

PROGETTO DEFINITIVO

CUP: H91J12000770005

CIG: 9524700F13

TRANVIA DI FIRENZE

LINEA 4.2

LE PIAGGE - CAMPI BISENZIO



STUDI PER PROCEDURA PAUR

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

ACUSTICA E RUMORE

RELAZIONE DI SINTESI

STAZIONE APPALTANTE – COMUNE DI FIRENZE

DIRETTORE DEL SETTORE
Ing. Michele Priore

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO
Ing. Filippo Martinelli

DEC
Ing. Andrea Adinolfi

APPALTATORE

MANDATARIA



MANDANTI

ALSTOM

HITACHI
Inspire the Next

com.net
a nextaly company

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

MANDATARIA



MANDANTI

SDAprogetti
ASSOCIAZIONE PROFESSIONALE INGEGNERI

STUDIO MATTIOLI
Audience - Engagement - Strategy

iride

ETS
Engineering and Technical Services
S.p.A.

ARCHLANDSTUDIO
urbanistica, paesaggio, architettura

steer



Responsabile Integrazione Prestazioni Specialistiche

TEGENTAT Ing. Filippo Busola

Progettista

ETS Ing. G. Parietti

Commessa				Fase	Origine	Ambito		Disciplina		Attività		Parte d'opera			Tipologia		Progressivo		Rev.	Scala
F	L	4	2	D	E	P	A	S	A	0	2	E	G	G	R	T	0	1	B	-
REVISIONE		DATA		DESCRIZIONE						SOCIETÀ		REDATTO		VISTO		APPROVATO				
REV A		03/2024		PRIMA EMISSIONE						ETS		N. Romano		N. Romano		G. Parietti				
REV B		12/2024		EMISSIONE PER CDS						ETS		N. Romano		N. Romano		G. Parietti				

**STUDI PER PROCEDURA PAUR
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Acustica e rumore**

Relazione di sintesi

Dicembre 2024

INDICE

1	PREMESSA.....	1
2	LIMITI VIGENTI	2
2.1	INQUADRAMENTO.....	2
2.2	PRESENZA DI RICETTORI SENSIBILI.....	4
2.3	AREE DI ESPANSIONE URBANISTICA	4
2.4	LIMITI CONCORSUALI	5
3	CARATTERIZZAZIONE SONORA DELLE SORGENTI.....	6
3.1	LINEA TRANVIARIA.....	6
3.2	LINEA FERROVIARIA FI-BO	6
3.3	INFRASTRUTTURE STRADALI	6
3.4	DEPOSITO	7
3.5	PARCHEGGI	8
4	VALUTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO.....	9
4.1	PREMESSA	9
4.2	METODO DI VALUTAZIONE.....	9
4.3	RISULTATI	10
4.3.1	Livelli sonori emessi dalla tranvia	10
4.3.2	Livelli sonori emessi dal deposito.....	11
4.3.3	Livelli sonori emessi dai parcheggi.....	11
4.4	INTERVENTI SUI RICETTORI	11
5	CONFRONTO TRA I VARI SCENARI	13

1 Premessa

Il presente elaborato ha per oggetto la sintesi della valutazione previsionale di impatto acustico a supporto del progetto definitivo della seconda tratta della linea tranviaria 4 (linea 4.2) del sistema tranviario fiorentino.

Il tracciato della linea 4.2, tratta da Le Piagge a Campi Bisenzio insiste sui territori comunali di Firenze e Campi Bisenzio e costituisce la prosecuzione della linea 4.1 Leopolda – Le Piagge.

La lunghezza della tratta tranviaria è di circa 5,4 Km e lungo il tracciato del prolungamento tranviario, sono previste 11 fermate distribuite tra il Comune di Firenze e quello di Campi Bisenzio. È previsto un nuovo deposito/officina in un'area di circa 32.900 mq compresa tra l'ex inceneritore "San Donnino" a sud, la via Pistoiese a nord e il sedime dell'autostrada A1 ad est e 4 Sotto Stazioni Elettriche (SSE) a servizio della linea. Nella figura successiva è riportato il tracciato con l'individuazione delle posizioni delle fermate, del deposito e delle SSE di progetto.

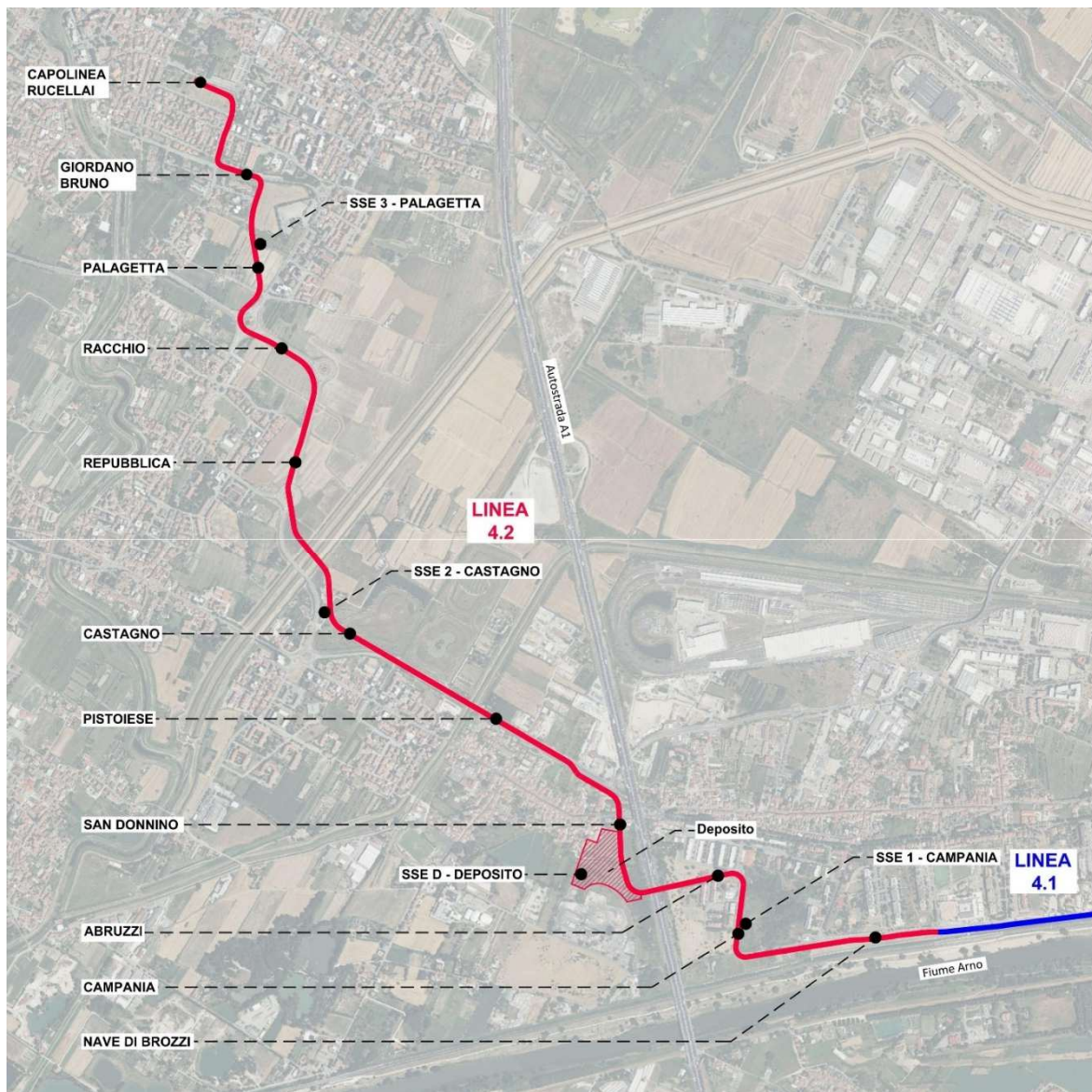


FIGURA 1 - TRACCIATO TRANVIA CON POSIZIONE FERMATE

2 LIMITI VIGENTI

2.1 INQUADRAMENTO

La Legge Quadro n.447/1995 tratta le infrastrutture di trasporto lineare in modo peculiare rispetto a tutte le altre sorgenti sonore, prevedendo l’emanazione di specifici decreti.

Quest’ultimi prevedono sostanzialmente per le infrastrutture di trasporto un doppio regime di limiti.

All’interno delle rispettive fasce di pertinenza le infrastrutture devono rispettare limiti specifici stabiliti dai medesimi decreti.

Al di fuori delle fasce di pertinenza le infrastrutture concorrono a determinare il livello di immissione sonora complessivo da confrontare con i limiti assoluti di immissione di cui alla Tabella C del DPCM 14/11/97, definiti dai piani di classificazione acustica comunali.

Relativamente in particolare alle tranvie, ad oggi non è stato ancora emanato un apposito decreto che stabilisca limiti specifici e ampiezza delle fasce di rispetto; esse risultano comunque espressamente escluse dal D.P.R. n.459/1998 relativo alle ferrovie.

Per quanto riguarda di conseguenza i limiti specifici, nel presente studio verranno presi come riferimento quelli di immissione previsti dai piani di classificazione acustica.

A scopo cautelativo per la scuola materna Capuana sita in v. Campania 20 in Comune di Firenze, inserita nella classe IV nel vigente piano di classificazione acustica, è stato utilizzato come riferimento il limite della classe II.

Relativamente alle fasce di rispetto si ritiene opportuno applicare a questa tipologia di infrastruttura delle fasce di pertinenza acustica aventi in via cautelativa l’ampiezza minore tra quelle previste dai decreti relativi alle strade e alle ferrovie, ovvero un’ampiezza di 30 m prevista dal DPR 142/04 per le strade di tipo E – di quartiere ed F – locali.

In base all’art. 4 del DPCM 14/11/97 e in considerazione di quanto sopra riportato, si ritiene inoltre opportuno non applicare alla linea tranviaria i limiti differenziali di immissione (come per la rumorosità prodotta “dalle infrastrutture stradali, ferroviarie, aeroportuali, di aviosuperfici, dei luoghi in cui si svolgono attività sportive di discipline olimpiche in forma stabile e marittime”), i limiti di emissione e le penalizzazioni per la presenza di componenti impulsive o tonali previste dal D.M. 16/03/98.

Questi criteri di valutazione da applicare alla tranvia, in particolare l’utilizzo di limiti di emissione in una fascia di rispetto di 30 m e la non applicabilità dei limiti differenziali, trovano riscontro anche nel parere del Ministero dell’Ambiente nel chiarimento in merito alla Tranvia di Verona (1442/2001/SIAR) “Metropolitana moderna di superficie vincolata per la città di Verona – Normativa applicabile per valutare l’impatto acustico prodotto da una tranvia”, citato anche in studi di impatto acustico di altre tranvie quali quella Cagliari, Parma e Padova.

Con lettera n. 110960 del 7/12/2000 il Comune di Verona aveva posto al Ministero dell’Ambiente uno specifico quesito, teso a definire quali siano i limiti di rumorosità applicabili sulla base dell’attuale quadro normativo al rumore prodotto da una tramvia urbana.

Con lettera n.1442/2001/SIAR del 10 maggio 2001, Ministero dell’Ambiente ha fornito il suo parere in cui viene chiarito che:

- i limiti differenziali non sono in ogni caso applicabili
- all’interno di una fascia di rispetto di 30 m vigono i limiti di immissione relativi al solo rumore prodotto dall’infrastruttura in esame previsti dal DPR 18/11/98 n. 459 (70 dBA diurni, 60 dBA notturni, ad esclusione dei recettori di cui all’art. 5 comma 1 lettera a) del medesimo DPR (scuole, ospedali, case di cura e di riposo) per i quali valgono limiti di 50 dBA diurni e 40 dBA notturni;

- all'esterno di tale fascia, il rumore proveniente dalla tramvia concorre, assieme a quello di tutte le altre sorgenti sonore, alla rumorosità immessa complessivamente, che deve rispettare i limiti previsti dalla zonizzazione acustica.

Gli stralci dei piani di classificazione acustica dei Comuni di Firenze, Campi Bisenzio e Sesto Fiorentino relativi all'area di interesse sono riportati nelle Tavole da FL42-D-E-IN-AV-00-EGG-CO-01-A a FL42-D-E-IN-AV-00-EGG-CO-04-A.

Parte dell'area di interesse ricade all'interno delle fasce di pertinenza della linea ferroviaria Firenze – Bologna, dell'Autostrada A1 e delle altre infrastrutture stradali presente, generalmente di tipo E – di quartiere ed F – locale.

In particolare i ricettori analizzati per la presenza della viabilità locale ricadono pressoché nella totalità dei casi sempre all'interno delle fasce di pertinenza acustica di almeno 30 m relative alle infrastrutture stradali più prossime.

All'interno di queste fasce di pertinenza oltre ai limiti stabiliti dai piani di classificazione acustica (valevoli per tutte le sorgenti sonore diverse dalle infrastrutture), vigono anche quelli derivanti dai decreti che regolano le immissioni sonore prodotte dalle strade e dalla ferrovia, che non concorrono al superamento dei limiti di zona, considerando, nel caso di presenza di più fasce di pertinenza, i limiti concorsuali come sopra descritto.

Sulla base di quanto riportato, la valutazione previsionale di impatto acustico della nuova tramvia è stata quindi effettuata mediante un duplice approccio.

Per i ricettori posti all'interno delle fasce di pertinenza acustica della larghezza di 30 m si è proceduto a confrontare i livelli emessi dalla sola tramvia nei periodi diurno e notturno con i rispettivi limiti di immissione stabiliti dai piani di classificazione acustica.

Nei casi in cui i ricettori, oltre che trovarsi all'interno delle fasce di pertinenza acustica della tramvia, risultano ricompresi nelle fasce di rispetto di altre infrastrutture di trasporto (il caso più ricorrente è costituito dalla concomitante presenza della tramvia e di una strada di tipo E o F), al fine di considerare la compresenza di tutte le infrastrutture sono stati utilizzati come riferimento i limiti concorsuali in riferimento al D.M. Ambiente 29/11/2000 "Criteri per la predisposizione dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore".

In base a quanto riportato nell'Allegato 4 di questo Decreto "Criterio di valutazione dell'attività di risanamento da ascrivere a più sorgenti sonore che immettono rumore in un punto", nelle aree in cui si sovrappongono più fasce di pertinenza il rumore non deve superare complessivamente il maggiore fra i valori limite di immissione previsti per le singole infrastrutture.

Nel caso in cui il ricettore sia compreso in due o più fasce di pertinenza diverse, viene di conseguenza effettuata una riduzione paritetica dei limiti in modo tale che la somma dei nuovi valori soglia ottenuti sia pari al limite massimo.

Ad esempio nel caso più ricorrente sopra descritto, costituito dalla concomitante presenza della tramvia e di una strada di tipo E o F, i limiti di riferimento per la tramvia diventano 3 dBA inferiori ai limiti di immissione diurno e notturno previsti dalla classificazione acustica.

Esternamente alle fasce di pertinenza i livelli emessi dalla tramvia concorrono a determinare il livello di immissione sonora complessivo da confrontare con i limiti assoluti di immissione di cui alla Tabella C del DPCM 14/11/97.

Per quanto riguarda invece le sorgenti sonore non costituite dall'infrastruttura di trasporto vera e propria, ovvero le sorgenti sonore presenti nel deposito, saranno applicabili tutti i limiti stabiliti nei piani di classificazione acustica costituiti dai limiti di emissione, assoluti di immissione e differenziali di immissione.

2.2 PRESENZA DI RICETTORI SENSIBILI

Per la presente valutazione sono stati presi in considerazione i ricettori sensibili presenti all'interno di una fascia di 500 metri ai lati dal tracciato della tranvia.

In particolare i ricettori individuati, indicati in blu nelle Tavole da FL42-D-E-IN-AV-00-EGG-CO-01-A a FL42-D-E-IN-AV-00-EGG-CO-04-A, sono costituiti da strutture scolastiche.

Nella seguente tabella se ne riporta l'elenco, unitamente alla classe acustica in cui sono stati inseriti (per le scuole si applica unicamente il limite diurno).

Id.	Tipo ricettore	Descrizione	Classe acustica	Limite Diurno	Limite Notturno
Ric. sen. 1	Scuola	SCUOLA SECONDARIA DI 1° GRADO "F. MATTEUCCI"	II	55	---
Ric. Sen. 2	Scuola	SCUOLA MATERNA LORENZINI	II	55	---
Ric. sen. 3	Scuola	SCUOLA PRIMARIA FRA' RISTORO DI CAMPI B. (IC M.HACK)	II	55	---
Ric. sen. 4	Scuola	ISTITUTO COMPRENSIVO "RITA LEVI MONTALCINI"	II	55	---
Ric. sen. 5	Scuola	SCUOLA MATERNA NENCIONI SAN GIUSTO	II	55	---
Ric. sen. 6	Scuola	SCUOLA MATERNA MAHATMA GANDHI	II	55	---
Ric. sen. 7	Scuola	SCUOLA PRIMARIA VAMBA	II	55	---
Ric. sen. 8	Scuola	SCUOLA SEC I GRADO GIOVANNI VERGA	II	55	---
Ric. sen. 9	Scuola	SCUOLA MATERNA CAPUANA	IV (ma considerata nella II)	55	---
Ric. sen. 1V	Ass. rel.	Associazione religiosa "Casa Franciscana della Pietà"	II	55	45
Ric. sen. 2V	Centro ricreativo	Centro estivo "Ariele"	II	55	45
Ric. sen. 3V	Scuola	Scuola Primaria "Lorenzo il Magnifico"	II	55	---
Ric. sen. 4V	Scuola	Scuola dell'Infanzia "Tosca Fiesoli"	II	55	---
Ric. sen. 5V	Scuola	Scuola Primaria "Aurora Gelli"	II	55	---
Ric. sen. 6V	Asilo nido	Nido d'Infanzia "L'isola che non c'era"	III	60	---
Ric. sen. 7V	Scuola	Scuola dell'Infanzia "Santa Teresa"	III	60	---
Ric. sen. 8V	Asilo nido	Asilo Nido "La Tana del Cucciolo"	IV	65	---

2.3 AREE DI ESPANSIONE URBANISTICA

In base a quanto risulta dai Regolamenti urbanistici dei comuni di Campi Bisenzio e Firenze, sono state incluse all'interno del modello di simulazione le aree di espansione urbanistica, il cui perimetro è rappresentato con linee verdi nelle tavole relative allo studio acustico indicate nella sezione AV – ACUSTICA E VIBRAZIONI dell'elenco elaborati.

Il livello stimato presso le suddette aree è stato valutato tramite un ricevitore virtuale posto a 4.0 metri sul piano campagna in prossimità della tranvia al fine di poter restituire una stima del livello previsto nella zona interessata dalla futura espansione urbanistica.

Per le aree di espansione residenziale, al fine di simulare il possibile livello in facciata, oltre al valore di incertezza estesa di 2,0 dBA, è stato aggiunto un valore pari a + 3,0 dBA dovuto al contributo della riflessione in facciata del possibile edificio di nuova costruzione all'interno dell'area, al fine di simulare il possibile livello in facciata.

2.4 LIMITI CONCURSUALI

Nel presente studio è stato verificato anche il tema della concorsualità acustica con le altre infrastrutture di trasporto esistenti, stradali e ferroviarie, in riferimento al D.M. Ambiente 29/11/2000 "Criteri per la predisposizione dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore".

In particolare in base a quanto riportato nell'Allegato 4 "Criterio di valutazione dell'attività di risanamento da ascrivere a più sorgenti sonore che immettono rumore in un punto" nelle aree in cui si sovrappongono più fasce di pertinenza il rumore non deve superare complessivamente il maggiore fra i valori limite di immissione previsti per le singole infrastrutture.

3 CARATTERIZZAZIONE SONORA DELLE SORGENTI

3.1 LINEA TRANVIARIA

La linea tranviaria è stata inserita nel modello di calcolo come sorgente “ferrovia” e utilizzando lo standard di calcolo “SRM II”, classe del treno C07 – metro urbano.

I flussi di traffico previsti allo stato di progetto sono indicati nella seguente tabella:

NUMERO DI PASSAGGI LINEA 4.2			
INTERVALLI	TOTALI	Binario direzione Campi Bisenzio	Binario direzione Piagge
Diurno [06:00 - 22:00]	278	139	139
Notturmo [22:00 - 06:00]	36	18	18

TABELLA 3-1 – TOTALE MEZZI TRANVIARI – PER BINARIO

Per la caratterizzazione acustica della linea, in base a quanto riportato nel Protocollo Tecnico approvato con nota prot. 254689 del 04/08/2021, sono stati utilizzati come riferimento valori di SEL caratteristici per i tratti rettilinei e curvilinei pari rispettivamente a 82 dBA e 85 dBA.

3.2 LINEA FERROVIARIA FI-BO

Le emissioni della linea ferroviaria in oggetto sono state desunte dalla misura di 24 ore effettuata in data 07/02/24 (ved. relazione allegata in Appendice 1).

La misura effettuata ha fornito i seguenti livelli equivalenti prodotti dal traffico ferroviario nei periodi diurno e notturno:

- Periodo diurno 69.5 dBA
- Periodo notturno 66.5 dBA.

La ferrovia è stata inserita nel modello come una sorgente di tipo lineare caratterizzata dallo spettro riportato nella norma UNI EN 16272-3 – 2023.

3.3 INFRASTRUTTURE STRADALI

Le strade sono state inserite nel modello di calcolo come sorgenti “strada” mediante lo standard di calcolo “NMPB08”.

Per i dati relativi ai flussi di traffico sono stati utilizzati quelli riportati nell’apposito studio presente nella documentazione di progetto, in cui si confrontano per diversi scenari i volumi veicolari per diverse tipologie di mezzo (moto, auto, veicoli commerciali e pesanti).

La domanda di trasporto pubblico e privato è stata caratterizzata per i seguenti tre scenari:

- scenario 2022 di calibrazione (Scenario Attuale)
- scenario 2027 in assenza di progetto (Scenario Tendenziale);
- scenario 2027 con estensione della linea tranviaria 4.2 e introduzione delle opere viarie connesse (Scenario Progettuale).

Gli scenari di simulazione, predisposti per simulare l'ora di punta di un giorno medio feriale, sono stati costruiti e calibrati sulla base degli input di domanda forniti dal Comune di Firenze, in particolare:

- i conteggi veicolari per tipologia di mezzo su 35 sezioni di rilevamento sulla viabilità stradale del territorio di cui 12 in prossimità dell'estensione 4.2 della linea tranviaria;
- i conteggi dei passeggeri saliti, discesi e a bordo effettuati da GEST per le due linee tranviarie T1 e T2 e da ATAF per le linee bus del trasporto pubblico urbano ed extraurbano.

Per quanto riguarda il sistema di offerta per il trasporto pubblico e privato sono stati considerati:

- GTFS ed orari del trasporto pubblico di Novembre 2022 disponibili sul sito Open Data della Regione Toscana;
- Contenuti del Piano Strutturale ed Operativo del Comune di Firenze ed informazioni aggiuntive per la caratterizzazione del modello (classificazione funzionale delle strade, ZTL, Zone 30, aree pedonali, rete ciclabile, ecc..)

Le analisi effettuate hanno consentito di stimare l'impatto generato dalla linea tranviaria sulla mobilità veicolare. Le valutazioni sono state circoscritte alla rete stradale dell'area di studio in un raggio pari a 500 metri intorno al corridoio percorso dall'estensione 4.2 della linea tranviaria. Questi carichi veicolari corrispondono alla base dati delle analisi ambientali.

Tramite il modello di rete sono stati definiti i volumi per tipologia di veicolo nell'ora di punta di un giorno medio feriale, che sono stati convertiti in volumi per fascia oraria diurna (6:00-22:00) e notturna (22:00-6:00) associando a ciascun segmento di rete il profilo orario corrispondente per tipologia stradale (strada principale, secondaria e residenziale) e direzione, sulla base dei conteggi veicolari forniti dal Comune di Firenze.

3.4 DEPOSITO

Il deposito avrà le funzioni di ricovero e rimessaggio delle carrozze e di officina di manutenzione.

Le attività/impianti che potrebbero costituire una sorgente sonora significativa ai fini della presente valutazione sono costituite dalle seguenti:

- Officina manutenzione rotabili;
- Lavaggio mezzi;
- Impianto di sabbiatura;
- Linea tranviaria entrata e uscita deposito;
- Impianti unità trattamento aria (UTA) e pompe di calore;
- Centrale impianti.

Per quanto riguarda le tempistiche di funzionamento, si riportano nella seguente tabella.

Sorgente	Modalità di funzionamento
Officina manutenzione rotabili	Solo nel periodo diurno
Lavaggio mezzi	Solo nel periodo diurno, per non più di 4 h/giorno
Impianto di sabbiatura	Solo nel periodo diurno
Linea tranviaria entrata e uscita deposito	Le prime partenze sono previste non prima delle 06.00. L'ultimo rientro è previsto per l'1.00.
Impianti unità trattamento aria (UTA) e pompe di calore.	Diurno e notturno
Centrale impianti	Diurno e notturno

3.5 PARCHEGGI

Contestualmente alla realizzazione della linea tranviaria 4.2, sono previsti tre parcheggi scambiatori ad uso pubblico:

- Parcheggio Campania
- Parcheggio Pistoiese
- Parcheggio Castagno

Le emissioni sonore dei parcheggi sono state calcolate mediante lo standard di calcolo "RLS19".

Per i dati relativi ai flussi di traffico sono stati considerati i seguenti movimenti per ora per posto auto: periodo diurno 0.3, periodo notturno 0.06, caratteristici della tipologia "parcheggio di interscambio" secondo lo studio bavarese "Parking Lot Study 2007, 6th edition, Ed.: Bayerisches Landesamt für Umwelt, Augsburg, 2007".

4 VALUTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO

4.1 PREMESSA

La valutazione è stata effettuata relativamente alla linea tranviaria, al deposito e ai parcheggi di interscambio. I risultati della modellizzazione effettuata sono inevitabilmente affetti da un'incertezza riguardante principalmente i dati di ingresso (ad esempio il livello di potenza sonora e la direttività delle sorgenti e il potere fonoisolante delle partizioni), la formulazione matematica della realtà (ad esempio la rappresentazione idealizzata della morfologia dei luoghi, della conformazione dei fabbricati e delle condizioni meteorologiche, la presa in considerazione dei fenomeni di riflessione e di diffrazione e relativo grado di approssimazione) e la implementazione del modello adottato.

A scopo cautelativo i livelli calcolati, rappresentati negli elaborati grafici, sono stati incrementati di 2 dBA prima del confronto con i limiti di riferimento.

Per le aree di espansione residenziale, al fine di simulare il possibile livello in facciata, oltre al valore di incertezza estesa di 2,0 dBA, è stato aggiunto un valore pari a + 3,0 dBA dovuto al contributo della riflessione in facciata del possibile edificio di nuova costruzione all'interno dell'area.

4.2 METODO DI VALUTAZIONE

La valutazione previsionale di impatto acustico della nuova tranvia è stata effettuata mediante un duplice approccio.

Per i ricettori posti all'interno della fascia di pertinenza acustica della larghezza di 30 m si è proceduto a confrontare i livelli emessi dalla sola tranvia nei periodi diurno e notturno con i rispettivi limiti di immissione stabiliti dai piani di classificazione acustica.

Nei casi in cui i ricettori, oltre che trovarsi all'interno delle fasce di pertinenza acustica della tranvia, risultano ricompresi nelle fasce di rispetto di altre infrastrutture di trasporto (il caso più ricorrente è costituito dalla concomitante presenza della tranvia e di una strada di tipo E o F), al fine di considerare la compresenza di tutte le infrastrutture sono stati utilizzati come riferimento i limiti concorsuali in riferimento al D.M. Ambiente 29/11/2000 "Criteri per la predisposizione dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore".

In base a quanto riportato nell'Allegato 4 di questo Decreto "Criterio di valutazione dell'attività di risanamento da ascrivere a più sorgenti sonore che immettono rumore in un punto", nelle aree in cui si sovrappongono più fasce di pertinenza il rumore non deve superare complessivamente il maggiore fra i valori limite di immissione previsti per le singole infrastrutture.

Nel caso in cui il ricettore sia compreso in due o più fasce di pertinenza diverse, viene di conseguenza effettuata una riduzione paritetica dei limiti in modo tale che la somma dei nuovi valori soglia ottenuti sia pari al limite massimo.

Ad esempio nel caso più ricorrente sopra descritto, costituito dalla concomitante presenza della tranvia e di una strada di tipo E o F, i limiti di riferimento per la tranvia diventano 3 dBA inferiori ai limiti di immissione diurno e notturno previsti dalla classificazione acustica.

Esternamente alle fasce di pertinenza i livelli emessi dalla tranvia concorrono a determinare il livello di immissione sonora complessivo da confrontare con i limiti assoluti di immissione di cui alla Tabella C del DPCM 14/11/97.

In questo caso dal momento che praticamente tutti i ricettori ricadono all'interno delle fasce di pertinenza acustica determinate dalla presenza delle strade limitrofe, secondo quanto previsto dalla L. 447/95, dal livello

da confrontare con i limiti è necessario scorporare il contributo dell'emissione sonora della strada che determina la presenza della fascia di pertinenza.

Se questa operazione è fattibile in sede di misure in situ presso uno specifico ricettore, nel modello di calcolo, data l'estensione dell'area di calcolo e il relativo numero di ricettori da analizzare, si è ritenuto ragionevole adottare la semplificazione di seguito illustrata.

All'esterno delle fasce di pertinenza della tranvia si è quindi ritenuto opportuno effettuare una valutazione confrontando i livelli emessi dalla tranvia con i limiti stabiliti dai piani di classificazione acustica ridotti di 3 dBA, questo ipotizzando cautelativamente, che il livello di rumore residuo sia solamente di 3 dBA inferiore al limite.

I calcoli sono stati effettuati all'interno di una fascia di 500 m per ogni lato della tranvia e hanno preso in considerazione i seguenti quattro scenari:

1. scenario 2022 di calibrazione (Scenario Attuale);
2. scenario di progetto considerando come sorgenti solamente la nuova tranvia;
3. scenario 2027 con estensione della linea tranviaria 4.2 e introduzione delle opere viarie connesse (Scenario Progettuale);
4. scenario 2027 in assenza della tranvia (Scenario Tendenziale).

La verifica del rispetto dei vigenti limiti di accettabilità ambientale da parte della tranvia è stata effettuata sulla base dello scenario n. 2.

Oltre all'impatto della linea tranviaria sono stati analizzati anche il nuovo deposito e i tre nuovi parcheggi di interscambio.

Infine è stato effettuato il confronto tra gli scenari n. 3 e n. 1 e tra il n. 3 e il n. 4 per valutare il beneficio in termini di impatto acustico determinato dalla realizzazione della nuova tranvia, in rapporto rispettivamente al traffico stradale attuale e a quello futuro (scenario 2027).

4.3 RISULTATI

4.3.1 Livelli sonori emessi dalla tranvia

I calcoli effettuati per ognuno dei quattro scenari presi in considerazione sono rappresentati nelle tavole allegate in cui sono evidenziati i seguenti risultati:

- mappe dei livelli calcolati all'interno di una fascia di 500 m per ogni lato della tranvia, ad un'altezza di 4 dal piano campagna;
- livelli calcolati a 1 m dalle facciate per ogni piano dell'edificio considerando anche la componente riflessa sulla facciata, all'interno di una fascia di 500 m per ogni lato della tranvia per i ricettori sensibili e di 150 m per gli altri ricettori. Per il confronto con i limiti sono stati utilizzati per ogni edificio i livelli massimi diurno e notturno tra quelli ottenuti ad ogni piano.

Dalle mappe si ricava che le emissioni sonore della tranvia rimangono **generalmente** confinate all'interno delle fasce di pertinenza acustica dell'ampiezza di 30 m per parte; all'esterno delle fasce di pertinenza le emissioni tendono a essere irrilevanti.

Effettuando la verifica del rispetto dei limiti mediante il metodo illustrato nelle pagine precedenti prendendo in considerazione i ricettori posti entro i 150 m dalla tranvia (entro i 500 m per quelli sensibili) si ricava che i superamenti si verificano essenzialmente all'interno delle fasce di pertinenza acustica della tranvia.

I 41 ricettori presso cui si stima il superamento dei limiti di riferimento sono evidenziati con apposito simbolo nelle tavole relative allo scenario n. 2 in cui si considera come sorgente solamente la nuova tranvia.

Si è in ogni caso tenuto conto della concomitanza con le infrastrutture di trasporto esistenti applicando alla tranvia i limiti concorsuali, ovvero i limiti del piano di classificazione acustica ridotti in modo tale che la somma dei limiti che devono essere rispettati dalle infrastrutture presenti sia pari al limite massimo tra quelli vigenti.

Ad esempio nel caso più ricorrente costituito dalla concomitante presenza della tranvia e di una strada di tipo E o F, i limiti di riferimento per la tranvia diventano 3 dBA inferiori ai limiti di immissione diurno e notturno previsti dalla classificazione acustica.

Sul totale dei ricettori presenti nella fascia di 150 m dagli assi binari della tranvia, quelli che superano i limiti di riferimento, rappresentano circa l'8%.

Dai risultati emerge che i superamenti avvengono principalmente nel periodo notturno e sono compresi tra 1 e 12 dBA.

4.3.2 Livelli sonori emessi dal deposito

Effettuando i calcoli si ottengono le mappe riportate nell'elaborato FL42-D-E-IN-AV-00-EGG-PL-51-A, calcolate a un'altezza di 4 dal piano campagna e i livelli calcolati a 1 m dalle facciate per ogni piano dell'edificio considerando anche la componente riflessa sulla facciata; per il confronto con i limiti sono stati utilizzati per ogni edificio i livelli massimi diurno e notturno tra quelli ottenuti ad ogni piano, riportati nella tabella seguente a seconda dello scenario.

Dal momento che tutti i ricettori si trovano all'interno delle fasce di pertinenza acustica delle infrastrutture stradali esistenti il cui contributo, sempre sulla base delle considerazioni fatte al punto 2.1 del presente documento, va scorporato da quelle delle altre sorgenti, i calcoli sono stati effettuati considerando le emissioni del solo deposito e le emissioni del deposito + tranvia, nei periodi diurno e notturno.

In base alle stime effettuate è risultato che i limiti di emissione e assoluti di immissione risultano rispettati sia in periodo diurno che in quello notturno.

Per quanto riguarda i limiti differenziali di immissione, in base ai calcoli effettuati con un'ottica particolarmente cautelativa (il livello di rumore ambientale è stato incrementato dell'incertezza di 2 dBA mentre quello di rumore residuo decrementato) si ritiene che verranno rispettati.

4.3.3 Livelli sonori emessi dai parcheggi

La verifica dell'impatto acustico dei parcheggi è stata effettuata mediante il confronto dei livelli con e senza la loro presenza in corrispondenza di alcuni ricettori posti nelle vicinanze utilizzati come riferimento.

Dai dati riportati nelle tabelle si ricava che i parcheggi avranno un impatto pressoché nullo.

4.4 INTERVENTI SUI RICETTORI

Per mitigare le emissioni sonore della linea tramviaria, è possibile, in linea generale, intervenire con soluzioni differenti, in base all'ambito di intervento ed alle caratteristiche peculiari delle zone interessate.

In particolare, gli interventi possibili solitamente consistono nell'introduzione di barriere antirumore, sistemi ungi bordo delle rotaie tramviarie, inerbimento del sedime tramviario, interventi diretti sui ricettori, etc., in funzione delle problematiche che si possono riscontrare lungo le infrastrutture di trasporto su ferro.

Nell'ambito dell'intervento specifico, per quanto riguarda gli interventi da effettuarsi per garantire il rispetto dei limiti presso i ricettori, in considerazione che la linea tramviaria si sviluppa in un contesto prettamente urbano, con la presenza di aree di pregio naturalistico e paesaggistico, al fine di non arrecare danno anche alla funzionalità dell'opera ed alla fruibilità e libertà di movimento dell'utente finale, prendendo in esame anche i contenuti specifici rappresentati nello SIA (Studio Impatto Ambientale), si è reso necessario intervenire direttamente sui ricettori interessati dal superamento dei limiti acustici mediante la sostituzione dei serramenti presenti sulle facciate direttamente esposte al rumore, ad eccezione che per quanto riguarda la scuola primaria Fra' Ristoro di Campi B. - IC M. Hack (Ric. sen. n. 3) e la scuola materna Capuana (Ric. sen. n. 9) in corrispondenza delle quali, al fine di attenuare la rumorosità anche negli spazi all'aperto di pertinenza, sono state previste barriere antirumore di altezza rispettivamente pari a 4 m e 3 m,

Un'altra serie di barriere, di altezza compresa tra 3 m e 4 m, è prevista in corrispondenza dell'area ZSC Natura 2000.

Inoltre, lungo il tracciato della linea tramviaria, sono stati previsti anche tratti di sedime inerbiti con essenze di Sedum, in grado di contribuire all'abbattimento dell'emissione acustica di circa 3 dBA, non considerato tuttavia cautelativamente nelle stime previsionali.

Questa possibilità di intervento è contemplata peraltro anche dall'art. 4 comma 5 del DPR 459/98 che, sebbene non si applichi alle tranvie ma solo alle ferrovie, costituisce in ogni caso un riferimento importante anche per l'infrastruttura in esame.

Inoltre, questo decreto stabilisce che quando il rispetto dei limiti in base a valutazioni tecniche, economiche o di carattere ambientale non sia conseguibile agendo sulla sorgente, sia possibile intervenire direttamente sui ricettori, assicurando il rispetto dei seguenti limiti:

- 35 dB(A) Leq notturno per ospedali, case di cura e case di riposo;
- 40 dB(A) Leq notturno per tutti gli altri ricettori;
- 45 dB(A) Leq diurno per le scuole.

Il rispetto di questi limiti verrà effettuata mediante la sostituzione dei serramenti degli edifici in oggetto installati sulle facciate esposte al rumore, che dovranno garantire le prestazioni inerenti i requisiti acustici passivi stabiliti dal DPCM 05/12/97, sempre che i serramenti esistenti non risultino già idonei.

Il DPCM prevede per la destinazione residenziale un valore minimo di $D_{2m,nT,w}$ - indice di valutazione dell'isolamento acustico standardizzato di facciata, pari per le residenze a 40 dB.

Saranno quindi sostituiti i serramenti presso i ricettori interessati dal superamento dei limiti acustici nel caso in cui le facciate non rispettino già i requisiti del DPCM 05/12/97 sopra richiamato.

5 CONFRONTO TRA I VARI SCENARI

Come già rappresentato nei capitoli precedenti, i calcoli sono stati effettuati all'interno di una fascia di 500 m per ogni lato della tranvia e hanno preso in considerazione i seguenti quattro scenari:

1. scenario 2022 di calibrazione (Scenario Attuale);
2. scenario di progetto considerando come sorgenti solamente la nuova tranvia;
3. scenario 2027 con estensione della linea tranviaria 4.2 e introduzione delle opere viarie connesse (Scenario Progettuale);
4. scenario 2027 in assenza della tranvia (Scenario Tendentiale).

Al fine di valutare l'efficacia dell'infrastruttura tramviaria in termini di benefici indotti dalla diminuzione del traffico veicolare a vantaggio dell'utilizzo della nuova linea tramviaria, è stato effettuato il confronto tra gli scenari n. 3 e n. 1 e tra gli scenari n. 3 e n. 4, illustrato negli elaborati da FL42-D-E-IN-AV-00-EGG-PL-35-A a FL42-D-E-IN-AV-00-EGG-PL-50-A

In linea generale, si è potuto riscontrare che l'incremento di rumorosità dovuto dalla presenza della tramvia è limitato a una ristretta area all'interno della fascia di pertinenza acustica di 30 m.

Al di fuori della suddetta ristretta area, i livelli stimati relativi allo scenario progettuale con la tramvia in esercizio, si prevedono generalmente inferiori di circa 1 - 2, rispetto agli scenari n. 1 e n. 4.

Questa diminuzione è dovuta essenzialmente alla diversa ripartizione del traffico veicolare che, con la linea tramviaria in esercizio, genera una diminuzione, soprattutto in prossimità delle arterie laterali alla linea tramviaria. Pertanto il trasporto modale passa dall'utilizzo dell'auto privata all'utilizzo del trasporto pubblico relativo alla nuova linea tramviaria.