri di monitoraggio concordandoli con gli Enti.

Relativamente alla componente atmosfera:

Punto 6. chiarire se nella mappa fornita in risposta al punto 3 della richiesta di integrazioni di ottobre 2022, i tratti di grafo evidenziati (verde, viola e rosso) sono riferiti alla viabilità simulata nel modello;

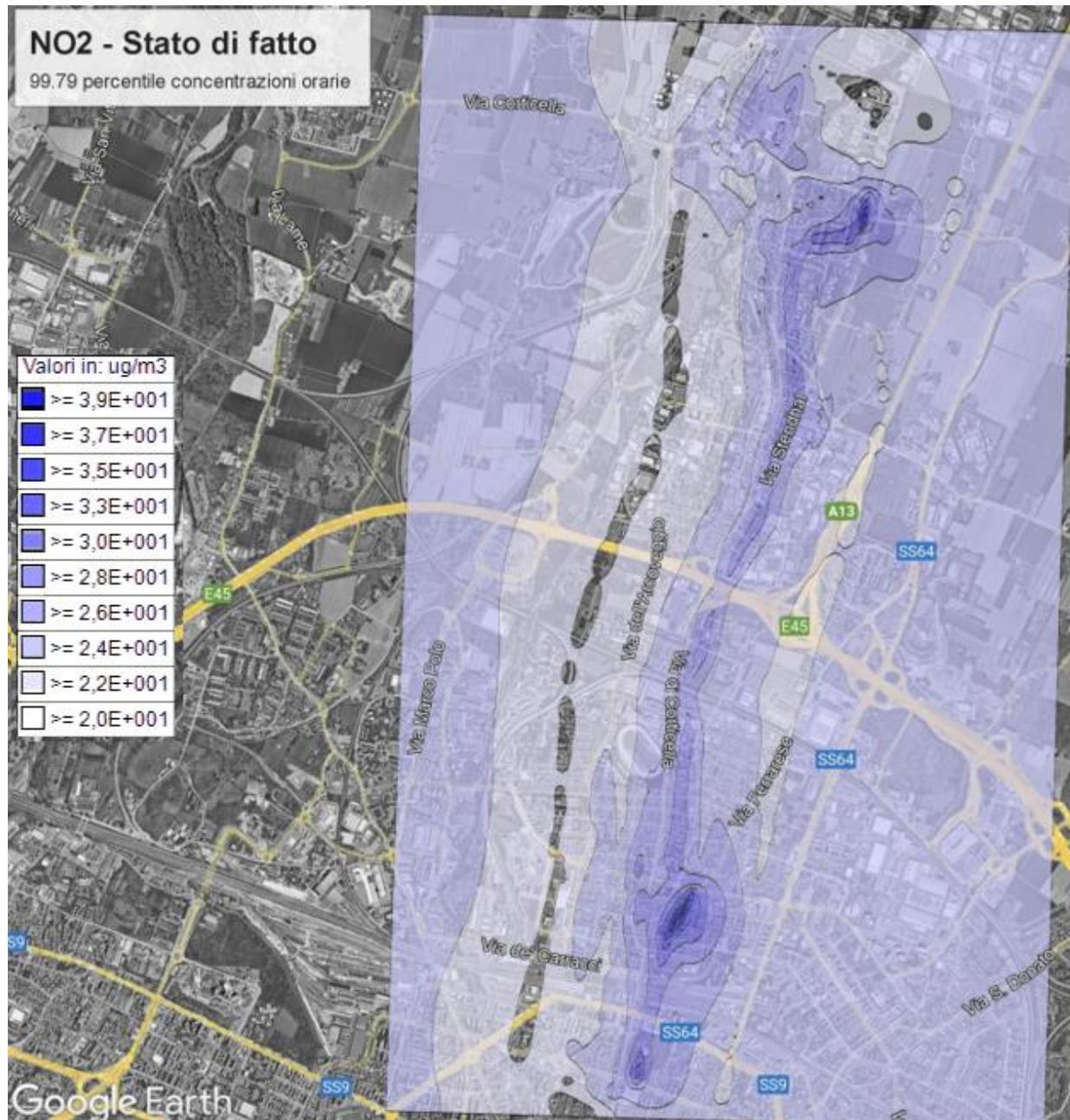
I tratti di grafo evidenziati in verde rappresentano i tratti significativi di progetto e sono stati considerati nel modello di simulazione *Caline* per il calcolo delle concentrazioni. I tratti evidenziati in viola rappresentano le viabilità all'interno di un buffer di riferimento di 350 metri per lato (rispetto al corridoio di progetto) sulle quali sono state calcolate invece le emissioni, così come i tratti in rosso sono viabilità rilevanti a corredo del suddetto calcolo delle emissioni, ma al di fuori del buffer sopra descritto.

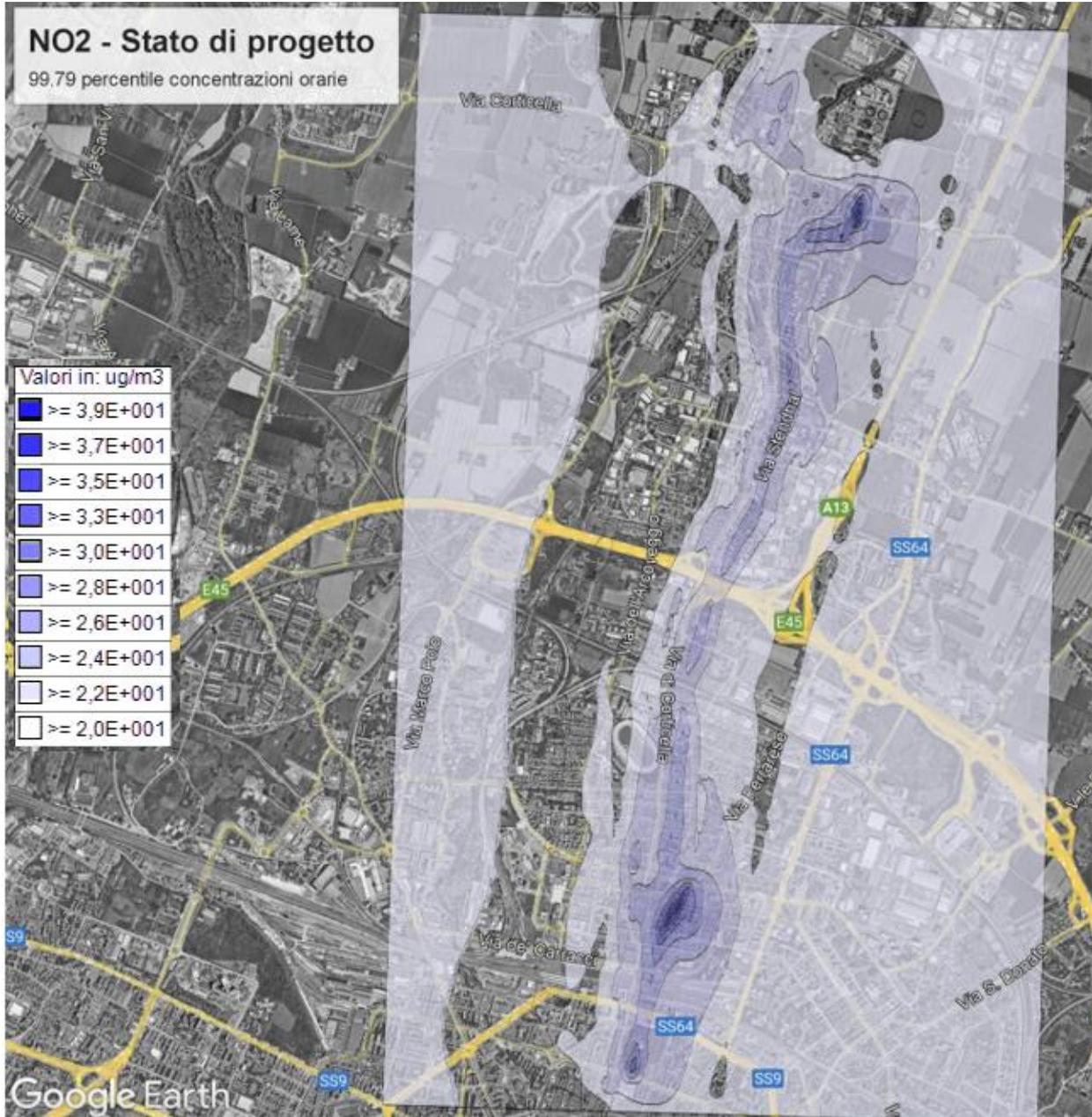
Punto 7. integrare le mappe simulate con quanto di seguito specificato:

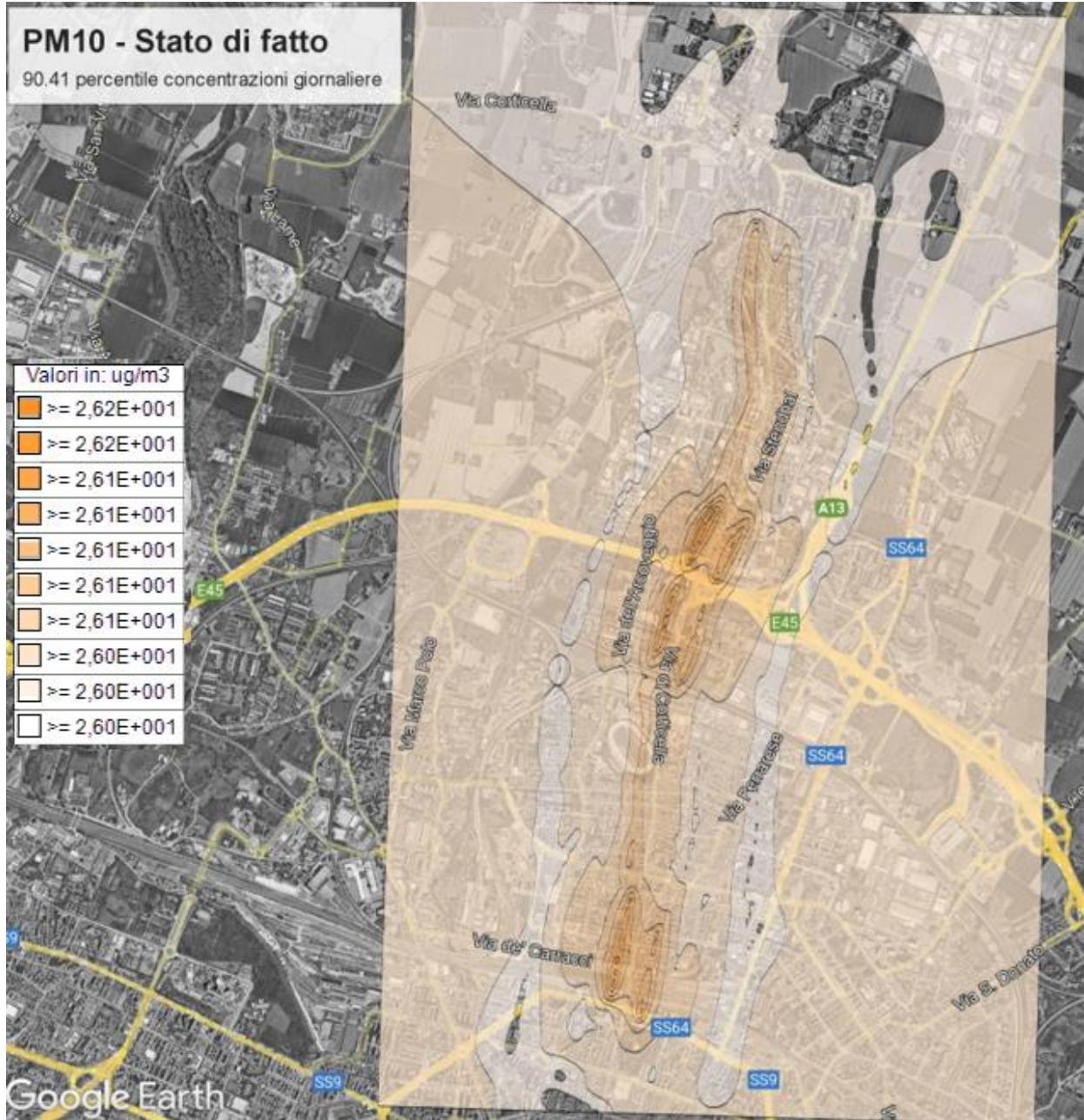
- *PM10: 90.41° percentile delle concentrazioni medie giornaliere,*
- *NOx: 99.79° percentile delle concentrazioni orarie;*

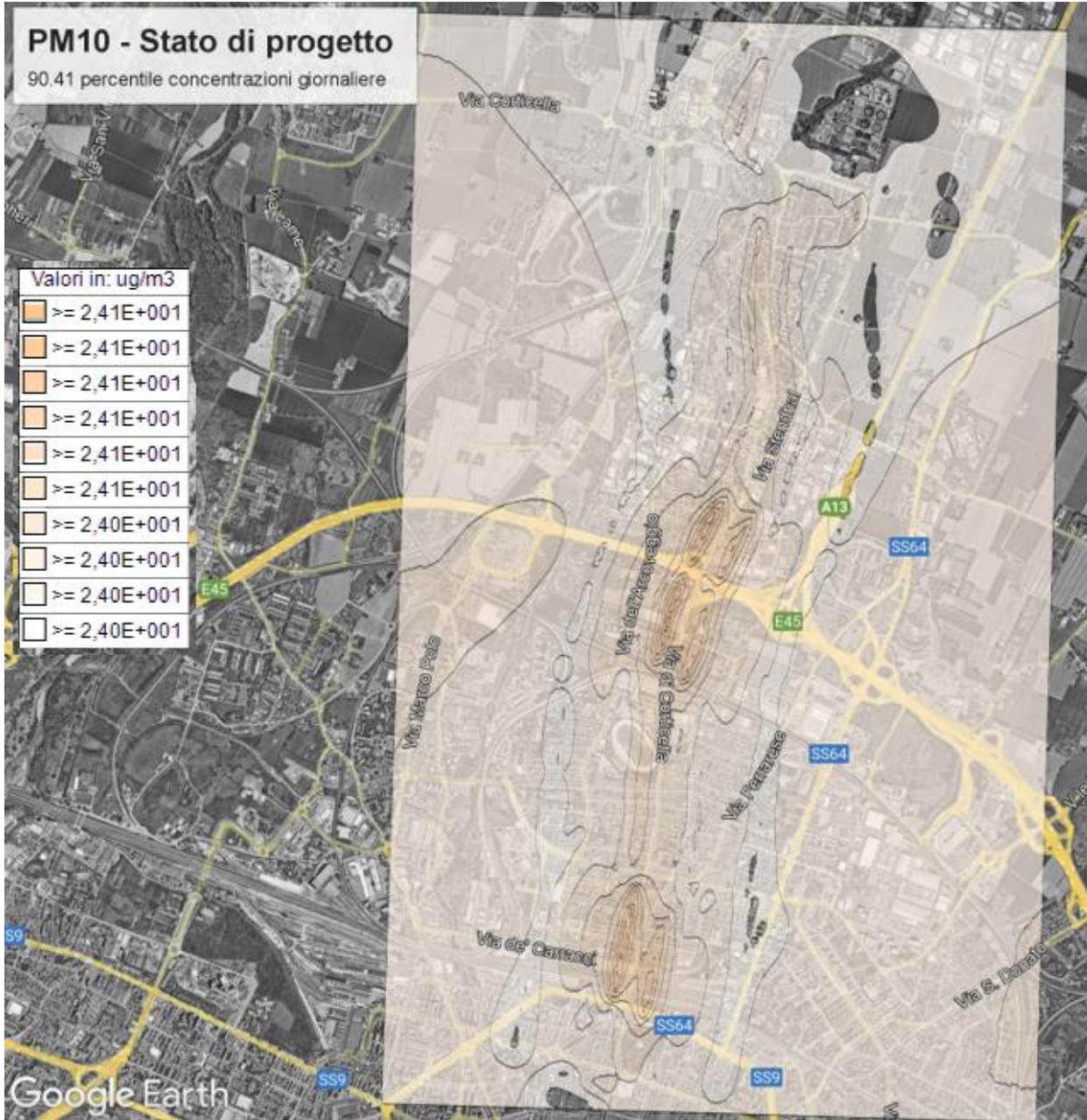
Per il biossido di azoto il percentile 99.79 della concentrazione media oraria non deve superare i 200 µg/m³.

Per quanto riguarda il PM10 il percentile 90.41 delle concentrazioni medie giornaliere non deve superare i 50 µg/m³.



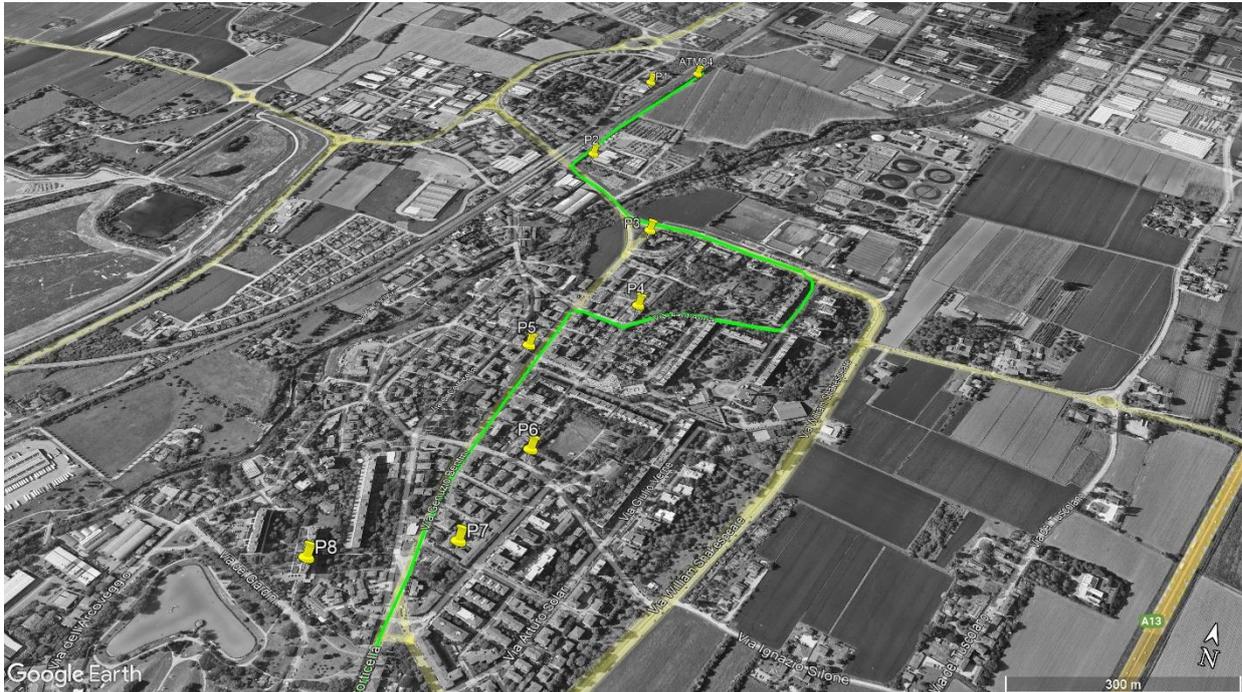


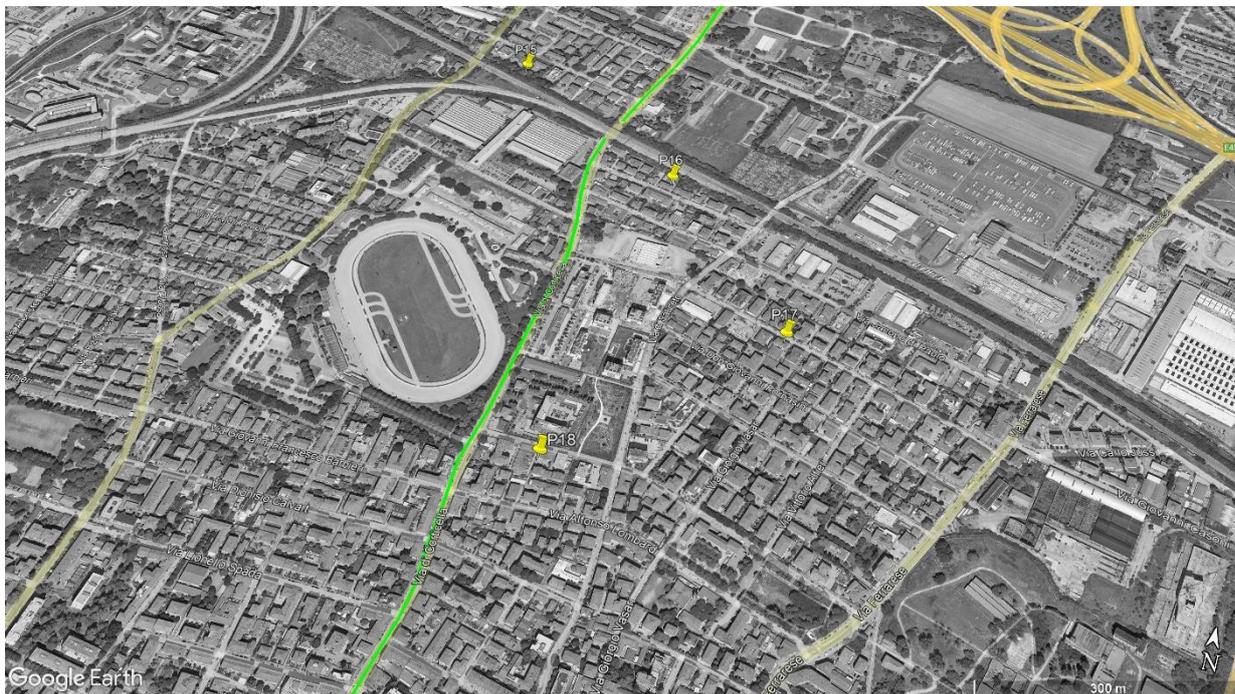




Punto 8. restituire le concentrazioni di PM10 e NOX stimate dal modello per i differenti parametri statistici (media annua e superamenti orari e giornalieri) ai ricettori discreti individuati lungo la viabilità interessata alla redistribuzione del traffico privato, che comprendano anche i futuri punti di monitoraggio;

Oltre ai punti di monitoraggio dell'aria, sono stati distribuiti lungo il tracciato e lungo le viabilità principali una serie di punti di controllo (Px), sui quali col modello previsionale MMS *Caline* sono state calcolate le concentrazioni per gli inquinanti PM₁₀ e NO₂ nello scenario di fatto e di progetto.





ID RICETTORE	TIPOLOGIA	COORDINATE		STATO DI FATTO		STATO DI PROGETTO		SUPERAM. ORARI PM ₁₀	SUPERAM. ORARI NO ₂
		x	y	PM ₁₀ [mg/m ³]	NO ₂ [mg/m ³]	PM ₁₀ [mg/m ³]	NO ₂ [mg/m ³]		
ATM01	postazione PMA	686497	4930827	26,0	22,9	25,3	22,4	-	-
ATM02	postazione PMA	686556	4931442	26,0	23,0	25,2	22,5	-	-
ATM03	postazione PMA	686713	4933038	25,8	22,9	25,0	22,4	-	-
ATM04	postazione PMA	687200	4936394	25,8	22,0	25,0	21,5	-	-
P1	punto di controllo	687099	4936316	25,8	22,0	25,0	21,5	-	-
P2	punto di controllo	687070	4935940	25,7	23,0	24,9	22,5	-	-
P3	punto di controllo	687272	4935680	25,8	23,0	25,0	22,5	-	-
P4	punto di controllo	687317	4935436	25,8	24,0	25,1	23,5	-	-
P5	punto di controllo	687165	4935273	25,8	23,0	25,0	22,6	-	-
P6	punto di controllo	687256	4935034	25,8	23,0	25,0	22,5	-	-
P7	punto di controllo	687221	4934832	25,7	22,8	24,9	22,3	-	-
P8	punto di controllo	687027	4934744	25,9	23,0	25,1	22,5	-	-
P9	punto di controllo	687380	4934403	25,8	23,0	25,0	22,5	-	-
P10	punto di controllo	687144	4934232	25,8	22,9	25,2	22,4	-	-
P11	punto di controllo	686747	4934164	25,8	23,0	25,0	22,5	-	-
P12	punto di controllo	687195	4933926	25,8	23,0	25,0	22,5	-	-
P13	punto di controllo	686799	4933396	25,9	22,9	25,1	22,4	-	-
P14	punto di controllo	686968	4933253	25,8	23,0	24,9	22,5	-	-
P15	punto di controllo	686435	4932730	25,8	23,0	25,0	22,6	-	-
P16	punto di controllo	686737	4932523	25,8	23,0	25,0	22,5	-	-
P17	punto di controllo	686959	4932258	25,8	23,0	25,0	22,5	-	-
P18	punto di controllo	686681	4931992	25,8	23,0	25,0	22,5	-	-
P19	punto di controllo	686692	4931231	26,0	23,0	25,2	22,5	-	-
P20	punto di controllo	686169	4930181	25,8	23,0	25,0	22,5	-	-

Punto 9. per quanto riguarda gli impatti in fase di cantiere, fornire un approfondimento sui tratti interessati dalla realizzazione dei sottopassi/sottovia di:

- c. via Ferrarese/via Mazza/via Bolognese,*
- d. via Corticella presso ponte FFSS,*
- e. via Corticella presso svincolo 6,*

che porti alla definizione di misure più stringenti per il contenimento e la mitigazione della polverosità diffusa e che proponga per la fase di monitoraggio in corso d'opera un'intensificazione delle frequenze e delle durate del monitoraggio e un incremento dei punti di misura presso i ricettori posti a inizio e fine cantiere o in prossimità dell'opera;

Per ognuna delle opere sopra indicate sono state studiate le macrofasi realizzative, indicando per ognuna delle fasi previste le attività più importanti eseguite e le viabilità previste per garantire la mobilità pubblica e privata nell'area oggetto di intervento: il tutto è rappresentato negli allegati contenuti nella cartella "Punto 09 – Fasi".

Le principali problematiche indotte dalla fase di realizzazione delle opere in progetto sulla componente ambientale atmosfera riguardano essenzialmente la produzione di polveri che si manifesta principalmente nelle aree di cantiere.

In virtù della presenza di diversi ricettori nei pressi delle aree di intervento, si prevede la necessità di introdurre adeguate misure di mitigazione.

La definizione delle misure da adottare per la mitigazione degli impatti generati dalle polveri sui ricettori circostanti le aree di cantiere è stata basata sul criterio di impedire il più possibile la fuoriuscita delle polveri dalle stesse aree ovvero, ove ciò non riesca, di trattenerle al suolo impedendone il sollevamento tramite impiego di processi di lavorazione ad umido (sistematica bagnatura dei cumuli di materiale sciolto e delle aree di cantiere non impermeabilizzate) e pulizia delle strade esterne impiegate dai mezzi di cantiere.

Impianti di lavaggio delle ruote degli automezzi

Si tratta di impianti costituiti da una griglia sormontata da ugelli disposti a diverse altezze che spruzzano acqua in pressione con la funzione di lavare le ruote degli automezzi in uscita dai cantieri e dalle aree di lavorazione, per prevenire la diffusione di polveri, come pure l'imbrattamento della sede stradale all'esterno del cantiere.

L'appaltatore provvederà all'installazione di tali tipologie di impianti immediatamente all'uscita dalle aree di cantiere nelle quali le lavorazioni eseguite potrebbero comportare la diffusione di polveri, tramite le ruote degli automezzi, all'esterno delle aree stesse.

L'installazione di tali impianti è compresa e compensata negli oneri della cantierizzazione.

Bagnatura delle aree di cantiere

Saranno predisposti gli opportuni interventi di bagnatura delle superfici di cantiere e delle aree di stoccaggio terreni che consentiranno di contenere la produzione di polveri.

Tali interventi saranno effettuati tenendo conto del periodo stagionale con incremento della frequenza delle bagnature durante la stagione estiva. Si osserva che l'efficacia del controllo delle polveri con acqua dipende essenzialmente dalla frequenza delle applicazioni e dalla quantità d'acqua per unità di superficie impiegata in ogni trattamento, in relazione al traffico medio orario ed al potenziale medio di evaporazione giornaliera del sito. Si prevede di impiegare circa 1 l/m² per ogni trattamento di bagnatura.

In maniera indicativa, è possibile prevedere un programma di bagnature articolato su base annuale che tenga conto del periodo stagionale e della tipologia di pavimentazione dell'area di cantiere.

Per contenere le interferenze dei mezzi di cantieri sulla viabilità sarà necessario prevedere la copertura dei cassoni dei mezzi destinati alla movimentazione dei materiali con teli in modo da ridurre eventuali dispersioni di polveri durante il trasporto dei materiali. Al fine di evitare il sollevamento delle polveri i mezzi di cantiere dovranno viaggiare a velocità ridotta.

Le eventuali aree destinate allo stoccaggio dei materiali dovranno essere bagnate o in alternativa coperte al fine di evitare il sollevamento delle polveri.

Spazzolatura del primo tratto di strada impegnato dal passaggio dei mezzi in uscita dal cantiere

Si prevede la periodica spazzolatura ad umido di un tratto della viabilità esterna in uscita dal cantiere per una estensione, calcolata dal punto di accesso del cantiere, di media 150 metri, per una sezione media di 7,5 m per tutto il periodo in cui tali viabilità saranno in uso da parte dei mezzi di cantiere.

I mezzi di cantiere dovranno essere provvisti di sistemi di abbattimento del particolato a valle del motore, di cui occorrerà prevedere idonea e frequente manutenzione e verifica dell'efficienza anche attraverso misure dell'opacità dei fumi;

Per i mezzi di cantiere dovranno, inoltre, essere adottate le idonee misure per la vigilanza sul rispetto delle regole di trasporto degli inerti, affinché sia sempre garantita la copertura dei cassoni quando carichi ed il rispetto delle velocità all'interno dell'area di cantiere.

Procedure operative

Oltre agli interventi di mitigazione sopra descritti, durante la fase di realizzazione delle opere verranno applicate misure a carattere generale e procedure operative che consentono una riduzione della polverosità in fase di cantiere, oltre ad una "buona prassi di cantiere". In particolare, verranno adottate misure che riguardano l'organizzazione del lavoro e del cantiere,

verrà curata la scelta delle macchine e delle attrezzature e verranno previste opportune procedure di manutenzione dei mezzi e delle attrezzature.

In merito al **monitoraggio ambientale**, si integrerà il PMA in fase di corso d'opera come segue, per ciascun tratto interessato dai sottopassi/sottovia di:

- via Ferrarese/via Mazza/via Bolognese=
 - ATM02= integrazione della frequenza di monitoraggio, da semestrale a in continuo per tutta la durata del cantiere per i parametri PM10 e PTS;
 - ATM02bis= punto di monitoraggio aggiuntivo, ubicato su via di Corticella in corrispondenza dello svincolo con la Tangenziale lato nord, dove sarà eseguito il monitoraggio in continuo, per tutta la durata del cantiere, dei parametri PM10 e PTS;
- via Corticella presso ponte FFSS=
 - ATM05= punto di monitoraggio aggiuntivo, ubicato su via Corticella presso ponte FFSS lato sud, dove sarà eseguito il monitoraggio in continuo, per tutta la durata del cantiere, dei parametri PM10 e PTS;
- via Corticella presso svincolo 6=
 - ATM03= integrazione della frequenza di monitoraggio, da semestrale a in continuo per tutta la durata del cantiere per i parametri PM10 e PTS;
 - ATM03bis= punto di monitoraggio aggiuntivo, ubicato su via Corticella nei pressi del sottopasso lato nord, dove sarà eseguito il monitoraggio in continuo, per tutta la durata del cantiere, dei parametri PM10 e PTS.

Di seguito si riporta la tabella aggiornata dei monitoraggi previsti per la componente atmosfera, che sostituisce quella riportata al par. 6.2.5 dell'elaborato B381-C-SF-SCA-RG001D "Studio Preliminare Ambientale"):

Codice	Ubicazione	Metodica di monitoraggio	Coordinate
ATM01*	Via G. Matteotti 14/2, Bologna	AT2: 1 volta in AO, semestrale in CO/PO	686681.76 m E 4931011.16 m N
ATM02	Asilo Piccolo Gruppo Educativo La Chiocciola - Piazza dell'Unità, 10/2 - Bologna (BO)	AT2: 1 volta in AO, semestrale in PO, in continuo in CO (parametri PM10 e PTS)	686667.86 m E 4931613.83 m N
ATM02bis	Via Ferrarese incrocio Via Raimondi	AT2: in continuo in CO (parametri PM10 e PTS)	686738.64 m E 4931369.85 m N

Codice	Ubicazione	Metodica di monitoraggio	Coordinate
ATM03	Sottoattraversamento lungo via Corticella in corrispondenza svincolo con Tangenziale	AT3: 1 volta in AO/PO Semestrale in CO	686809.00 m E 4933249.00 m N
ATM03bis	Sottoattraversamento lungo via Corticella in corrispondenza svincolo con Tangenziale lato nord	AT3: in continuo in CO (parametri PM10 e PTS)	686879.73 m E 4933471.48 m N
ATM04	Area capolinea nord	AT1: 1 volta in AO/PO, semestrale in CO	687297.94 m E 4936602.02 m N
ATM05	via di Corticella presso ponte FFSS lato sud	AT3: in continuo in CO (parametri PM10 e PTS)	686621.36 m E 4932589.05 m N
ATMxx	In funzione delle lavorazioni di cantiere a seguito di eventuali segnalazioni	AT4: Misure 7 gg	Da definire in CO

*Nota: Per questo punto va considerato che le tempistiche delle fasi AO-CO-PO potrebbero coincidere con quelle di esecuzione del Piano di Monitoraggio Ambientale – matrice atmosfera, previsto per la Prima Linea Tranviaria - Linea Rossa (punto corrispondente ATM08): in tal caso verranno utilizzati i medesimi dati.

Nelle figure che seguono si riportano le ubicazioni dei punti di monitoraggio dei tratti interessati dai sottopassi/sottovia, con l'indicazione delle postazioni integrative ATM02bis e ATM03bis:

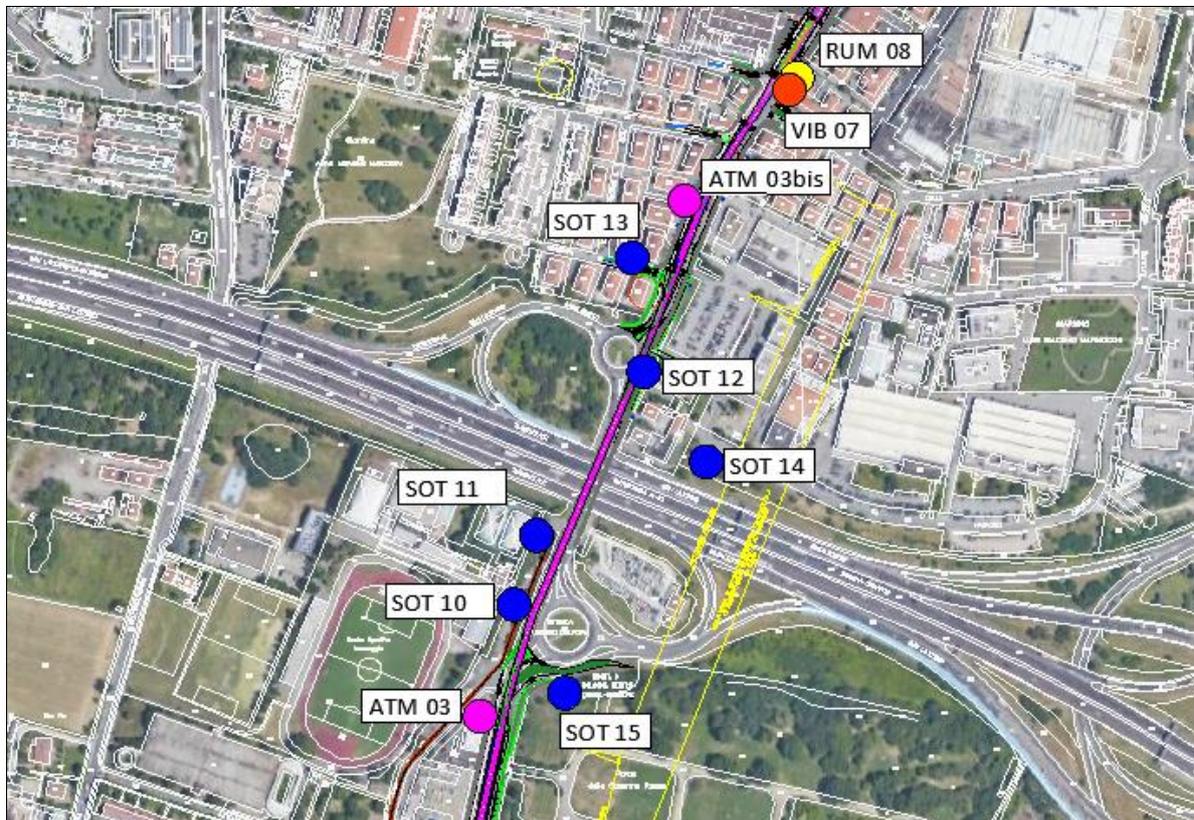
Area via Ferrarese/via Mazza/via Bolognese:



Area via Corticella presso ponte FFSS



Area via Corticella presso svincolo 6:



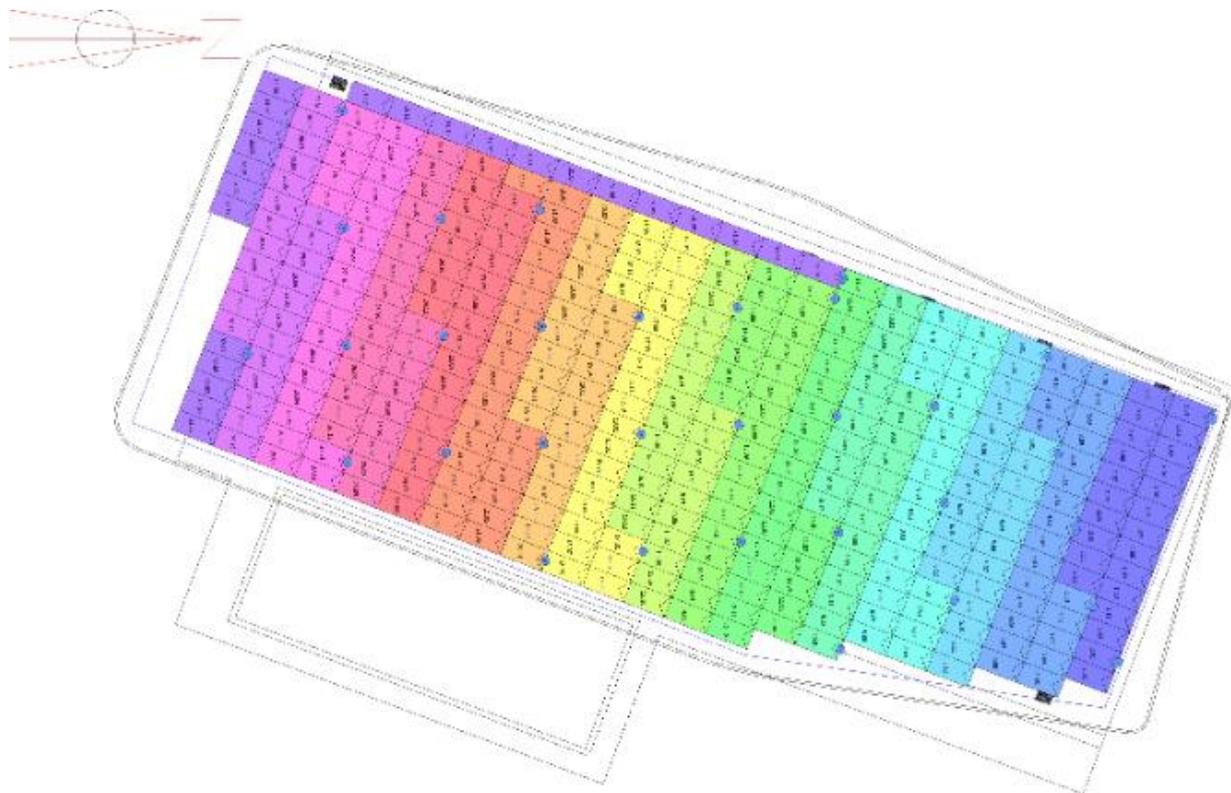
Punto 10. riguardo ai sistemi illuminanti del deposito Castel Maggiore e loro alimentazione, fornire un'analisi sulla fattibilità tecnica e una proposta di utilizzo di sistemi fotovoltaici, o minieolici ad asse verticale o ibridi;

L'utilizzo di energia da fonti rinnovabili è obbligatorio secondo quanto riportato nel DLgs 199/2021 che detta anche il quantitativo minimo di potenza da prevedere.

L'area di ricovero mezzi collocata al capolinea "Castel Maggiore", vista la conformazione, ben si presta all'utilizzo di sistemi di produzione di energia fotovoltaica.

La scelta di solo fotovoltaico è derivata da 2 considerazioni principali: la prima è che altri sistemi (eolico, ibrido) comportano la conoscenza di dati di campagne anemometriche difficilmente reperibili, la seconda è che, dal punto di vista dell'impatto visivo, il fotovoltaico viene completamente integrato nel fabbricato di ricovero mezzi.

In virtù di ciò l'ipotesi più plausibile di posizionamento dell'impianto (stimato in circa 209kWp) è di seguito riportata:



In questa configurazione (moduli complanari alla copertura) il generatore consentirebbe una produzione annua di energia fino a 242000 kWh/anno (dipendente dai moduli scelti).

Punto 11. integrare al bilancio della CO2 la stima del mancato assorbimento causato dal soil sealing presso il Capolinea Nord;

Si premettono i dati di progetto in riferimento alla capacità di assorbimento delle opere a verde. Nel Progetto Definitivo della Linea Rossa della tranvia di Bologna la simulazione condotta inserendo i dettagli di alberature delle diverse specie previste da progetto ha evidenziato un valore medio di assorbimento a maturità è di 288 kg CO2/albero anno.

In via cautelativa in fase di PFTE si considera il parametro di assorbimento a maturità pari a 100 kg CO₂/albero anno, in considerazione delle specie che in prima approssimazione si potranno mettere a dimora.

Pertanto, considerando in via estremamente cautelativa la capacità di assimilazione di CO₂ di una pianta a maturità, pari a 100 kg CO₂/albero anno, al netto degli abbattimenti, il progetto determina:

- 22.300 kg CO₂/anno assorbiti dalle 406 nuove alberature al netto dei 183 abbattimenti nel Comune di Bologna;
- 19.400 kg CO₂/anno assorbiti dalle 194 nuove alberature nel Comune di Castel Maggiore

per una complessiva capacità di assorbimento di 41.700 kg CO₂/anno, al netto delle alberature abbattute.

Si condivide il principio per il quale il suolo a livello globale è un fattore chiave nel ciclo del carbonio: la rimozione di terreno arabile e di sottosuolo durante l'impermeabilizzazione ci priva del suo potenziale per la fissazione naturale nell'atmosfera, influenzando sul ciclo del carbonio e sul clima. Normalmente la fissazione di CO₂ avviene tramite la crescita vegetativa e l'accumulo di materia organica.

Nello specifico, i suoli interessati dal Capolinea Nord sono seminativi destinati a foraggiere cereali. Per considerare la riduzione di capacità di assorbimento determinata dal consumo di suolo al Capolinea Nord si è fatto riferimento a diverse fonti bibliografiche, essendo il dato molto variabile in relazione alle tecniche di conduzione delle aziende agricole:

- il DM 11/10/2017 che, inserendo come fonte dati di Regione Piemonte, stima 5.000 kg CO₂/ha anno la riduzione annua di assorbimento per i prati stabili.
- "Impronta carbonica aziende agricole italiane" a cura di Silvia Coderoni e Guido Bonati - INEA, ROMA 2013: i quantitativi di carbonio stoccabili nel terreno, per singolo sistema culturale con annesse pratiche di gestione variano da 3.000 kg CO₂/ha anno nel caso di seminativi gestiti con lavorazioni assenti o ridotte, fino ai 6.000 kg CO₂/ha anno nel caso di foraggiere permanenti.

Considerando i seguenti dati:

- 4,66 ha superficie totale area deposito;

- 1,78 ha di superfici mantenute a verde;
- 2,88 ha di suolo consumato, per differenza dei due dati precedenti;
- 5.000 kg CO₂/ha anno dei prati stabili dal prodotto 2,88 ha x 5.000 kg CO₂/ha anno si ottengono circa 14.400 kg CO₂/anno di mancata capacità di assorbimento determinata dalla trasformazione prevista dal progetto con l'inserimento del Capolinea.

Considerato l'incremento della capacità di assorbimento di CO₂ determinato dall'inserimento di nuove alberature, pari a +41.700 kg CO₂/anno anche considerando 14.400 kg CO₂/anno di mancata capacità di assorbimento, il progetto mantiene un bilancio positivo in termini di capacità di assorbimento di CO₂, pari a 27.300 kg CO₂/anno.

Relativamente alla componente rumore e vibrazioni:

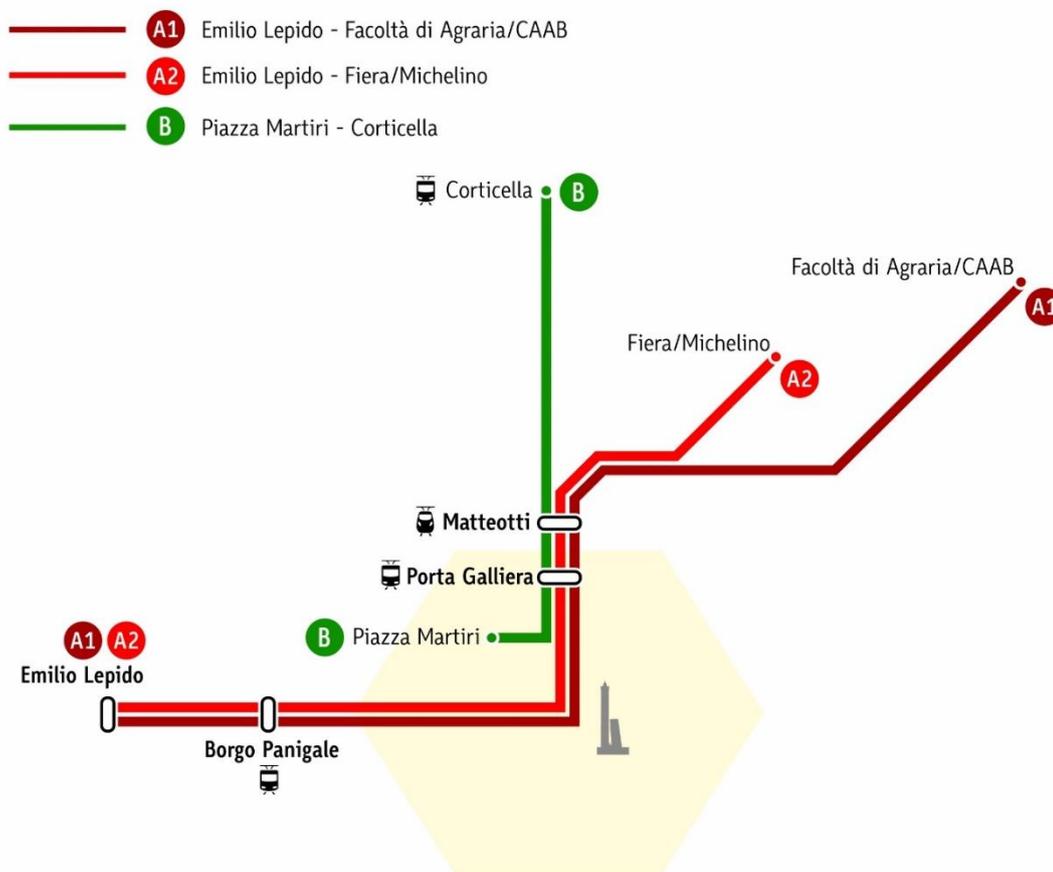
Punto 12. specificare il criterio di scelta dei bersagli acustici (ricettori) ubicati lungo il tracciato dell'infrastruttura;

Per la valutazione del clima acustico attuale e per la valutazione previsionale dell'impatto acustico della tramvia e delle sorgenti acustiche connesse alla realizzazione dell'infrastruttura sono stati identificati n. 149 recettori distribuiti uniformemente lungo il tracciato della Tramvia e tutti i recettori (28) appartenenti alla Classe I presenti all'interno di una fascia di 500 metri dai binari della linea tramviaria in progetto utilizzando pertanto un criterio di omogeneità geometrica distributiva. Per ogni recettore è stato calcolato il livello di pressione acustica per ogni piano dell'edificio.

Inoltre, si è proceduto ad integrare le valutazioni inserendo ulteriori recettori ubicati nelle viabilità interferenti con il tracciato lungo le quali si assiste ad un aumento di traffico veicolare con conseguente peggioramento del clima acustico, per un totale di n. 190 recettori.

Punto 13. indicare quanti saranno i transiti relativi al progetto in esame (ovvero dei convogli della linea verde) sul tratto di tranvia della linea rossa che collega via Indipendenza con il Deposito di Borgo Panigale, stimando l'eventuale impatto aggiuntivo, se significativo, rispetto a quanto già valutato per la prima linea tranviaria;

Il modello di esercizio è costituito da 3 servizi, due sulla "Linea Rossa" e uno sulla tratta di progetto più una breve sovrapposizione (dal tratto terminale di via Indipendenza a Piazza dell'Unità per circa 1.230 metri) con l'infrastruttura della "Linea Rossa". La rete dei servizi è rappresentata nella figura seguente:



Come si vede non c'è una sovrapposizione di servizio tra via Indipendenza e il Deposito di Borgo Panigale: gli unici transiti aggiuntivi sono limitati all'entrata in servizio mattutina e al rientro serale delle vetture per il ricovero notturno.

Tale impatto - 24 passaggi complessivi su un totale di 468 passaggi a/r valutati per la prima linea tranviaria -, è stato ritenuto non significativo.

Punto 14. con riferimento alla tabella riportata alle pagg. 494–513 dello Studio Preliminare Ambientale, relativa allo scenario di progetto, precisare se nella colonna denominata "Contributo Tramvia" venga riportato esclusivamente il contributo acustico dovuto alla linea verde oppure, nei tratti di sovrapposizione, anche quello dovuto ai transiti della linea rossa;

Nelle seguenti tabelle sono riportati i risultati delle simulazioni effettuate ed il relativo contributo della sorgente Tramvia, suddiviso tra il contributo della linea rossa e della linea verde,

relativamente al periodo di riferimento diurno e notturno. Si è inoltre proceduto all'inserimento dei valori di pressione acustica in facciata di ulteriori recettori distribuiti puntualmente a Nord e sud di Via Sant'Anna (dal 132 al 142) e in prossimità degli imbocchi del sottovia di Via Mazza (dal 143 al 147) e del sottoattraversamento della Tangenziale-Autostrada (dal 147 al 148). Infine, sono stati aggiornati i valori dei recettori ubicati in prossimità delle aree nelle quali sono state modellate le mitigazioni acustiche descritte nei successivi punti 15 e 16.

Nome	Piano	Scenario di progetto		Contributo Tramvia Linea verde		Contributo Tramvia Linea rossa	
		L(6-22)	L(22-6)	L(6-22)	L(22-6)	Lim(6-22)	Lim(22-6)
		[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]
1	piano terra	70	61.2	62.3	58.7	31.3	27.7
1	piano 1	70.2	61.8	58.6	55	30.4	26.7
1	piano 2	69.8	61.5	57	53.4	29.4	25.8
1	piano 3	69.4	60.9	55.8	52.3	29.3	25.7
1	piano 4	68.9	60.4	54.9	51.4	29.4	25.7
1	piano 5	68.4	59.9	54.2	50.6	29.5	25.8
1	piano 6	68	59.5	53.6	50	29.8	26.1
1	piano 7	67.6	59.1	53	49.4	29.9	26.2
1 ASP Bologna Casa di Riposo	piano terra	62	54.4	41.9	38.1	9.5	5.8
2	piano terra	70.8	62.2	55.5	51.9	31.6	28
2	piano 1	70.6	62.1	55.2	51.6	30.4	26.8
2	piano 2	70	61.5	54.9	51.3	29.8	26.1
2	piano 3	69.4	60.9	54.5	51	29.8	26.1
2	piano 4	68.8	60.3	54.1	50.5	29.8	26.1
2	piano 5	68.3	59.8	53.7	50.1	29.9	26.2
2	piano 6	67.8	59.3	53.3	49.7	30	26.3
2 Scuola Santa Maria di Leuca	piano terra	38.8	32.9	34.3	30.4	20.9	17.1
3	piano terra	70.5	62.9	62.9	59.3	34.7	31
3	piano 1	70.5	62.4	59.1	55.5	33.2	29.5
3	piano 2	70	61.5	57.2	53.7	33	29.3
3	piano 3	69.5	61.1	55.9	52.3	33	29.3
3	piano 4	68.9	60.5	54.9	51.3	33.1	29.4
3 Scuola primaria ACRI	piano terra	59.4	51.8	40.9	37	16.8	13.1
4	piano terra	70.5	62.1	55.5	51.9	37.5	33.8

Nome	Piano	Scenario di progetto		Contributo Tramvia Linea verde		Contributo Tramvia Linea rossa	
		L(6-22)	L(22-6)	L (6-22)	L (22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)
		[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]
4	piano 1	70.7	62.1	55.2	51.7	36	32.3
4	piano 2	70.2	61.7	55	51.4	35.9	32.2
4	piano 3	69.7	61.2	54.7	51.1	35.9	32.2
4	piano 4	69.2	60.7	54.4	50.8	35.9	32.2
4	piano 5	68.7	60.2	54	50.4	35.9	32.2
4	piano 6	68.2	59.7	53.6	50	36	32.3
4	piano 7	67.8	59.3	53.2	49.6	36.2	32.6
4_Istituto Superiore Aldini Valeriani	piano terra	59.5	52.4	54.4	50.5	11.2	7.4
5	piano terra	70.9	62.5	62.7	59.1	40.2	36.5
5	piano 1	70.7	62.6	59.2	55.6	39.1	35.4
5	piano 2	70.2	61.9	57.3	53.8	39.1	35.4
5	piano 3	69.6	61.3	56.1	52.5	39.1	35.4
5	piano 4	69.1	60.7	55.1	51.5	39	35.3
5	piano 5	68.6	60.2	54.3	50.7	39	35.3
5	piano 6	68.1	59.7	53.6	50	39	35.3
5_Scuole Medie Zappa	piano terra	54.8	47.2	39.8	35.9	7	3.3
6	piano terra	71.4	62.5	62.6	59	45.2	41.5
6	piano 1	71	62.8	59.2	55.6	45.1	41.4
6	piano 2	70.4	62.1	57.3	53.8	45.1	41.4
6	piano 3	69.7	61.4	56.1	52.5	45	41.3
6	piano 4	69.2	60.8	55.1	51.5	44.9	41.2
6	piano 5	68.6	60.2	54.3	50.7	44.8	41.2
6_Scuola Infanzia Giusi Del Mugnaio	piano terra	58.8	51.6	47.5	43.6	5	1.3
7	piano terra	71	63.9	60.8	57.7	60.6	56.9
7	piano 1	70.9	63.6	60.2	57.1	60	56.4
7	piano 2	70.3	63	59.4	56.3	59.3	55.6
7	piano 3	69.6	62.3	58.6	55.5	58.5	54.8
7	piano 4	68.9	61.6	57.9	54.7	57.8	54.1
7	piano 5	68.3	61	57.2	54	57.1	53.5
7	piano 6	67.8	60.4	56.5	53.4	56.6	52.9
7_Scuole Pubbliche Scuole Dell'Infanzia	piano terra	51.3	43.8	36.8	32.9	0	0

Nome	Piano	Scenario di progetto		Contributo Tramvia Linea verde		Contributo Tramvia Linea rossa	
		L(6-22)	L(22-6)	L (6-22)	L (22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)
		[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]
8	piano terra	68.7	60.5	51	47.7	53.4	49.7
8	piano 1	69.3	61	50.8	47.5	53.2	49.6
8	piano 2	69.2	60.9	50.7	47.4	53	49.3
8	piano 3	68.9	60.6	50.6	47.3	52.7	49
8	piano 4	68.5	60.2	50.4	47.1	52.3	48.7
8	piano 5	68.1	59.8	50.3	46.9	52	48.3
8_Scuole Pubbliche/Nido D'Infanzia Comun	piano terra	54.7	47.3	34.8	31	0	0
9	piano terra	70.5	63.7	61.2	58.1	60.8	57.1
9	piano 1	70.6	63.5	60.6	57.5	60.2	56.6
9	piano 2	70.1	62.9	59.8	56.7	59.4	55.8
9	piano 3	69.4	62.3	59	55.9	58.7	55
9	piano 4	68.8	61.6	58.3	55.2	58	54.3
9	piano 5	68.3	61.1	57.6	54.5	57.4	53.7
9	piano 6	67.8	60.5	56.9	53.9	56.7	53
9_Scuola dell'infanzia GIROTONDO	piano terra	59.6	53.5	54.8	50.9	0	0
10	piano terra	70.1	63.8	61.2	58.2	60.9	57.2
10	piano 1	70.3	63.6	60.7	57.6	60.3	56.6
10	piano 2	69.8	63	59.8	56.7	59.5	55.8
10	piano 3	69.2	62.3	59	56	58.7	55
10	piano 4	68.4	61.5	58.2	55.1	57.9	54.2
10	piano 5	68.2	61	57.5	54.4	57.2	53.5
10_Scuola d'infanzia comunale Marsili	piano terra	41.3	35.9	35.5	31.6	0	0
11	piano terra	71.3	64.2	61.2	58.1	60.9	57.2
11	piano 1	71	63.9	60.7	57.6	60.3	56.6
11_Scuola Primaria MARSILI	piano terra	54.5	48	45.3	41.4	0	0
12	piano terra	71.3	64.2	61.2	58.1	60.8	57.1
12	piano 1	71	63.8	60.6	57.5	60.2	56.5
12_Scuola Materna Sacro Cuore	piano terra	41.7	39.3	28.4	24.5	0	0
13	piano terra	69.9	62.5	51.9	48.9	51.6	47.9
13	piano 1	71.4	63.9	53.4	50.3	53	49.3
13	piano 2	71.5	64	53.5	50.4	53.1	49.4
13	piano 3	71.4	63.9	53.4	50.3	53	49.3

Nome	Piano	Scenario di progetto		Contributo Tramvia Linea verde		Contributo Tramvia Linea rossa	
		L(6-22)	L(22-6)	L (6-22)	L (22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)
		[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]
13	piano 4	71.2	63.7	53.3	50.2	52.9	49.2
13	piano 5	70.9	63.4	53.1	50	52.7	49
13	piano 6	70.6	63.1	52.8	49.7	52.4	48.7
13	piano 7	70.3	62.7	52.4	49.4	52.1	48.4
14	piano terra	68.6	61.7	51.3	48.3	51	47.3
14	piano 1	70.3	63.5	54.8	51.7	54.4	50.7
14	piano 2	70.4	63.7	56.1	53	55.7	52
14	piano 3	70.2	63.5	55.9	52.8	55.5	51.8
14	piano 4	69.9	63.2	55.6	52.5	55.2	51.5
14	piano 5	69.7	62.9	55.3	52.2	54.9	51.2
14	piano 6	69.3	62.5	54.9	51.8	54.5	50.9
14	piano 7	69	62.2	54.6	51.5	54.2	50.5
15	piano terra	66.4	59.9	52.7	49.6	52.3	48.6
15	piano 1	67.5	60.7	53	49.9	52.6	48.9
15	piano 2	67.8	61.1	53.7	50.6	53.3	49.6
15	piano 3	68.1	61.4	54.2	51.1	53.8	50.1
15	piano 4	68.2	61.4	54.3	51.3	53.9	50.3
15	piano 5	68.2	61.4	54.3	51.2	53.9	50.2
16	piano terra	70	62.7	54.5	51.4	54.1	50.5
16	piano 1	70.4	63.3	56.6	53.5	56.2	52.5
16	piano 2	70.1	63	56.5	53.4	56.1	52.4
16	piano 3	69.7	62.6	56.2	53.1	55.8	52.1
16	piano 4	69.2	62.2	55.8	52.7	55.4	51.7
16	piano 5	68.7	61.7	55.3	52.3	55	51.3
16	piano 6	68.2	61.2	54.9	51.8	54.5	50.8
17	piano terra	68.8	62.7	57.9	54.8	57.5	53.8
17	piano 1	69.2	62.9	57.7	54.6	57.3	53.6
17	piano 2	68.9	62.6	57.3	54.3	57	53.3
17	piano 3	68.6	62.2	56.9	53.8	56.5	52.9
17	piano 4	68.2	61.9	56.5	53.4	56.1	52.4
17	piano 5	67.8	61.3	56	52.9	55.6	51.9
17	piano 6	67.4	60.8	55.6	52.5	55.2	51.5
18	piano terra	68	61	58.1	55	57.7	54

Nome	Piano	Scenario di progetto		Contributo Tramvia Linea verde		Contributo Tramvia Linea rossa	
		L(6-22)	L(22-6)	L (6-22)	L (22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)
		[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]
18	piano 1	68.5	61.3	57.9	54.8	57.5	53.8
18	piano 2	68.4	61.1	57.6	54.5	57.2	53.5
18	piano 3	68.1	60.8	57.2	54.1	56.8	53.1
18	piano 4	67.7	60.4	56.7	53.6	56.3	52.6
18	piano 5	67.3	60	56.3	53.2	55.9	52.2
18	piano 6	66.9	59.6	55.8	52.8	55.4	51.8
18	piano 7	66.5	59.2	55.4	52.3	55	51.3
18	piano 8	66.1	58.8	55	51.9	54.6	50.9
19	piano terra	66.8	59.9	57.2	54.1	56.8	53.1
19	piano 1	67.5	60.4	57	53.9	56.6	53
19	piano 2	67.6	60.3	56.8	53.7	56.4	52.7
19	piano 3	67.4	60.1	56.5	53.4	56.1	52.4
20	piano terra	67.8	62.8	62.2	59.1	61.8	58.1
20	piano 1	67.5	62.2	61.1	58.1	60.7	57.1
20	piano 2	66.8	61.3	60	56.9	59.6	55.9
20	piano 3	66.1	60.4	59	55.9	58.6	54.9
20	piano 4	65.5	59.8	58.1	55.1	57.8	54.1
21	piano terra	66	61.2	60.6	57.5	60.2	56.5
21	piano 1	66	60.9	60.2	57.1	59.8	56.1
21	piano 2	65.5	60.4	59.6	56.5	59.2	55.5
21	piano 3	65.1	59.9	59	55.9	58.6	54.9
21	piano 4	64.6	59.3	58.3	55.2	57.9	54.3
21	piano 5	64.1	58.8	57.7	54.7	57.3	53.7
21	piano 6	63.7	58.3	57.2	54.1	56.8	53.1
22	piano terra	67.2	62.6	62.2	59.1	61.8	58.1
22	piano 1	66.6	61.8	61.2	58.1	60.8	57.1
22	piano 2	65.7	60.7	60.1	57	59.7	56
22	piano 3	64.9	59.9	59.1	56	58.7	55
22	piano 4	64.3	59.1	58.3	55.2	57.9	54.2
22	piano 5	63.7	58.5	57.6	54.5	57.2	53.5
22	piano 6	63.3	58	57	53.9	56.6	52.9
23	piano terra	63.1	57.4	56.6	53.5	56.2	52.5
23	piano 1	62.9	57.1	56.2	53.1	55.8	52.2

Nome	Piano	Scenario di progetto		Contributo Tramvia Linea verde		Contributo Tramvia Linea rossa	
		L(6-22)	L(22-6)	L (6-22)	L (22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)
		[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]
23	piano 2	62.5	56.6	55.7	52.7	55.3	51.7
23	piano 3	62.1	56.1	55.2	52.2	54.8	51.2
23	piano 4	61.8	55.7	54.8	51.7	54.4	50.7
23	piano 5	61.4	55.3	54.3	51.3	53.9	50.3
23	piano 6	61.1	54.9	53.9	50.8	53.5	49.8
23	piano 7	60.7	54.6	53.5	50.4	53	49.4
23	piano 8	60.4	54.2	53.1	50	52.6	49
24	piano terra	65	60.3	59.8	56.7	59.4	55.7
24	piano 1	65	60	59.4	56.3	59	55.3
24	piano 2	64.6	59.5	58.8	55.7	58.4	54.7
24	piano 3	64	58.9	58.1	55	57.7	54
24	piano 4	63.5	58.3	57.4	54.4	57	53.4
24	piano 5	63	57.7	56.8	53.8	56.4	52.8
24	piano 6	62.6	57.2	56.3	53.2	55.9	52.2
25	piano terra	63.7	58.4	58.1	55	57.7	54
25	piano 1	63.8	58.2	57.7	54.6	57.3	53.6
25	piano 2	63.5	57.9	57.3	54.2	56.9	53.2
25	piano 3	63.2	57.5	56.8	53.7	56.4	52.7
25	piano 4	62.8	57	56.3	53.2	55.9	52.2
25	piano 5	62.4	56.6	55.8	52.7	55.4	51.7
25	piano 6	62.1	56.3	55.4	52.3	55	51.3
25	piano 7	61.7	55.9	55	51.9	54.6	50.9
26	piano terra	61.1	55.4	55.6	52.5	55.2	51.5
26	piano 1	61	55.4	55	52	54.6	51
26	piano 2	60.6	54.8	54.3	51.2	53.9	50.2
26	piano 3	60.1	54.2	53.6	50.5	53.2	49.5
26	piano 4	59.6	53.7	53	49.9	52.6	48.9
27	piano terra	65.7	60.4	59.9	56.8	59.5	55.8
27	piano 1	65.2	58.8	57	53.9	56.6	52.9
27	piano 2	64.7	57.9	55	51.9	54.6	50.9
27	piano 3	64.3	57.3	53.7	50.6	53.3	49.6
27	piano 4	64	56.8	52.7	49.6	52.3	48.6
27	piano 5	63.6	56.3	51.9	48.8	51.5	47.8

Nome	Piano	Scenario di progetto		Contributo Tramvia Linea verde		Contributo Tramvia Linea rossa	
		L(6-22)	L(22-6)	L (6-22)	L (22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)
		[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]
27	piano 6	63.3	55.9	51.2	48.1	50.8	47.1
27	piano 7	62.9	55.5	50.6	47.5	50.2	46.5
27	piano 8	62.6	55.1	50.1	47	49.7	46
28	piano terra	66.3	60.4	59.4	56.3	59	55.3
28	piano 1	65.9	59.8	58.5	55.4	58	54.4
28	piano 2	65.2	58.9	57.4	54.3	56.9	53.3
28	piano 3	64.5	58.1	56.5	53.4	56	52.3
28	piano 4	63.8	57.4	55.7	52.6	55.2	51.5
28	piano 5	63.3	56.8	55	51.9	54.5	50.8
29	piano terra	65.9	58.1	50.5	47.3	49.7	46
29	piano 1	66.5	58.7	50.1	47	49.5	45.8
29	piano 2	66.4	58.6	49.9	46.8	49.2	45.6
29	piano 3	66.1	58.3	49.6	46.4	48.9	45.2
29	piano 4	65.7	57.9	49.2	46.1	48.5	44.8
29	piano 5	65.3	57.5	48.8	45.7	48.1	44.5
30	piano terra	60.4	56.1	56.2	53	55.4	51.7
30	piano 1	60.3	55.5	55.3	52.2	54.6	50.9
30	piano 2	60.2	54.9	54.3	51.1	53.5	49.8
30	piano 3	60.1	54.4	53.4	50.2	52.4	48.7
30	piano 4	59.9	54	52.6	49.4	51.5	47.8
30	piano 5	59.8	53.7	52	48.7	50.7	47.1
30	piano 6	59.7	53.4	51.4	48.2	50.1	46.4
30	piano 7	59.6	53.1	51	47.7	49.5	45.8
30	piano 8	59.4	52.9	50.5	47.2	49	45.3
30	piano 9	59.3	52.6	50.2	46.9	48.5	44.8
31	piano terra	67.3	59.4	50.5	47.4	49.9	46.2
31	piano 1	67.5	59.6	50.3	47.1	49.7	46
31	piano 2	67.2	59.3	50.1	46.9	49.5	45.8
31	piano 3	66.7	58.9	49.8	46.7	49.2	45.5
31	piano 4	66.2	58.4	49.5	46.4	48.9	45.2
31	piano 5	65.7	57.9	49.2	46.1	48.6	44.9
31	piano 6	65.3	57.5	49	45.8	48.4	44.7
31	piano 7	64.8	57.1	48.5	45.4	48.1	44.4

Nome	Piano	Scenario di progetto		Contributo Tramvia Linea verde		Contributo Tramvia Linea rossa	
		L(6-22)	L(22-6)	L (6-22)	L (22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)
		[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]
31	piano 8	64.5	56.7	48.2	45.1	47.8	44.1
31	piano 9	64.1	56.3	48.1	45	47.7	44
32	piano terra	64.2	58.2	57.1	54	56.6	52.9
32	piano 1	64.1	58	56.7	53.6	56.3	52.6
32	piano 2	63.7	57.5	56.2	53.1	55.7	52.1
32	piano 3	63.2	57	55.6	52.5	55.2	51.5
32	piano 4	62.6	56.4	55	51.9	54.6	50.9
32	piano 5	62.2	55.9	54.5	51.4	54	50.4
32	piano 6	61.7	55.5	54	50.9	53.5	49.9
33	piano terra	65.9	59.3	57.3	54.2	56.9	53.2
33	piano 1	66	59.2	57	53.9	56.5	52.8
33	piano 2	65.5	58.8	56.4	53.3	56	52.3
33	piano 3	64.9	58.2	55.8	52.7	55.3	51.7
33	piano 4	64.3	57.6	55.2	52.1	54.7	51
33	piano 5	63.7	57	54.6	51.5	54.1	50.4
34	piano terra	65.7	60	59.1	56	58.7	55
34	piano 1	65.3	59.3	58.2	55.1	57.8	54.1
34	piano 2	64.4	58.3	57	53.9	56.6	52.9
34	piano 3	63.7	57.5	56	52.9	55.6	51.9
35	piano terra	60.4	54.6	54.1	51	53.7	50
35	piano 1	60.5	54.5	53.8	50.7	53.4	49.7
35	piano 2	60.3	54.3	53.5	50.4	53.1	49.4
35	piano 3	60	54	53.1	50	52.7	49
35	piano 4	59.7	53.6	52.6	49.5	52.2	48.6
36	piano terra	65.2	59.3	57.7	54.6	57.3	53.6
36	piano 1	65.1	58.8	56.3	53.2	55.9	52.3
36	piano 2	64.6	58	54.9	51.8	54.5	50.9
36	piano 3	64	57.3	53.8	50.7	53.4	49.7
36	piano 4	63.5	56.6	52.9	49.8	52.5	48.9
36	piano 5	63	56.1	52.2	49	51.8	48.1
36	piano 6	62.6	55.6	51.5	48.4	51.2	47.5
36	piano 7	62.1	55.1	50.9	47.8	50.6	46.9
36	piano 8	61.8	54.7	50.4	47.3	50.1	46.4

Nome	Piano	Scenario di progetto		Contributo Tramvia Linea verde		Contributo Tramvia Linea rossa	
		L(6-22)	L(22-6)	L (6-22)	L (22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)
		[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]
37	piano terra	64.8	59.1	57.8	54.7	57.4	53.7
37	piano 1	64.5	58.4	56.4	53.3	56	52.3
37	piano 2	63.8	57.4	55	51.8	54.6	50.9
37	piano 3	63.2	56.6	53.8	50.7	53.4	49.7
37	piano 4	62.6	56	52.9	49.8	52.5	48.8
37	piano 5	62.1	55.4	52.2	49	51.8	48.1
37	piano 6	61.6	54.8	51.5	48.3	51.1	47.4
38	piano terra	64.3	57.7	54.5	51.4	54.2	50.5
38	piano 1	64.4	57.6	54.2	51.1	53.9	50.2
38	piano 2	63.9	57.2	53.8	50.6	53.5	49.8
38	piano 3	63.4	56.7	53.2	50.1	53	49.3
38	piano 4	62.9	56.2	52.7	49.5	52.4	48.7
38	piano 5	62.4	55.7	52.1	49	51.9	48.2
38	piano 6	62	55.2	51.6	48.5	51.4	47.7
38	piano 7	61.6	54.8	51.1	47.9	50.9	47.2
39	piano terra	62.8	56.1	52.8	49	53	49.3
39	piano 1	62.7	56	52.6	48.7	52.7	49
39	piano 2	62.2	55.5	52.3	48.4	52.4	48.7
39	piano 3	61.7	55.1	51.8	48	52	48.3
39	piano 4	61.4	54.6	51.3	47.5	51.6	47.9
40	piano terra	61.7	56.4	55.9	52.1	55.8	52.1
40	piano 1	61.8	56.1	55.2	51.3	55	51.3
40	piano 2	61.4	55.5	54.1	50.3	54	50.3
40	piano 3	61.1	54.9	53.2	49.3	53.1	49.4
40	piano 4	60.7	54.4	52.3	48.4	52.3	48.6
41	piano terra	62.5	55.8	52.7	48.8	52.5	48.7
41	piano 1	62.2	55.6	52.6	48.7	52.2	48.4
41	piano 2	61.7	55.1	52.3	48.4	51.9	48.1
41	piano 3	61.1	54.5	51.9	48	51.5	47.7
41	piano 4	60.6	54	51.5	47.6	51.1	47.3
41	piano 5	60.2	53.6	51	47.2	50.6	46.8
42	piano terra	61.4	55.9	57.3	53.5	50.5	46.7
42	piano 1	61.4	55.6	56.5	52.7	50.1	46.3

Nome	Piano	Scenario di progetto		Contributo Tramvia Linea verde		Contributo Tramvia Linea rossa	
		L(6-22)	L(22-6)	L (6-22)	L (22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)
		[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]
42	piano 2	61.1	55.1	55.5	51.7	49.9	46.1
42	piano 3	60.8	54.6	54.5	50.8	49.7	45.9
42	piano 4	60.6	54.3	53.7	50	49.5	45.7
42	piano 5	60.3	53.9	53	49.3	49.3	45.5
43	piano terra	61.2	55.8	58.1	54.2	39.4	35.7
43	piano 1	61.5	55.8	57.6	53.8	38.2	34.5
43	piano 2	61.3	55.4	56.9	53	38.1	34.3
43	piano 3	60.8	54.8	56	52.1	38.1	34.4
43	piano 4	60.4	54.2	55.2	51.3	38.2	34.4
43	piano 5	60	53.7	54.4	50.5	38.1	34.4
44	piano terra	61.7	55.4	55.8	51.9	43.2	39.4
44	piano 1	61.9	55.5	55.5	51.7	42.1	38.4
44	piano 2	61.6	55.2	55.3	51.4	42	38.3
44	piano 3	61.2	54.8	55	51.1	42.1	38.3
44	piano 4	60.8	54.4	54.6	50.8	42.1	38.3
45	piano terra	62.7	57.3	59.6	55.7	36.8	33.1
45	piano 1	62.9	57.2	59.1	55.2	35.3	31.6
45	piano 2	62.5	56.7	58.3	54.5	35.3	31.6
45	piano 3	62	56.1	57.5	53.6	35.4	31.7
45	piano 4	61.6	55.5	56.8	52.9	35.5	31.8
45	piano 5	61.1	55	56	52.2	35.6	31.9
45	piano 6	60.7	54.5	55.4	51.5	35.5	31.8
46	piano terra	62.4	56.2	57.2	53.3	38.5	34.8
46	piano 1	62.8	56.4	57	53.1	37.2	33.5
46	piano 2	62.6	56.2	56.6	52.8	36.9	33.2
46	piano 3	62.2	55.8	56.2	52.4	37	33.3
46	piano 4	61.8	55.4	55.7	51.9	36.9	33.2
46	piano 5	61.4	55	55.3	51.4	37	33.3
47	piano terra	62.9	57	58.4	54.6	25	21.2
48	piano terra	64.3	58.1	58.9	55.1	26.8	23.1
48	piano 1	64.5	58.2	58.7	54.8	26.6	22.9
48	piano 2	64.2	57.8	58.2	54.4	26.5	22.8
48	piano 3	63.7	57.4	57.8	53.9	26.5	22.8

Nome	Piano	Scenario di progetto		Contributo Tramvia Linea verde		Contributo Tramvia Linea rossa	
		L(6-22)	L(22-6)	L (6-22)	L (22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)
		[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]
48	piano 4	63.3	56.9	57.3	53.4	26.3	22.6
48	piano 5	62.8	56.4	56.8	52.9	26.6	22.9
48	piano 6	62.3	55.9	56.2	52.4	27.5	23.7
49	piano terra	66.3	60.4	61.9	58	24.5	20.8
49	piano 1	65.7	59.6	60.6	56.7	24.3	20.6
49	piano 2	64.9	58.7	59.3	55.5	24	20.3
49	piano 3	64.2	57.8	58.3	54.4	24	20.3
49	piano 4	63.5	57.1	57.5	53.6	24.3	20.6
49	piano 5	62.8	56.4	56.7	52.9	25.5	21.8
49	piano 6	62.3	55.9	56.1	52.2	24.6	20.9
50	piano terra	65.4	59.5	60.9	57.1	23	19.3
50	piano 1	65	58.9	60.2	56.3	23.4	19.6
50	piano 2	64.2	58.1	59.1	55.2	23.6	19.8
51	piano terra	65.1	58.8	59.4	55.5	24.8	21.1
51	piano 1	65	58.6	59.1	55.2	24.9	21.1
51	piano 2	64.4	58.1	58.6	54.7	25.6	21.9
51	piano 3	63.8	57.4	58	54.1	25.7	21.9
52	piano terra	65.4	59.6	61.2	57.4	19.7	16
52	piano 1	65.1	59.1	60.4	56.5	19.7	16
52	piano 2	64.4	58.3	59.3	55.4	19.8	16.1
52	piano 3	63.7	57.5	58.3	54.4	21.2	17.5
52	piano 4	63.1	56.8	57.5	53.6	23	19.3
53	piano terra	64.6	58.3	58.9	55	22.1	18.3
53	piano 1	64.6	58.2	58.6	54.7	22.3	18.5
53	piano 2	64.2	57.8	58.2	54.3	22.6	18.9
53	piano 3	63.6	57.2	57.7	53.8	24.8	21
54	piano terra	66.2	60.2	61.4	57.5	22.5	18.8
54	piano 1	65.7	59.6	60.5	56.6	22.5	18.8
54	piano 2	64.9	58.7	59.5	55.6	22.6	18.9
54	piano 3	64.2	57.9	58.5	54.6	22.9	19.2
54	piano 4	63.6	57.2	57.6	53.8	23.1	19.4
55	piano terra	64.8	58.4	58.8	54.9	18.6	14.8
55	piano 1	64.8	58.3	58.5	54.6	19	15.3

Nome	Piano	Scenario di progetto		Contributo Tramvia Linea verde		Contributo Tramvia Linea rossa	
		L(6-22)	L(22-6)	L (6-22)	L (22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)
		[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]
55	piano 2	64.3	57.9	58.1	54.2	19.8	16
55	piano 3	63.9	57.4	57.6	53.7	21.2	17.4
55	piano 4	63.5	57	57.1	53.2	23.4	19.6
56	piano terra	66.1	60.2	61.7	57.8	21.1	17.4
56	piano 1	65.9	59.8	60.8	56.9	21.4	17.7
56	piano 2	65.3	59	59.7	55.8	21.7	18
56	piano 3	64.7	58.3	58.7	54.8	23	19.2
56	piano 4	64.1	57.7	57.9	54	24.6	20.9
57	piano terra	64.9	58.4	58.3	54.5	18	14.3
57	piano 1	65.2	58.6	58.1	54.2	18.7	15
57	piano 2	65	58.3	57.8	53.9	19.8	16
57	piano 3	64.6	57.9	57.3	53.5	21.9	18.1
58	piano terra	65.4	58.8	58.6	54.7	17.1	13.4
59	piano terra	62.5	56.1	56.5	52.6	17.6	13.9
59	piano 1	63	56.4	56.3	52.4	17.9	14.2
59	piano 2	62.8	56.2	56	52.1	18.4	14.7
60	piano terra	64.1	57.5	57.4	53.5	15.9	12.2
60	piano 1	64.2	57.5	57.1	53.2	16	12.3
60	piano 2	63.8	57.1	56.8	52.9	16.3	12.6
60	piano 3	63.2	56.6	56.2	52.4	17.8	14.1
61	piano terra	61.3	55.2	56.2	52.3	22.1	18.3
61	piano 1	62.2	55.8	56	52.1	22.2	18.4
62	piano terra	64.2	57.8	58.2	54.4	22.2	18.5
62	piano 1	64.7	58.1	57.9	54	22.5	18.7
62	piano 2	64.7	58	57.5	53.6	22.7	18.9
63	piano terra	65.1	58.4	57.8	53.9	15.1	11.4
63	piano 1	65.3	58.5	57.5	53.6	15.4	11.7
63	piano 2	65	58.2	57	53.2	15.5	11.8
64	piano terra	67	60.1	58.9	55.1	15.4	11.7
65	piano terra	63.3	56.6	56	52.1	17.5	13.8
65	piano 1	64.6	57.6	55.7	51.9	18.8	15
65	piano 2	64.8	57.7	55.6	51.7	19.6	15.8
65	piano 3	64.6	57.6	55.3	51.5	22.6	18.8

Nome	Piano	Scenario di progetto		Contributo Tramvia Linea verde		Contributo Tramvia Linea rossa	
		L(6-22)	L(22-6)	L (6-22)	L (22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)
		[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]
66	piano terra	68.7	61.5	58	54.2	13.7	10
66	piano 1	68.2	61	57.7	53.8	13.7	10
66	piano 2	67.2	60.1	57.2	53.3	14.2	10.5
67	piano terra	66.3	59.2	56.7	52.8	7.5	3.8
67	piano 1	66.6	59.5	56.5	52.6	8.1	4.4
68	piano terra	61.1	54.3	53.5	49.6	15.2	11.4
69	piano terra	67.3	60.3	58.2	54.3	8.3	4.6
69	piano 1	67.5	60.5	57.9	54	7.5	3.8
70	piano terra	67.2	60.1	57.3	53.5	15.1	11.3
70	piano 1	67.5	60.3	57.1	53.2	16	12.2
70	piano 2	67.2	60	56.7	52.9	17.8	14
71	piano terra	65.8	58.7	56	52.1	16.2	12.4
71	piano 1	66.5	59.3	55.7	51.8	17	13.2
72	piano terra	66.2	59	55.6	51.7	16	12.2
72	piano 1	66.9	59.6	55.4	51.5	17.6	13.9
73	piano terra	70.1	62.5	53	49.1	7.4	3.6
73	piano 1	70.7	63.2	52.5	48.6	7.8	4.1
74	piano terra	67.6	60.4	57.1	53.2	0	0
74	piano 1	68.1	60.9	56.7	52.8	0	0
75	piano terra	67.8	60.3	52.7	48.9	0	0
75	piano 1	68.9	61.3	52.2	48.3	0	0
75	piano 2	69.4	61.9	52	48.1	0	0
75	piano 3	69.7	62.2	51.8	47.9	0	0
76	piano terra	66.2	59.2	56.8	52.9	0	0
76	piano 1	67.4	60.1	56.5	52.6	0	0
77	piano terra	69.5	62.2	58	54.1	0	0
77	piano 1	69.3	62	57.9	54.1	0	0
77	piano 2	68.8	61.6	57.5	53.6	0	0
77	piano 3	68.4	61.2	57	53.1	0	0
78	piano terra	68	60.8	57.6	53.7	0	0
78	piano 1	68.4	61.2	57.4	53.5	0	0
78	piano 2	68.4	61.2	57.1	53.2	0	0
78	piano 3	68.4	61.1	56.7	52.8	0	0

Nome	Piano	Scenario di progetto		Contributo Tramvia Linea verde		Contributo Tramvia Linea rossa	
		L(6-22)	L(22-6)	L (6-22)	L (22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)
		[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]
78	piano 4	68.2	60.8	56.2	52.3	0	0
79	piano terra	67.9	60.9	58.9	55	0	0
79	piano 1	67.9	60.8	58.4	54.5	0	0
79	piano 2	67.4	60.3	57.8	53.9	0	0
80	piano terra	65.1	58.7	59.1	55.2	0	0
80	piano 1	65.7	59.1	58.6	54.8	0	0
80	piano 2	65.7	58.9	58	54.1	0	0
80	piano 3	65.5	58.6	57.3	53.4	0	0
81	piano terra	62.2	55.4	55	51.1	0	0
81	piano 1	63.4	56.4	54.6	50.8	0	0
81	piano 2	64	56.9	54.5	50.6	0	0
82	piano terra	64.6	58	58.1	54.2	0	0
82	piano 1	64.7	58	57.7	53.9	0	0
82	piano 2	64.4	57.7	57.3	53.4	0	0
83	piano terra	64.7	58.1	58.1	54.2	0	0
83	piano 1	64.9	58.2	57.8	53.9	0	0
84	piano terra	61.4	55.2	56	52.2	0	0
85	piano terra	61.4	55.3	56.5	52.6	0	0
86	piano terra	62.6	56.3	56.9	53.1	0	0
86	piano 1	63.1	56.6	56.7	52.8	0	0
86	piano 2	63.1	56.5	56.4	52.5	0	0
87	piano terra	59.6	53.5	54.6	50.8	0	0
88	piano terra	64.4	58.1	58.7	54.8	0	0
88	piano 1	64.6	58.1	58.3	54.5	0	0
88	piano 2	64.2	57.7	57.8	53.9	0	0
89	piano terra	64.7	58.3	58.6	54.7	0	0
89	piano 1	64.8	58.2	58.2	54.3	0	0
90	piano terra	64	57.7	58.3	54.5	0	0
90	piano 1	64.2	57.7	58	54.1	0	0
90	piano 2	63.9	57.4	57.5	53.6	0	0
91	piano terra	60.2	54.4	56.2	52.4	0	0
91	piano 1	61.3	55.1	56.1	52.2	0	0
92	piano terra	57.3	51.6	53.6	49.7	0	0

Nome	Piano	Scenario di progetto		Contributo Tramvia Linea verde		Contributo Tramvia Linea rossa	
		L(6-22)	L(22-6)	L (6-22)	L (22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)
		[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]
92	piano 1	57.9	51.9	53.2	49.3	0	0
93	piano terra	64.7	58.2	58.1	54.2	0	0
93	piano 1	64.5	57.9	57.7	53.8	0	0
93	piano 2	63.9	57.3	57.2	53.3	0	0
94	piano terra	63.5	57.3	58.5	54.6	0	0
95	piano terra	65.8	59	58	54.1	0	0
95	piano 1	66.1	59.1	57.7	53.8	0	0
95	piano 2	65.7	58.8	57.2	53.4	0	0
95	piano 3	65.2	58.3	56.7	52.8	0	0
95	piano 4	64.7	57.7	56.1	52.3	0	0
96	piano terra	62.9	56.2	55.6	51.8	0	0
97	piano terra	63	56.9	58	54.1	0	0
97	piano 1	63.6	57.2	57.7	53.8	0	0
97	piano 2	63.5	57.1	57.2	53.3	0	0
98	piano terra	64	57.9	59	55.1	0	0
98	piano 1	64.5	58.2	58.7	54.8	0	0
98	piano 2	64.4	58	58.2	54.3	0	0
98	piano 3	64.1	57.6	57.6	53.7	0	0
99	piano terra	65.5	59.1	59.5	55.6	0	0
99	piano 1	65.6	59.1	59	55.1	0	0
100	piano terra	65	58.8	59.6	55.7	0	0
100	piano 1	65.3	58.9	59.1	55.3	0	0
100	piano 2	65.1	58.6	58.5	54.6	0	0
100	piano 3	64.8	58.1	57.8	53.9	0	0
101	piano terra	62.9	56.5	56.7	52.8	0	0
101	piano 1	63.9	57.2	56.5	52.6	0	0
101	piano 2	64	57.3	56.4	52.5	0	0
101	piano 3	63.9	57.1	56.1	52.3	0	0
101	piano 4	63.6	56.9	55.9	52	0	0
101	piano 5	63.4	56.7	55.6	51.7	0	0
101	piano 6	63.1	56.4	55.3	51.4	0	0
101	piano 7	62.8	56.1	54.9	51.1	0	0
101	piano 8	62.4	55.8	54.5	50.6	0	0

Nome	Piano	Scenario di progetto		Contributo Tramvia Linea verde		Contributo Tramvia Linea rossa	
		L(6-22)	L(22-6)	L (6-22)	L (22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)
		[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]
102	piano terra	63.1	57.1	58.3	54.4	0	0
102	piano 1	63.8	57.4	58	54.1	0	0
102	piano 2	63.8	57.3	57.6	53.7	0	0
102	piano 3	63.5	57	57	53.1	0	0
103	piano terra	65.3	58.6	58	54.1	0	0
103	piano 1	65.4	58.6	57.8	53.9	0	0
104	piano terra	62.7	56.1	55.8	51.9	0	0
104	piano 1	63.6	56.7	55.5	51.6	0	0
104	piano 2	63.6	56.7	55.2	51.3	0	0
104	piano 3	63.4	56.4	54.8	50.9	0	0
105	piano terra	61	54.8	56.1	52.2	0	0
105	piano 1	61.5	55.1	55.7	51.9	0	0
105	piano 2	61.4	54.9	55.2	51.3	0	0
105	piano 3	61.2	54.6	54.5	50.6	0	0
105	piano 4	60.8	54.1	53.7	49.8	0	0
106	piano terra	58.5	53	55.9	52	0	0
106	piano 1	58.9	53.1	55.6	51.7	0	0
106	piano 2	59	53	55.2	51.3	0	0
107	piano terra	57.5	52.2	55.4	51.6	0	0
107	piano 1	57.4	52	55.1	51.2	0	0
108	piano terra	59.3	54.5	57.5	53.9	0	0
108	piano 1	58.6	53.7	56.6	53	0	0
109	piano terra	58	53.4	56.4	52.8	0	0
109	piano 1	57.7	53	55.8	52.2	0	0
109	piano 2	57.1	52.3	55	51.4	0	0
109	piano 3	56.4	51.6	54.1	50.5	0	0
109	piano 4	55.8	51	53.3	49.7	0	0
109	piano 5	55.3	50.4	52.6	48.9	0	0
109	piano 6	54.9	50	51.9	48.3	0	0
110	piano terra	55.1	50.3	53.2	49.3	0	0
110	piano 1	55.4	50.3	52.9	49.1	0	0
110	piano 2	55.4	50.2	52.8	48.9	0	0
110	piano 3	55.4	50.2	52.6	48.7	0	0

Nome	Piano	Scenario di progetto		Contributo Tramvia Linea verde		Contributo Tramvia Linea rossa	
		L(6-22)	L(22-6)	L (6-22)	L (22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)
		[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]
110	piano 4	55.4	50.1	52.4	48.5	0	0
110	piano 5	55.4	50	52.1	48.2	0	0
110	piano 6	55.3	49.9	51.8	48	0	0
110	piano 7	55.2	49.8	51.6	47.7	0	0
110	piano 8	55.1	49.7	51.3	47.4	0	0
110	piano 9	55.1	49.7	51	47.2	0	0
111	piano terra	55.5	50.2	52.9	49	0	0
111	piano 1	55.8	50.3	52.7	48.8	0	0
111	piano 2	55.9	50.3	52.5	48.6	0	0
111	piano 3	55.9	50.2	52.3	48.4	0	0
111	piano 4	55.9	50	52	48.1	0	0
111	piano 5	55.8	49.9	51.7	47.8	0	0
111	piano 6	55.9	49.8	51.3	47.5	0	0
111	piano 7	56	49.7	51	47.1	0	0
112	piano terra	56.2	50.9	53.1	49.2	0	0
112	piano 1	56.6	51	52.9	49	0	0
112	piano 2	56.9	51.1	52.8	48.9	0	0
112	piano 3	57.1	51.1	52.6	48.7	0	0
112	piano 4	57.3	51.1	52.3	48.5	0	0
112	piano 5	57.4	51.1	52.1	48.2	0	0
112	piano 6	57.3	51	51.8	47.9	0	0
112	piano 7	57.3	50.9	51.5	47.6	0	0
112	piano 8	57.2	50.8	51.3	47.4	0	0
112	piano 9	57.1	50.8	51	47.1	0	0
113	piano terra	62.8	55.8	56.2	52.3	0	0
113	piano 1	63.8	56.4	56	52.1	0	0
113	piano 2	63.9	56.3	55.7	51.8	0	0
114	piano terra	62.8	55.8	56.2	52.3	0	0
114	piano 1	63.8	56.4	56	52.1	0	0
114	piano 2	63.8	56.3	55.7	51.8	0	0
115	piano terra	64	56.9	57	53.2	0	0
115	piano 1	64.8	57.3	56.8	52.9	0	0
115	piano 2	64.7	57.2	56.4	52.5	0	0

Nome	Piano	Scenario di progetto		Contributo Tramvia Linea verde		Contributo Tramvia Linea rossa	
		L(6-22)	L(22-6)	L (6-22)	L (22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)
		[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]
116	piano terra	58	54	55.4	51.5	0	0
116	piano 1	58.3	54	55.2	51.3	0	0
116	piano 2	58.5	54	55	51.1	0	0
116	piano 3	58.5	54.1	54.8	50.9	0	0
116	piano 4	58.4	54.1	54.4	50.5	0	0
117	piano -1	65.1	64.7	50.7	46.8	0	0
117	piano terra	65	64.6	50.2	46.3	0	0
118	piano terra	70.5	61.8	54.4	50.8	29.3	25.6
118	piano 1	70.6	62	54.2	50.6	28.6	24.9
118	piano 2	70.2	61.6	53.9	50.3	28	24.3
118	piano 3	69.7	61.1	53.5	49.9	27.8	24.1
118	piano 4	69.2	60.6	53	49.4	27.9	24.2
118	piano 5	68.7	60.1	52.6	49	28	24.3
118	piano 6	68.3	59.7	52.1	48.5	28.2	24.5
119	piano terra	69.7	62.5	55.8	52.2	53.5	49.8
119	piano 1	70.1	62.4	55.5	52	53.3	49.6
119	piano 2	69.9	62	55.1	51.6	53.1	49.4
119	piano 3	69.5	61.7	54.7	51.2	52.8	49.1
119	piano 4	69	61.9	54.2	50.7	52.4	48.7
119	piano 5	68.6	60.8	53.7	50.1	52	48.3
120	piano terra	66.1	59.9	56.7	53.7	56.3	52.7
120	piano 1	66.6	60.2	56.5	53.4	56.1	52.4
120	piano 2	66.5	60	56	52.9	55.6	51.9
120	piano 3	66.2	59.6	55.5	52.4	55.1	51.4
120	piano 4	65.6	59	54.8	51.8	54.4	50.8
120	piano 5	65.1	58.4	54.2	51.1	53.8	50.2
120	piano 6	64.6	57.9	53.6	50.6	53.3	49.6
120	piano 7	64	57.2	52.5	49.4	52.2	48.5
121	piano terra	54.3	50.8	38.9	35.1	0	0
121	piano 1	54.7	50.8	38.9	35	0	0
122	piano terra	59.6	58.4	44.4	40.6	0	0
122	piano 1	59.3	57.6	43.2	39.3	0	0
123	piano terra	57.9	50.2	31.8	27.9	0	0

Nome	Piano	Scenario di progetto		Contributo Tramvia Linea verde		Contributo Tramvia Linea rossa	
		L(6-22)	L(22-6)	L (6-22)	L (22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)
		[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]
124	piano terra	60.8	53	24.5	20.6	0	0
124	piano 1	62.3	54.6	25.7	21.9	0	0
125	piano terra	58.1	50.4	22	18.1	0	0
125	piano 1	59.1	51.3	22.2	18.3	0	0
125	piano 2	60.1	52.3	22.8	18.9	0	0
125	piano 3	60.6	52.9	23.8	19.9	0	0
126	piano terra	55.8	48.1	29.4	25.5	0	0
126	piano 1	56.7	49	29.3	25.5	0	0
127	piano terra	65.3	64.9	51.4	47.5	0	0
127	piano 1	65.2	64.8	50.9	47.1	0	0
128	piano terra	56.7	54.4	39.8	35.9	0	0
128	piano 1	56.7	53.7	39.3	35.4	0	0
129	piano terra	58	50.5	36.2	32.3	18.7	14.9
129	piano 1	58.4	50.9	35.8	32	20.7	17
129	piano 2	58.2	50.8	35.5	31.6	21.2	17.5
129	piano 3	57.9	50.5	35.6	31.7	21.3	17.6
129	piano 4	57.5	50.1	36.6	32.7	21.5	17.7
130	piano terra	54.7	47.6	37.4	33.5	16.8	13.1
130	piano 1	56.5	49.3	37.3	33.4	19.1	15.3
131	piano terra	56.4	49.4	42	38.1	9.4	5.7
131	piano 1	57.3	50.2	41.3	37.5	10.6	6.8
Centro Sociale Anziani Autogestito Corti	piano terra	41.5	36.2	33.5	29.6	0	0
ECIPAR Regionale	piano terra	45.6	38.6	27.6	23.7	0	0
Istituto Comprensivo 4 Bologna	piano terra	48.2	41	28.6	24.7	0	0
Istituto comprensivo n. 15	piano terra	49.8	42.1	24.9	21.1	19.2	15.4
Istituto Professionale Aldrovandi Rubbia	piano terra	62.8	54.3	32.3	28.7	21.3	17.6
Istituto Salesiano della Beata Vergine d	piano terra	59	51.5	44.7	41.6	44.3	40.6
Istituto San Vincenzo Paoli	piano terra	58.8	51.1	46	42.4	25.7	22
Liceo Galvani Succursale	piano terra	64.4	56.3	27	23.5	19.4	15.7
Liceo Scientifico Statale Albert Bruce Sabin	piano terra	65.2	61	56.5	53.4	56.1	52.4
Nido di infanzia comunale Papini	piano terra	51.7	44.3	34.2	30.7	33	29.3

Nome	Piano	Scenario di progetto		Contributo Tramvia Linea verde		Contributo Tramvia Linea rossa	
		L(6-22)	L(22-6)	L(6-22)	L(22-6)	Lim(6-22)	Lim(22-6)
		[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]
Scuola Materna Comunale Mago Merlino	piano terra	51.5	43.4	16.5	13.2	19.2	15.5
Scuola Materna Statale Villa Salina	piano terra	54.3	47	32.9	29	0	0
Scuola Media Testoni Fioravanti	piano terra	48.5	41.4	39.8	36	28.1	24.4
Scuola Primaria Edmondo de Amicis	piano terra	53.9	48.1	46.7	43.6	46.3	42.6
Scuole Pubbliche Elementari Via A. de Vincenzo	piano terra	54.1	46.3	39.6	36.5	39.3	35.6
Scuole Pubbliche/Nido D'Infanzia Comunale	piano terra	55.1	47.5	42.1	38.2	0	0
201	piano terra	63.3	55.6	0	0	0	0
201	piano 1	64.4	56.7	0	0	0	0
201	piano 2	64.6	56.8	0	0	0	0
201	piano 3	64.4	56.7	0	0	0	0
202	piano terra	64.5	56.8	0	0	0	0
202	piano 1	64.9	57.2	0	0	0	0
202	piano 2	64.7	57.1	0	0	0	0
203	piano terra	60.6	52.8	0	0	0	0
203	piano 1	61.8	53.9	0	0	0	0
203	piano 2	61.9	54.1	0	0	0	0
203	piano 3	61.8	54	0	0	0	0
204	piano terra	58.2	50.4	0	0	0	0
204	piano 1	59.4	51.6	0	0	0	0
204	piano 2	60.1	52.4	0	0	0	0
204	piano 3	60.3	52.6	0	0	0	0
204	piano 4	60.4	52.6	0	0	0	0
204	piano 5	60.3	52.6	0	0	0	0
204	piano 6	60.2	52.4	0	0	0	0
204	piano 7	60.1	52.4	0	0	0	0
204	piano 8	60	52.3	0	0	0	0
204	piano 9	59.9	52.2	0	0	0	0
204	piano 10	59.9	52.1	0	0	0	0
205	piano terra	68.2	59.8	0	0	13.5	9.8
205	piano 1	67.3	58.9	0	0	13.3	9.6
205	piano 2	66	57.6	0	0	13.5	9.8

Nome	Piano	Scenario di progetto		Contributo Tramvia Linea verde		Contributo Tramvia Linea rossa	
		L(6-22)	L(22-6)	L (6-22)	L (22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)
		[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]
206	piano terra	64.8	57.1	0	0	14.2	10.4
206	piano 1	64.7	57	0	0	15.2	11.4
206	piano 2	64.2	56.4	0	0	14.3	10.6
207	piano terra	68.3	60.6	0	0	-14.1	-17.9
207	piano 1	68.9	61.2	0	0	-13.1	-17
208	piano terra	60.8	53	0	0	0	0
208	piano 1	61.9	54.1	0	0	0	0
208	piano 2	62.4	54.6	0	0	0	0
209	piano terra	58.5	50.9	0	0	0	0
209	piano 1	58.4	50.8	0	0	0	0
209	piano 2	57.8	50.3	0	0	0	0
210	piano terra	61.7	54	0	0	0	0
210	piano 1	60.4	52.7	0	0	0	0
210	piano 2	58.8	51.2	0	0	0	0
211	piano terra	56.5	48.8	0	0	0	0
211	piano 1	58.3	50.5	0	0	0	0
211	piano 2	59.4	51.6	0	0	0	0
211	piano 3	59.7	52	0	0	0	0
212	piano terra	57	49.8	0	0	0	0
212	piano 1	57.4	50	0	0	0	0
212	piano 2	57.6	50.2	0	0	0	0
212	piano 3	57.8	50.3	0	0	0	0
212	piano 4	57.9	50.5	0	0	0	0
212	piano 5	58.2	50.7	0	0	0	0
213	piano terra	59.8	51.8	0	0	13.3	9.6
214	piano terra	65.1	57.2	0	0	14.3	10.6
215	piano terra	62.7	54.9	0	0	6.8	3.1
216	piano terra	61.2	53.5	0	0	8.9	5.2
217	piano terra	64.9	57.2	0	0	3	-0.7
218	piano terra	69.3	61	0	0	5.1	1.5
219	piano terra	68.5	60.4	0	0	-11.7	-15.5
220	piano terra	70.6	62.6	0	0	0	0
221	piano terra	71	63	0	0	0	0

Nome	Piano	Scenario di progetto		Contributo Tramvia Linea verde		Contributo Tramvia Linea rossa	
		L(6-22)	L(22-6)	L (6-22)	L (22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)
		[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]
222	piano terra	72.2	64.2	0	0	0	0
223	piano terra	74.5	66.5	0	0	0	0
224	piano terra	66.9	59	0	0	0	0
225	piano terra	62.8	54.9	0	0	0	0
226	piano terra	73.9	66.2	0	0	0	0
227	piano terra	67.4	59.3	0	0		
227	piano 1	67.4	59.3	0	0		
227	piano 2	66.7	58.6	0	0		
227	piano 3	66	57.9	0	0		
132	piano terra	51	46.1	49.3	45.5	0	0
133	piano terra	55.6	50.7	54	50.2	0	0
133	piano 1	55.8	50.7	53.8	50	0	0
134	piano terra	49.2	44.6	47.6	43.9	0	0
134	piano 1	49.5	44.6	47.3	43.5	0	0
135	piano terra	51.1	46.5	49.3	45.5	0	0
135	piano 1	51.6	46.7	49.2	45.4	0	0
136	piano terra	46.7	42.3	43.7	40	0	0
136	piano 1	47	42.2	43	39.3	0	0
136	piano 2	47.6	42.8	43.4	39.7	0	0
136	piano 3	48.2	43.5	43.6	39.9	0	0
136	piano 4	49.2	44.4	43.9	40.1	0	0
137	piano terra	48.7	44.3	46.3	42.7	0	0
137	piano 1	49.4	44.8	46.3	42.7	0	0
137	piano 2	50.2	45.5	47	43.4	0	0
137	piano 3	50.4	45.8	47.1	43.5	0	0
137	piano 4	50.8	46.1	47.1	43.5	0	0
138	piano terra	54.3	49.9	52.7	49.1	0	0
138	piano 1	54.7	49.9	52.5	48.9	0	0
138	piano 2	54.6	49.8	52.3	48.7	0	0
138	piano 3	54.4	49.6	52	48.4	0	0
139	piano terra	47	42.3	44.9	41.1	0	0
139	piano 1	47.7	42.9	45	41.2	0	0
139	piano 2	48.8	43.7	45.2	41.4	0	0

Nome	Piano	Scenario di progetto		Contributo Tramvia Linea verde		Contributo Tramvia Linea rossa	
		L(6-22)	L(22-6)	L (6-22)	L (22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)
		[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]
140	piano terra	50.1	45.4	48.4	44.7	0	0
140	piano 1	50.2	45.3	48	44.4	0	0
141	piano terra	50.7	46.3	49	45.4	0	0
141	piano 1	50.6	46.1	48.6	45	0	0
142	piano terra	52.7	48.1	50.6	46.9	0	0
142	piano 1	52.9	48.1	50.3	46.6	0	0
142	piano 2	53.3	48.3	50.4	46.8	0	0
142	piano 3	53.4	48.3	50.3	46.7	0	0
142	piano 4	53.6	48.4	50.2	46.5	0	0
142	piano 5	53.6	48.4	50	46.4	0	0
142	piano 6	53.7	48.4	49.8	46.2	0	0
142	piano 7	53.7	48.4	49.6	46	0	0
142	piano 8	53.6	48.2	49.4	45.8	0	0
143	piano terra	63.9	55.3	33.3	29.4	26.3	22.6
143	piano 1	65.3	56.6	32.3	28.5	25.8	22.1
143	piano 2	65.5	56.8	32.3	28.5	25.8	22.1
143	piano 3	65.4	56.7	32.4	28.6	25.7	22
143	piano 4	65.2	56.5	33.5	29.6	27.1	23.3
144	piano terra	65.5	57.3	37.7	33.8	37.6	33.9
144	piano 1	67.2	58.6	36.3	32.4	36.8	33.1
144	piano 2	67.1	58.5	36.1	32.2	36.3	32.5
144	piano 3	66.7	58	36.2	32.4	36	32.2
144	piano 4	66.3	57.6	36.3	32.5	35.8	32.1
144	piano 5	65.9	57.2	36.6	32.7	35.7	32
145	piano terra	65.4	57.5	47.9	44.1	40.4	36.6
146	piano terra	61.3	54.4	46	42.4	52.2	48.5
146	piano 1	61.8	54.6	45.7	42	51.9	48.2
146	piano 2	62	54.7	45.6	41.9	51.8	48.1
146	piano 3	62.3	54.8	45.5	41.9	51.7	47.9
146	piano 4	62.8	55.1	45.4	41.8	51.5	47.8
146	piano 5	62.8	55.1	45.3	41.7	51.3	47.6
147	piano terra	65.1	57.3	38.7	34.8	53.6	49.9
147	piano 1	66.5	58.5	37.4	33.5	53.3	49.7

Nome	Piano	Scenario di progetto		Contributo Tramvia Linea verde		Contributo Tramvia Linea rossa	
		L(6-22)	L(22-6)	L (6-22)	L (22-6)	Lim (6-22)	Lim (22-6)
		[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]
147	piano 2	66.7	58.6	37	33.1	53.2	49.6
147	piano 3	66.5	58.4	36.9	33.1	53.1	49.4
147	piano 4	66.3	58.2	37	33.1	53	49.3
147	piano 5	66.1	58	36.2	32.4	52.7	49.1
147	piano terra	68.2	60.7	51.2	47.3	15.1	11.3
147	piano 1	68.8	61.2	52.4	48.5	15.2	11.4
148	piano terra	66.9	59.3	45.6	41.7	0	0
148	piano 1	67.9	60.2	45.3	41.4	0	0
148	piano 2	68.3	60.6	45.8	41.9	0	0

Punto 15. la valutazione acustica evidenzia alcuni aumenti dei livelli sonori rispetto allo scenario attuale dovuti all'esercizio della linea verde, precisamente nei tratti di via Ferrarese e di via Byron, per i quali nella documentazione presentata viene specificato che "si potranno valutare opportuni accorgimenti...". Integrare la documentazione, prevedendo fin da ora le misure di mitigazione necessarie per contenere l'impatto acustico nei due tratti stradali, stimandone, con il modello di simulazione utilizzato, i relativi benefici;

È stata eseguita una micro simulazione della zona considerando la realizzazione di un manto stradale fono assorbente lungo Via Sant'Anna, Via Byron e Via Goethe, unitamente ad una diminuzione della velocità di transito della tramvia di circa 10 Km/h.

Nelle mappe acustiche che seguono si riporta il confronto tra lo scenario attuale e lo scenario di progetto con mitigazioni, nel periodo di riferimento diurno e notturno, dalle quali si osserva un generale miglioramento del clima acustico a seguito delle mitigazioni modellate. Presso i recettori 110, 111 e 112 si osserva, nel solo periodo di riferimento notturno, una variazione positiva della pressione acustica nello scenario di progetto, ma risultano rispettati i valori limite assoluti di immissione del rumore prodotto dall'infrastruttura tramvia e dal traffico stradale pubblico e privato all'interno della fascia di prospicenza.

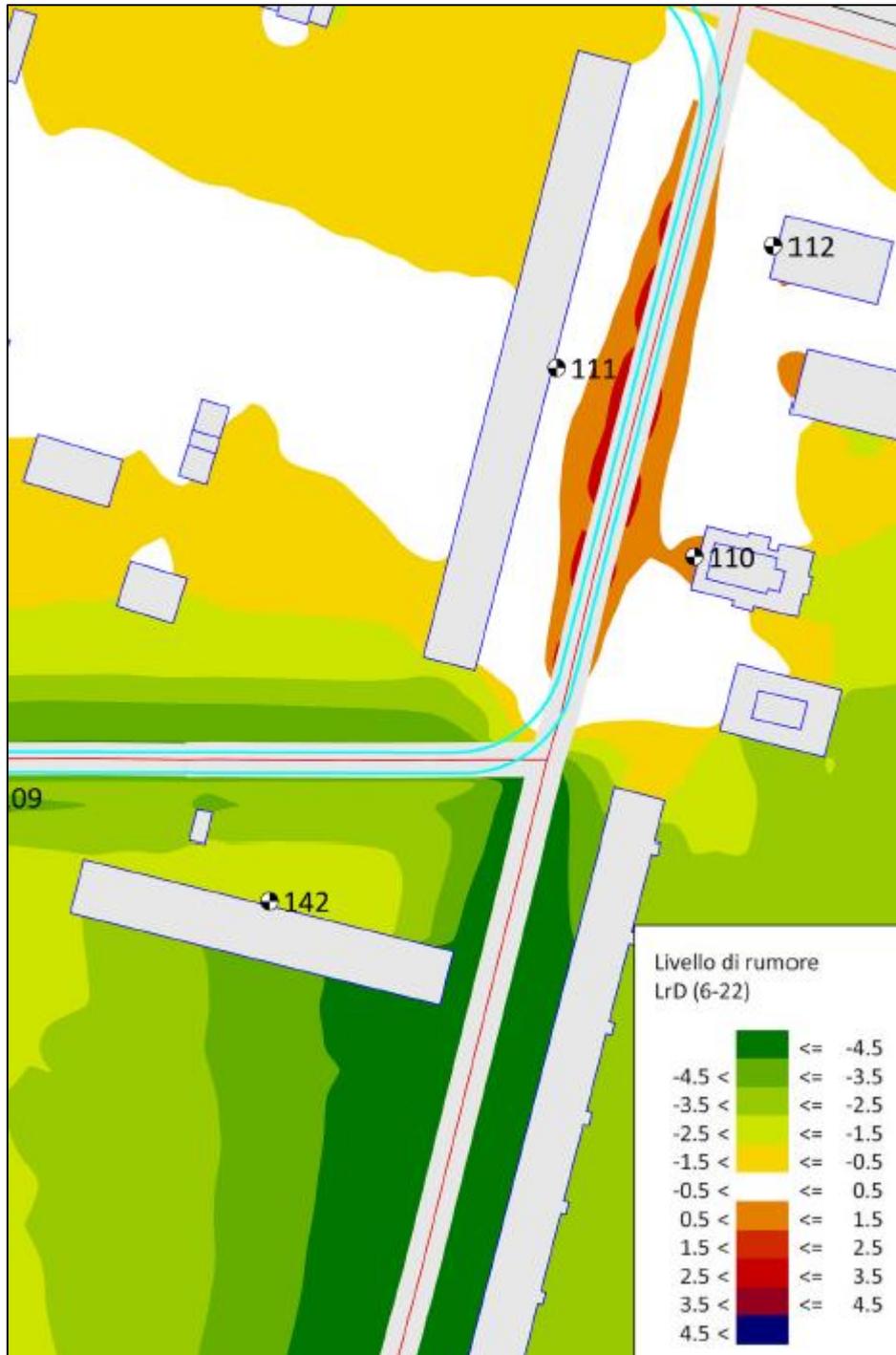


Figura 28 -Mappa di confronto scenario attuale e scenario di progetto con mitigazioni (periodo di riferimento diurno)

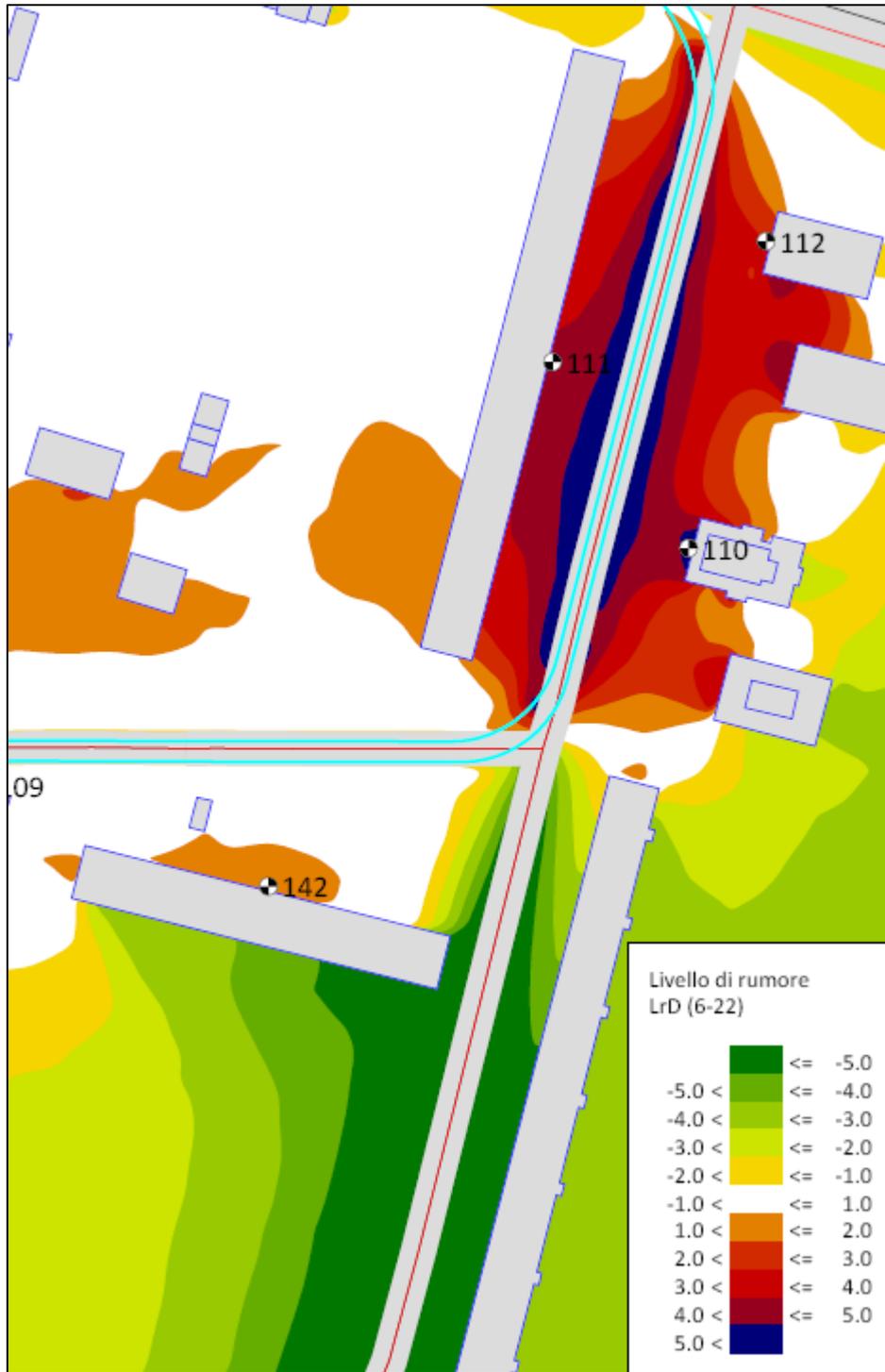


Figura 29 -Mappa di confronto scenario attuale e scenario di progetto con mitigazioni (periodo di riferimento notturno)

E' stata eseguita una micro simulazione della zona di Via Ferrarese, considerando la realizzazione di un manto stradale fono assorbente nel tratto di Via Ferrarese compreso tra Via Serlio e Via Donato Creti, nel tratto di Via Algardi compreso tra Via Ferrarese e Via Raimondi e nel tratto di Via Raimondi compreso tra Via Donato Creti e Via Ferrarese; inoltre è stata ridotta la velocità di transito della tramvia di circa 10 Km/h lungo il medesimo tratto di Via Ferrarese ed in prossimità di Piazza dell'Unità. Nelle mappe acustiche che seguono si riporta il confronto tra lo scenario attuale e lo scenario di progetto con mitigazioni, nel periodo di riferimento diurno e notturno, dalle quali si osserva un generale miglioramento del clima acustico a seguito delle mitigazioni modellate.

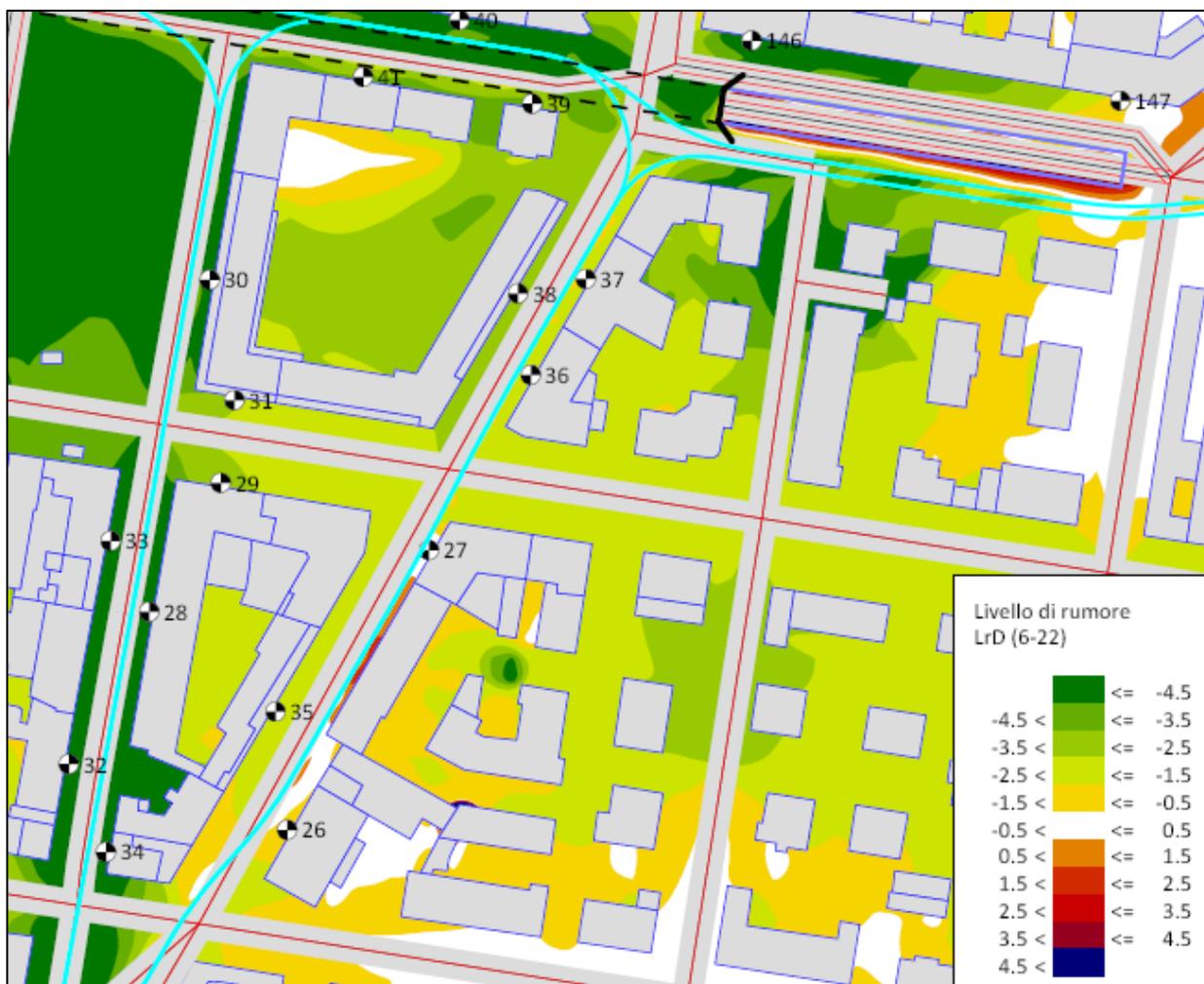


Figura 30 -Mappa di confronto scenario attuale e scenario di progetto con mitigazioni (periodo di riferimento diurno)

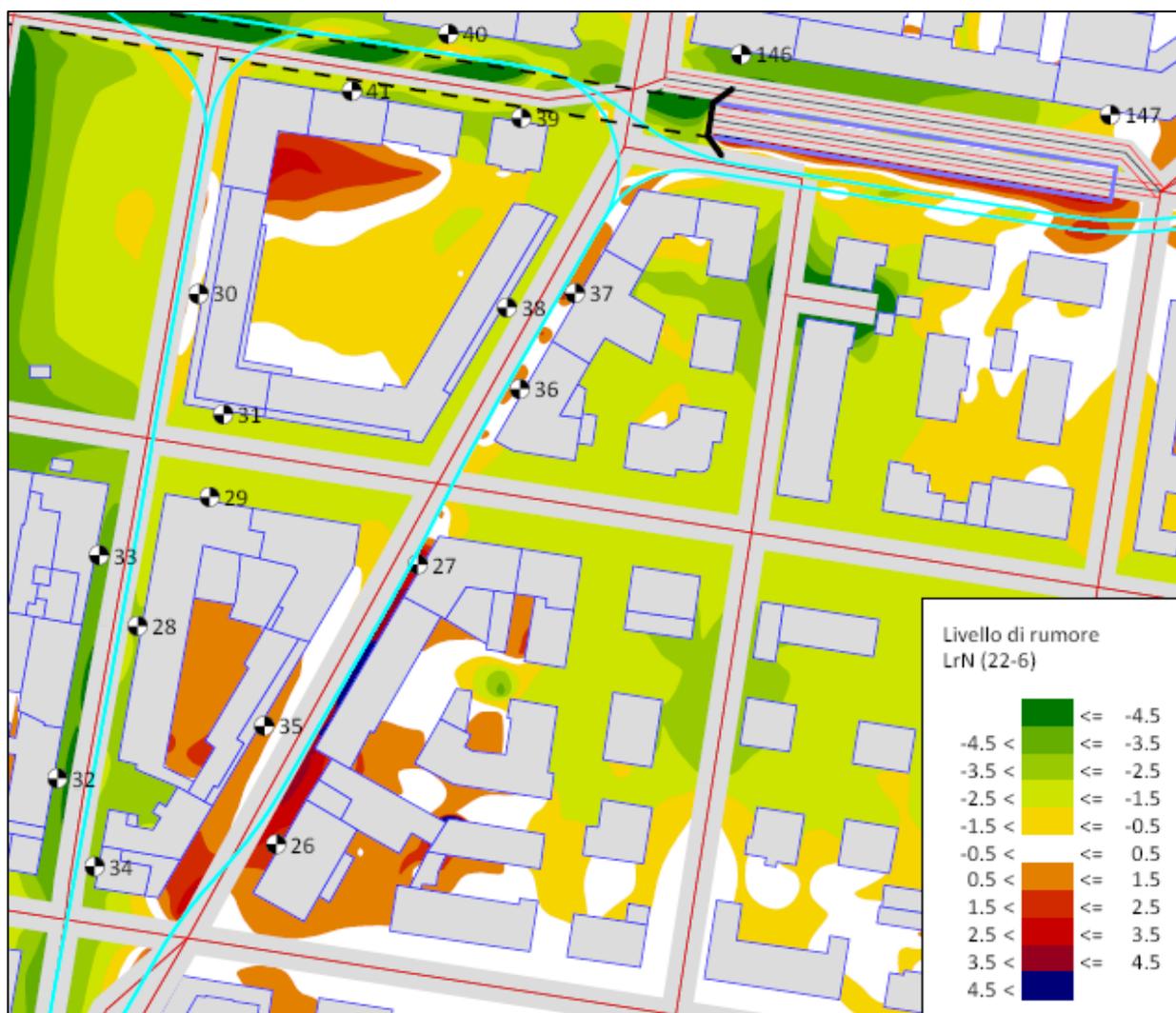


Figura 31 -Mappa di confronto scenario attuale e scenario di progetto con mitigazioni (periodo di riferimento notturno)

Punto 16. nella tavola 6 di 7 dell'allegato 10, che riporta le simulazioni acustiche dello scenario comparativo tra stato attuale e stato di progetto nel periodo notturno, si evidenziano significativi aumenti dei livelli sonori per alcuni ricettori ubicati nella zona di via Sant'Anna, a nord ed a sud della stessa strada. Tali ricettori non sono tuttavia stati indagati puntualmente nel modello di simulazione. Pertanto, integrare le valutazioni, inserendo nell'analisi anche i ricettori precedentemente identificati, stimando l'incremento dei livelli acustici e precisando se tale incremento sia dovuto all'esercizio della linea verde. In tal caso sarà necessario individuare idonee misure mitigative;

È stata eseguita una micro simulazione della zona considerando la realizzazione di un manto stradale fono assorbente lungo Via Sant'Anna, Via Byron e Via Goethe, unitamente ad una diminuzione della velocità di transito della tramvia di circa 10 Km/h. Nelle mappe acustiche che seguono si riporta il confronto tra lo scenario attuale e lo scenario di progetto con mitigazioni, nel periodo di riferimento diurno e notturno.

Inoltre, nella suddetta area sono stati inseriti ulteriori recettori puntuali, i cui valori sono stati riportati al punto 14 del presente documento.

Presso i recettori 110, 111 e 112 si osserva, nel solo periodo di riferimento notturno, una variazione positiva della pressione acustica nello scenario di progetto, ma risultano rispettati i valori limite assoluti di immissione del rumore prodotto dall'infrastruttura tramvia e dal traffico stradale pubblico e privato all'interno della fascia di prospicenza.



Figura 32 -Mappa di confronto scenario attuale e scenario di progetto con mitigazioni (periodo di riferimento diurno)

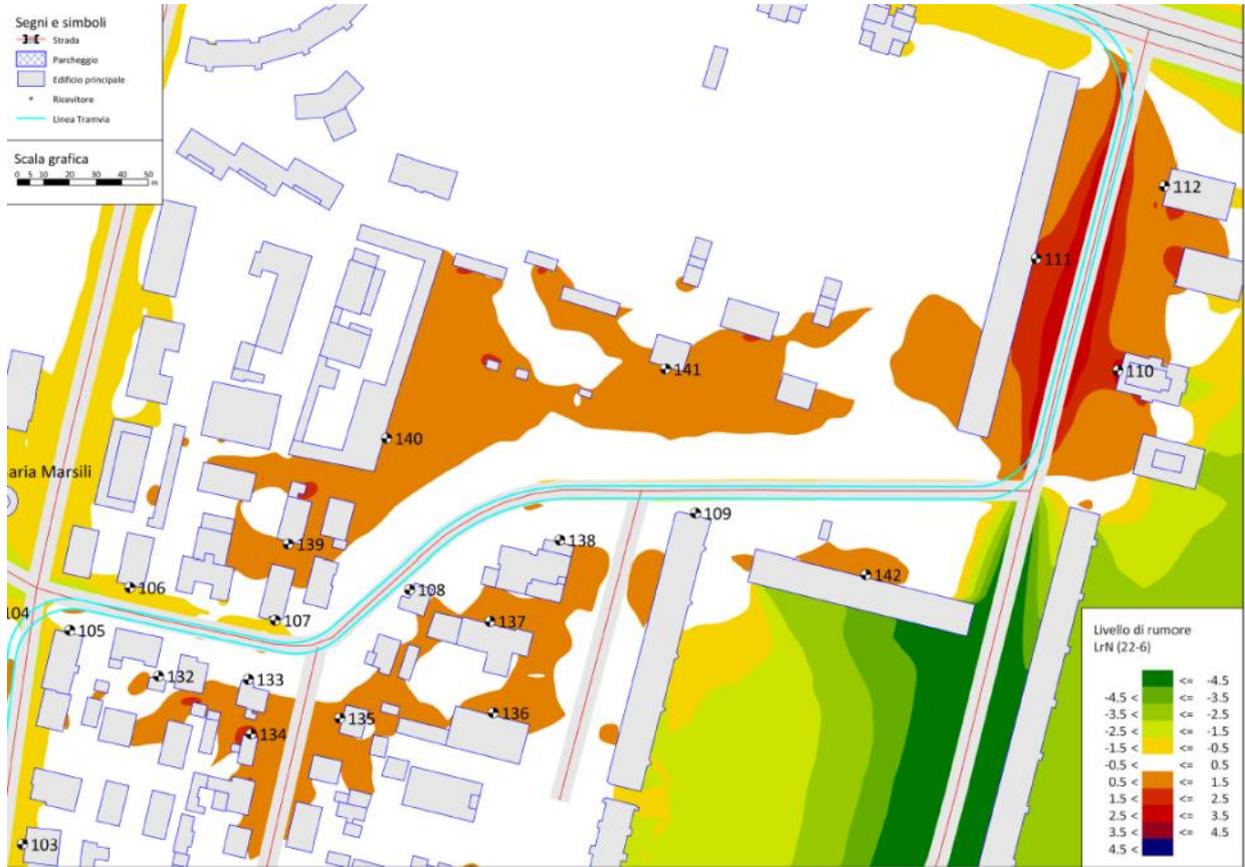


Figura 33 -Mappa di confronto scenario attuale e scenario di progetto con mitigazioni (periodo di riferimento notturno)

Punto 17. specificare il numero di transiti previsti nel periodo di riferimento notturno, in relazione a quanto indicato a pag. 493 dello Studio Preliminare Ambientale: “Per il periodo di riferimento notturno il contributo è stato stimato su un numero di viaggi sensibilmente inferiore (13% circa) rispetto al periodo diurno in quanto durante il suddetto periodo il passaggio dei mezzi risulta ridotto”;

Per la linea Verde sono previsti 348 transiti per direzione durante l’arco di servizio giornaliero. Di questi:

- Un massimo di 4 transiti per direzione (a seconda della posizione del punto d’analisi rispetto all’orario di servizio) si svolgono tra l’inizio del servizio e le ore 6:00;
- Un minimo di 318 per direzione tra le 6:00 e le 22:00;
- Un massimo di 26 per direzione tra le 22:00 e il termine del servizio.

Complessivamente 30 transiti per direzione si svolgono in fascia notturna rispetto ai 318 della fascia diurna. Si trova quindi:

$$\text{Rateo notturno} = \frac{30 \times 2}{348 \times 2} = \frac{60}{696} \sim 8\%$$

Nello studio si è considerato anche le uscite e i rientri notturni (cautelativamente rispetto alla stima dell’impatto, giacché in realtà non sono viaggi aggiuntivi ma effettuati in servizio, all’andata la mattina e al rientro la sera) si trova:

$$\text{Rateo notturno} = \frac{60 + 28}{696} = \frac{88}{696} = 12,6\% \sim 13\%$$

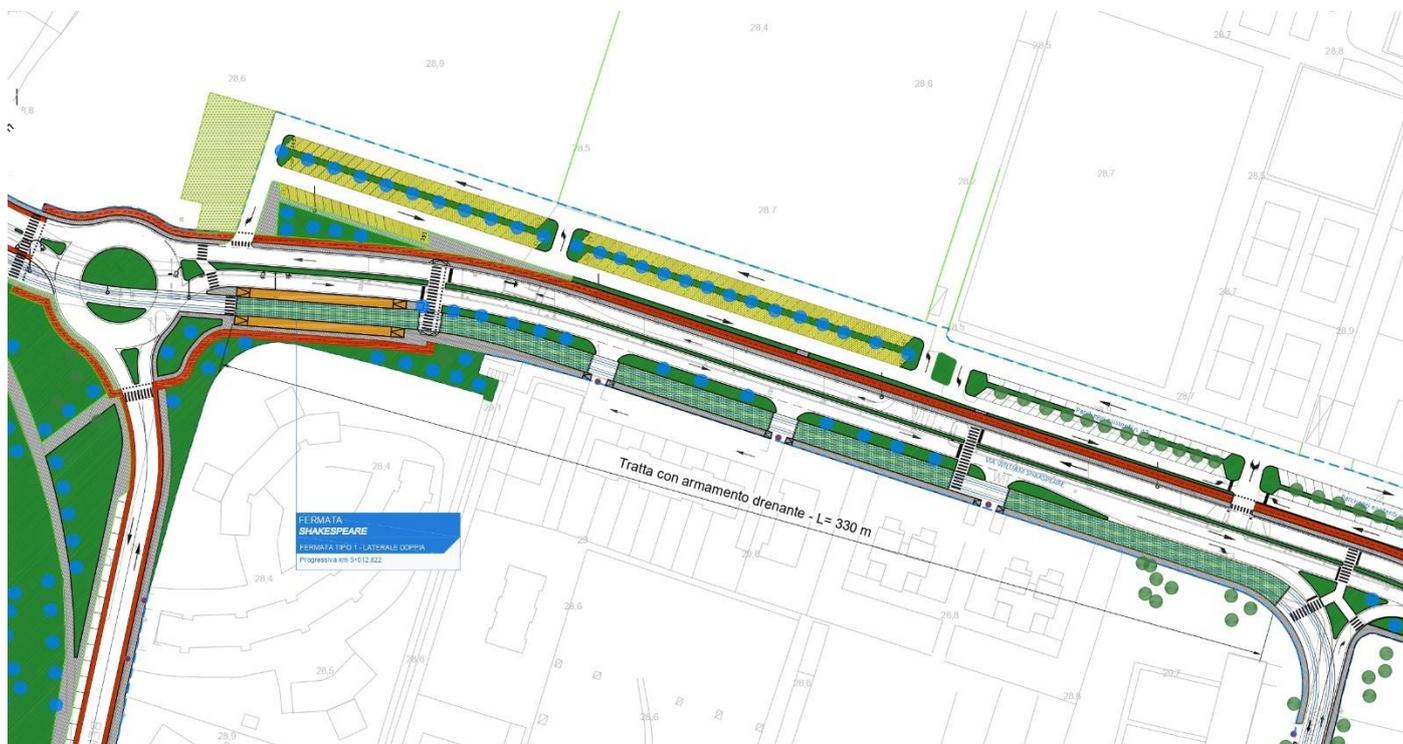
Che è il rapporto indicato nello Studio Preliminare Ambientale.

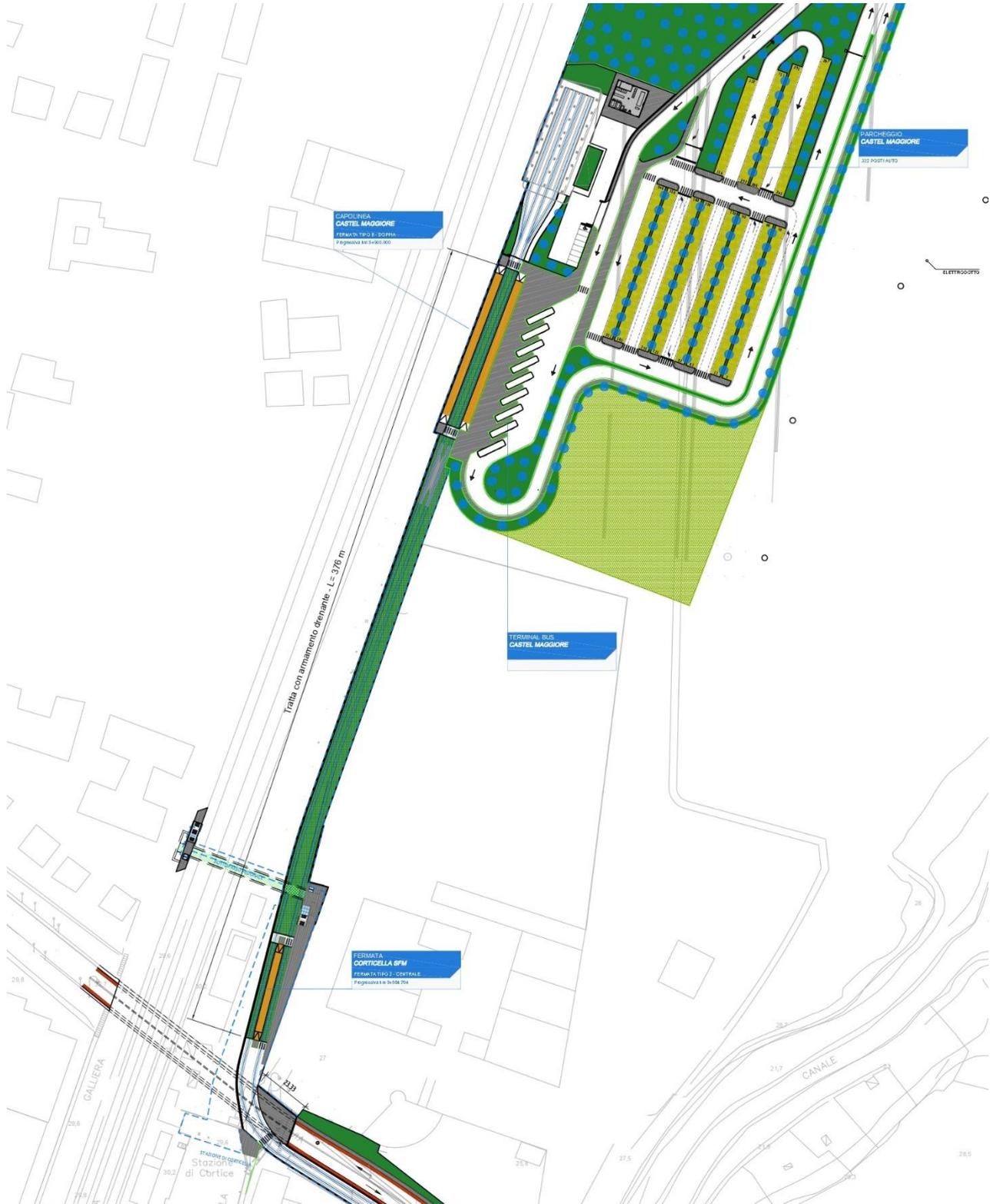
Punto 18. *precisare quali tratti di linea siano previsti con sottofondo inerbito e di valutare se ci sia la possibilità di realizzarne ulteriori;*

Le tratte in cui è stato adottato un armamento drenante con superficie inerbita sono due:

- lungo via Shakespeare tra l'incrocio con via Byron e la fermata "Shakespeare" collocata prima della rotatoria ubicata all'intersezione con via Bentini (della lunghezza pari a 330 m);
- lungo il tratto terminale della linea tra la fermata "Corticella SFM" e il capolinea "Castel Maggiore" (per una lunghezza pari a ca. 376 m).

Sarà molto difficile prevedere ulteriori tratte con armamento a finitura inerbita, in quanto questa ultima caratteristica della sede drenante non ne permette il transito ai mezzi di soccorso. Tuttavia, essendo la nuova sede tranviaria affiancata da una sezione stradale che quasi sempre prevede una singola corsia di marcia, e spesso in un'unica direzione, la conformazione della nuova sezione stradale impone la necessità che i mezzi di soccorso, qualora impediti a transitare sulla corsia stradale, debbano poter utilizzare la sede tranviaria per raggiungere la loro destinazione finale.





Punto 19. in relazione alla previsione dei due sottovia: Via Mazza presso Piazza dell'Unità e sottoattraversamento di Tangenziale-Autostrada, si evidenzia che tali configurazioni stradali possono essere, in fase di esercizio, fonte di innalzamento dei livelli sonori nelle zone degli imbocchi: pertanto, valutare le possibili misure di mitigazione acustica in tali zone;

È stata eseguita una micro-simulazione dell'impatto acustico agli imbocchi del sottopasso di Via Mazza considerando il trattamento fonoassorbente della sezione di imbocco/uscita. Nelle mappe acustiche che seguono si riporta il confronto tra lo scenario attuale e lo scenario di progetto con mitigazioni, nel periodo di riferimento diurno e notturno e si osserva un generale miglioramento del clima acustico a seguito delle mitigazioni modellate.



Figura 34 -Mappa di confronto scenario attuale e scenario di progetto con mitigazioni (periodo di riferimento diurno)



Figura 35 -Mappa di confronto scenario attuale e scenario di progetto con mitigazioni (periodo di riferimento notturno)

È stata eseguita una micro simulazione dell'impatto acustico agli imbocchi del sotto attraversamento della tangenziale/autostrada considerando il trattamento fonoassorbente della sezione di imbocco/uscita.

Nelle mappe acustiche che seguono si riporta il confronto tra lo scenario attuale e lo scenario di progetto con mitigazioni, nel periodo di riferimento diurno e notturno e si osserva un generale miglioramento del clima acustico a seguito delle mitigazioni modellate.

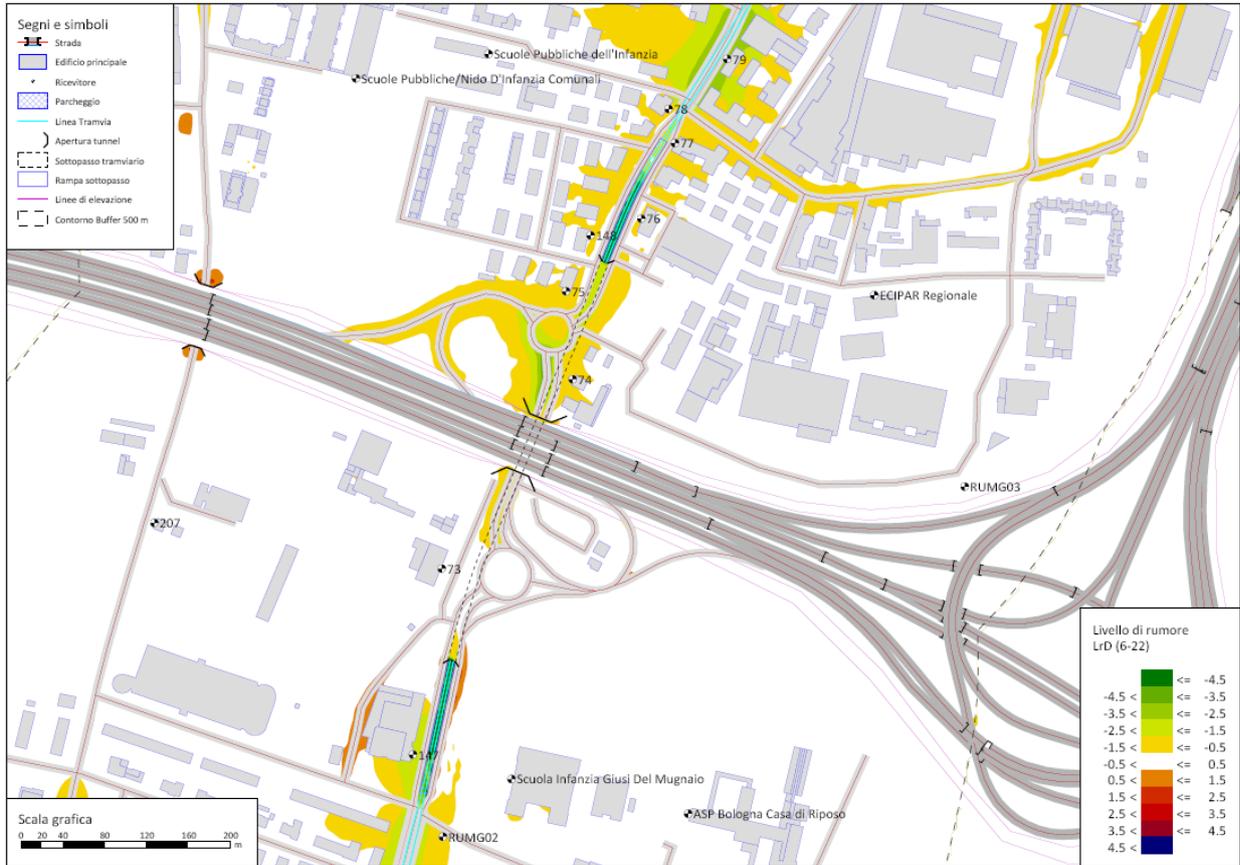


Figura 36 -Mappa di confronto scenario attuale e scenario di progetto con mitigazioni (periodo di riferimento diurno)



Figura 37 -Mappa di confronto scenario attuale e scenario di progetto con mitigazioni (periodo di riferimento notturno)

Punto 20. è necessario che venga eseguito e prodotto un approfondimento degli impatti in fase di cantiere relativi alla realizzazione dei due nuovi sottovia (via Mazza e via Corticella) e del rifacimento del sottovia in via Corticella in corrispondenza della linea ferroviaria; dovranno inoltre essere individuate tutte le possibili mitigazioni, per il rumore e le vibrazioni, a protezione dei ricettori maggiormente interessati dalle lavorazioni;

Di seguito si illustrano i risultati dello studio previsionale sul rumore emesso in fase di cantiere e si descrivono le mitigazioni previste per ridurre l'impatto sulla popolazione residente e sui fruitori degli spazi commerciali posti lungo le direttrici della linea.

Sono stati valutati gli impatti sugli edifici circostanti generati dai cantieri di realizzazione delle principali opere d'arte poste lungo la linea tranviaria: il sottopasso di Via Mazza – Piazza

dell'Unità, il sovrappasso ferroviario di Via di Corticella ed il sottopasso sotto Via di Corticella in corrispondenza dell'uscita n° 6 della Tangenziale.

Nello studio sono state identificate le attività di cantiere a maggior impatto acustico. Esse sono legate sia al livello di emissione sonora, sia alla durata delle lavorazioni e vengono riportate, per completezza di informazione, nel paragrafo dedicato alle sorgenti sonore.

Per il calcolo del rumore emesso durante la realizzazione delle diverse opere sono state valutate le relative fasi di lavoro, individuando quelle più rumorose. Per tali fasi sono state individuate le sorgenti sonore attive con i relativi livelli di potenza sonora, ed inserite nel modello di simulazione nei cantieri citati, sui quali sono state effettuate simulazioni per consentire la determinazione dell'impatto acustico.

Limiti Di Zonizzazione

I dati derivanti dalle simulazioni sono stati messi a confronto con i limiti contemplati dalla zonizzazione acustica comunale, per verificare la necessità di deroghe.

Per quanto riguarda i limiti di zonizzazione delle aree simulate, nei cantieri di Via Mazza e dell'uscita 6 non sono previste lavorazioni in orario notturno, in questi casi vale per tutti i ricettori prossimi ai cantieri il limite diurno di 65 dB(A) della classe di zonizzazione IV, eccettuati i cantieri prossimi ad aree protette, scuole o parchi, dove vale il limite di 50 dB(A) della classe I: Scuola Media Testoni Fioravanti, Istituto Tecnico Industriale Aldini Valeriani, Parco Caserme Rosse (ospitante la Scuola d'infanzia Giusi del Mugnaio e la Casa di riposo Saliceto).

Nel cantiere del sovrappasso FFSS alcune lavorazioni saranno necessariamente effettuate in interruzione di linea, in orario notturno, il limite notturno per i ricettori non facenti parte dell'elenco dei ricettori sensibili è di 55 dB(A). I ricettori scolastici di notte non sono operativi per cui l'unico ricettore sensibile in orario notturno è la casa di riposo "Saliceto" sita presso il cantiere dell'uscita 6 che però non prevede lavorazioni in tale periodo temporale.

Cantieri puntuali lungo linea considerati nel presente studio

Lo studio è diretto all'analisi dell'impatto acustico causato dalla realizzazione delle tre principali opere d'arte lungo la linea verde.

Il primo cantiere è diretto alla realizzazione di un sottopasso stradale in Via Mazza, teso a risolvere le interferenze tra traffico autoveicolare e traffico tramviario.

Per quanto riguarda gli altri due cantieri, si tratta dell'attraversamento di due opere con andamento est – ovest, la linea ferroviaria e la A14 con la sua complanare, la tangenziale di Bologna.

Nel primo caso il sovrappasso della linea FFSS che corre in rilevato su Via di Corticella è già esistente, ma deve essere allargato per permettere il posizionamento dei binari della linea

tramviaria, mentre nel caso del sottopasso dell'A14 e della tangenziale di Bologna non è praticabile un allargamento del sottopasso a causa della necessità di permettere gli attraversamenti della carreggiata da parte dei veicoli diretti agli svincoli per cui si è optato per la realizzazione di una galleria per il tram sotto Via di Corticella con ingresso e uscita al di fuori dell'area degli svincoli.

Di seguito si riporta la descrizione dei cantieri e delle modalità di realizzazione delle opere (vedi elaborati contenuti nella cartella "Punto 09 – Fasi" – i tempi stimati preliminarmente e riportati nella trattazione seguente, andranno verificati e approfonditi nelle successive fasi di progettazione di dettaglio).

Cantiere sottopasso Via Mazza – Piazza dell'Unità

Questo cantiere è suddiviso in numerose fasi a causa della necessità di assicurare sempre la transitabilità delle strade, in primis Via di Corticella, ma anche l'asse Via Ferrarese, Via Mazza, Via Bolognese, che rappresenta una delle vie di accesso ai parcheggi di interscambio della Stazione Centrale di Bologna.

La durata complessiva del cantiere è prevista in circa nove mesi e mezzo; di seguito si riporta la descrizione dettagliata delle fasi di cantiere.

Fase 0 – spostamento linea tramviaria

Dato che si considera già in funzione la linea rossa, la prima fase di realizzazione detta fase 0 consisterà nella demolizione dei binari interferenti con i cantieri da realizzare e nella realizzazione di due collegamenti, a Via Matteotti e Via Ferrarese, che consentiranno il senso unico alternato ai tram nel tratto Via Matteotti - Via Ferrarese, escludendo dal tracciato Via Massa, evitando così di interrompere il servizio tramviario durante la realizzazione dell'opera.

Fase 1 - realizzazione pali su via Ferrarese da ambo i lati

Questa fase, della durata di circa 30 giorni sarà realizzata utilizzando due squadre al lavoro, una sul lato nord e l'altra sul lato sud, per realizzare le due palificate che formeranno le pareti della rampa di discesa, a cielo aperto, del sottopasso.

Fase 2 - realizzazione pali su via Mazza lato nord

In questa fase, il cantiere della fase 1 diventa il deposito per l'opera e viene allestito un cantiere sul lato nord di Via Mazza per la realizzazione del tratto di palificata (115 pali) della parete nord del sottopasso, che qui sarà in seguito tombato. Il traffico nei 30 giorni previsti per questa fase percorrerà il lato sud della strada in direzione est - ovest, come consueto.

Fasi 3a e 3b – cantieri di attraversamento strade nord - sud

Si tratta di due piccole lavorazioni, necessarie per realizzare i tratti di palificata che attraversano le strade con andamento nord-sud (Via Saliceto e Via di Corticella) che intersecano il sottopasso. Si tratta di una fase di breve durata, circa 10 giorni, che pertanto per la sua similitudine con le fasi già simulate si è scelto di non trattare in profondità.

Fase 4 - realizzazione pali su via Bolognese lato nord

Questa fase riguarda la realizzazione della palificata sul lato nord della rampa di uscita. E' importante perché impatta il ricettore sensibile Scuola media Testoni Fioravanti. La simulazione riguarda la perforazione dei pali di fronte alla parte di edificio scolastico prospiciente la rampa di uscita del sottopasso. Il traffico nei 27 giorni previsti per questa fase percorrerà il lato sud della strada in direzione est - ovest, come consueto.

Fase 5 - realizzazione pali su via Mazza lato sud

Questa fase del tutto analoga alla precedente fase 2, che vede il cantiere traslato sul lato opposto di Via Mazza per realizzare la palificata (115 pali) che costituirà la parete sud del sottopasso, non è stata simulata perché del tutto simile acusticamente a quella già simulata. Il traffico nei 30 giorni previsti per questa fase percorrerà il lato sud della strada in direzione est - ovest, come consueto.

Fase 6 - realizzazione pali su via Bolognese lato sud

Questa fase del tutto analoga alla precedente fase 4, che vede il cantiere traslato sul lato opposto di Via Bolognese per realizzare la palificata che costituirà la parete sud della rampa di uscita del sottopasso, non è stata simulata perché del tutto simile acusticamente a quella già simulata.

Fase 7a e 7b - realizzazione solettone su via Mazza

Per la realizzazione della fase 7a Via Mazza sarà chiusa al traffico e sarà aperto un cantiere che la occuperà completamente per circa 30 giorni per la realizzazione del solettone di copertura del sottopasso.

Terminata questa attività, nella fase 7b sarà realizzato l'ultimo breve tratto del solettone, quello che interessa l'attraversamento di Via di Saliceto. Per la realizzazione di questa fase via Mazza sarà già stata riaperta al traffico e sarà allestito un piccolo cantiere sull'incrocio della durata di 10 giorni.

Fase 8a - scavo della rampa di Via Ferrarese

In questa fase sarà scavata la rampa di discesa, a cielo aperto, poi al di sotto del solettone di copertura realizzato nelle fasi 7a e 7b sarà scavata la galleria. Al termine sarà realizzato il solettone di base, rifinite le pareti del sottopasso e smantellato il cantiere. La durata prevista di questa fase è di 70 giorni.

Fase 8b - scavo della rampa di Via Bolognese

In questa fase sarà scavata la rampa di uscita del sottopasso e al termine sarà realizzato il solettone di base in questo tratto e rifinite le pareti. Questa fase sarà completata insieme alla fase 8a perché sarà avviata dopo i primi 30 giorni di attività e durerà 40 giorni.

Cantiere Via di Corticella corrispondenza sovrappasso FFSS

Il sottopasso ferroviario in Via di Corticella è troppo stretto per permettere il passaggio della tramvia, per cui nella cantierizzazione è stato previsto il suo ampliamento.

Fase 0 – fase preparatoria delle attività di cantiere della durata di 7 giorni. Riassetto viario dell'area che include la chiusura di Via di Corticella ed il trasferimento dei flussi di traffico sulla parallela Via dell'Arcoveggio.

Fase 1 – ricostruzione sovrappasso ferroviario lato nord

Questa fase condensa tutte le lavorazioni sul lato nord del sovrappasso, dalla realizzazione di una deviazione dei binari che permette di escludere l'area del sovrappasso (4 giorni), l'esecuzione di una paratia di micropali a dividere longitudinalmente il ponte (20 giorni), la demolizione del ponte esistente (10 giorni), la realizzazione dello scatolare e dei muri laterali di contenimento del rilevato (20 giorni), la risistemazione della ferrovia (7 giorni).

La parte più impattante è la realizzazione della paratia di micropali, della lunghezza di 300 metri che deve essere realizzata in assenza di traffico ferroviario, quindi in orario notturno. E' stata prevista una finestra operativa di 4 ore per notte, durante la quale è prevista la realizzazione di 15 micropali. La durata di questa lavorazione è prevista in 20 notti.

Dovrà essere realizzato di notte anche la realizzazione dei deviatori provvisori e del binario di collegamento, della durata di 4 notti e l'esecuzione dei tiranti, per 7 notti.

La durata complessiva di questa prima fase è di circa 60 giorni.

Fase 2 – ricostruzione sovrappasso ferroviario lato sud

Questa seconda fase ripropone la stessa sequenza, esclusa la realizzazione della paratia di micropali al centro del ponte, della fase precedente

Fase 3 - finiture

Sono previsti circa 10 giorni di lavorazione che completeranno le operazioni di cantiere in questo sito.

In totale la durata del cantiere è prevista in 120 giorni.

Cantiere sottopasso Via di Corticella – uscita n° 6

In questo caso abbiamo tre macrofasi, suddivise in sottofasi per tenere conto della difficoltà nel mantenere attive tutte le direttrici di traffico.

Le macrofasi sono le seguenti:

fase 1 e 2 destinate alla realizzazione delle rampe di accesso sud e nord

fasi 3, 4, 5 e 6 destinate alla realizzazione dei pali del sottopasso

fasi 7 e 8 destinate alla realizzazione del solettone di copertura in più sezioni

fase 9 destinata allo scavo delle rampe e della galleria, alla realizzazione del solettone di base ed alla finitura delle pareti delle rampe e dello scatolare.

Fase 1 - Realizzazione micropali rampa sud

La prima fase vede la realizzazione di tutti i micropali della rampa sud, previo allargamento della carreggiata verso est per ospitare la corsia delle auto dirette a nord.

Questa fase vede la realizzazione di $320 \times 2 = 640$ micropali con due macchine in grado di eseguire 15 micropali al giorno, la durata prevista è di 20 giorni.

Fase 2- Realizzazione micropali rampa nord

In questa fase vengono realizzati tutti i micropali della rampa nord

Questa fase vede la realizzazione di $320 \times 2 = 640$ micropali con due macchine in grado di eseguire 15 micropali al giorno, la durata prevista è di 20 giorni.

Le successive fasi 3, 4, 5 e 6 sono dedicate alla realizzazione dei micropali del sottopasso. Dato che si è in corrispondenza di un importante svincolo, la necessità di non chiudere alcuno degli archi ha portato a realizzare questa parte dell'opera in quattro sottofasi distinte

Fase 3 - Realizzazione parziale micropali sottopasso

La durata di questa fase è 40 giorni.

Fase 4 - Realizzazione parziale micropali sottopasso

La durata di questa fase è 20 giorni.

Fase 5 - Realizzazione parziale micropali sottopasso

La durata di questa fase è 15 giorni.

Fase 6 - Realizzazione parziale micropali sottopasso

Fase 7 - realizzazione parziale solettone di copertura, quattro segmenti interrotti da tre varchi per permettere al traffico di attraversare la carreggiata per dirigersi ai vari svincoli.

La durata di questa fase è 40 giorni.

Fase 8

Completamento del solettone di copertura, tre segmenti corrispondenti ai tre varchi lasciati liberi nella fase precedente per permettere gli accessi agli svincoli.

La durata di questa fase è 30 giorni.

Fase 9

scavo delle rampe e della galleria da entrambe le direzioni e opere di finitura: solettone di base e completamento pareti scatolare e rampe.

La durata di questa fase è 45 giorni.

In totale la durata del cantiere è prevista in circa 10 mesi.

Ricettori sensibili posti in prossimità dei cantieri

Cantiere di Via Mazza / P.zza dell'Unità

Questo cantiere impatta un ricettore scolastico posto in corrispondenza della rampa di uscita del sottopasso su Via Franco Bolognese: la Scuola Media Testoni Fioravanti, facente parte dell'IC5.



Il fronte principale dell'edificio è posto su Via Antonio di Vincenzo, a sinistra nell'immagine sotto riportata, il lato corto visibile sulla destra, quello posto su Via Carlo Bolognese, è direttamente affacciato sulla parte terminale della rampa di uscita del sottopasso.

L'edificio di vecchia costruzione, eretto in muratura portante, ha infissi acusticamente non prestanti e non è dotato di impianti di raffrescamento; infatti, le finestre affacciate su Via Carlo Bolognesi, come si vede nell'immagine sotto, in estate vengono tenute aperte in quanto le aule, esposte a sud, sono investite direttamente dalla luce solare con conseguente surriscaldamento.



Sempre nei pressi del cantiere di Via Mazza, su Via di Saliceto al numero 8 è presente la Scuola Comunale dell'Infanzia, che però è efficacemente schermata dagli edifici posti tra la scuola ed il cantiere, risultando quindi non impattata, se non quando le macchine sono operative in corrispondenza all'incrocio tra Via Mazza e Via di Saliceto, situazione che si ripropone più volte nelle varie fasi, ma sempre per brevi periodi.

Cantiere del sovrappasso ferroviario di Via di Corticella

L'Istituto Tecnico Industriale Aldini Valeriani sito in Via Sario Bassanelli, costeggia Via di Corticella nel tratto prossimo al sovrappasso ferroviario.

Tuttavia, nel corso dei lavori il complesso scolastico sarà relativamente impattato dalle lavorazioni in quanto le più impattanti, ovvero la realizzazione della palificata, avverranno in orario notturno, le lavorazioni sul lato nord saranno in gran parte schermate dal rilevato ferroviario, per cui le lavorazioni in grado di impattare la scuola saranno, nella fase 2 la



demolizione del vecchio ponte e, marginalmente, la realizzazione dello scatolare del nuovo ponte e dei muri di sostegno laterali.

La demolizione del ponte è una lavorazione che impatterà per circa 10 giorni e potrà essere efficacemente mitigata facendo ricorso a barriere da cantiere.

La realizzazione del nuovo ponte e dei muri laterali, molto meno impattante dal punto di vista acustico potrà anche essa essere efficacemente schermata da barriere di cantiere.

Cantiere del sottopasso della Tangenziale / A14

In prossimità dell'uscita 6 della tangenziale, sul lato sud, si trova il parco Caserme Rosse, che ospita a sua volta al suo interno due ricettori sensibili, uno scolastico, la Scuola dell'infanzia Giusi del Mugnaio ed uno sanitario, la Casa di riposo Saliceto. L'asilo è ospitato in un vecchio edificio ad un piano con una area esterna rivolta verso Via di Corticella.





All'estremità est del parco, sul lato opposto rispetto a Via di Corticella, si trova la casa di riposo Saliceto. La distanza dall'area dei lavori va da 250 a 350 metri. L'altezza è di uno – due piani a seconda dei corpi di fabbrica ed è protetta da altri edifici e da vegetazione.

Sul lato nord dell'uscita 6 sono presenti altre strutture scolastiche, il Nido d'infanzia "La casina di Willy" in Via Marziale 4a, una scuola in Via Carlo Porta 1 attualmente chiusa, la scuola d'infanzia Comunale "Bruno Lanzarini", in Via Marziale 10, il Nido d'infanzia Comunale "Nuovo croce coperta" in Via Carlo Porta 9 e la scuola primaria "Nuovo croce Coperta" in Via Marziale 12.



Nido d'infanzia "La casina di Willy"

Situata a piano terra in un vecchio edificio a muratura portante è distante circa 75 metri del cantiere ed in alcune fasi è impattata dal rumore, quando le macchine operano nei pressi dell'estremità nord del cantiere.



Scuola d'infanzia Comunale "Bruno Lanzarini"

Edificio a due piani, immerso nel verde, distante circa 170 metri dal cantiere in posizione schermata acusticamente da un alto edificio, non risulta impattato.



Nido d'infanzia Comunale "Nuovo croce coperta"

Edificio ad un piano, immerso nel verde, distante circa 150 metri dal cantiere in posizione schermata acusticamente da un alto edificio, non risulta impattato.



Scuola primaria "Nuovo Croce Coperta"

Edificio di recente realizzazione, con infissi adeguati, situato a circa 290 metri dal cantiere in posizione schermata acusticamente, non risulta impattato.



Tutti gli edifici scolastici sopra riportati sono comunque in posizione laterale rispetto al cantiere, per cui saranno impattati solo marginalmente dai lavori.

Modello di simulazione utilizzato

La determinazione dei livelli di rumore indotti è stata effettuata con l'ausilio del modello previsionale di calcolo SoundPLAN 8.2.

La scelta di applicare tale modello di simulazione è stata effettuata in considerazione delle caratteristiche del modello, del livello di dettaglio che è in grado di raggiungere e, inoltre, della sua affidabilità ampiamente garantita dalle applicazioni già effettuate in altri studi analoghi.

SoundPLAN è un modello previsionale ad "ampio spettro" in quanto permette di studiare fenomeni acustici generati da rumore stradale, ferroviario, aeroportuale e industriale utilizzando di volta in volta gli standard internazionali più ampiamente riconosciuti.

Nel caso specifico si utilizza come riferimento la norma ISO 9613 "dedicata" al problema della propagazione in ambiente esterno.

Per quanto riguarda i cantieri per la realizzazione delle opere e dei manufatti in progetto, non essendo al momento possibile determinare le caratteristiche di dettaglio dei macchinari di cantiere, con le relative fasi di utilizzo (queste dipenderanno infatti dall'organizzazione propria dell'appaltatore), sono state eseguite le simulazioni ipotizzando quantità, tipologie e orari standard.

Per il calcolo del rumore emesso durante la realizzazione delle opere in progetto sono state valutate le relative fasi di lavoro, individuando quelle più impattanti; per tali fasi sono state individuate le sorgenti sonore attive con i relativi livelli di potenza sonora, ed inserite nel modello di simulazione SoundPLAN nei cantieri precedentemente e descritti.

NORMA ISO 9613

La norma internazionale ISO 9613 è dedicata alla modellizzazione della propagazione acustica nell'ambiente esterno, ma non fa riferimento alcuno a sorgenti specifiche di rumore (traffico, rumore industriale...), anche se è invece esplicita nel dichiarare che non si applica al rumore aereo (durante il volo dei velivoli) e al rumore generato da esplosioni di vario tipo. L'Unione Europea ha scelto tale norma come riferimento ad interim per la modellizzazione del rumore industriale. E' una norma di tipo ingegneristico rivolta alla previsione dei livelli sonori sul territorio, che prende origine da una esigenza nata dalla norma ISO 1996 del 1987, che richiedeva la valutazione del livello equivalente ponderato "A" in condizioni meteorologiche "favorevoli alla propagazione del suono"; la norma ISO 9613 permette, in aggiunta, il calcolo dei livelli sonori equivalenti "sul lungo periodo" tramite una correzione forfettaria.

La prima parte della norma (ISO 9613-1:1993) tratta esclusivamente il problema del calcolo dell'assorbimento acustico atmosferico, mentre la seconda parte (ISO 9613-2:1996) tratta in

modo complessivo il calcolo dell'attenuazione acustica dovuta a tutti i fenomeni fisici di rilevanza più comune, ossia:

- la divergenza geometrica;
- l'assorbimento atmosferico;
- l'effetto del terreno: le riflessioni da parte di superfici di vario genere;
- l'effetto schermante di ostacoli;
- l'effetto della vegetazione e di altre tipiche presenze (case, siti industriali).

La norma ISO, come abbiamo già rimarcato, non si addentra nella definizione delle sorgenti, ma specifica unicamente criteri per la riduzione di sorgenti di vario tipo a sorgenti puntiformi.

In particolare, viene specificato come sia possibile utilizzare una sorgente puntiforme solo qualora sia rispettato il seguente criterio:

$$d > 2 H_{\max}$$

dove d è la distanza reciproca fra la sorgente e l'ipotetico ricevitore, mentre H_{\max} è la dimensione maggiore della sorgente.

L'equazione che permette di determinare il livello sonoro $L_{AT}(DW)$ in condizioni favorevoli alla propagazione in ogni punto ricevitore è la seguente:

$$L_{AT}(DW) = L_w + D_c - A$$

dove L_w è la potenza sonora della sorgente (espressa in bande di frequenza di ottava) generata dalla generica sorgente puntiforme, D_c è la correzione per la direttività della sorgente e A l'attenuazione dovuti ai diversi fenomeni fisici di cui sopra, espressa da:

$$A = A_{div} + A_{atm} + A_{gr} + A_{bar} + A_{misc}$$

con

A_{div} attenuazione per la divergenza geometrica,

A_{atm} attenuazione per l'assorbimento atmosferico,

A_{gr} l'attenuazione per effetto del terreno,

A_{bar} l'attenuazione di barriere,

A_{misc} l'attenuazione dovuta agli altri effetti non compresi in quelli precedenti.

TIPOLOGIE DI SIMULAZIONI ESEGUITE

Sono state eseguite due tipi di simulazioni acustiche: mappe di rumore e livelli in facciata, i risultati sono stati raccolti nell'Allegato 1 "Tavole studio acustico della cantierizzazione".

MAPPE DI RUMORE

Le mappe di rumore sono state eseguite ad un'altezza dal suolo di 1,5 metri per rappresentare il clima acustico nel quale si troverebbe una persona all'aperto nei dintorni del cantiere. Ciò in considerazione del fatto che l'area interessata è densamente popolata, costituita da un fitto

tessuto edilizio, abitata da una elevata percentuale di stranieri e studenti universitari, con numerose attività commerciali, scuole, teatri, impianti sportivi e parchi pubblici, pertanto l'elevata presenza di ricettori a piedi, qualifica le aree circostanti i cantieri come ricettori dal punto di vista acustico.

LIVELLI DI RUMORE IN FACCIATA

A questo calcolo è stato affidato il compito di descrivere l'impatto acustico sui ricettori abitativi, fornendo le indicazioni di dettaglio sulla efficacia delle mitigazioni nel ridurre per quanto possibile, viste le difficili condizioni di propagazione, i livelli di pressione sonora.

RAPPRESENTAZIONE DEI DATI SIMULATI

Le tavole allegate presentano graficamente le informazioni ricavate dalle simulazioni, tale rappresentazione è stata preferita alla presentazione di tabelle numeriche perché fornisce maggiore immediatezza di lettura e permette di avere una percezione immediata dell'estensione dei fenomeni acustici.

Tutte le tavole contenute nel presente studio hanno la medesima scala cromatica per i livelli di pressione sonora in modo da essere immediatamente confrontabili tra loro. Inoltre la scala è suddivisa a step di 2,5 dB ognuno, partendo dai 50 dB(A) in modo da fornire, con un dettaglio intermedio, immediato confronto con i vari limiti di classificazione acustica.

Per ognuno dei tre cantieri puntuali simulati sono state presentate tavole rappresentanti le principali fasi di lavorazione simulate.

Per ogni fase è presentata una coppia di mappe isofoniche ricavate ad un'altezza di 1,5 metri da terra con il confronto tra il cantiere privo di protezioni e il cantiere protetto da barriere antirumore alte tre metri ed una coppia di mappe riportanti i livelli massimi in facciata nelle medesime condizioni. Da notare il fatto che in questa seconda serie di mappe il livello visualizzato è quello massimo dell'edificio, per cui in caso di utilizzo parziale dello stesso da parte di un ricettore sensibile non è detto che la facciata più esposta sia una di quelle associabili al ricettore sensibile.

Fa eccezione il cantiere del sovrappasso ferroviario, dove non potendosi inserire mitigazioni a causa della ridotta distanza tra il cantiere ed il binario in esercizio, ambedue le tipologie di indagine, mappa e livelli in facciata, sono state condensate in un'unica tavola.

In una successiva fase di progettazione, a lay-out dei cantieri più definito, si dovrà valutare la possibilità di inserire barriere acustiche più alte di tre metri, compatibilmente con le necessità di assicurarne la stabilità, in quanto le barriere da tre metri di altezza sono efficaci nel proteggere i ricettori a terra, ma non i ricettori abitativi, visto l'elevato numero di piani di molti edifici.

SORGENTI SONORE INSERITE

Si riportano, per completezza di trattazione, le informazioni sulle macchine utilizzate nel presente studio.

Macchine	Potenza sonora (LwA)	Utilizzo
Escavatore 200 HP	107	operazioni di scavo, stesa materiali inerti, demolizioni, etc.
Autocarro/autogru	103	Movimentazione terra, trasporto materiali e movimentazione travi
Autobetoniera	112	Getti di cls
Pompa CLS	104	Getti di cls
trivella	110	Infissione palificate

SORGENTI AFFERENTI AI CANTIERI PUNTIFORMI

Come già accennato precedentemente, la lavorazione più impattante per questi cantieri è la realizzazione delle palificate con pali o micropali.

Tale sorgente è stata inserita nel modello di simulazione imponendo le seguenti caratteristiche:

- potenza sonora 111 dB(A) spettro sonoro da libreria "Diesel pile driver".

La sorgente è stata composta a partire dalle potenze delle sue componenti:

Fase/Macchina		Lw [dBA]	% utilizzo	Lw [dBA]
Palificazione				111.0
1	trivella	110.0	100%	
1	Camion di supporto	103.0	100%	

Per quanto riguarda la tempistica di funzionamento sono state considerate 8 ore di funzionamento, tutte nel tempo di riferimento diurno.

Nel caso della palificata del cantiere presso il sovrappasso FFSS, sono state considerate 4 ore di funzionamento nel tempo di riferimento notturno.

La sorgente sonora è stata posizionata ad un metro dal terreno.

Fase/Macchina		Lw [dBA]	% utilizzo	Lw [dBA]
Scavo				109.5
1	Escavatore	115.0	100%	
2	Camion di supporto	103.0	100%	

Per quanto riguarda la tempistica di funzionamento sono state considerate 8 ore di funzionamento, tutte nel tempo di riferimento diurno.

La sorgente sonora è stata posizionata ad un metro dal terreno.

Fase/Macchina		Lw [dBA]	% utilizzo	Lw [dBA]
Getto CLS				112.5
1	Betoniera	11	100%	
1	Pompa per CLS	104.0	100%	

Per quanto riguarda la tempistica di funzionamento sono state considerate 8 ore di funzionamento, tutte nel tempo di riferimento diurno.

La sorgente sonora è stata posizionata ad un metro dal terreno.

Mitigazioni acustiche

BARRIERE MOBILI DI CANTIERE

La delicatezza della gestione di un cantiere in un'area urbana antica come quella di Bologna impone alcune scelte sulle tecnologie di mitigazione degli impatti.

La barriera ipotizzata per i cantieri è una barriera autoportante, certificata H2 senza vincolo fisso a terra, alta tre metri, con una base limitata al massimo a 1,2 metri di larghezza, fonoassorbente da ambo i lati, con una classe di fonoassorbenza almeno pari alla A4.

Il mercato offre oramai numerosi prodotti che soddisfano queste specifiche, per cui è un tipo di barriera proponibile senza dover imporre un modello specifico.

Tornando alle caratteristiche delle barriere, la richiesta di essere autoportante e certificata senza appoggio fisso a terra, pur mantenendo una ridotta impronta al suolo, (1,2 metri max) è dovuta alla necessità di assicurare la massima sicurezza in un contesto caratterizzato da spazi ristretti, sia per il traffico urbano che per i mezzi di cantiere, pur permettendo la possibilità di adattare rapidamente il cantiere a mutate esigenze di spazio, senza danneggiare le pavimentazioni e senza perdite di tempo e danneggiamenti dovute alle operazioni di disancoraggio degli elementi di barriera.

Per quanto riguarda l'altezza, barriere con le stesse caratteristiche di stabilità e sicurezza sono prodotte anche con altezza cinque metri, ma con base più larga, che quindi introduce limitazioni al movimento dei mezzi da ambo i lati della barriera, influenzando così sia il cantiere sia il traffico nelle aree stradali, inoltre la loro resistenza alle sollecitazioni dovute al vento è ridotta, consigliando quindi l'ancoraggio a terra, per cui se ne restringe l'uso ai cantieri di più lunga durata o a lavorazioni a più alto impatto acustico.

Per quanto riguarda le caratteristiche acustiche, la richiesta di una fonoassorbenza almeno pari alla classe A4 su ambo i lati della barriera è dovuta all'effetto riverberante indotto dalla ridotta ampiezza delle strade lungo gran parte del tracciato.

Risultati delle simulazioni

Cantiere via mazza/piazza dell'unità

Fase 1: La tavola 1 riportante la mappa della rumorosità a terra mostra come il rumore delle due macchine per pali è in grado di determinare una rumorosità su tutta la strada attorno al cantiere superiore ai 70 dB(A). L'inserimento delle barriere da cantiere fonoassorbenti riesce a contenere il lavoro anche se nelle immediate vicinanze del cantiere si osserva che le riflessioni sui palazzi causano ancora riverberazione che crea livelli a terra intorno ai 65 dB(A). I due edifici sensibili che senza mitigazioni erano impattati dal rumore, con le barriere risultano completamente protetti.

La situazione dei due ricettori è differente: mentre la scuola media si trova sullo stesso asse stradale del cantiere e, senza mitigazioni, è impattata per tutta la durata della fase, l'asilo è impattato solo quando una delle due macchine palificatrici, come nel caso illustrato dalla simulazione è prossima all'incrocio Via Ferrarese – Via di Saliceto.

La tavola 2 che riporta il livello massimo raggiunto sui singoli edifici mostra come senza protezioni gli edifici più prossimi alle macchine superino gli 80 dB(A), mentre con le barriere il livello non supera i 77,5 dB(A), nonostante l'altezza degli edifici sia ragguardevole.

Fase 2 - 3: La tavola 3, relativa alla realizzazione della palificata sul lato nord di Via Mazza vede livelli oltre gli 80 dB(A) nelle aree prossime all'edificio più vicino e oltre i 60 dB(A) presso la scuola media. La barriera anche in questo caso limita le emissioni alle aree prossime al cantiere.

La tavola 4 mostra il completo risanamento della scuola media che rimane anche in questa fase al di sotto dei 50 dB(A).

Fase 4 - 5: La tavola 5 mostra che in assenza di mitigazioni la zona attorno la scuola media sarà oggetto di livelli superiori agli 80 dB(A). Anche i livelli in facciata all'edificio scolastico, riportati nella tavola 6 saranno di poco inferiori agli 80 dB(A). La barriera alta solo tre metri vista la ridotta distanza con l'edificio non riesce a ridurre efficacemente i livelli. C'è da dire che data la produttività attesa di 5 pali al giorno, l'impatto massimo non sarà avvertito a lungo: presumibilmente per meno di 10 giorni.

Fase 7a - 7b: La realizzazione del solettone di copertura di Via Mazza coinvolge entrambe le scuole, quando la macchina sarà posizionata vicino al limite est dell'area, sarà maggiormente impattato l'asilo, quando si avvicinerà al limite est invece sarà impattata la scuola media.

Come già detto l'impatto verso l'asilo sarà di durata estremamente ridotta, mentre quello verso la scuola media sarà continuo per tutta la fase. La tavola 8 mostra che l'asilo senza mitigazioni sarà soggetto a livelli prossimi ai 65 dB(A), mentre con le mitigazioni sarà sempre inferiore ai 60 dB(A).

Fase 8a: lo scavo della rampa di accesso lato est porta i livelli nelle aree circostanti a circa 75 dB(A), come mostrato in tavola 9. I livelli massimi in facciata per questa fase, di durata relativamente lunga, raggiungeranno sugli edifici più prossimi alle macchine all'opera livelli comunque inferiori agli 80 dB(A) come illustrato in tavola 10.

Fase 8b: Lo scavo della rampa su Via Bolognese porterà livelli maggiori, vista la larghezza inferiore della strada rispetto a Via Ferrarese. In assenza di barriere l'area sarà impattata per una notevole estensione, la barriera di cantiere renderà le aree a terra circostanti sempre sotto i 65 dB(A). Per quanto riguarda gli edifici, la tavola 12 mostra che i livelli degli edifici più vicini non saranno controllati dalle barriere, vista l'ampiezza superiore del cantiere in questa fase, sarebbero auspicabili barriere più alte.

Cantiere Via di Corticella – sovrappasso FFSS

Il cantiere di Via di Corticella in corrispondenza del sovrappasso ferroviario, non essendo previste barriere acustiche è rappresentato dalla sola tavola 13, che illustra la situazione acustica durante la realizzazione della palificata in orario notturno.

La scuola, non impattata per l'orario di esecuzione dei lavori ha comunque livelli relativamente bassi. Anche gli edifici circostanti hanno livelli inferiori o uguali a 65 dB(A). Gli ampi spazi attorno al cantiere dissipano meglio il rumore rispetto all'area congestionata di Via Mazza, per cui l'impossibilità di posizionare barriere sul rilevato ferroviario non comporta gravi problemi.

Cantiere Via di Corticella – presso svincolo 6

Fase 1: Questa fase, mostrata nella tavola 14, impatta direttamente il parco caserme rosse e l'asilo Giusi del Mugnaio in esso ospitato. La realizzazione della rampa di accesso al sottopasso impatta pesantemente l'area del parco con livelli di circa 65 dB(A) in corrispondenza delle aree all'aperto dell'asilo. Il posizionamento delle barriere da cantiere porta i livelli a suolo a valori prossimi ai 50 dB(A).

In facciata, la tavola 15 riporta un valore massimo di 522,5 dB(A).

Fase 2: Nella tavola 16 si vede l'effetto della rumorosità sulle aree circostanti che porta i livelli a circa 75 dB(A) nell'area della rampa nord, oggetto di questa fase.

Gli edifici prospicienti avranno livelli prossimi agli 80 dB(A) a causa della larghezza del cantiere, tavola 17.

L'edificio del Nido "La casina di Willy" sarà impattato con livelli al massimo di 65 dB(A) nel punto di massima vicinanza delle macchine, all'inizio della rampa, come simulato.

Gli altri istituti scolastici non risultano impattati.

Fase 7: la realizzazione del solettone di copertura porterà livelli estremamente alti su tutta l'area del parco, tavola 18.

La barriera ridurrà l'impatto permettendo la fruizione oltre che del parco anche delle infrastrutture sportive presenti sul lato opposto di Via di Corticella.

La tavola 19 mostra che con le barriere i livelli presso l'asilo passeranno da 65 dB(A) a 50 dB(A) durante questa fase.

Fase 9: lo scavo delle rampe e della galleria sotto Via di Corticella illustrate nella tavola 20 mostrano il forte impatto causato in questa fase che peraltro non impatta sulle infrastrutture scolastiche poste sul lato nord.

Anche in questa fase la sistemazione delle barriere attorno al cantiere permette di contenere i livelli nelle aree a terra attorno al cantiere.

La tavola 21 mostra che sul lato nord gli impatti sugli edifici non vengono mitigati a sufficienza dalla barriera da tre metri. Sarebbe opportuno che nelle successive fasi di progetto si verifichi la possibilità di inserire barriere alte 5 metri nei cantieri della rampa nord.

L'edificio del Nido "La casina di Willy" sarà impattato con livelli al massimo di 65 dB(A) nel punto di massima vicinanza delle macchine, all'inizio della rampa, come simulato.

Gli altri istituti scolastici non risultano impattati.

Conclusioni

Lo studio effettuato sui tre cantieri principali della linea verde ha evidenziato come in assenza di barriere di cantiere fonoassorbenti da ambo i lati la rumorosità presso i ricettori più prossimi superi i limiti della classificazione acustica.

L'inserimento di barriere di cantiere di altezza standard, 3 metri, ha evidenziato che nella gran parte dei casi esse sono sufficienti a mitigare il rumore per i ricettori a terra. Fanno eccezione quei casi in cui la barriera sia troppo vicina all'edificio, perché la riverberazione impedisce la creazione di una ombra acustica sufficiente a proteggere le aree retrostanti.

Per quanto riguarda i ricettori abitativi, stante il fitto edificato e l'altezza di molti degli edifici impattati, la protezione risulta insufficiente a garantire livelli di protezione adeguati per tutti i piani.

Nelle fasi successive di progetto si potrà valutare l'opportunità di inserire barriere di cantiere più alte per proteggere gli edifici più alti.

In questa fase si è limitata l'altezza delle barriere acustiche a 3 metri perché quelle di altezza superiore necessitano per assicurarne la stabilità di ancoraggi a terra o di basi estremamente ingombranti, incompatibili con gli spazi disponibili.

Gli ancoraggi a terra in questa fase non sono stati considerati perché il gran numero di fasi previste, con conseguente spostamento dei cantieri, appare incompatibile con la necessità di rapidi e continui spostamenti delle barriere qualora esse necessitino di fondazioni ed ancoraggi. Con le mitigazioni ipotizzate la rumorosità prevista è tale che le ridotte tempistiche per le quali si verificheranno impatti al di sopra dei limiti di cui alla classificazione acustica appaiono compatibili con la possibilità di chiedere una deroga temporanea al Comune di Bologna.

Considerando la durata complessiva dei cantieri e la possibilità di invertire alcune fasi, sarà opportuno anche valutare la possibilità di effettuare i lavori in Via Bolognese, ospitante il ricettore più impattato, la scuola media Testoni Fioravanti, al di fuori del periodo scolastico, o prevedere altre forme di mitigazione, tra cui la temporanea delocalizzazione delle aule impattate.

Punto 21. per quanto riguarda l'impatto da vibrazioni, fornire una planimetria con l'individuazione dei tratti contraddistinti dall'utilizzo delle tre tipologie di armamento L0, L2 ed L3, in quanto la figura a pag. 564 dello Studio Preliminare Ambientale risulta poco chiara;

Come riportato nell'allegato "Punto 21 - Tipologie di armamento", lungo la linea oggetto della presente relazione, sono presenti tre diverse tipologie di armamento, così ripartite:

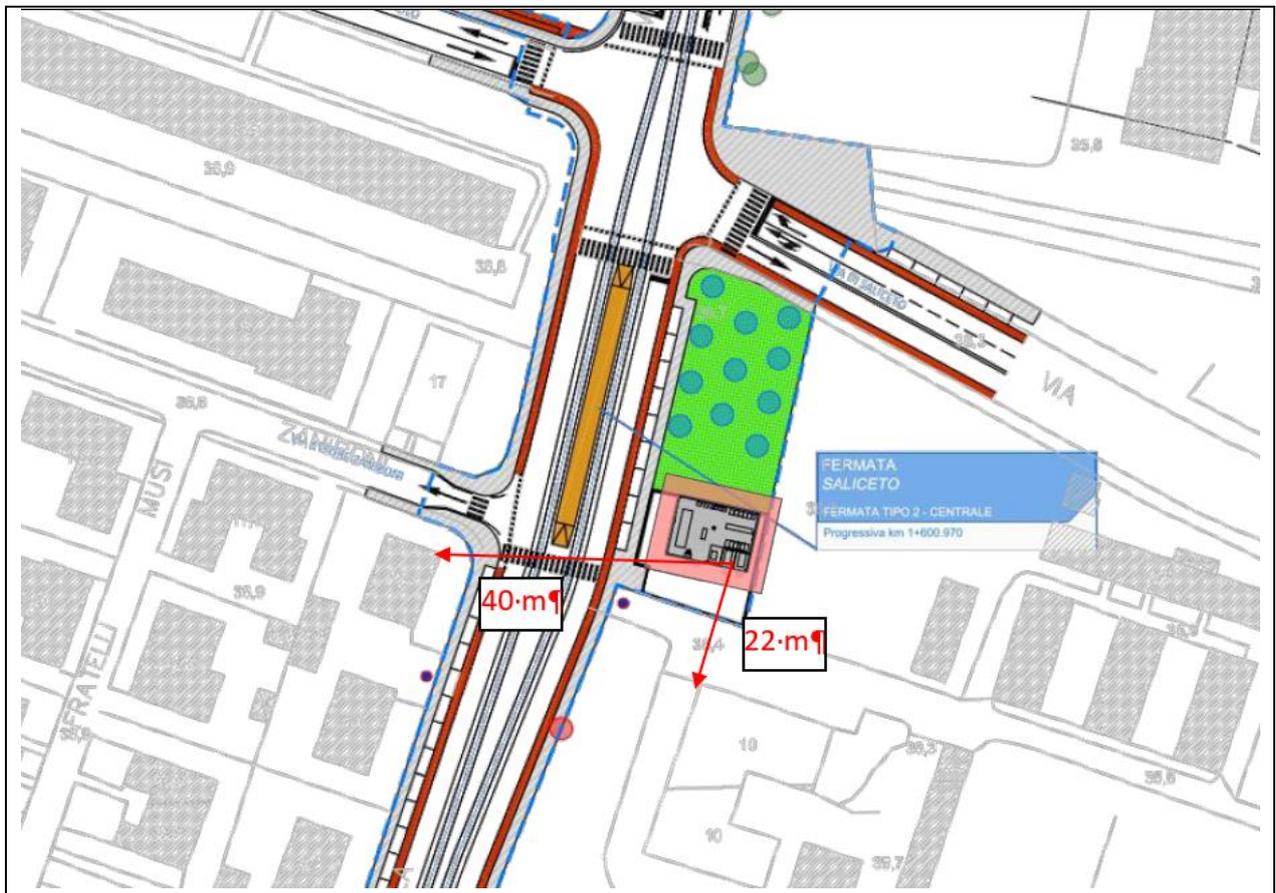
- Armamento L0 - L= 2.745 m;
- Armamento L2 - L= 1.433 m;
- Armamento L3 - L= 1.992 m;

Relativamente ai campi elettromagnetici in bassa frequenza:

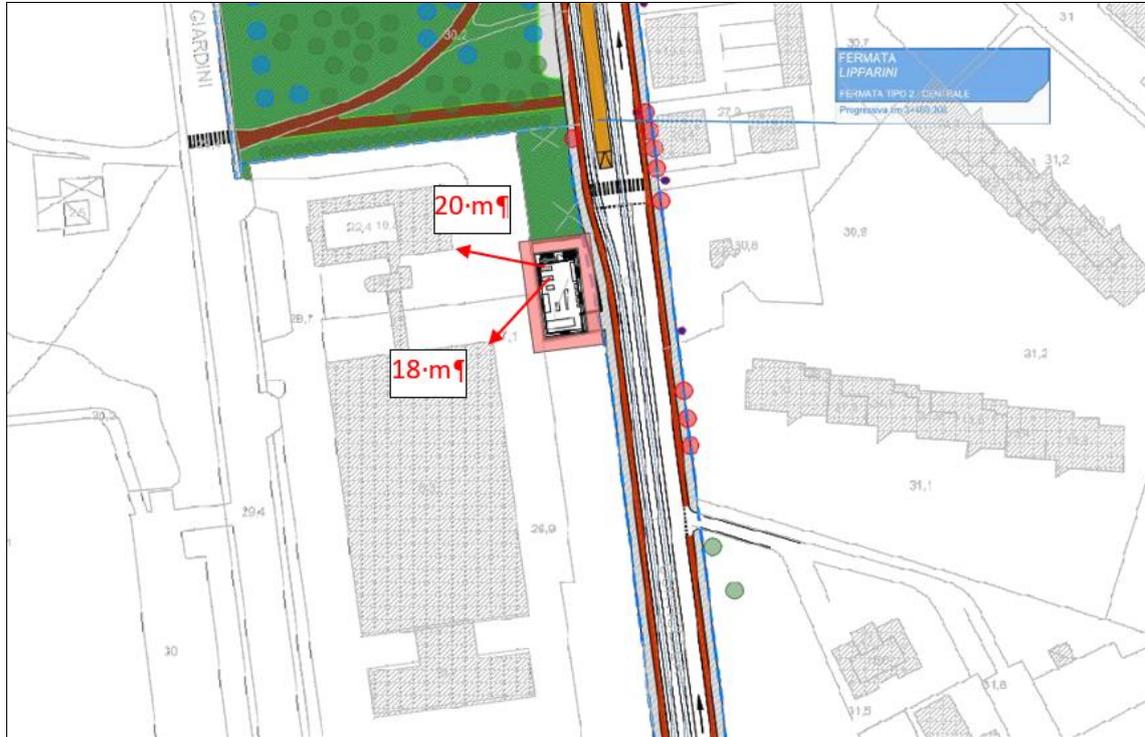
Punto 22. fornire una tavola che rappresenti le DPA calcolate per le sottostazioni elettriche di trasformazione e per i tratti di linea di Media ed Alta Tensione in progetto, indicando per ognuna delle sorgenti di campi elettromagnetici la distanza dai vicini punti recettori dove è prevista la permanenza di persone per più di 4 ore giornaliere;

Si riportano di seguito le planimetrie con l'indicazione delle DPA delle sottostazioni elettriche e si indicano, se presenti, i recettori più prossimi con le relative distanze:

SSE01 (DPA= 4 m)



SSE02 (DPA= 3 m)



SSE03 (DPA= 4 m)



Come già indicato al par. 4.10.5.2 dell'elaborato B381-C-SF-SCA-RG001D "Studio Preliminare Ambientale", riguardo la linea in cavo MT lungo il tracciato si fa presente che le SSE saranno interconnesse con linea MT in cavo elicordato del tipo RG7H1M1X 12-20 KV sez. 3x1x185 mmq. Per il nuovo elettrodotto si applicano le prescrizioni di cui all'art. 4 del D.P.C.M. 08/07/03 che fissa per il valore dell'induzione magnetica l'obiettivo di qualità di 3 μ T in corrispondenza di aree con permanenza non inferiore a quattro ore giornaliere.

L'utilizzo di cavi ad elica visibile fa sì che detta tipologia di linea sia esclusa dalla valutazione, in base a quanto prescritto dal D.M. 29/05/2008 al punto 3.2 ed a quanto indicato nella norma CEI 106-11 ai punti 7.1.1 e 7.1.2 in quanto il rispetto della normativa tecnica in vigore, DM 16.01.1991 e DM 21.3.1988 n. 449 e s.m.i., garantisce anche il conseguimento dell'obiettivo di qualità prescritto dal DPCM 08/07/2003.

A livello regionale però vengono individuate in dettaglio, in una apposita direttiva (in applicazione all'art. 2 della L.R. n. 10/1993), alcune tipologie di linee elettriche in media tensione in cavo cordato ad elica, sotterranee o aeree su pali, di cui al suddetto D.M. 29/05/2008, escluse dalle valutazioni preventive di Arpae in materia di verifica dell'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici.

Le linee da escludere sono individuate nella "DIRETTIVA PER L'ATTUAZIONE DELL'ART. 2 DELLA L.R. N. 10/1993 E L'AGGIORNAMENTO DELLE DISPOSIZIONI DI CUI ALLE DELIBERAZIONI N. 1965/1999 E N. 978/2010 IN MATERIA DI LINEE ED IMPIANTI ELETTRICI FINO A 150 MILA VOLTS", in particolare nell'Allegato alla Direttiva vengono escluse le LINEE IN CAVO SOTTERRANEO IN TUBAZIONE - POSA DI N.1 CAVO SU TERRENO DI QUALSIASI NATURA (3 x 185 mm²), pertanto viene esclusa da valutazione preventiva la tipologia di linea utilizzata per l'interconnessione di cui al progetto in esame.

Punto 23. *esplicitare le valutazioni tecniche da cui consegue la necessità di interrimento della sottostazione elettrica SSE 02;*

Il motivo per cui si è deciso di interrare la SSE 02 è legato esclusivamente a valutazioni di carattere architettonico e di inserimento nel contesto cittadino.

La sottostazione è infatti collocata vicino alla fermata "Lipparini", vicino ad un'area verde attrezzata e in un'area prospiciente un fabbricato destinato ad attività commerciali.



Si è ritenuto quindi preferibile non “impattare” l’ambito di destinazione con un edificio alto 4 m e di non particolare pregio interrando la struttura, eliminando ogni forma di presenza in zona.

In merito alle componenti acque superficiali, sotterranee e suolo-sottosuolo:

Punto 24. relativamente all'intervento di adeguamento del ponte sul canale Navile in via Bentini, che prevede l'ampliamento verso nord della sede stradale, si chiede come si intende intervenire al fine di preservare funzionalità ed accesso all'impianto di sollevamento della rete fognaria pubblica del comune di Castel Maggiore verso l'impianto di trattamento IDAR Bologna, che si ritiene possa interferire con le opere in progetto;

L'intervento di allargamento del ponte sul canale Navile non dovrebbe impattare con la funzionalità dell'impianto di sollevamento esistente, né tantomeno il progetto impedire l'accesso allo stesso.

Tuttavia, in fase di progettazione definitiva, si porrà particolare attenzione alle strutture esistenti prevedendo soluzioni progettuali che evitino interferenze che possano inficiare il corretto funzionamento dell'impianto.

Qualora questo non sia possibile, si procederà, nell'ambito delle attività per la risoluzione delle interferenze con le utenze esistenti, a sviluppare uno studio dettagliato per ricollocare l'impianto.

Punto 25. premesso che per la realizzazione di parcheggi dovranno essere massimizzate le superfici permeabili con soluzioni di drenaggio urbano sostenibile, la rete fognaria bianca di progetto ove possibile dovrà recapitare in acque superficiali nel rispetto dell'invarianza idraulica, come da Norme PSAI Navile Savena Abbandonato (500 mc/ha di superficie territoriale). Tale collettamento si ritiene certamente fattibile, oltre che per il parcheggio a servizio del capolinea nord, anche per il parcheggio di via Shakespeare (che si propone invece di collettare alla pubblica fognatura). Si chiede pertanto di prevedere e valutare un nuovo scarico in destra idraulica del canale Navile, se non già presente una rete bianca separata di acque reflue urbane confluite in acque superficiali;

Facendo seguito alle richieste, in analogia con quanto previsto per il parcheggio a servizio del capolinea nord, si prevede anche sul parcheggio di via Shakespeare lo scarico dell'invaso destinato all'invarianza idraulica mediante canale di scolo a cielo aperto con funzionamento a gravità e recapito finale nel canale Navile, per una lunghezza pari a circa 100 m e valori di portata che non superino i 10 l/s/ha, così come riportato in figura seguente, che supera e sostituisce la Figura 6.5 pag. 61 della Relazione di Fattibilità Idraulica (elaborato B381-C-SF-IDR-RT001A).



Punto 26. per tutta l'area di intervento (parcheggio deposito, viabilità) a nord di via Bentini, attualmente zona agricola, dovrà essere garantita l'invarianza idraulica con volumi di invaso dimensionati per 500 mc/ha di superficie territoriale, ai sensi dello PSAI Navile Savena Abbandonato. Il bacino ipotizzato (area di compenso) in prossimità delle aree del comparto del deposito, si prevede scarichi a gravità nel canale Navile, rifunzionalizzando un canale di scolo esistente di lunghezza di circa 200 m, per valori di portata che non superino i 10 l/s/ha. Il canale di scolo individuato potrebbe non essere idoneo a ricevere ulteriori portate, anche in considerazione della presenza del percorso ciclopedonale Walther Vignoli posto in sponda sinistra del canale Navile stesso e ad una quota più bassa rispetto al piano di campagna dell'area di intervento. Si chiede quindi come si intenda rifunzionalizzare lo scolo esistente, che probabilmente oggi utilizza la sola pendenza naturale del terreno. Si chiede inoltre di specificare se a tal fine sia necessario realizzare un nuovo "scarico" in sinistra idraulica del Canale Navile;

Da una analisi di dettaglio plano-altimetrica del tracciato previsto per il fosso di scarico dalla vasca destinata all'invarianza idraulica del capolinea si evince che sussistono le condizioni per uno scarico a gravità e, a nostro giudizio, per la rifunzionalizzazione del canale esistente senza ulteriore sottrazione di suolo per la realizzazione di una nuova inalveazione. Infatti, la portata massima attesa sul canale, al fine di garantire allo scarico valori di portata che non superino i 10 l/s/ha, è pari a circa 40 l/s, per cui anche ipotizzando pendenze minime della livelletta di progetto (0.001 m/m) e un canale di geometria trapezia con base 50 cm e altezza meda pari a 1 m e

ampiamente sufficiente allo smaltimento del contributo dovuto alle nuove impermeabilizzazioni (battente circa 20 cm). Si riporta di seguito a conferma di tale assunzione uno stralcio planimetrico con il profilo longitudinale del tracciato del canale, dove si evince che il percorso ciclopedonale risulta posto circa 4-5 m più in basso rispetto al fondo del canale; pertanto, sarà necessaria la realizzazione di un manufatto di scarico che sottopassi il suddetto percorso mediante salto di fondo in modo da garantire lo scarico nel canale Navile senza interferire con viabilità ciclopedonale.



Punto 27. nel deposito ubicato in corrispondenza del capolinea di Castel Maggiore si svolgeranno attività manutentive secondarie, come il lavaggio delle parti esterne dei veicoli e la pulizia degli interni, oltre chiaramente al ricovero protetto del materiale rotabile. Prevedere, quindi, reti fognarie separate per le acque reflue industriali ed acque reflue domestiche. In considerazione della locazione, si chiede quale sia il punto di allaccio individuato di tali scarichi alla rete fognaria pubblica. Si tenga anche presente che la rete fognaria esistente su via Di Vittorio in comune di Castel Maggiore presenta criticità che a tutt'oggi risultano irrisolte;

Il livello di progettazione preliminare del presente progetto (Progetto di Fattibilità Tecnico ed Economico) non prevede un livello di dettaglio tale da permettere lo scrivente di dare seguito alle richieste sopra riportate.

Certamente nella fase di dettaglio prevista nel progetto definitivo dell'opera, verranno applicate tutte le normative vigenti e presi gli accorgimenti tecnici per evitare la commistione delle acque industriali con quelle reflue domestiche.

In base al censimento delle reti fognarie esistenti e alle interlocuzioni con gli Enti proprietari delle infrastrutture, verranno definiti i punti di recapito finale e le modalità con cui le acque prodotte nell'area di ricovero mezzi andranno collettate nelle strutture esistenti.

Punto 28. per tutta l'area di intervento (parcheggio deposito, viabilità) a nord di via Bentini, attualmente agricola e prossima al canale Navile, si chiede come si intenda gestire la fase di cantierizzazione in tema di tipologia di attività, depositi di materiali e rifiuti, scarichi;

Gli elaborati previsti nel PFTTE riguardo la cantierizzazione sono redatti al solo scopo di definire le macroaree di intervento e una macro-successione delle attività lavorative.

Il progetto di cantierizzazione di dettaglio verrà approfondito nel progetto definitivo e soprattutto nel progetto esecutivo nell'ambito degli affinamenti richiesti per la redazione del Piano di Sicurezza dell'opera.

In queste due fasi di approfondimento progettuale verranno definite le lavorazioni, le aree di stoccaggio materiali e rifiuti, e di conseguenza le modalità di trattamento degli stessi.

Si rimanda pertanto alle fasi progettuali successive gli approfondimenti richiesti nel punto 28 in questione.

Punto 29. in merito alla componente acque sotterranee, fornire approfondimenti in merito alle interferenze di tutte le opere in sotterraneo con le falde segnalate, utilizzando ulteriori dati a disposizione, come le nuove letture nei piezometri, e interpretazioni stratigrafiche più accurate e di maggiore dettaglio, tenendo conto dei dati di progetto indicati nei diversi elaborati (in particolare per il parcheggio di Piazza Unità ci sono dati contrastanti). Qualora siano riscontrate o ipotizzate interferenze che possano generare una potenziale barriera idraulica, fornire le possibili soluzioni ingegneristiche ed individuare fin da ora le mitigazioni applicabili, caso per caso, per evitare impatti negativi e significativi sulle falde, garantendo la continuità dei flussi idrici sotterranei;

Per la trattazione del suddetto tema, si rimanda agli elaborati:

- Punto 29 – Relazione
- Punto 29 – Tavola

riportati tra gli allegati alla presente relazione.

Punto 30. per quanto riguarda il suolo, stimare i volumi delle terre di scavo delle singole opere e di indicare i possibili riutilizzi al fine di definire, fin da questa fase, le alternative di recupero/riutilizzo al fine di evitare lo smaltimento in discarica. È inoltre richiesta una revisione della tabella relativa ai materiali da scavo, fornita nello Studio Preliminare Ambientale, con il dettaglio delle tipologie prodotte e della relativa gestione, per ogni opera principale, indicando eventuali siti di deposito temporaneo. Si chiede inoltre di stimare i materiali in entrata con la finalità di valutare i potenziali impatti ambientali indotti sulle varie matrici. Si ricorda inoltre l'entrata in vigore, dal 4/11/2022, del D.Lgs. 152/2022;

Dalle ulteriori verifiche effettuate sui quantitativi di materiali relativi al progetto, si confermano i volumi già indicati nell'elaborato B381-C-SF-SCA-RG001D "Studio Preliminare Ambientale" e di seguito riportato:

	Descrizione	Quantità (mc)
	Scavi:	
A	Scotico terreno vegetale	29.418,00
B	Terreno proveniente da scavi	265.540,00
di cui le principali opere	Silo trevi	6.498,00
	Sottopasso ferrarese	29.628,00

	Descrizione	Quantità (mc)
	SSE1-2-3	1.938,00
	Adeguamento sottopasso ferroviario	4.846,00
	Sottovia passante	32.258,00
	Adeguamento ponte Navile	828,00
	Stazione corticella	55.415,00
A+B=C	Totale	294.958,00
	Riutilizzi:	
	Rinterro scavi	26.554,00
	Terreno vegetale per opere di mitigazione a verde	22.435,00
	Rilevato	3.600,00
D	Totale	52.589,00
C-D	Bilancio materiali da scavo	242.369,00
	Fabbisogno	
	Misto granulare stabilizzato	65.771,00
	Conglomerati bituminosi	
	Conglomerato bituminoso	18.880,00
	Conglomerato bituminoso -binder	13.216,00
E	Conglomerato bituminoso - strato di usura	7.552,00
	Gestione rifiuti:	
F	Materiali derivanti da demolizione pavimentazione	84.829,00
	Demolizioni cls	612,00

Si stima quindi una produzione di ca. 295.000 mc di terre e rocce da scavo (incluso terreno vegetale), che saranno parzialmente riutilizzate (ca. 53.000 mc) all'interno del cantiere per rinterri e opere di mitigazione a verde.

I terreni in esubero potranno essere gestiti in qualità di sottoprodotto per rimodellazioni, rilevati, ripascimenti, ecc. ai sensi della normativa vigente (DPR 120/2017) o, in alternativa, nel caso in cui non siano rispettate le condizioni, come rifiuto ai sensi della parte IV del D. Lgs. 152/06 e s.m.i. e pertanto conferiti presso impianti di recupero autorizzati, al fine di evitare lo smaltimento in discarica.

I materiali derivanti dalle attività di demolizione (ca. 85.000 mc) saranno gestiti in qualità di rifiuto ai sensi della parte IV del D. Lgs. 152/06 e s.m.i. e conferiti presso impianti di recupero autorizzati al fine di evitare lo smaltimento in discarica.

Se, sulla base delle verifiche analitiche e merceologiche dei materiali da gestire come rifiuto ricorreranno le condizioni di cui al Decreto 27 settembre 2022, n. 152 e se, inoltre, il produttore

dell'aggregato recuperato sarà dotato di un sistema per il controllo di accettazione dei rifiuti atto a verificare che gli stessi corrispondano alle caratteristiche previste dallo stesso regolamento, si applicherà quanto disciplinato dalla citata normativa.

In merito alle aree di deposito temporaneo, visto il contesto cittadino in cui si inserisce l'opera e le ridotte superfici a disposizione, in via generale si prevede che i materiali saranno caricati direttamente sui mezzi e conferiti presso gli impianti di recupero individuati.

Eventuali aree di deposito possono essere individuate localmente, ad esempio per il cantiere del sottopasso della Tangenziale potrà essere utilizzata l'area del Parcheggio Bastianelli, in quanto ubicata nelle vicinanze del cantiere stesso.

Per quanto attiene gli aspetti di tutela paesaggistica e monumentale:

Punto 31. in relazione all'intervento che interessa il sottoattraversamento ferroviario su via Corticella, che prevede la sostituzione del manufatto esistente con nuovo sottoattraversamento a due fori, verificare se il sottoattraversamento esistente sia passibile di tutela ope legis ai sensi del combinato disposto degli artt. 10 c.1 e 12 c.1 del D.Lgs. 42/2004 e s.m.i.; qualora risulti sottoposto a tutela ope legis, si invita il proponente ad avviare la verifica dell'interesse culturale con procedura informatizzata (www.emiliaromagna.beniculturali.it). La tutela o meno del manufatto esistente è discriminante sostanziale rispetto all'ammissibilità o meno del tipo di intervento proposto;

Il sottoattraversamento ferroviario esistente su via Corticella è stato realizzato a cavallo tra gli anni '30/'40 come da comunicazione pervenuta da parte di RFI.

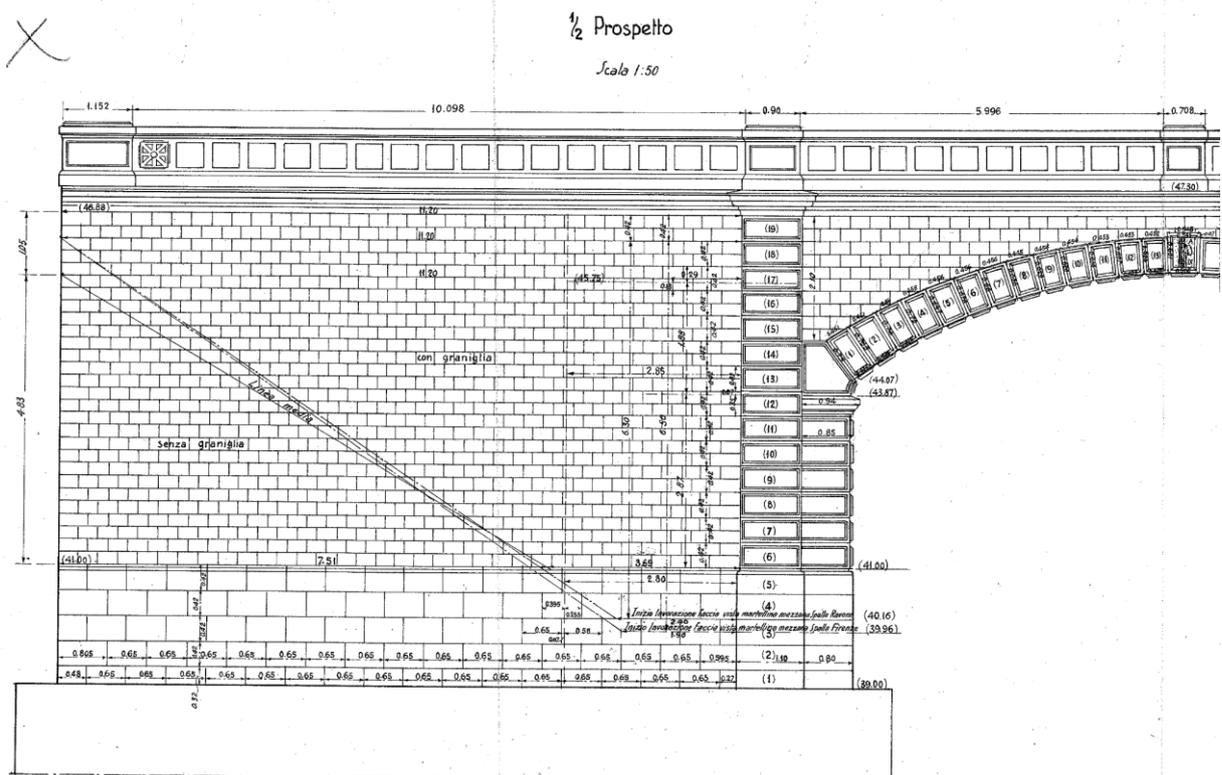


Figura 38 - Disegno di esecuzione e di liquidazione fornito da RFI

Ne consegue che esso ricade nell'ambito di applicazione della legge 124/2017, ovvero che va verificata la sussistenza del vincolo (non formalizzato negli atti ma attualmente applicato ope-

legis). La suddetta verifica, come previsto dalla norma, dovrebbe essere inoltrata alla Soprintendenza dall'avente titolo (il proprietario – RFI) o, in caso di specifica pattuizione tra il comune di Bologna ed RFI, dagli uffici del Comune stesso (ovvero dai progettisti opportunamente delegati).

L'istanza deve comprendere i seguenti documenti:

- Documentazione fotografica
- Relazione storico-artistica
- Relazione tecnica
- Elaborati grafici di stato di fatto e di progetto
- Stato sovrapposto
- Rendering e fotoinserimenti

La procedura contempla circa 120 giorni dall'avvio dell'istanza.

Nello specifico si evidenzia fin d'ora che il manufatto esistente presenta una struttura in c.a. con rivestimento in conci di cemento impastati con graniglia di marmo.

Al di là del valore dell'opera va chiarito che lo stesso manufatto costituisce una precisa strozzatura dell'infrastruttura di via Corticella che, in considerazione dell'introduzione della nuova linea tramviaria, comporterebbe un declassamento dell'esercizio tramviario da sede riservata protetta a sede promiscua proprio in un tratto prossimo allo svincolo autostradale.

Ne consegue la necessità di sostituire il manufatto con uno nuovo di tipo scatolare a doppia canna avente dimensioni congruenti con il passaggio della tramvia, il mantenimento delle corsie carrabili esistenti e l'introduzione dei due nuovi percorsi ciclabili monodirezionali.

Al riguardo si è prodotto specifico elaborato con i contenuti da riversare nell'istanza (si veda anche il file "Render_Linea Verde-Corticella" allegato alla presente).

Punto 32. in relazione alle opere che interferiscono con le aree sottoposte a tutela paesaggistica, ai sensi dell'art.142 c.1 lett. c) e/o lett. g), e che saranno soggette a procedimento di autorizzazione paesaggistica, ai sensi dell'art. 146 del D.Lgs. 42/2004 e s.m.i., si chiede un maggiore approfondimento progettuale e, in particolare, definire con maggiore dettaglio il nodo in cui la linea tramviaria attraversa il canale Navile, attraversamento che prevede l'allargamento del ponte esistente, ai fini della verifica preliminare della compatibilità paesaggistica;

L'intervento in progetto ricalca il tracciato dell'asse stradale esistente di via Bentini, nel tratto che collega il territorio comunale di Bologna con quello di Castelmaggiore, attraversando il Navile.

Contrariamente all'attraversamento esistente più a sud, in corrispondenza di via di Corticella, che risulta maggiormente risalente, il ponte di via Bentini è stato costruito nel dopoguerra con una struttura in cemento armato (con due pile poste ai lati del corso d'acqua e tre campate in elementi precompressi).

L'intervento ricade nell'ambito del vincolo di tutela paesaggistica dell'asta fluviale ai sensi dell'art.142 c.1 lett. c) e/o lett. g) e pertanto necessita di specifica autorizzazione paesaggistica. Al riguardo il progetto prevede la realizzazione di un nuovo ponte in adiacenza a quello esistente, con tipologia simile ad esso (a meno del mero aggiornamento tecnologico) e materiali uguali; si evidenzia che il progetto prevede il mantenimento della larghezza della sezione fluviale senza così alterare l'equilibrio idraulico. Il tracciato tramviario ricade integralmente sul ponte esistente. È stato prodotto allo scopo un fotoinserimento che evidenzia la compatibilità dell'intervento rispetto ai livelli di tutela prescritti (si veda il file "Render_Linea Verde-Corticella" allegato alla presente).

Punto 33. in relazione alla realizzazione del parcheggio su via Sario Bassanelli che coinvolge anche parte dell'area dell'Ippodromo Arcoveggio, bene sottoposto a tutela con D.D.R. del 15/05/2008, ai sensi del D.Lgs. 42/2004 e s.m.i., si chiede che l'intervento sia oggetto di un maggiore approfondimento progettuale, considerando tutte le componenti del progetto, comprese le opere a verde, e che il progetto sia contestualizzato con l'intorno monumentale a cui si interfaccia. Si fa presente che le recinzioni esterne dell'Ippodromo Arcoveggio sono parte integrante del complesso monumentale e vengono citate nel vincolo apposto;

Il progetto prevede una sostanziale riqualifica di via Bassanelli (che oggi non possiede percorsi pedonali protetti sul lato sud) e la creazione di un parcheggio pubblico funzionale a riequilibrare le dotazioni di stalli di sosta del quartiere. A questo si aggiunge la razionalizzazione del piazzale Pappalardo che costituisce ingresso principale al Polo Scolastico.

Il muro di recinzione dell'Ippodromo Arcoveggio, nel tratto corrispondente a via Bassanelli, è alto due metri circa ed è realizzato in laterizi pieni con tipologia a due teste ed è sormontato da un cordolo in calcestruzzo.

Il nuovo parcheggio è dotato di stalli inerbiti (al fine di non alterare eccessivamente il regime di permeabilità dei suoli) ed è ombreggiato da generose alberature. Esso è inoltre completato, sul lato nord, da un nuovo marciapiede che da via Corticella giunge fino al piazzale Pappalardo e, quindi, di fronte all'ingresso della scuola.

Come si evince dagli approfondimenti progettuali prodotti e dai fotoinserti (si veda il file "Render_Linea Verde-Corticella" allegato alla presente), l'intervento comprende la demolizione del muro esistente e la realizzazione di una nuova recinzione, sui lati sud, est ed ovest del parcheggio; tale recinzione sarà costituita anch'essa da un muro in laterizi pieni a due teste (di identica tipologia ed altezza rispetto a quello demolito) sia sul lato est che sul lato ovest.

Sul lato sud, invece, il muro viene ribassato fino a un metro (sempre con un cordolo di sormonto in cls liscio) e viene completato da una recinzione in profili metallici verniciati effetto canna di fucile (per riprendere le specchiature metalliche della recinzione posta in corrispondenza degli accessi all'Ippodromo), fornendo maggiore visibilità verso gli edifici delle stalle dell'Ippodromo.

Si ritiene, pertanto, che l'intervento preservi comunque l'immagine della recinzione esistente e valorizzi oltremodo le presistenze maggiormente caratterizzanti dell'ippodromo Arcoveggio, che tanta parte hanno nell'identità del luogo.

Punto 34. per quanto attiene, invece, gli aspetti di tutela archeologica, si rammenta che la valutazione degli impatti dell'opera sulle eventuali stratigrafie archeologiche sepolte potrà essere espressa solo a seguito dell'esecuzione dei sondaggi archeologici preliminari, proposti dal Comune di Bologna con nota P.G. 365459 del 09.06.2022 e approvati dalla competente Soprintendenza con nota prot. 15370-P del 14.06.2022, ma non ancora realizzati. Si chiede pertanto di dare riscontro in merito a questo aspetto;

Prima dell'inizio della redazione della progettazione definitiva si procederà alla esecuzione delle indagini archeologiche così come definito e concordato con la Soprintendenza competente per gli aspetti archeologici

Punto 35. relativamente alla componente vegetazione, specificare la percentuale di utilizzo di specie arboree con alta capacità di assorbimento di sostanze inquinanti nei nuovi impianti arborei di progetto.

Come evidenziato nella relazione di screening il progetto sarà conforme ai Criteri Ambientali Minimi, in particolare ai:

- CAM del verde pubblico (DM. 63 del 10 marzo 2020);
- CAM in edilizia (DM 6 giugno 2022) punto 2.3.3 Riduzione dell'effetto "isola di calore estiva" e dell'inquinamento atmosferico: nella scelta delle essenze, si devono privilegiare, in relazione alla esigenza di mitigazione della radiazione solare, quelle specie con bassa percentuale di trasmissione estiva e alta percentuale invernale. Considerato inoltre che la vegetazione arborea può svolgere un'importante azione di compensazione delle emissioni dell'insediamento urbano, si devono privilegiare quelle specie che si siano dimostrate più efficaci in termini di assorbimento degli inquinanti atmosferici gassosi e delle polveri sottili e altresì siano valutate idonee per il verde pubblico/privato nell'area specifica di intervento, privilegiando specie a buon adattamento fisiologico alle peculiarità locali (si cita ad esempio il Piano Regionale Per La Qualità Dell'aria Ambiente della Regione Toscana e dell'applicativo web <https://servizi.toscana.it/RT/statistichedinamiche/piante/>).

Come già concretizzato nel progetto definitivo della Linea Rossa, la scelta della specie arboree sarà dettagliata con la massima valorizzazione di specie ad elevata capacità di assorbimento di sostanze inquinanti, condividendo le scelte di dettaglio con il Settore Verde del Comune di Bologna.

ALLEGATI

Punto 02 - Corografia tratte riservate e promiscue

Punto 03

Allegato 1 – Scenario attuale, flussi sulla rete stradale nel giorno feriale medio

Allegato 2 – Scenario attuale, area di studio, flussi sulla rete stradale in ora di punta

Allegato 3 - Scenario attuale, Tangenziale svincolo di Corticella, flussi sulla rete stradale in ora di punta

Allegato 4 - Scenario di Riferimento, flussi sulla rete stradale nel giorno feriale medio

Allegato 5 - Scenario di Progetto, flussi sulla rete stradale nel giorno feriale medio

Allegato 6 - Scenario di Progetto, area di studio, flussi sulla rete stradale in ora di punta

Allegato 7 - Scenario di Progetto, Tangenziale svincolo di Corticella, flussi sulla rete stradale in ora di punta

Punto 09

Sottopasso via Ferrarese - via Bolognese_fasi-TAV.1

Sottopasso via Ferrarese - via Bolognese_fasi-TAV.2

Sottopasso via Ferrarese - via Bolognese_fasi-TAV.3

Sottopasso via Ferrarese - via Bolognese_fasi-TAV.4

Sottopasso ferroviario via Corticella_FASI_TAV.1

Sottopasso ferroviario via Corticella_FASI_TAV.2

Sottopasso ferroviario via Corticella_FASI_TAV.3

Sottopasso ferroviario via Corticella_FASI_TAV.4

Sottopasso tranviario Svincolo Passante_fasi-TAV.1

Sottopasso tranviario Svincolo Passante_fasi-TAV.2

Sottopasso tranviario Svincolo Passante_fasi-TAV.3

Sottopasso tranviario Svincolo Passante_fasi-TAV.4

Sottopasso tranviario Svincolo Passante_fasi-TAV.5

Sottopasso tranviario Svincolo Passante_fasi-TAV.6

Punto 20 - Tavole rumore cantierizzazione

Punto 21 - Tipologie di armamento

Punto 29 – Relazione

Punto 29 - Tavola

Render_Linea Verde-Corticella