

**L'AMPLIAMENTO DEL SISTEMA TRANVIARIO,  
PER UNA RETE DI MOBILITÀ  
METROPOLITANA INTEGRATA E SOSTENIBILE**

**Espansione della rete tranviaria  
da urbana a metropolitana:  
il caso di Firenze**

## **RICONOSCIMENTI**

Lo studio è parte delle attività comuni IRPET-Regione Toscana per l'anno 2024 ed è svolto in assistenza tecnica all'Autorità di Gestione del FESR (Attività n. 3.2024). La ricerca è stata curata da Leonardo Piccini per l'Area di ricerca Economia pubblica e infrastrutture dell'IRPET coordinata da Patrizia Lattarulo. Al lavoro ha contribuito anche Giuseppe Francesco Gori dell'IRPET.

Editing a cura di Elena Zangheri.

## Indice

Sintesi .....	5
1. Introduzione .....	6
2. Lo stato della rete tranviaria e i progetti di sviluppo.....	6
3. Impatti socioeconomici delle linee in esercizio: alcune evidenze .....	10
4. Il progetto di estensione della Linea 2 verso Sesto Fiorentino .....	15
5. Esternalità e impatti ambientali .....	21
6. Conclusioni.....	23



## Sintesi

Il progetto di espansione della rete tranviaria di Firenze rappresenta un'iniziativa ambiziosa che mira a trasformare il sistema di mobilità urbana ed estenderlo su scala metropolitana. Questa evoluzione ha l'obiettivo di ridurre il traffico privato, promuovendo un sistema di trasporto pubblico più sostenibile, efficiente e accessibile. La rete tranviaria, grazie alla sua integrazione con altre modalità di trasporto, punta inoltre a migliorare significativamente l'accessibilità tra le diverse aree della città e della sua area metropolitana. Inoltre, questa trasformazione contribuisce alla riduzione delle emissioni di gas serra e degli inquinanti atmosferici, rappresentando un importante passo verso la transizione ecologica e il miglioramento della qualità dell'aria in un contesto urbano spesso soggetto a criticità ambientali.

Attualmente, la rete si compone di due linee principali, la T1 e la T2, che hanno già portato a un notevole incremento nell'uso del trasporto pubblico, raggiungendo circa 35 milioni di passeggeri all'anno nel 2023. Le previsioni per il futuro indicano un'ulteriore crescita grazie alle nuove estensioni pianificate. Tra queste, la Linea 2.2, che collegherà l'aeroporto di Peretola con il centro di Sesto Fiorentino, la Linea 3 che conetterà il quadrante sud-est della città e la Linea 4, che coprirà il tragitto tra Leopolda, Piagge e Campi Bisenzio. Una volta completati i progetti di espansione, la rete tranviaria raggiungerà una lunghezza totale di circa 40 chilometri, incrementando la capacità e ampliando la copertura territoriale, rendendo il trasporto pubblico una scelta ancora più conveniente per un numero crescente di residenti e pendolari.

L'infrastruttura tranviaria gioca anche un ruolo cruciale nell'inclusione sociale, migliorando l'accesso ai servizi e riducendo le disuguaglianze territoriali. L'estensione della rete consente di collegare in modo più efficiente le periferie con il centro urbano, offrendo a tutti i cittadini pari opportunità di mobilità. Questo effetto si traduce in una valorizzazione economica diffusa, stimolando investimenti, incrementando le opportunità commerciali e favorendo la creazione di nuovi posti di lavoro. Un esempio significativo è il progetto di estensione verso Sesto Fiorentino, che prevede un collegamento di circa sei chilometri con undici fermate.

Tuttavia, non mancano alcune criticità. Una di queste riguarda la possibile sovrapposizione con la rete ferroviaria esistente, che già garantisce un buon livello di servizio tra Firenze e Sesto Fiorentino. Un altro elemento di attenzione è rappresentato dalla densità relativamente bassa di popolazione e funzioni economiche nelle aree intermedie attraversate dal nuovo tracciato, che potrebbe limitare il potenziale utilizzo di alcune fermate.

Il costo complessivo per la realizzazione della Linea 2.2 è stimato intorno ai 272 milioni di euro. Tuttavia, l'impatto economico previsto durante la fase di costruzione è significativo, con una stima di circa 2800 nuovi posti di lavoro e un incremento di 160 milioni di euro in valore aggiunto per l'economia locale durante la fase di realizzazione dell'infrastruttura. Dal punto di vista ambientale, il progetto contribuirà a ridurre le esternalità legate alla mobilità, come l'inquinamento e la congestione, con benefici tangibili per i cittadini e l'ambiente soprattutto a livello locale.

In conclusione, l'espansione della rete tranviaria di Firenze si configura come un'iniziativa di grande rilevanza strategica, capace di affrontare le sfide contemporanee della mobilità urbana e metropolitana. Questo progetto non solo rappresenta un passo avanti verso un sistema di trasporto più sostenibile, ma contribuisce anche al miglioramento della qualità della vita, dello sviluppo economico e della coesione sociale.

## 1. Introduzione

L'espansione della rete tranviaria da urbana a metropolitana nella città di Firenze rappresenta un progetto ambizioso che mira a trasformare radicalmente la mobilità nell'area del capoluogo toscano. È una risposta strategica alle complesse sfide della mobilità moderna, specialmente in una città come Firenze, dove il ricorso al mezzo privato è sempre stato molto elevato. L'importanza di questa infrastruttura risiede nella capacità di migliorare la connettività tra le diverse aree della città e (in prospettiva) della sua area metropolitana, offrendo un'alternativa efficiente, sostenibile e accessibile al traffico privato ed in ottica integrata rispetto alle altre modalità di trasporto pubblico.

L'estensione della Linea 2, che conetterà l'Aeroporto di Peretola con il centro di Sesto Fiorentino, è un esempio emblematico di questa strategia. Questa nuova tratta mira a migliorare l'accesso a importanti poli economici e sociali (come il polo universitario di Sesto), rafforzando la mobilità integrata, rendendo il trasporto pubblico più attrattivo per i residenti e riducendo la dipendenza dall'auto privata.

L'espansione della rete ha anche rilevanti implicazioni ambientali. La riduzione del traffico veicolare contribuisce a diminuire le emissioni di gas serra e di inquinanti atmosferici, come il PM10 e il NOx, migliorando la qualità dell'aria in un contesto urbano spesso soggetto a criticità ambientali. Parallelamente, il sistema tranviario, alimentato elettricamente, rappresenta una soluzione sostenibile che riduce il consumo di combustibili fossili, supportando gli obiettivi di transizione ecologica della città.

Un altro aspetto centrale è l'impatto sull'economia locale. La presenza di una fermata tranviaria rende le aree adiacenti queste zone più attrattive per residenti e attività commerciali, attrattività che si riflette anche sul valore delle proprietà immobiliari. A Firenze, precedenti analisi<sup>1</sup> mostrano che i valori immobiliari sono aumentati in modo significativo nelle vicinanze delle fermate delle linee già operative. Questo fenomeno riflette un beneficio economico diffuso dovuto all'incremento di accessibilità, che stimola investimenti e favorisce lo sviluppo di nuove opportunità lavorative.

Dal punto di vista sociale, la rete tranviaria promuove inoltre l'inclusione, migliorando l'accesso ai servizi per una popolazione più ampia, inclusi i residenti delle periferie e delle aree meno connesse. Aumentare la capillarità del trasporto pubblico significa offrire a tutti maggiori opportunità di spostamento, riducendo le disuguaglianze territoriali e favorendo una distribuzione più equilibrata delle risorse urbane.

Questo documento muove da una prima ricostruzione degli effetti trasportistici, economici e territoriali del sistema tramviario fiorentino finora realizzato, per poi focalizzarsi sugli effetti attesi della estensione della Linea 2 verso Sesto, cercando di delinearne i potenziali effetti attesi su queste stesse dimensioni di analisi.

## 2. Lo stato della rete tranviaria e i progetti di sviluppo

L'attuale rete tranviaria fiorentina si sviluppa su percorsi protetti, dedicati esclusivamente al tram, garantendo tempi di percorrenza certi, alta regolarità del servizio, rapidità nei collegamenti, comfort a bordo e una frequenza elevata: dai 4 minuti nelle ore di punta ai 12 minuti durante la notte. Queste caratteristiche soddisfano le esigenze principali degli utenti del trasporto pubblico, rendendolo una valida alternativa al trasporto privato, con il vantaggio di un ridotto impatto ambientale rispetto al traffico privato.

---

<sup>1</sup> IRPET (2016) – L'impatto economico della prima linea tramviaria; Banca d'Italia (2018) - I benefici pubblici e privati della nuova tramvia di Firenze

La prima linea, T1, inaugurata il 14 febbraio 2010, si estende per 7,4 km con 14 fermate, collegando "Villa Costanza" a Scandicci alla fermata "Alamanni Stazione" presso Santa Maria Novella. Nel 2017 è stato aperto a Villa Costanza un parcheggio multimodale, il primo in Italia accessibile direttamente dall'autostrada, che consente di raggiungere il centro di Firenze in meno di 30 minuti tramite la tranvia. Il parcheggio ospita anche autobus low-cost come Flixbus, contribuendo a ridurre l'accesso di mezzi privati al centro cittadino.

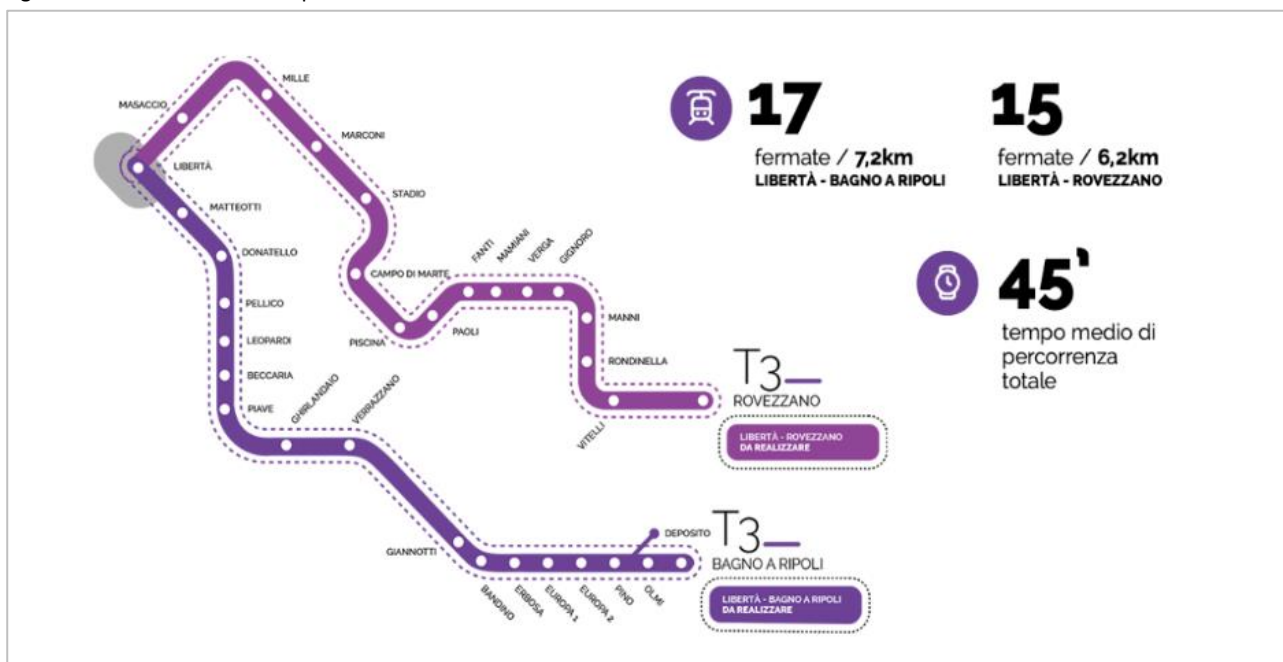
Il 16 luglio 2018 è stato inaugurato il prolungamento della linea T1, denominata "Leonardo", che collega Santa Maria Novella al Polo Universitario Ospedaliero di Careggi con un percorso di 4 km, per un tempo totale di percorrenza di circa 40 minuti da capolinea a capolinea. Sono in corso progetti per estendere ulteriormente la linea fino all'Ospedale pediatrico Meyer.

L'11 febbraio 2019 è entrata in servizio la linea T2 (Vespucci), che collega Santa Maria Novella all'Aeroporto Vespucci con un percorso di 5,3 km e 13 fermate, completato in circa 23 minuti. È in fase di sviluppo la "Variante Alternativa al Centro Storico", un prolungamento di 2,5 km che migliorerà l'accesso al cuore della città, toccando Piazza della Libertà e Piazza San Marco.

Inoltre, è in via di definizione la progettazione relativa ad alcune importanti estensioni del sistema tranviario:

- il completamento della Linea 2, tramite la realizzazione della cd. "Variante Alternativa al Centro Storico - VACS II° lotto", che consentirà di raggiungere p.za della Libertà (scambio TPL gomma) e p.za San Marco (zona di elevato interesse turistico), attualmente in fase di pre-esercizio;
- la Linea 3.2.1 Libertà - Bagno a Ripoli, di cui è stato approvato il Progetto Definitivo con DC/2022/51 del 7/11/2022
- la Linea 3.2.2 Libertà - Rovezzano, Progetto Preliminare nel 2009 insieme alla Valutazione di Impatto Ambientale (V.I.A.). Il Comune ha poi presentato al Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti la richiesta di contributo statale;

Figura 1 – Schema di tracciato per le Linee 3



Fonte: Comune di Firenze



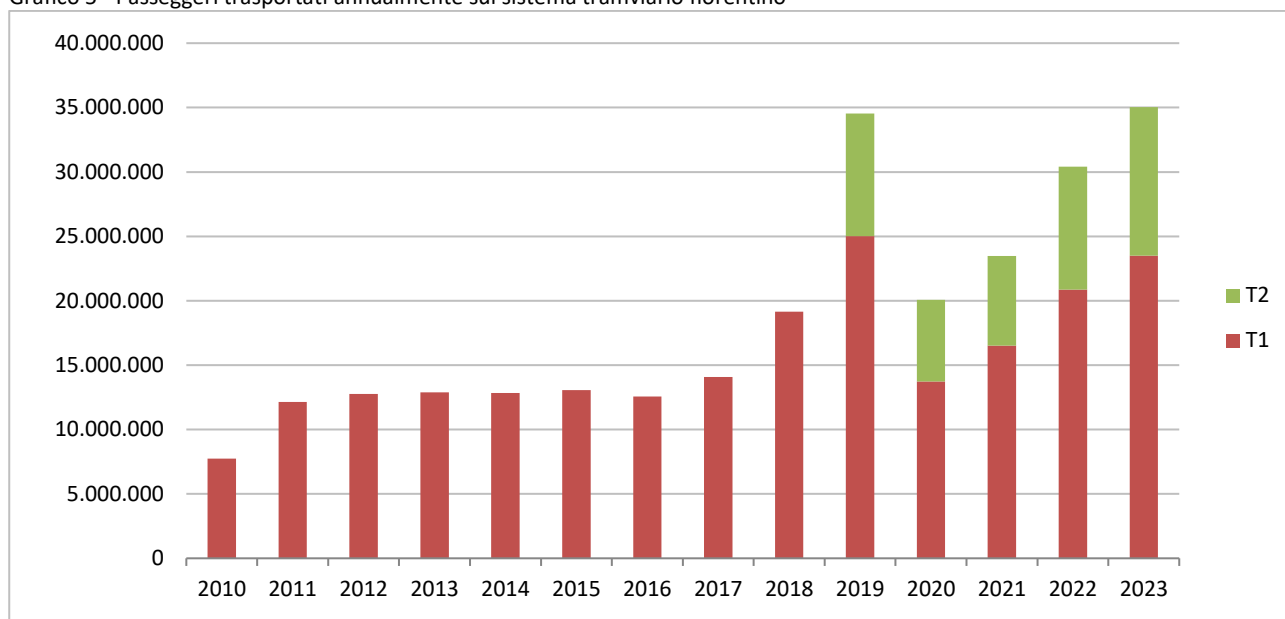


### 3. Impatti socioeconomici delle linee in esercizio: alcune evidenze

Per poter delineare quali potrebbero essere gli impatti dell'estensione della rete tramviaria fiorentina, possiamo gettare uno sguardo a quanto successo finora nelle zone interessate dalla presenza delle linee in esercizio, ovvero le T1 e T2. L'analisi degli impatti in termini di diversione modale, accessibilità e dinamica residenziale può infatti fornire indicazioni utili per immaginare gli effetti delle estensioni future del sistema.

Come già riportato, le linee attualmente in esercizio sono entrate in funzione fra il 2010 (tratto Scandicci-Firenze SMN) e il biennio 2018 – 2019 (Estensione della Linea 1 tra Firenze SMN e il polo ospedaliero di Careggi e realizzazione della Linea 2 tra Firenze SMN e l'aeroporto Vespucci).

Grafico 5 - Passeggeri trasportati annualmente sul sistema tramviario fiorentino

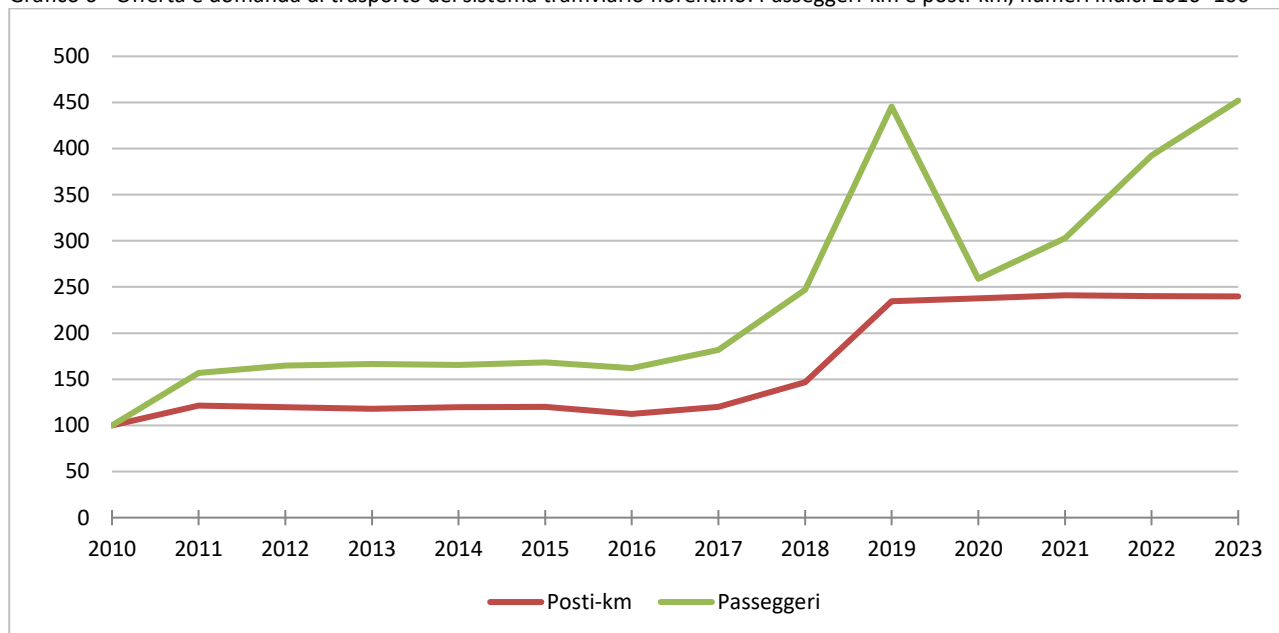


Fonte: GEST

In termini di evoluzione dei passeggeri trasportati dal sistema tramviario, osserviamo un incremento costante nei primissimi anni di esercizio (2010-2013), per poi assestarsi su un valore sostanzialmente stabile (circa 13 milioni di passeggeri annui) fino alla realizzazione delle prime estensioni.

Con l'entrata in funzione delle tratte aggiuntive nel biennio 2018-2019 si assiste ad un significativo incremento dei passeggeri che interessa tutto il sistema e che porta a quasi 35 milioni di passeggeri annui sul sistema, un aumento che risulta più che proporzionale rispetto all'incremento dell'offerta.

Grafico 6 - Offerta e domanda di trasporto del sistema tramviario fiorentino. Passeggeri-km e posti-km, numeri indici 2010=100



Fonte: GEST

Gli anni tra il 2020 e il 2022 risentono ovviamente delle restrizioni imposte per fronteggiare l'emergenza sanitaria di Covid-19, che hanno spinto una parte significativa dell'utenza (sia nella fase iniziale, per provvedimenti normativi che, nella fase successiva, per precauzione) a ridurre il ricorso al mezzo pubblico in favore della mobilità individuale.

Tuttavia, se il Trasporto Pubblico Locale stenta tuttora a ritrovare i livelli di domanda che intercettava nel periodo pre pandemico, il sistema tramviario mostra invece già nel 2023, ad offerta invariata, un completo recupero dell'utenza che torna ad assestarsi intorno ai 35 milioni di passeggeri annui, mentre il trend dei primi 10 mesi del 2024 registra un ulteriore +10% di passeggeri (proiettandosi quindi verso una stima totale annua intorno ai 38 milioni).

Tabella 7 - Passeggeri trasportati dal trasporto pubblico locale in Toscana (MLN Passeggeri/anno)

Anno	Gomma	Tramvia	Ferro	Mare
2019	212,4	34,5	71,3	1,6
2020	110,8	20,1	31,1	1,3
2021	105,4	23,5	37,2	1,5
2022	134,0	30,4	54,3	1,5
2023	159,7	35,0	64,7	1,6
Variazione % tra 2019 e 2023	-24,8%	1,5%	-9,2%	1,3%

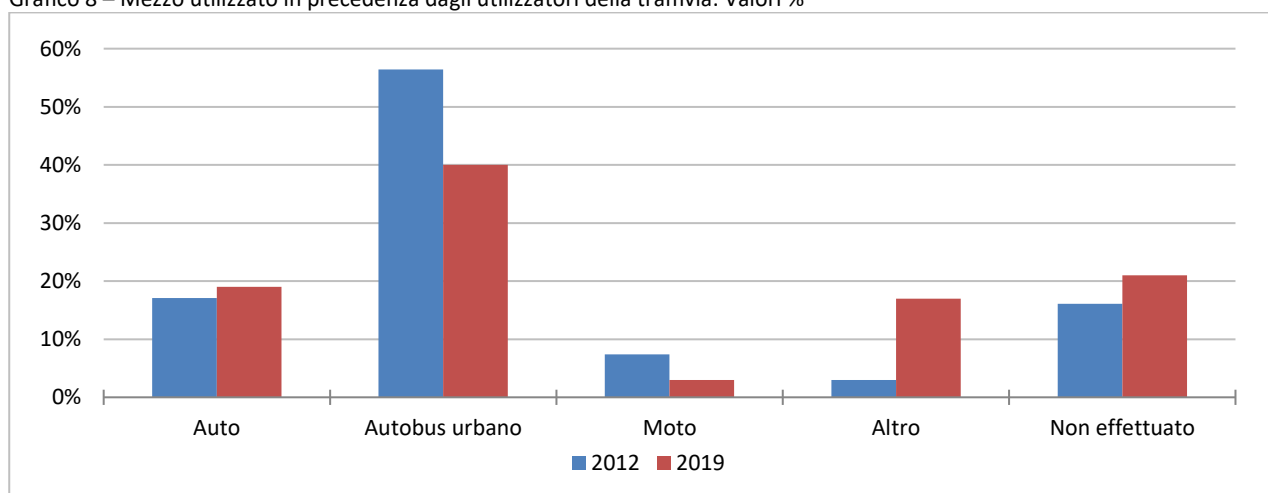
Fonte: Monitoraggio PRIIM 2024

Chiaramente, parte del risultato in termini di passeggeri trasportati è dovuto anche alla rimodulazione dell'offerta che ha accompagnato l'entrata in esercizio dei diversi segmenti del sistema tramviario. In entrambe le fasi, infatti, le linee del trasporto pubblico su gomma sono state ridisegnate in modo da non sovrapporsi al tracciato tramviario ma in modo da addurvi l'utenza dalle zone periferiche al sistema verso le fermate.

Risulta quindi interessante provare a capire la provenienza degli attuali utilizzatori della tramvia rispetto alla situazione precedente, per poter quantificare gli effetti di diversione modale (in particolare, dal mezzo provato a motore verso il tram) ed i conseguenti impatti positivi in termini ambientali.

Secondo due indagini realizzate rispettivamente nel 2012 e nel 2019 (quindi la prima a breve distanza rispetto alla realizzazione della Linea 1 la seconda a ridosso delle due successive estensioni), nelle quali si chiede agli utilizzatori della tramvia quale fosse il mezzo utilizzato in precedenza per compiere quello stesso spostamento, l'autobus risulta effettivamente essere il mezzo di provenienza più frequente, sebbene in calo nella seconda rilevazione. Complessivamente, la quota di diversione modale rispetto al mezzo privato motorizzato (auto e moto) è stabile intorno al 25%.

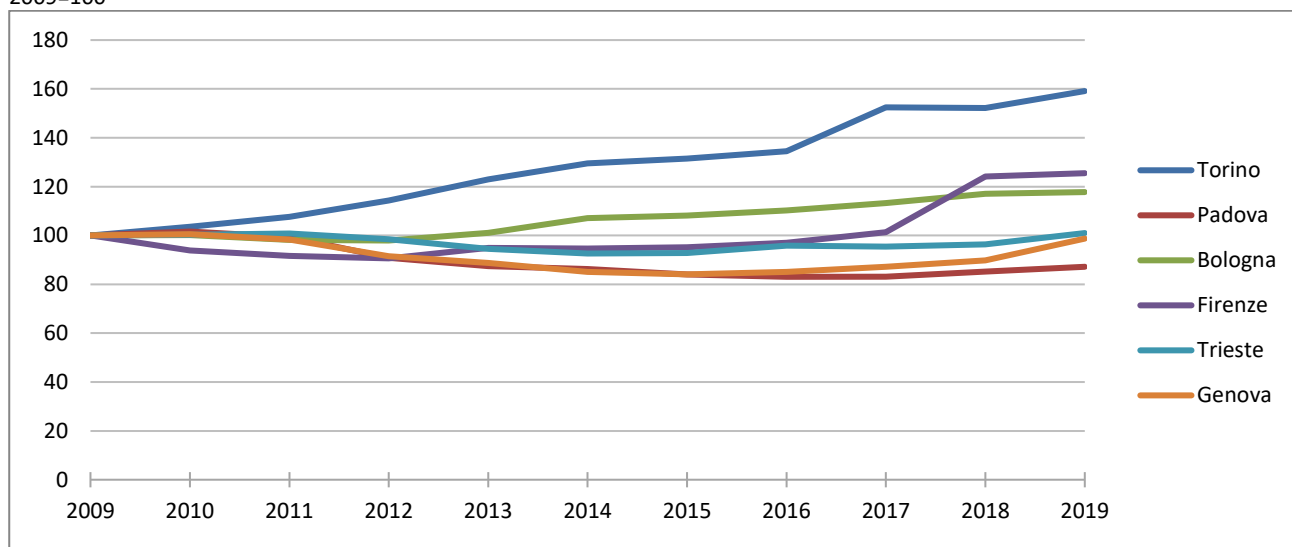
Grafico 8 – Mezzo utilizzato in precedenza dagli utilizzatori della tramvia. Valori %



Fonte: Comune di Firenze, indagine di customer satisfaction 2012 e 2019

Se guardiamo alla complessiva performance del trasporto pubblico urbano fiorentino (fermandoci al 2019 per non prendere in considerazione la dinamica distorta del periodo pandemico), il dato sembra confermare il positivo ruolo giocato dal completamento del sistema tramviario in termini di ricorso al mezzo pubblico.

Grafico 9 - Indicatori di utilizzo del trasporto pubblico urbano nei comuni capoluogo di provincia. Passeggeri/abitante, numeri indici 2009=100



Fonte: ISTAT

Rispetto ad altri comuni capoluogo di grandezza comparabile, infatti, Firenze evidenzia un sensibile aumento negli indicatori di utilizzo del trasporto pubblico proprio nel biennio 2018-2019, con le prime estensioni del sistema, rispetto ad una dinamica media che invece risulta (con l'eccezione del caso di Torino) molto più stazionaria quando non persino decrescente.

Le modifiche al sistema dell'accessibilità urbana hanno inoltre avuto dei riflessi in termini di attrattività residenziale delle zone connesse dal sistema tramviario. La frequenza e l'affidabilità del servizio rispetto al trasporto pubblico su gomma hanno reso zone prima periferiche più vicine alle funzioni urbane ospitate nel centro, e viceversa (si pensi al risparmio di tempo nei collegamenti tramite trasporto pubblico tra il centro e la zona di Novoli, ad esempio).

Questo comporta un impatto potenziale sui livelli relativi dei valori immobiliari nelle diverse aree della città. L'analisi è però complicata dai numerosi fattori confondenti che determinano contemporaneamente l'andamento dei valori sul mercato immobiliare, come la programmazione urbanistica, i flussi turistici, la disponibilità di alloggi, etc. Possiamo però guardare in maniera descrittiva a quanto successo nelle aree connesse dal sistema tramviario rispetto alle altre, che ne risultano più distanti.

Per prima cosa possiamo guardare alla dinamica abitativa nel periodo 2011-2021 utilizzando i dati granulari del censimento ISTAT, articolati secondo due livelli di analisi: comune o zona sub-comunale.

Per l'analisi di livello più aggregato (scala comunale), allarghiamo lo sguardo includendo anche i principali comuni della cintura. Dal confronto 2011-20212 con cui possiamo approssimare il periodo dall'entrata in funzione della prima linea del sistema tramviario fiorentino ad oggi, non sembra emergere un effetto in termini di attrattività della popolazione. I due comuni interessati dalla realizzazione delle linee (Firenze e Scandicci) rimangono sostanzialmente stabili in termini di popolazione complessiva mentre crescono in maniera sensibile gli altri comuni della cintura nord-ovest (Sesto Fiorentino, ma soprattutto Campi Bisenzio e Calenzano) dove il rapporto tra costo medio delle abitazioni e accessibilità ai servizi del capoluogo è particolarmente favorevole.

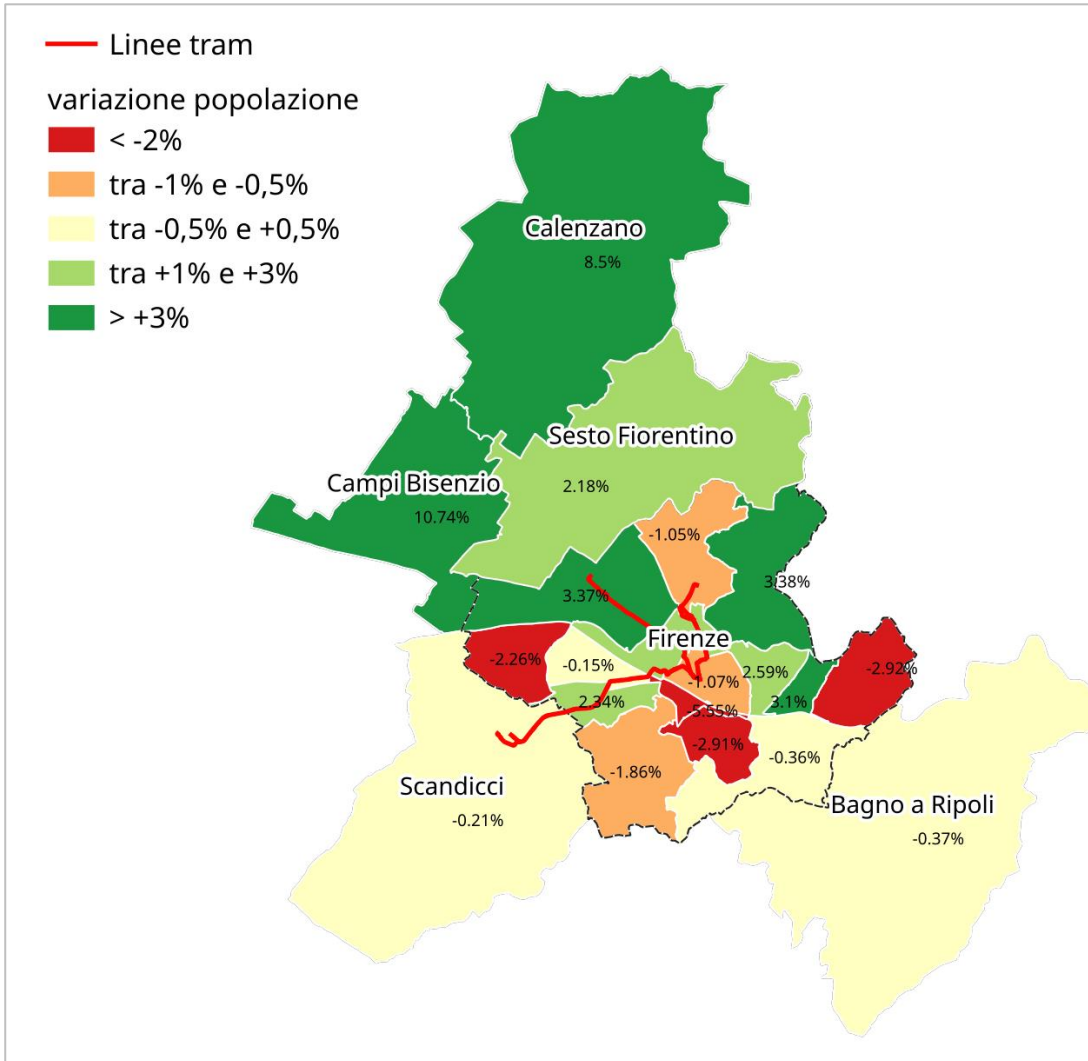
Tabella 10 - Variazione della popolazione e degli indicatori del mercato immobiliare 2011-2021

	Pop 2011	Pop 2021	Var. %	Costo al mq rispetto al costo nel comune di Firenze (2011)	Costo al mq rispetto al costo nel comune di Firenze (2021)
Firenze	358.079	361.619	1,00%	1	1
Bagno a Ripoli	25.403	25.314	-0,40%	0,98	0,78
Calenzano	16.637	18.041	8,40%	0,78	0,67
Campi Bisenzio	42.929	47.541	10,70%	0,74	0,59
Scandicci	49.765	49.659	-0,20%	0,84	0,76
Sesto Fiorentino	47.742	48.782	2,20%	0,85	0,74

Fonte: ISTAT e immobiliare.it

Esaminando i trend a livello zonale, non sembra emergere ad una prima analisi un evidente pattern di covariazione fra le zone servite dalle linee e l'incremento della popolazione. Chiaramente, in questa dinamica entrano in gioco fattori non immediatamente visibili, come la disponibilità di alloggi e la dinamica dei valori immobiliari. Tuttavia, si intuisce una generale pressione rilocalizzativa dal quadrante sud al quadrante nord dell'area fiorentina, che si accentua ulteriormente spostandosi dal centro verso le zone periferiche della città.

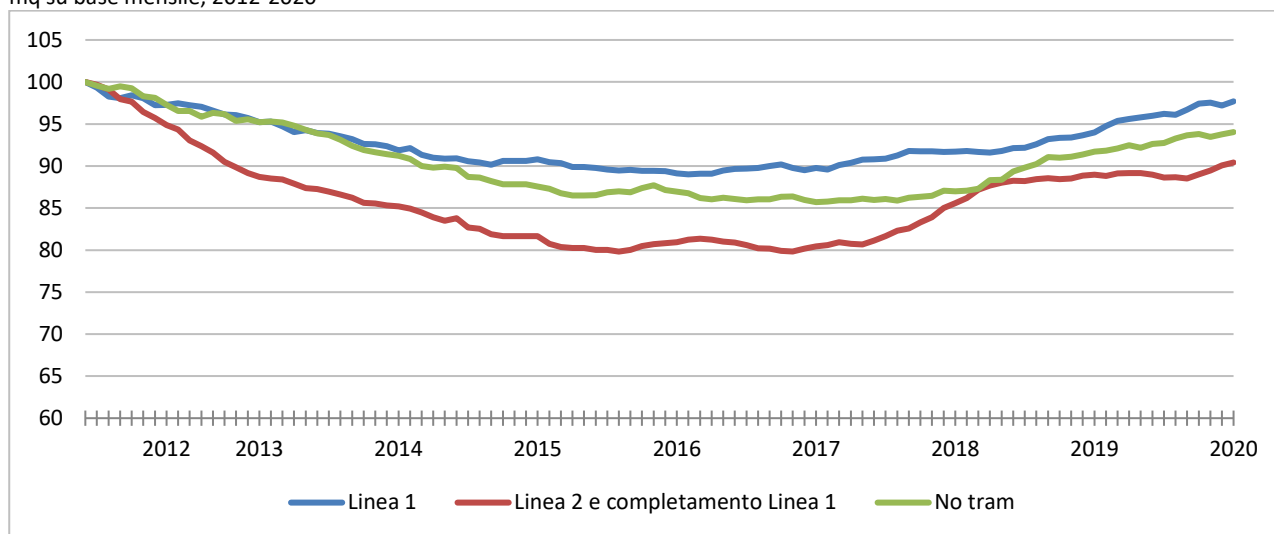
Figura 11 – Variazione della popolazione nell’area fiorentina. Variazione % 2011-2021



Fonte: ISTAT

Possiamo infine guardare alla dinamica dei valori immobiliari nel periodo intercorso fra l’entrata in funzione della Linea 1 e l’immediato periodo pre-Covid (dove si innestano dinamiche che rappresentano in qualche modo una cesura col periodo precedente). Separiamo i prezzi medi al metro quadro per gli immobili in tre categorie in base alle diverse tipologie di zona: i valori relativi alle zone connesse dalla Linea 1 (dal centro di Scandicci fino al centro di Firenze), i valori delle zone connesse dalle linee entrate in funzione fra il 2018 e il 2019 (le zone fra il centro e le aree di Novoli e di Careggi), e infine i valori residui delle zone tuttora non connesse al sistema tramviario.

Grafico 12 – Andamento dei valori immobiliari nei comuni di Firenze e Scandicci in base alla presenza delle linee tramviarie. Prezzi al mq su base mensile, 2012-2020



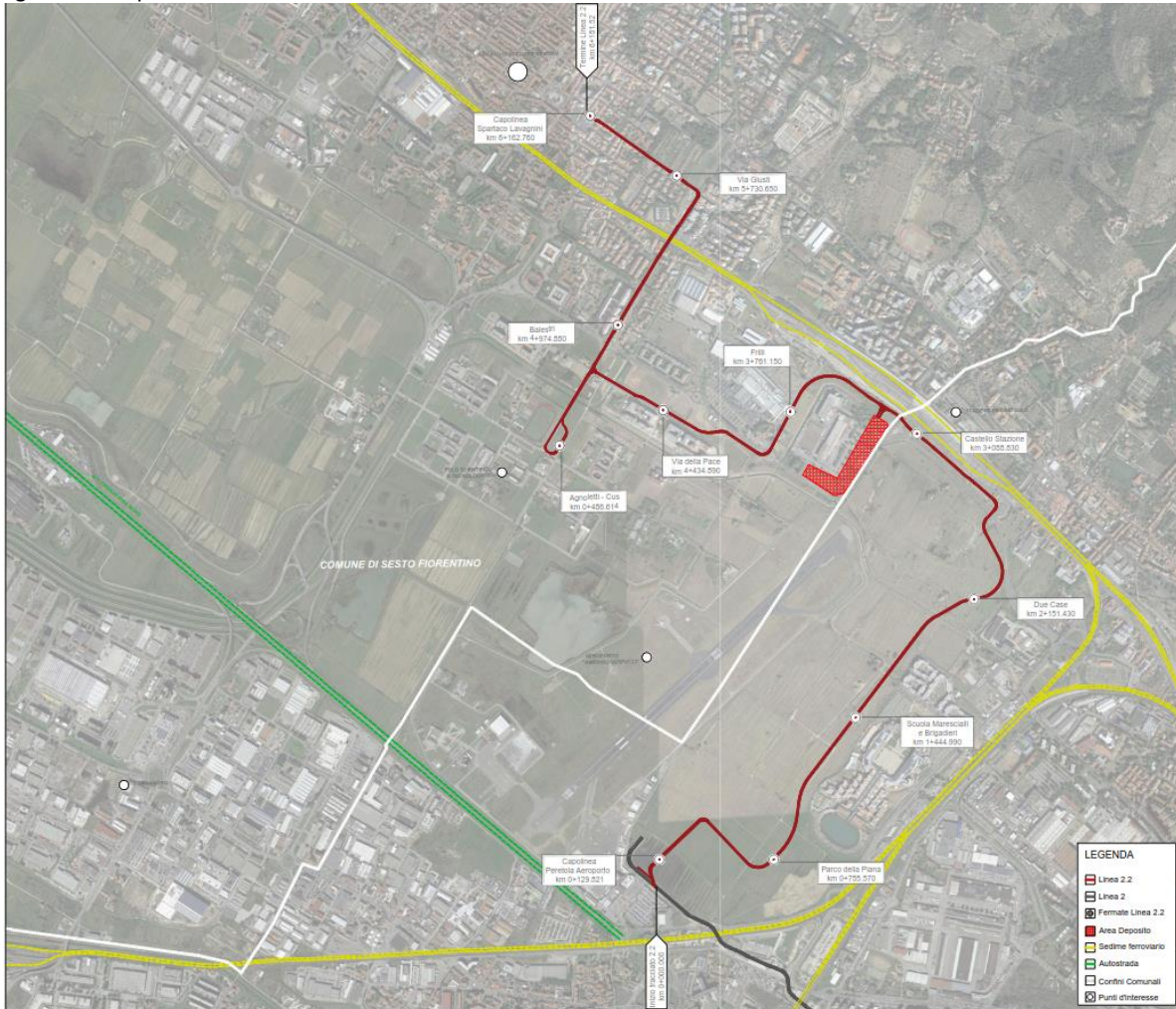
Fonte: immobiliare.it

Possiamo individuare nel trend due diverse fasi: nel periodo 2011-2017 le zone connesse dalla Linea 1 hanno mostrato un trend leggermente più dinamico rispetto al resto delle zone, in misura crescente nel tempo, mentre allo stesso tempo le zone di futura connessione (quindi il quadrante nord-est) evidenziavano invece un andamento significativamente peggiore, forse anche per effetto dei disagi attesi in queste aree per i prolungati lavori di realizzazione delle nuove linee previste. Questo ultimo fenomeno tende però a invertirsi bruscamente in concomitanza con l'effettiva entrata in servizio dei nuovi collegamenti, quando il trend risulta marcatamente più dinamico tanto da ridurre il differenziale e riallinearsi con la dinamica media di lungo periodo.

#### 4. Il progetto di estensione della Linea 2 verso Sesto Fiorentino

L'estensione del sistema tramviario verso la municipalità di Sesto Fiorentino rappresenta un interessante caso di studio in quanto mira a svilupparne ulteriormente la dimensione metropolitana e intercomunale. Il progetto, che verrà trattato sotto il profilo urbanistico nel dettaglio all'interno della successiva parte di questo lavoro, ha subito numerose revisioni di tracciato, ma nella sua versione finale collegherà l'aeroporto di Peretola con il centro di Sesto Fiorentino costituendo di fatto l'estensione della linea 2 già in esercizio. Il tracciato si svilupperà senza interruzione di carico dopo l'attuale sottopasso di viale Guidoni, nei pressi dell'aeroporto, per circa 6 km con undici fermate previste.

Figura 13 – Inquadramento della Linea 2.2

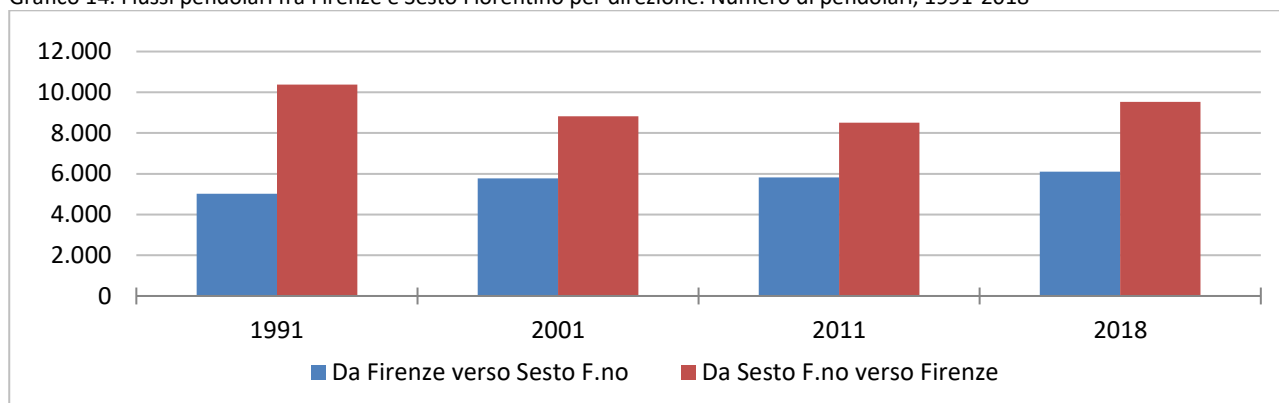


Fonte: Comune di Firenze

La mobilità fra i comuni di Firenze e Sesto Fiorentino rappresenta circa il 3% dei flussi interni alla provincia di Firenze, coinvolgendo quotidianamente circa 15500 individui. I flussi risultano leggermente sbilanciati, con 9000 residenti del comune di Sesto che si spostano verso Firenze per motivi di studio o lavoro (circa il 70% dei movimenti pendolari complessivi in uscita dal comune di Sesto) e i restanti 6500 che invece pendolano da Firenze verso Sesto (circa il 23% dei movimenti pendolari complessivi in uscita dal comune di Firenze). La motivazione prevalente è quella lavorativa in entrambe le direzioni, ma l'incidenza degli spostamenti per motivi di studio risulta più alta per i flussi in uscita da Sesto (circa il 20%) rispetto alla direzione opposta (circa il 10%). Il mezzo più usato è l'auto, e il ricorso al mezzo pubblico risulta leggermente inferiore alla media della provincia di Firenze, in particolare per gli spostamenti in uscita dal capoluogo.

Se guardiamo alla tendenza di lungo periodo, possiamo notare una tendenza alla riduzione della polarizzazione nei flussi che interessano queste due municipalità. Lo spostamento di funzioni e attività economiche verso l'esterno dell'area urbana ha causato una progressiva riduzione dei flussi pendolari in ingresso nel capoluogo, mentre sono corrispondentemente aumentati quelli nel senso opposto (da Sesto Fiorentino verso Firenze). Sommando i flussi nelle due direzioni, l'intensità delle relazioni è rimasta pressoché costante nel tempo.

Grafico 14. Flussi pendolari fra Firenze e Sesto Fiorentino per direzione. Numero di pendolari, 1991-2018



Fonte: ISTAT

Dal punto di vista infrastrutturale, il collegamento fra Sesto e Firenze vede già la presenza di una rilevante connessione ferroviaria, utilizzata soprattutto dai residenti di Sesto che si spostano quotidianamente in direzione del capoluogo, mentre i flussi nella direzione opposta presentano un'incidenza di utilizzo del mezzo privato nettamente superiore alla media della città metropolitana.

Tabella 15 – Flussi pendolari per mezzo di trasporto. Valori %

	Provincia di Firenze	Da Sesto vs Firenze	Da Firenze vs Sesto
Treno	15,18%	11,33%	3,39%
Bus	11,67%	12,53%	10,23%
Auto/moto	71,61%	74,41%	83,57%
Bici e altro	1,54%	1,72%	2,80%

Fonte: ISTAT

Il dato sull'elevato ricorso al mezzo privato per i flussi in arrivo a Sesto da Firenze può essere spiegato guardando alle aree sub comunali di destinazione. Circa la metà dei flussi insiste infatti sull'area produttiva dell'Osmannoro, che risulta distante dalle connessioni ferroviarie e, più in generale, meno connessa rispetto al centro dai servizi di trasporto pubblico. Per i flussi in uscita da Sesto invece, le principali aree di destinazione si concentrano nella zona centro-nord della città, dove sono localizzati numerosi poli attrattori sia lavorativi che di servizi (ospedale, università, tribunale, etc.).

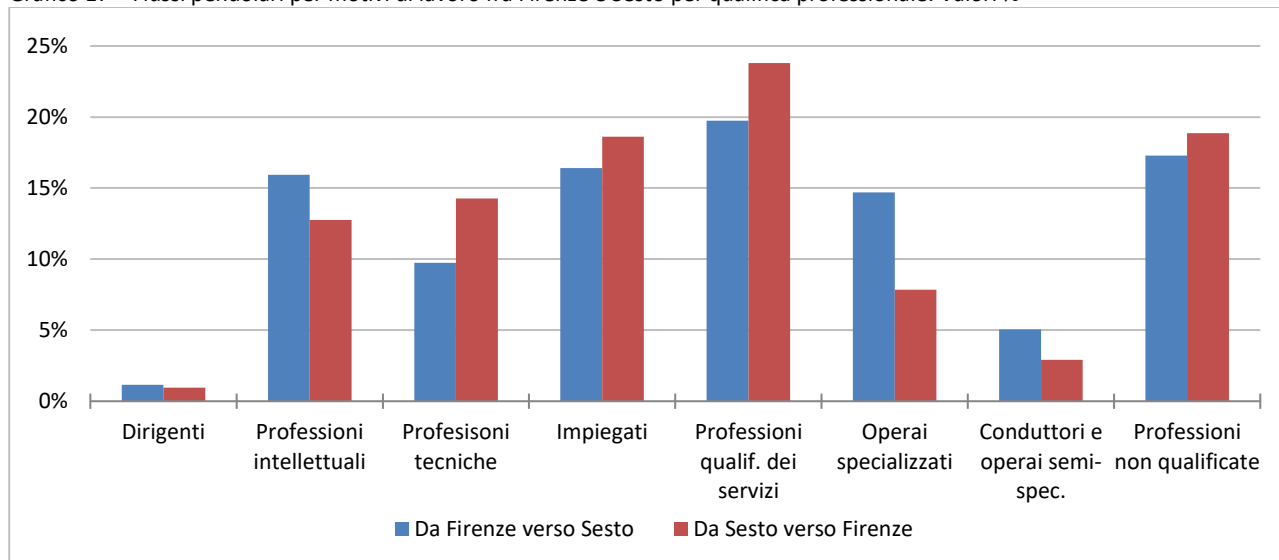
Tabella 16 – Flussi pendolari tra Firenze e Sesto Fiorentino per zona di destinazione. Valori %

Flussi da Firenze verso Sesto			
	Studenti	Lavoratori	Totale
Centro	79,6%	48,3%	51,5%
Osmannoro	20,4%	51,3%	48,2%
Monte Morello Cercina	0,0%	0,4%	0,3%
Flussi da Sesto verso Firenze			
	Studenti	Lavoratori	Totale
Centro	26,7%	26,6%	26,6%
Firenze Nord	5,7%	24,8%	21,4%
Careggi	33,4%	17,2%	20,1%
Campo Marte	8,5%	10,6%	10,3%
Leopoldo – P. a Prato	6,8%	6,7%	6,7%
Coverciano Bellariva	5,2%	2,0%	2,6%
Oltrarno	5,1%	2,0%	2,5%
Legnaia Soffiano	0,6%	2,8%	2,4%
Bolognese Le Cure	4,5%	1,8%	2,3%
Firenze Sud	2,2%	1,9%	1,9%
Isolotto	0,6%	1,5%	1,4%
Settignano Rovezzano	0,2%	0,8%	0,7%
Michelangelo P. Romana	0,6%	0,6%	0,6%
Bellosguardo Galluzzo	0,0%	0,6%	0,5%

Fonte: ISTAT

Possiamo infine guardare anche ai flussi pendolari per qualifica dei lavoratori. I due profili di mobilità si contraddistinguono per alcune differenze. I flussi da Firenze verso Sesto Fiorentino vedono una incidenza maggiore di operai specializzati (grazie alla presenza del distretto industriale di Osmannoro) ma anche di professioni intellettuali (per la presenza del polo universitario e di alcuni centri legati alla ricerca come il CNR), mentre Firenze attira da Sesto professionisti (tecnici e dei servizi) e impiegati in misura maggiore.

Grafico 17 – Flussi pendolari per motivi di lavoro fra Firenze e Sesto per qualifica professionale. Valori %



Fonte: elaborazioni IRPET su dati Regione Toscana

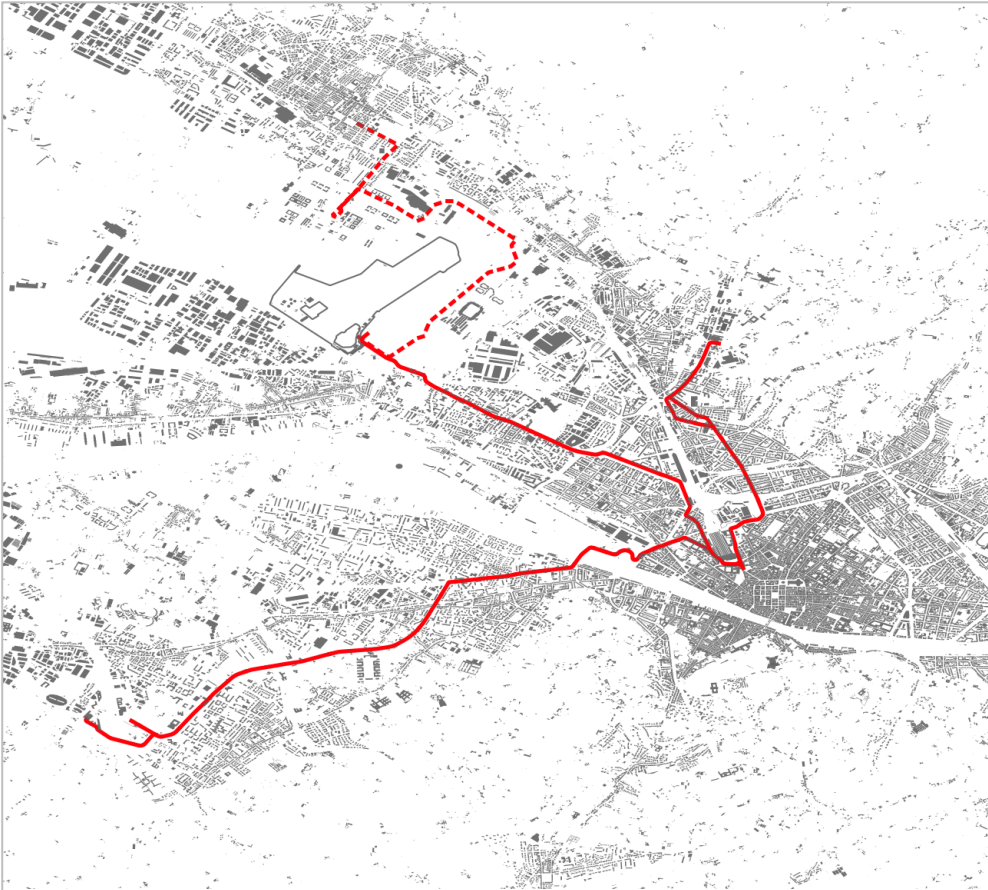
L'estensione della Linea 2.2 si inserisce quindi in un contesto di intense relazioni di scambio fra le due municipalità. Tuttavia, come verrà delineato in maggiore dettaglio anche nel capitolo dedicato all'analisi urbanistica del progetto, sussistono alcuni elementi di criticità rispetto ad alcuni elementi di contesto del progetto. La prima è sicuramente la possibile sovrapposizione con il servizio ferroviario, che vede già allo stato attuale una buona frequenza ed un competitivo tempo di connessione con l'area nord (tramite la stazione di Rifredi) ed il centro (stazione di Santa Maria Novella) di Firenze.

Tabella 18 – Confronto fra collegamento ferroviario e tramviario tra Firenze e Sesto Fiorentino

	Frequenza	Tempo di connessione da Sesto Fiorentino a Firenze centro	Capillarità
Collegamento ferroviario esistente	Ogni 20 minuti circa	15/20 minuti	Fra 1 e 3 fermate intermedie
Collegamento tramviario previsto	Ogni 8 minuti circa	45/50 minuti	20 fermate intermedie

L'altro aspetto critico riguarda il tracciato intermedio fra le due municipalità, che per la presenza dell'aeroporto e dei conseguenti vincoli all'uso del suolo presenta una densità di popolazione e di funzioni sicuramente inferiore rispetto al resto del sistema tramviario dell'area fiorentina.

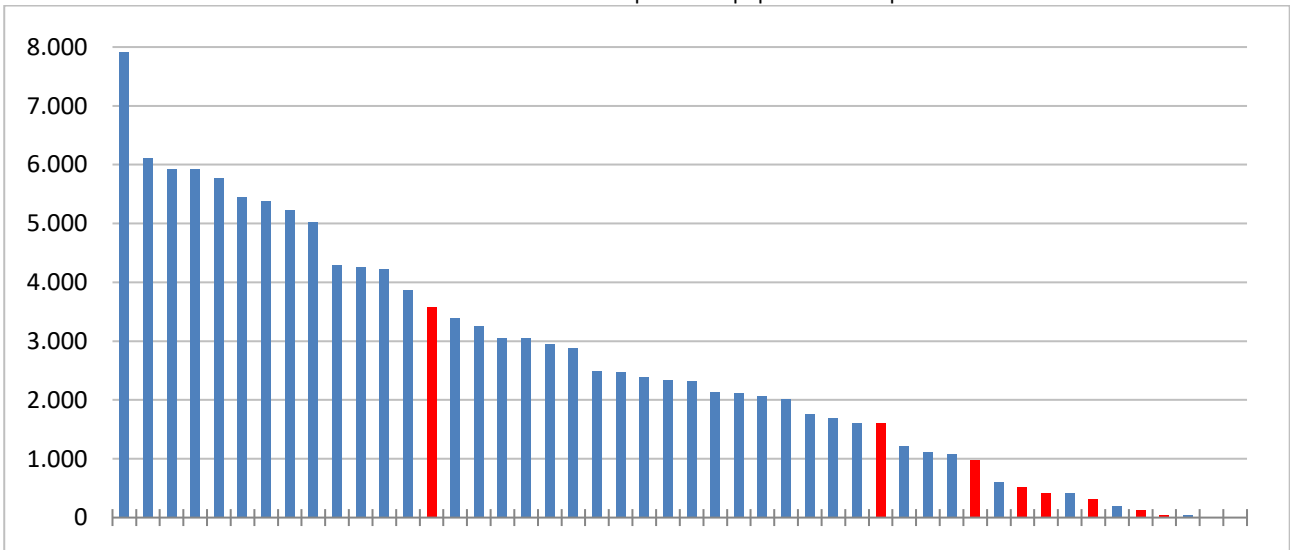
Figura 19 – Il tracciato previsto della Linea 2.2 rispetto all’urbanizzato esistente



Fonte: elaborazioni IRPET su dati Regione Toscana

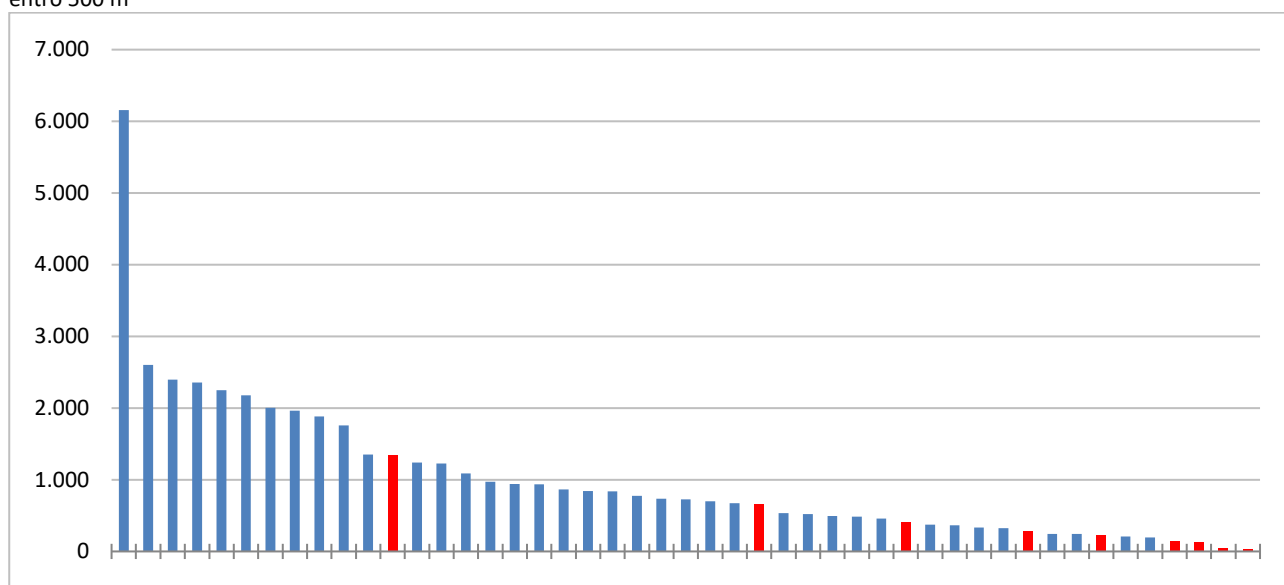
Questo si riflette sulla domanda potenziale intercettabile dalle fermate intermedie fra il centro di Sesto e l’aeroporto Vespucci, che, se confrontate con le fermate della rete attuale, si collocano nella coda della distribuzione sia in termini di popolazione servita (in un buffer di 500m dalle fermate) che di funzioni economiche raggiungibili (approssimate dal numero di addetti alle unità locali collocate entro 500m dalle fermate).

Grafico 20 – Accessibilità delle fermate del sistema tramviario rispetto alla popolazione. Popolazione residente entro 500 m



Fonte: elaborazioni IRPET su dati ISTAT

Grafico 21 – Accessibilità delle fermate del sistema tramviario rispetto alle attività economiche. Addetti alle unità locali delle imprese entro 500 m



Fonte: elaborazioni IRPET su dati ISTAT

Tabella 22 – Confronti fra indicatori di accessibilità potenziale delle fermate del sistema tramviario

	Numero di fermate	Popolazione media accessibile (500 m dalle fermate)	Addetti medi accessibili (500 m dalle fermate)	Imprese medie accessibili (500 m dalle fermate)
Linee esistenti	39	3.027	1.134	342
Linea 2.2	11	694	298	41

Fonte: elaborazioni IRPET su dati ISTAT

La realizzazione dell’infrastruttura comporta un significativo sforzo economico da parte dei soggetti pubblici coinvolti, e presenta già nella fase di cantiere un impatto in termini di attivazione economica che è possibile quantificare. Si rimanda invece alle parti successive del lavoro per un esame più di dettaglio relativo all’utilità percepita dai cittadini e alla loro effettiva disponibilità a pagare per questo tipo di interventi.

L’utilizzo di un modello Input-Output (I-O) a fini di analisi d’impatto della costruzione di infrastrutture consente (in un’ottica tipicamente demand driven), di quantificare come il sistema risponde ad una domanda di beni di investimento attivando produzione, valore aggiunto e input di lavoro.

Il costo totale della Linea 2.2 è previsto intorno ai 272 Milioni di euro, di cui 162 per lavori e forniture, 8 per la sicurezza, circa 40 per il materiale rotabile e i restanti 60 per altri oneri (progettazione, espropri, imprevisti, etc.). Attraverso il modello InterSLL dell’IRPET possiamo stimare l’impatto previsto sul territorio regionale dei lavori in termini di valore aggiunto e occupati, isolando l’effetto relativo al solo SLL di Firenze, dove si concentrano la maggior parte degli effetti.

Tabella 23 – Impatto complessivo della realizzazione della Linea 2.2 in Toscana

	Valore aggiunto (MLN euro)	Incidenza % v.a. per anno (hp 2 anni)	Occupati	Incidenza % occ. per anno (hp 2 anni)
SLL firenze	128	0,19%	2.174	0,27%
Resto della Toscana	31	0,02%	624	0,02%
Totale Toscana	159	0,07%	2.798	0,08%

Fonte: stime IRPET

Secondo le stime effettuate, i lavori di realizzazione della Linea 2.2 comporteranno, per l'intera durata dei cantieri, l'attivazione di circa 2800 unità di lavoro, di cui la maggior parte (oltre 2000) localizzate all'interno del SLL di Firenze. In termini di valore aggiunto, l'impatto è pari a circa 160 Milioni di euro (parte dell'attivazione complessiva si disperde all'esterno della regione tramite il contenuto di importazioni dalle altre regioni e dall'estero). Chiaramente, l'impatto su base annua dipende dall'effettiva durata dei lavori. Il crono programma contenuto nel PFTE stima circa due anni per i lavori di costruzione, per cui in termini di incidenza macroeconomica l'impatto si aggirerebbe intorno allo 0,07% del PIL regionale e allo 0,08% degli occupati. Sul SLL di Firenze l'impatto è invece più rilevante, con una incidenza dello 0,19% del PIL e dello 0,27% degli occupati su base annua.

## **5. Esternalità e impatti ambientali**

L'attività di trasporto che si realizza sul territorio genera una serie di impatti sul sistema circostante i cui costi non sono direttamente percepiti dagli attori che soddisfano la propria esigenza di mobilità, ma che tuttavia rappresentano una grave fonte di inefficienza del sistema e di allocazione non ottimale delle risorse. L'attenzione verso la stima e la quantificazione monetaria di tali costi rappresenta è cresciuta nel tempo, ed assume ancor più rilevanza in un periodo storico nel quale la scarsità delle risorse pubbliche rende necessaria un'accorta valutazione dei costi e dei benefici diretti ed indiretti delle politiche generate dai processi di pianificazione e programmazione.

La letteratura in materia individua generalmente quattro principali driver dei costi esterni associati alla mobilità:

- inquinamento atmosferico, connesso alle emissioni in atmosfera da parte dei veicoli a motore di sostanze nocive per la salute umana (come particolato di materia da combustione, ossidi di azoto, ozono e altri composti organici volatili) e gas climalteranti (CO<sub>2</sub>);
- inquinamento acustico, derivante dall'esposizione di parte della popolazione al rumore generato dal traffico sia stradale che ferroviario ed aereo, in particolar modo in prossimità di nodi infrastrutturali di rilevante importanza;
- congestione della rete infrastrutturale e perdita di valore legata al tempo perso negli spostamenti rispetto al tempo di percorrenza ottimale (a rete scarica);
- incidentalità, soprattutto di tipo stradale.

La stima dell'impatto della realizzazione della Linea 2.2 in termini di riduzione dei costi esterni si è articolata in due fasi. La prima fase ha riguardato l'aggiornamento delle stime a livello regionale e metropolitano, per poter contestualizzare nel quadro delle esternalità complessive del sistema di trasporto toscano il contributo dell'intervento in oggetto. La seconda fase muove dalla stima di un coefficiente di diversione modale legato alla entrata in funzione della nuova linea e dal conseguente variazione nei costi esterni complessivi.

Sinteticamente, possiamo schematizzare la metodologia adottata per ciascuna dimensione nel modo seguente:

Tabella 24 – Metodologia per dimensione di analisi dei costi esterni del trasporto

Dimensione	Metodologia
Incidentalità	Tassi di incidenti e mortalità per veicolo * costo unitario per evento (stimato a livello regionale tramite dati sanitari) e stime del Valore della Vita.
Inquinamento atmosferico	Standard di emissione per veicolo * tasso di occupazione * costo per tonnellata di inquinante (PM10, PM2.5 e NOx).
Inquinamento acustico	Popolazione esposta a livelli di rumore * stima della Disponibilità a Pagare (WTP, Willingness to Pay).
Congestione	Ore perse nel traffico durante l'ora di punta * stima del Valore del Tempo (VOT, Value of Time).
Cambiamento climatico	Standard di emissione per veicolo * tasso di occupazione * costo per tonnellata di inquinante (CO2 eq.).

La tabella 25 riporta le stime aggiornate per il contesto regionale e metropolitano (ovvero la provincia di Firenze), e alcuni dati sintetici che danno l'ordine di grandezza dei fenomeni in esame.

Tabella 25 – Costi esterni del trasporto per Regione e Città Metropolitana (MLN di euro, 2024)

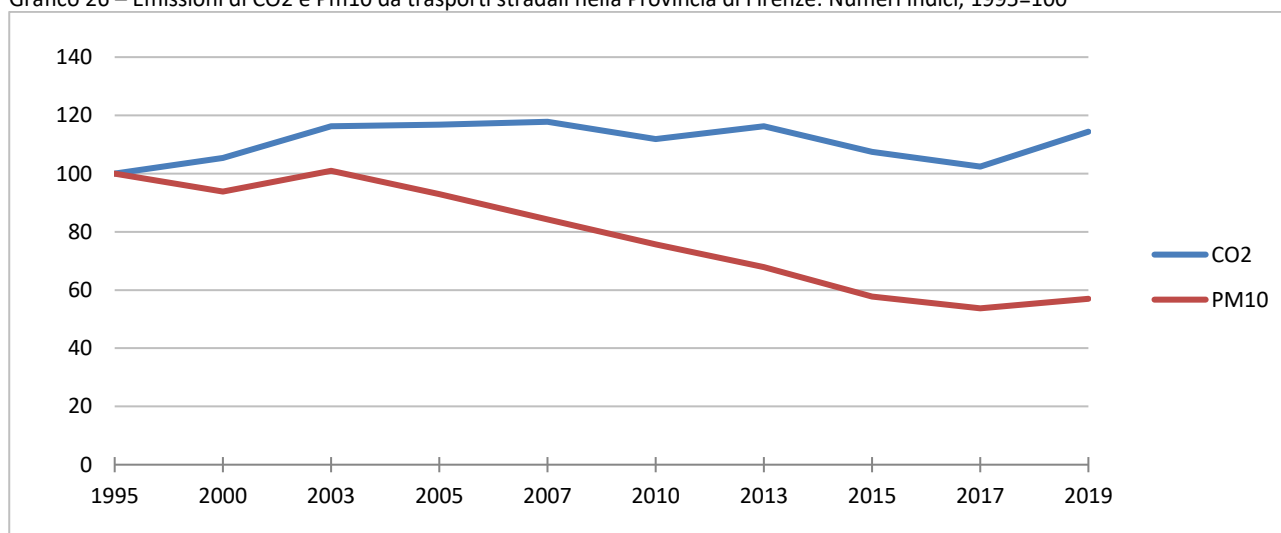
	Dimensione	Toscana (MLN euro)	Città Metropolitana (MLN euro)	% Città Metro / Regione
Incidentalità	15mila incidenti	1.799	600	33,40%
Inquinamento atmosferico	2052 tonn. di Pm10	419	117	28,00%
Cambiamento climatico	7.4 MLN tonn. CO2	740	204	27,50%
Inquinamento acustico	714K persone esposte a >55Db	94	25	26,80%
Congestione	60K ore/giorno perse nel traffico	580	275	47,40%
Totale		3.632	1.221	33,60%

Fonte: stime IRPET

L'area metropolitana fiorentina incide in maniera rilevante in termini di impatti ambientali della mobilità, a causa della elevata concentrazione di funzioni e popolazione in un territorio relativamente contenuto: pur ospitando il 25% della popolazione regionale in un'area che rappresenta il 15% della superficie complessiva della regione, al suo interno si realizzano un terzo degli impatti ambientali e sociali legati al trasporto.

In ottica dinamica, nella provincia di Firenze gli ultimi trenta anni hanno visto una forte riduzione del particolato di materia emesso dal trasporto stradale, mentre i livelli di CO2 sono rimasti sostanzialmente stabili.

Grafico 26 – Emissioni di CO2 e Pm10 da trasporti stradali nella Provincia di Firenze. Numeri indici, 1995=100



Fonte: IRSE – Regione Toscana

In questo contesto, uno degli obiettivi della estensione del sistema tramviario è sicuramente la riduzione di tali effetti, attraverso una redistribuzione delle quote modali verso mezzi di trasporto a minore impatto. Per poter quindi quantificare la riduzione delle esternalità legate alla realizzazione della Linea 2.2 dobbiamo formulare alcune ipotesi relative alle prospettive di diversione modale associate all'intervento in analisi.

Secondo gli studi trasportistici che hanno accompagnato la progettazione della linea, i flussi attesi si aggirano intorno ai 4,5 milioni di passeggeri annui<sup>2</sup>. Ipotizzando un viaggio medio pari alla lunghezza della tratta (circa 6 km), si ottiene un potenziale di circa 27 Milioni di passeggeri KM annualmente trasportati dal sistema. Rispetto alle quote di diversione modale, possiamo utilizzare i coefficienti delle rilevazioni di quanto avvenuto sulle altre linee (si veda il Grafico 5) come ipotesi di base da aggiustare rispetto al contesto della relazione Sesto Fiorentino – Firenze. I già citati studi trasportistici evidenziano un effetto modesto in termini di diversione modale dal mezzo privato al mezzo pubblico, per cui adottiamo una ipotesi più conservativa rispetto al dato delle linee esistenti pari al 10% (rispetto al 20% rilevato sulle linee esistenti). Non prendiamo in considerazione i passeggeri potenziali della linea tramviaria provenienti dall'utilizzo del treno in quanto, oltre a rimanere molto competitiva come opzione sui percorsi da centro a centro delle due municipalit , presenta un profilo di esternalit  paragonabile a quello del tram e quindi sostanzialmente a differenziale pari a zero. Per il resto delle modalit  utilizziamo dei coefficienti di diversione relativamente simili a quelli rilevati sulle linee esistenti.

Tabella 27 – Riduzione delle esternalit  associate alla realizzazione della Linea 2.2 (MLN euro)

	MLN Passeggeri- km	Inquinamento atmosferico	Incidentalit�	Inquinamento acustico	Cambiamento climatico	Congestione	Totale
Auto/Moto	2,7	0,96	0,06	0,01	0,03	1,13	2,2
Bus	18,5	0,08	0,02	0,09	0,09	1,26	1,5
Piedi/Bici	0,8	0,26	0	0	0	0	0,3
Spostamento non effettuato)	5,5	0,26	0,02	0,02	0,02	0,48	0,8
Tram	27	0,06	0	0,14	0	1,88	2,1
Differenza		-1,24	-0,09	0,03	-0,12	-0,51	-2,7

Fonte: stime IRPET

Complessivamente, otteniamo un differenziale di circa 2,7 MLN di euro annui evitati, dovuti prevalentemente (quasi il 50%) alla riduzione dell'inquinamento da particolato di materia. Il contributo rispetto alle emissioni complessive da trasporto della citt  metropolitana a pari ad un abbattimento dello 0,2%, anche se ovviamente nel territorio interessante questo pu  avere riflessi comunque significativi, soprattutto per le emissioni in atmosfera.

## 6. Conclusioni

L'espansione della rete tranviaria di Firenze rappresenta un progetto di grande rilevanza, capace di rispondere alle sfide moderne della mobilit  urbana e metropolitana. La trasformazione da un sistema puramente urbano a uno di portata metropolitana evidenzia il ruolo strategico che un'infrastruttura sostenibile pu  giocare nell'integrazione del territorio e nella promozione di una mobilit  pi  efficiente. I benefici attesi includono una riduzione significativa delle emissioni di gas serra e inquinanti atmosferici, il

<sup>2</sup> PFTE per l'estensione del sistema tramviario fiorentino nei comuni di Firenze, Campi Bisenzio e Sesto Fiorentino - relazione tecnica generale.

miglioramento della qualità dell'aria e la diminuzione della congestione stradale, rendendo il trasporto pubblico un'alternativa sempre più attrattiva al mezzo privato.

Sul fronte economico, l'espansione della rete tranviaria favorisce lo sviluppo delle aree servite, incrementando il valore immobiliare e stimolando nuove opportunità lavorative e commerciali. A livello sociale, l'infrastruttura gioca un ruolo chiave nell'inclusione, migliorando l'accessibilità ai servizi e riducendo le disuguaglianze territoriali, in particolare per i residenti delle aree periferiche. Questi aspetti sottolineano l'importanza di un approccio integrato alla pianificazione, in grado di massimizzare le sinergie tra i diversi ambiti urbani ed economici.

Tuttavia, non mancano criticità che richiedono un'attenta gestione. Tra queste, la necessità di incentivare un cambio modale più incisivo, superando la resistenza all'abbandono del mezzo privato, e di risolvere le possibili sovrapposizioni con altre infrastrutture, come le linee ferroviarie. Inoltre, il successo del progetto dipenderà dalla capacità di garantire la capillarità e l'efficacia del servizio, in modo da intercettare una domanda di mobilità più ampia e soddisfare le esigenze di una popolazione eterogenea.