

# Valutazione territoriale della Piana Fiorentina

*Analisi e valutazioni territoriali*



## RICONOSCIMENTI

Il presente lavoro è stato commissionato all'IRPET dall'Autorità di Gestione del POR-FESR di Regione Toscana ed è stato coordinato da Patrizia Lattarulo, dirigente dell'Area Economia pubblica e territorio dell'IRPET.

La ricerca è stata curata da Chiara Agnoletti (Allegato 1), Francesca Chiappa (Allegato 4), Giulio Grossi (Allegato 2), Valentina Marchi (Allegato 6), Marco Mariani (Allegato 2), Massimiliano Petri (Allegato 3), Leonardo Piccini (Quadro di sintesi e Allegati 1, 2 e 3), Arianna Rossi (Allegato 1) e Elisabetta Sperandeo (Allegato 5).

All'estimato editoriale a cura di Elena Zangheri.

## Indice

ABSTRACT	5
VALUTAZIONE TERRITORIALE DELLA PIANA FIORENTINA	7
1. QUADRO DI SINTESI	7
1.1 Specificazione della domanda valutativa	7
1.2 Metodologia utilizzata	7
1.3 Analisi dei dati disponibili e risultanze della valutazione	9
ALLEGATI	
1) Studio conoscitivo socio-economico della Piana Fiorentina	
2) Stima degli impatti economici della Tramvia con metodi controfattuali, analisi della fase di cantiere e a regime	
3) Il modello land-use per la Piana Fiorentina: metodologia e prime risultanze	
4) Analisi della mobilità nella Piana Fiorentina attraverso l'uso di Big Data	
5) Non importa che sia lontano. Il potere attrattivo dei grandi centri commerciali attraverso l'analisi dei Big Data	
6) Le presenze turistiche nell'Area metropolitana di Firenze, Prato e Pistoia attraverso i dati di telefonia mobile	



## ABSTRACT

L'area della Piana fiorentina, che si colloca tra Firenze Prato e Pistoia, rappresenta l'ambito di sviluppo insediativo potenzialmente più rilevante per la nostra regione, dove insistono progettualità diverse e conflittuali. Obiettivo del lavoro è analizzare l'impatto del progetto di collegamento tranviario sull'attrattività del territorio, guardando alla possibile riallocazione di attività economiche e residenziali. Si tiene conto dei fattori di complementarietà e conflittualità con altri progetti che insistono sull'area, allo scopo di delineare possibili traiettorie di crescita futura. A questo scopo è stata sviluppata una strumentazione di analisi e un sistema informativo calibrato su questa parte del territorio, recuperando in una cornice organica le valutazioni su specifici progetti realizzate negli ultimi anni (in particolare l'impatto della realizzazione del sistema tramviario e le analisi di contesto metropolitano attraverso l'uso dei Big Data), approfondendone i possibili impatti territoriali in termini di potenzialità di sviluppo e di coerenza della pianificazione.

The area known as "Piana Fiorentina", located between Florence, Prato and Pistoia, is maybe the settlement growth area with the utmost potential within the Tuscany region, but is also the subject of different and potentially conflicting infrastructural interventions. The aim of the work is to evaluate the impact of the new tramway system of the city of Florence on the attractiveness of the surrounding territories, examining to the potential reallocation of residential and economic activities. The work accounts for the synergies and the potential conflicts of concurrent interventions and policies expected to impact on the area, outlining possible growth trajectories. To this extent, an integrated information system and analytical tool is implemented, summarizing in a coherent framework the latest evaluation activities on specific projects and topics of relevance (i.e the impact of the new tramway system and the metropolitan context analyses carried out through Big Data), further exploring the territorial impacts of the planning process in terms of economic development.



## VALUTAZIONE TERRITORIALE DELLA PIANA FIORENTINA

### 1.

#### Quadro di sintesi

##### 1.1

###### Specificazione della domanda valutativa

L'area della Piana Fiorentina, che si colloca tra Firenze Prato e Pistoia, è un territorio densamente abitato e sottoposto a forti pressioni antropiche in conseguenza delle numerose polarità che ospita e che generano consistenti flussi che gravitano più o meno stabilmente su quest'area. Oggi infatti la Piana oltre ad essere inserita nel cuore del sistema insediativo policentrico di Firenze-Prato-Pistoia si caratterizza per la presenza di numerose funzioni di rilevanza sovra locale che ne determinano l'ampia attrattività e che ne fanno una delle porzioni territoriali della regione maggiormente esposta alle pressioni insediative. Ed è proprio da questa connotazione che derivano le principali possibilità di sviluppo e quindi anche le numerose progettualità che la riguardano, alcune delle quali potenzialmente conflittuali, sottolineando la necessità di una pianificazione strategica e di area vasta, che collochi opportunamente le istanze di sviluppo di questa porzione territoriale all'interno delle più ampie strategie di scala metropolitana e regionale. Inoltre, trattandosi di un'area periurbana posta all'intersezione di numerosi confini istituzionali e dai perimetri variamente articolabili richiama, al contempo, la necessità di fondare su ampi processi di governarce le opzioni di trasformazione territoriale e insediative perseguibili nel prossimo futuro.

Il Presente lavoro si pone in continuità con la ricerca "Analisi di coerenza della pianificazione territoriale e dei progetti che insistono sulla Piana fiorentina: Gli interventi del POR FESR nel contesto delle trasformazioni dell'ambito metropolitano Firenze-Prato" realizzata da IRPET nel 2017 (Valutazioni connesse alla strategia territoriale, 2.D), alla quale si rimanda per una più dettagliata analisi del contesto programmatico e pianificatorio dell'area. All'interno del quadro in quella sede delineato, il presente lavoro si pone l'obiettivo di analizzare l'impatto del progetto di collegamento tranviario sull'attrattività del territorio, guardando ai fattori di complementarità e conflittualità con altri progetti che insistono sull'area, allo scopo di delineare possibili traiettorie di crescita futura e alla possibile riallocazione di attività economiche e residenziali. A questo scopo è stata sviluppata una strumentazione di analisi e un sistema informativo calibrato su questa parte del territorio, recuperando inoltre in una cornice organica le diverse valutazioni su specifici temi realizzate negli ultimi anni da IRPET.

##### 1.2

###### Metodologia utilizzata

Il presente documento costituisce, come già accennato, la raccolta e la sistematizzazione di diversi prodotti di ricerca sviluppati parallelamente sul tema della Piana Fiorentina e sulla relazione fra mobilità, pianificazione e performance socioeconomica dei territori. Le metodologie utilizzate sono perciò eterogenee e si riportano qui alcuni aspetti sintetici che caratterizzano ognuno dei lavori, rimandando a ciascuno specifico allegato per gli aspetti di dettaglio.

###### *Studio conoscitivo socio-economico della Piana Fiorentina*

Il lavoro analizza le principali dinamiche socioeconomiche che hanno interessato negli ultimi anni (2011-2017) l'area denominata "Piana Fiorentina", che comprende gli otto comuni di Firenze, Prato, Sesto Fiorentino, Calenzano, Campi Bisenzio, Poggio a Caiano, Carmignano e Signa. Muovendo dall'inquadramento del territorio della Piana all'interno delle macro tendenze regionali, si utilizza un

approccio prevalentemente descrittivo per contestualizzare alcuni fatti stilizzati relativi agli aspetti socioeconomici che caratterizzano l'area.

Le dimensioni analizzate riguardano nello specifico la popolazione residente, sia in termini statici che di dinamica iscritti/cancellati, i flussi migratori all'interno della Piana, il mercato immobiliare e la struttura produttiva.

#### *Stima degli impatti economici della Tramvia con metodi controfattuali, analisi della fase di cantiere ed regime*

La costruzione di una nuova infrastruttura di trasporto urbano su rotaia in una città è solitamente vista come una politica pubblica con un impatto positivo per le aree servite, sia dal punto di vista dei residenti, che per le attività economiche, con una grande varietà di effetti positivi che spaziano dall'aumento dei fatturati per le imprese coinvolte, al miglioramento del traffico nell'area. Tuttavia, lunghi tempi di costruzione possono avere un effetto negativo per le attività collocate nelle immediate vicinanze del cantiere. Per valutare gli impatti positivi e negativi della costruzione della linea 1 della tramvia di Firenze usiamo un approccio controfattuale, usando l'approccio Difference in Differences per confrontare le performance delle imprese nelle vicinanze della tramvia con quelle distanti dall'infrastruttura. Inoltre analizziamo l'impatto della tramvia sulle imprese anche attraverso l'utilizzo dell'analisi di sopravvivenza, così da vedere effetti sia sulla presenza delle imprese che sul loro fatturato. Il metodo scelto per valutare è l'analisi di sopravvivenza, applicata attraverso le curve di Kaplan Meier, e sotto forma di regressione di Cox, per andare a cercare di cogliere eventuali dinamiche non semplicemente collegate alla localizzazione delle imprese, ma anche ad alcune loro caratteristiche, in primis grandezza e longevità dell'attività commerciale.

#### *Il modello land-use per la Piana Fiorentina: metodologia e prime risultanze*

Lo scopo del lavoro è quello di presentare un modello per la valutazione degli impatti socio-economici degli investimenti infrastrutturali a scala regionale che possa coniugare l'analisi di elementi prettamente trasportistici - quali accessibilità, tempi e costi di percorrenza, livelli di congestione - con elementi e variabili di natura macroeconomica e territoriale. La letteratura scientifica sull'impatto economico degli investimenti in infrastrutture di trasporto è vasta ed eterogenea. Gli approcci utilizzati variano fortemente in ragione della scala di analisi, del tipo di infrastruttura analizzata, della disponibilità di dati. L'importanza del tema dell'accessibilità e delle infrastrutture di trasporto per lo sviluppo economico e sociale è testimoniata da tale diversità e ricchezza di approcci. L'accessibilità e l'efficienza della rete condizionano la piena espressione del potenziale economico dei territori, tanto nella loro dimensione locale, dove una buona accessibilità si traduce in integrazione, coesione sociale e pari opportunità di sviluppo, tanto nella loro dimensione sovralocale, dal momento in cui le regioni si trovano a dover competere sempre più spesso in maniera diretta sui mercati internazionali. I modelli di simulazione dei trasporti, nella loro dimensione integrata con i modelli di natura più strettamente economica, costituiscono uno degli strumenti più versatili e sensibili per l'analisi ex-ante ed ex-post delle politiche e degli investimenti in tema di mobilità.

In particolare, i modelli Land Use/Transport Interaction (LUTI) rappresentano una famiglia di modelli utilizzati per la stima degli impatti economici e territoriali degli investimenti e delle politiche sulla mobilità la cui caratteristica principale consiste nella relazione fra la distribuzione spaziale delle attività socio-economiche (residenza, produzione, commercio, etc.) e il sistema dei trasporti. Attraverso il concetto di accessibilità, lo sviluppo spaziale dei sistemi urbani viene messo in correlazione con l'efficienza del sistema infrastrutturale e con l'interazione complessa degli attori che esprimono la domanda di trasporto (popolazione, imprese, decisori pubblici, etc.). I cambiamenti che avvengono nel sistema dei trasporti, come la costruzione di una nuova infrastruttura o l'ampliamento di una esistente, influenzano le scelte localizzative relative a residenze e attività economiche, le quali a loro volta influenzano la domanda di

trasporto e, in ultima analisi, i livelli effettivi di accessibilità. Storicamente, il loro ambito di applicazione è stato prevalentemente urbano e metropolitano, ma in tempi relativamente recenti si è assistito anche ad alcuni tentativi di applicazione ad ambiti in aree più vaste o a livello regionale. Il lavoro costituisce un primo tentativo di sviluppare un modello integrato trasporto/economia/uso del suolo a livello regionale per il territorio della Piana Fiorentina.

*Analisi della mobilità nella Piana Fiorentina attraverso l'uso di Big Data*

*Non importa che sia lontano. Il potere attrattivo dei grandi centri commerciali.*

*I visitor: uno sguardo all'Area metropolitana di Firenze, Prato e Pistoia attraverso i dati di telefonia mobile*

Gli studi, realizzati in collaborazione con l'ISTI-CNR di Pisa, cercano di indagare in maniera esplorativa le potenzialità connesse all'utilizzo dei Big Data per l'analisi e la valutazione di fenomeni socioeconomici. L'approfondimento nell'uso di grandi collezioni di dati di mobilità, capace di aiutare nel processo decisionale relativo alla gestione dei flussi e dei trasporti, rivela il potere analitico dei big data di mobilità. Le più diffuse basi conoscitive per l'analisi della mobilità, come le matrici origine/destinazione, sono basate su grandi collezioni di dati raccolti per mezzo di indagini e interviste. L'utilizzo di fonti Big Data (come i dati GPS e GSM rilevati dai dispositivi informatici portatili ormai pervasivi nella società) può integrare l'utilizzo di fonti tradizionali alleviandone alcune criticità come il costo elevato, la incostante periodicità, l'obsolescenza, l'incompletezza e l'imprecisione. D'altro canto i dati rilevati automaticamente in tempo reale da dispositivi di localizzazione sono rilevati con precisione e puntualità ma mancano di contesto e significato.

L'obiettivo delle analisi è quello di sviluppare metodologie innovative per suggerire risposte ad alcune delle domande più stimolanti a proposito dei comportamenti di mobilità, come ad esempio: quali sono gli itinerari più comuni seguiti dalle traiettorie e qual è la loro distribuzione spazio-temporale? Come si comportano le persone in prossimità di grandi attrattori come stazioni, aeroporti? Come si può comparare la mobilità privata a quella pubblica per capire come si possono soddisfare al meglio i bisogni degli utenti? Come si possono distinguere i residenti dai visitatori solo attraverso la distribuzione delle traiettorie nello spazio e nel tempo? Si affrontano questi quesiti attraverso l'approfondimento e l'interpretazione delle tecniche di *geodata mining*.

### 1.3

#### **Analisi dei dati disponibili e risultanze della valutazione**

L'analisi conoscitiva socioeconomica della Piana Fiorentina (Allegato 1) cerca di evidenziare la rilevanza dell'area sia dal punto di vista demografico che economico, delinendo alcune caratteristiche strutturali e le specificità locali che contribuiscono a determinarne le criticità e le opportunità di sviluppo. Si tratta infatti di un'area che vede concentrato al proprio interno circa un quarto dell'attività socio economica dell'intera regione (sia in termini di popolazione che di imprese e addetti); inoltre essa ospita alcune funzioni di pregio come università, ospedali e infrastrutture di trasporto, che la rendono un polo attrattore per l'intero territorio regionale.

Dal punto di vista demografico, la popolazione dei comuni dell'area della Piana Fiorentina appare in aumento costante dal 2012 e, similmente a quanto osservato nell'analisi della Regione, l'aumento della popolazione appare principalmente imputabile all'afflusso migratorio, sia interno che estero, in quanto il saldo naturale risulta negativo. Sempre in linea con l'andamento demografico regionale, inoltre, gli otto comuni della Piana Fiorentina hanno visto aumentare i residenti stranieri tra il 2011 ed il 2017, in particolare nei comuni di dimensioni minori. La composizione dei cittadini stranieri in termini di provenienza appare invece pressoché costante negli anni considerati.

I comuni della Piana sono inclusi nei due Sistemi Locali del Lavoro di Firenze e di Prato, sebbene non li esauriscano, ricomprendendo entrambi i SLL anche altri comuni al di fuori dall'area della piana. L'analisi

dell'andamento economico in termini di valore aggiunto per i due Sistemi Locali del Lavoro evidenzia due momenti ben distinti. Se infatti fino al sorgere della crisi il SLL di Prato si manteneva coerente con l'andamento regionale mentre quello fiorentino mostrava segni di minor vivacità (andamento che si accompagna anche alla parziale riduzione delle disparità territoriali rispetto alle aree meno urbanizzate e competitive della Toscana), a partire dal 2008 tale trend risulta invertito, con una crisi che morde il distretto pratese in maniera particolarmente aggressiva, mentre la caduta per il SLL fiorentino appare più contenuta ed associata ad una maggiore resilienza anche negli anni immediatamente successivi. L'area della piana presenta, ancora più che in termini di popolazione residente, una quota significativa di imprese rispetto all'intero territorio regionale, pari a circa il 24%. Se esaminiamo in dettaglio quali settori sono rappresentati in misura maggiore rispetto alla media (già elevata, per un'area che rappresenta l'1,8% del territorio regionale), emergono i settori del manifatturiero, dell'amministrazione pubblica e le attività professionali, scientifiche e tecniche, con un rilevante riflesso anche in termini di proiezione del territorio sui mercati internazionali.

All'evoluzione insediativa si accompagnano i cambiamenti funzionali indotti dai recenti interventi sulla struttura della città e della sua corona orientati in direzione di una più marcata specializzazione funzionale del territorio. Il consolidarsi di queste tendenze ha teso ad accrescere la separazione tra luoghi di residenza, luoghi di lavoro e di svago con evidenti ripercussioni sulla mobilità e sui flussi in ingresso e in uscita dal capoluogo. Da ciò consegue tanto l'aumento di mobilità tradizionale che avviene cioè per motivi di studio o di lavoro quanto di quella legata al tempo libero e allo svago. La nascita di nuove funzioni all'interno della piana, talvolta conseguente alla delocalizzazione di attività precedentemente situate in aree più centrali, sembra configurare in modo inedito gli assetti territoriali e funzionali dell'area metropolitana fiorentina. Questi recenti sviluppi dell'area rappresentano, nel contraddittorio intreccio di criticità e opportunità che ne scaturisce, il terreno per la creazione di nuove gerarchie urbane e territoriali.

Le tendenze in atto confermano inoltre le traiettorie centrifughe anche per le scelte abitative che tendono a privilegiare le aree periurbane accentuando o dando luogo a nuove disuguaglianze spaziali. Maggiori livelli di accessibilità, migliore dotazione infrastrutturale di collegamento, da un lato, alti valori immobiliari nelle aree urbane centrali dall'altro hanno spinto parte della popolazione a spostarsi verso i comuni limitrofi, in cerca di migliore qualità della vita e rapporto qualità prezzo delle abitazioni più conveniente. I confini della città si sono, quindi, ampliati al di fuori di quelli storici, mentre sul capoluogo continua a gravare la domanda di servizi della popolazione residente e di quanti vivono la città quotidianamente. La nascita di nuove polarità commerciali e per il *loisir* aumenta gli spostamenti su distanze sopra comunali anche per motivi legati al tempo libero: acquisti, sport, fruizione culturale. In risposta alle nuove esigenze abitative, la crescita insediativa si sviluppa in aree contigue territorialmente, ancora libere, ma fuori dai confini della città storica.

In questo contesto la realizzazione del progetto della tramvia si inserisce nel quadro del ridisegno complessivo del sistema di mobilità dell'area urbana fiorentina, congiuntamente alla realizzazione del nuovo nodo ferroviario AV ed al previsto sistema di trasporto su ferro di carattere metropolitano integrato con il trasporto regionale. L'effetto previsto di questa riorganizzazione del servizio è una maggiore integrazione dei territori dell'area metropolitana, grazie a una maggiore efficacia e pervasività del sistema di trasporto pubblico e ad una riduzione delle inefficienze connesse con l'attuale assetto della mobilità fortemente sbilanciata verso l'utilizzo del mezzo privato. La realizzazione di grandi interventi infrastrutturali (segnatamente, quelli connessi alla costruzione di infrastrutture di trasporto) comporta però, soprattutto nella fase di cantiere, una serie di impatti sul tessuto socio-economico interessato dai lavori la cui natura temporanea non ne esclude però la significatività e la rilevanza degli effetti, soprattutto nel momento in cui il carattere di temporaneità di tali eventi viene messo in discussione dalla incertezza sull'effettiva durata dei lavori. La letteratura scientifica si è occupata, in maniera più sistematica e diffusa, della valutazione degli effetti della fase di realizzazione delle infrastrutture sul piano ambientale e sanitario (tramite l'analisi

degli effetti connessi a rumore, emissioni atmosferiche ed impatti di tipo idrogeologico), mentre la valutazione degli effetti economici si è concentrata prevalentemente sugli effetti positivi posti in essere al momento della entrata in funzione dell'infrastruttura stessa, una volta cioè che la fase di cantiere si è ormai conclusa. Tuttavia, il significativo aumento dei tempi di realizzazione delle opere infrastrutturali (derivante dalle incertezze normative, programmatiche, realizzative e finanziarie) rendono la valutazione degli impatti economici connessi alle fasi di cantiere particolarmente rilevante, in misura ancora maggiore quando tali opere insistono su territori ad elevata densità di popolazione e i cui assetti trasportistici e di accessibilità si trovano ad essere significativamente modificati dalle esigenze di cantiere, per un arco temporale che può arrivare a interessare diversi anni. In momenti di generalizzata difficoltà economica, il protrarsi della fase di realizzazione rischia di trasformare un evento di natura transitoria in una condizione semipermanente che modifica strutturalmente l'assetto socioeconomico di un'area. L'analisi relativa alla stima degli impatti economici della Linea 1 della tramvia, nella fase di cantiere ed a regime (Allegato 2) evidenzia come:

- Per il periodo di costruzione, le imprese molto vicine al cantiere vedono i loro fatturati ridursi, per i disagi nella mobilità e nell'accessibilità. D'altro canto, le imprese nella seconda fascia guadagnano clienti che si muovono verso aree maggiormente accessibili.
- Dopo l'inaugurazione della tramvia, è presente un impatto positivo per le imprese che sono collocate nell'area della tramvia, è ragionevole pensare che questo sia un impatto dovuto al miglioramento della fruibilità della zona. Questo non è ovunque vero, le imprese di Scandicci infatti soffrono dall'avviamento delle attività della Linea 1 poiché sembra che perdano clienti a favore delle imprese collocate a Firenze, specialmente in centro storico: siamo di fronte ad un effetto nel quale effettivamente la periferia è stata avvicinata al centro città, ma a scapito del primo, che di fatto ha perso la quota di mercato vicinale, provocando così una riduzione dei fatturati.
- I risultati sono stati confermati anche tramite l'affinamento del campione attraverso l'analisi dei codici ATECO relativi al settore di attività economica delle imprese.

Per quanto riguarda invece l'analisi di sopravvivenza si osserva che:

- Le imprese più longeve, e più grandi sono meno inclini a fallire per una sorta di robustezza e inerzia che si sviluppa nel corso del tempo, questo risultato è coerente con la letteratura che prevede tassi di mortalità maggiori per le imprese giovani e piccole.
- La presenza del cantiere spiega differenti mortalità solo nel caso in cui si divida il campione in due sotto campioni comunali. In questo caso si osserva come le imprese di Scandicci entro 100 metri dalla tramvia hanno tassi di mortalità maggiori sia delle attigue entro 250 metri dal cantiere, sia delle altre attività presenti nell'area. Quindi osservando il tasso di mortalità possiamo dire che effettivamente per Scandicci c'è stato un effetto negativo collegato al cantiere, anche se è possibile che non sia stato la causa fondamentale per la chiusura delle attività, visto che questo risultato non viene confermato da altrettanto chiari risultati sui fatturati.
- Nel caso di Firenze è possibile un effetto simile, ma stavolta le imprese collocate sul tracciato tendenzialmente chiudono meno di quelle nelle immediate vicinanze, comunque anche questo risultato non è particolarmente significativo e netto.

Concludendo si può dire che ci sono stati degli effetti, sia positivi che negativi collegati alla costruzione ed alla messa in attività della tramvia, e generalmente sono stati più marcati i primi rispetto ad i secondi, grande importanza assume in questo lavoro l'occhio di riguardo riservato non solamente agli effetti nelle immediate vicinanze del cantiere, ma anche nelle aree attigue.

Al fine di comprendere in maniera integrata l'effetto congiunto delle politiche infrastrutturali, pianificatorie e insediative che insistono nel complesso della Piana Fiorentina, è stato inoltre sviluppato un modello integrato trasporti – uso del suolo che consenta la valutazione dell'impatto sull'attrattività dei territori di modifiche al sistema dell'accessibilità (Allegato 3). Il progetto pilota utilizzato per una prima verifica di

funzionalità del modello è la realizzazione del sistema tramviario. Le modifiche alla matrice dei costi generalizzati di trasporto indotte dall'intervento si traducono in una differente distribuzione della convenienza localizzativa per famiglie e imprese. La granularità del modello, che opera con una zonizzazione subcomunale, consentono una restituzione del dato con un livello di dettaglio molto fine.

Oltre alle banche dati tradizionali (demografia, imprese, valori immobiliari, domanda e offerta turistica, localizzazione di poli di attrazione), il modello è arricchito dall'utilizzo di banche dati non strutturate, come i dati GPS derivanti dai dispositivi di rilevamento della posizione degli autoveicoli. Questo consente una migliore calibrazione della parte trasportistica del modello, con particolare attenzione a quei profili di mobilità non sistematica (*leisure*, servizi, shopping, etc.) che le statistiche tradizionali non consentono di cogliere in maniera esaustiva ma che costituiscono una quota crescente della mobilità complessiva, soprattutto in ambito urbano.

Sempre sul fronte Big Data, l'analisi ha cercato di indagare il potenziale informativo insito in questo tipo di fonti attraverso alcune analisi esplorative sulle relazioni fra mobilità e sviluppo economico, approfondendo alcune tematiche particolarmente rilevanti per il territorio della Piana Fiorentina. Un primo approfondimento (Allegato 4) riguarda l'analisi delle caratteristiche della mobilità nell'area, dalle quali emerge la complessità delle relazioni che il capoluogo intesse non soltanto con i comuni limitrofi ma più in generale con una parte rilevante del territorio regionale. Dal secondo approfondimento, dedicato ai bacini di attrazione dei grandi centri commerciali che negli ultimi venti anni si sono insediati in maniera prevalente nell'area della Piana (Allegato 5), emerge ancora una volta la natura sovralocale delle funzioni ospitate da questa porzione di territorio, capace di attirare utenti e utilizzatori dall'intero bacino regionale. Ad ulteriore conferma di questa evidenza, infine, l'ultima sperimentazione (Allegato 6) indaga il profilo degli utilizzatori, ovvero di coloro che insistono giornalmente sul territorio pur non essendovi residenti, della piana attraverso il ricorso ai dati forniti dall'utilizzo dei telefoni cellulari.

**Allegato 1**

**Studio conoscitivo  
socio-economico  
della Piana Fiorentina**



## Indice

1. POPOLAZIONE RESIDENTE IN TOSCANA	5
2. POPOLAZIONE RESIDENTE NELLA PIANA FIORENTINA	9
3. POPOLAZIONE STRANIERA NELLA PIANA FIORENTINA	10
4. ISCRITTI E CANCELLATI NELLA PIANA FIORENTINA	12
5. I FLUSSI MIGRATORI ALL'INTERNO DELLA PIANA FIORENTINA	14
5.1 <i>Focus sugli spostamenti da e verso Firenze</i>	17
5.2 <i>Caratteristiche demografiche di chi si sposta</i>	17
6. DEMOGRAFIA DEI RESIDENTI DELLA PIANA FIORENTINA	19
6.1 <i>Età</i>	19
6.2 <i>Famiglie</i>	20
6.3 <i>Istruzione</i>	21
7. IL MERCATO IMMOBILIARE DELLA PIANA FIORENTINA	22
7.1 <i>Prezzi di vendita delle unità immobiliari</i>	22
7.2 <i>Canoni di locazione</i>	23
8. LA STRUTTURA PRODUTTIVA DELLA PIANA FIORENTINA	23



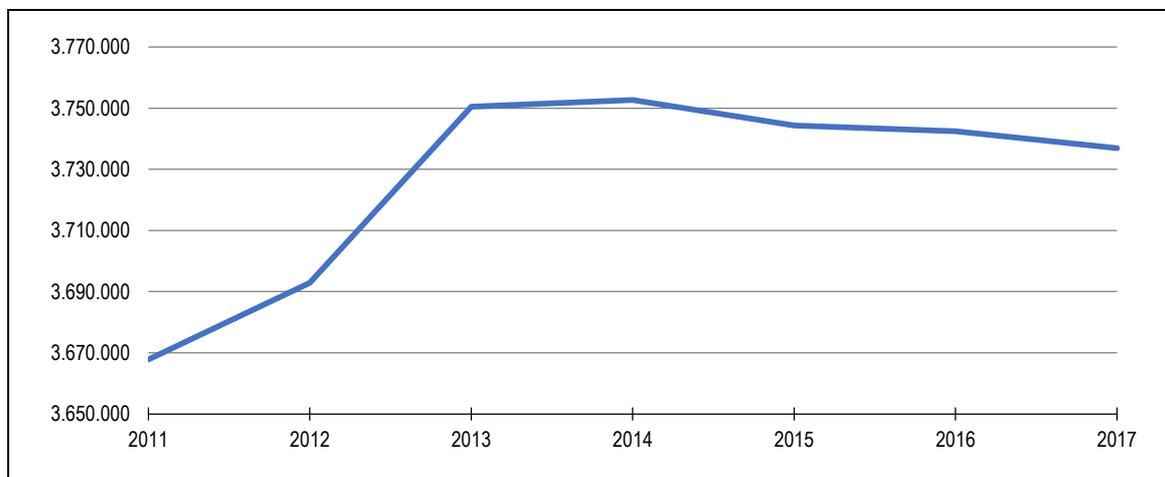
Il presente documento analizza le principali dinamiche socioeconomiche che hanno interessato negli ultimi anni (2011-2017) l'area denominata "Piana Fiorentina", che comprende gli otto comuni di Firenze, Prato, Sesto Fiorentino, Calenzano, Campi Bisenzio, Poggio a Caiano, Carmignano e Signa.

## 1. Popolazione residente in Toscana

La popolazione dell'intera Regione ammonta alla fine del 2017 a 3.736.968 individui<sup>1</sup>.

Nel grafico sottostante (Graf. 1) viene evidenziato il trend dei residenti in Toscana tra il 2011 e il 2017. Tale valore appare in crescita tra il 2012 e il 2014, mentre assume una lieve flessione negativa a partire dal 2015.

Grafico 1  
POPOLAZIONE TOSCANA. 2011.2017

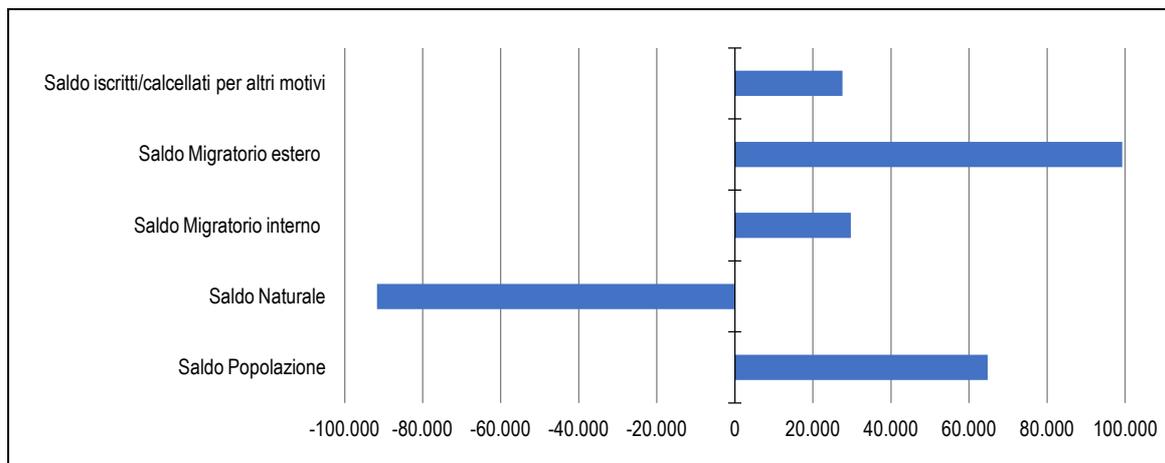


Fonte: elaborazione su dati ISTAT

Il saldo della popolazione tra il 2011 ed il 2017 risulta nel complesso positivo, con un incremento pari all' 1,7% circa. Il bilancio della popolazione residente evidenzia chiaramente come tale aumento sia imputabile principalmente ai flussi migratori, sia interni che dall'estero. Infatti, il saldo naturale risulta negativo nel periodo osservato (Graf. 2).

<sup>1</sup> Dati ISTAT (2018): Popolazione Residente-Bilancio.

Grafico 2  
BILANCIO RESIDENTI. 2011-2017



Fonte: elaborazione su dati ISTAT

Al fine di approfondire ulteriormente il fenomeno, sono state sviluppate le tre cartine che seguono, nelle quali si rappresenta la variazione della popolazione residente in ciascun comune della Regione<sup>2</sup>.

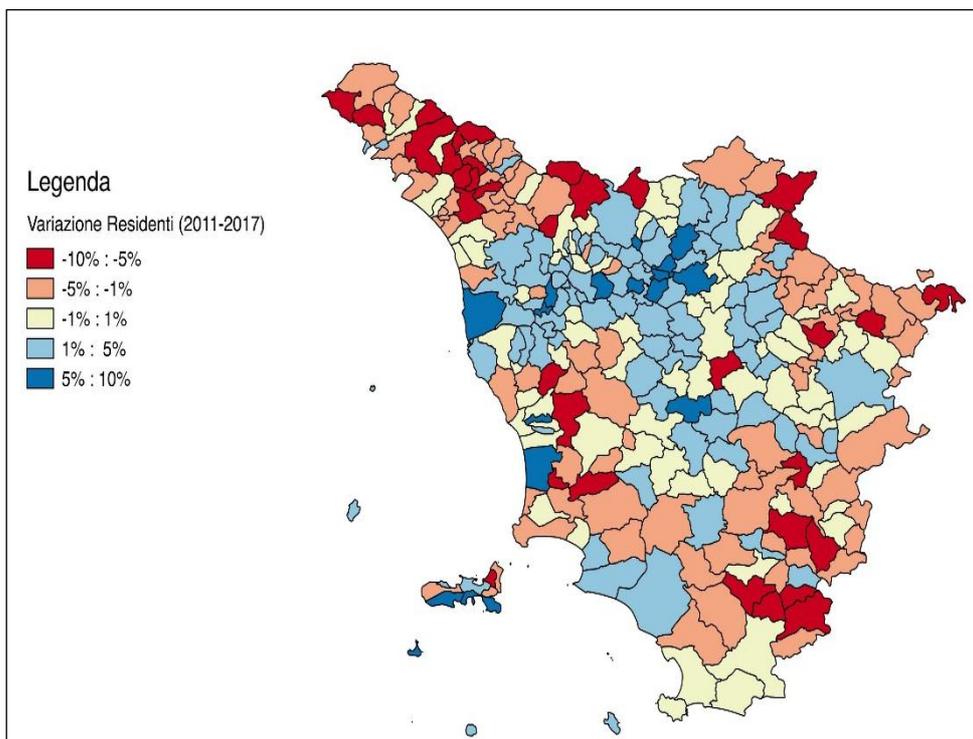
La figura 3 classifica i diversi Comuni in base alla variazione percentuale dei residenti per Comune tra il 2011 ed il 2017. I Comuni evidenziati in rosso sono quelli che hanno sperimentato un forte calo nel numero dei residenti; al contrario i Comuni blu sono caratterizzati da un aumento significativo della popolazione.

Si noti che, tra il 2011 ed il 2017:

- il 12% dei Comuni ha subito un decremento dei residenti maggiore del 5%;
- il 29% dei Comuni ha subito una diminuzione contenuta tra il -5% ed il -1%;
- il 26% dei Comuni ha visto la popolazione rimanere pressoché invariata;
- il 28% dei Comuni ha sperimentato una crescita nel numero dei propri cittadini tra l' 1% ed il 5%;
- il 6% dei Comuni ha sperimentato un aumento superiore al 5%.

<sup>2</sup> DEMO ISTAT (2018): Popolazione Residente.

Figura 3  
VARIAZIONE RESIDENTI PER COMUNE



Fonte: elaborazione su dati ISTAT

L'andamento dei residenti stranieri nella Regione Toscana tra il 2011 ed il 2017 registra un incremento complessivo del 24% passando da un valore di 322.811 (nel 2011) a 400.307 (nel 2017).

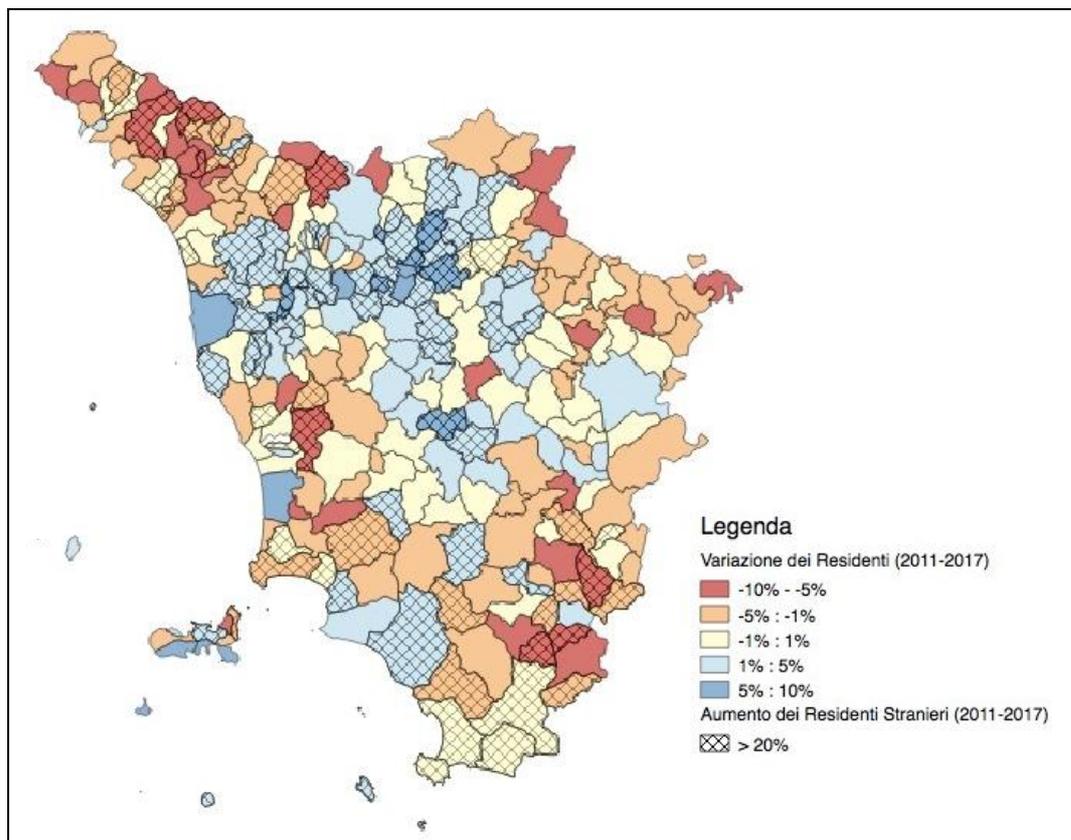
Analiticamente risulta che:

- nel 37% dei Comuni l'incremento di cittadini stranieri ha superato il 20%.
- il 23% dei Comuni è stato testimone di una crescita dei cittadini esteri compresa tra il 10% ed il 20%;
- nel 12% dei Comuni i residenti di altre nazionalità sono aumentati tra il 5% ed il 10%;
- il 9% dei Comuni è stato caratterizzato da un aumento contenuto della presenza straniera (fino al 5%);
- il 19% dei Comuni ha sperimentato una lieve diminuzione dei residenti stranieri;

La cartina che segue (Fig. 4) descrive congiuntamente la variazione della popolazione totale per Comune e la variazione dei cittadini stranieri, allo scopo di individuarne un'eventuale correlazione. Visto l'aumento generalizzato degli stranieri su tutto il territorio, si è deciso di evidenziare (attraverso la tratteggiatura) solamente i Comuni dove l'aumento è stato più che consistente (ovvero maggiore del 20%).

Dall'analisi pare non esserci correlazione evidente tra l'aumento dei cittadini stranieri per Comune e l'aumento della popolazione totale. L'incremento straniero risulta infatti distribuito in maniera eterogenea e indipendente rispetto a quello dei residenti totali.

Figura 4  
 VARIAZIONE RESIDENTI TOTALI E RESIDENTI STRANIERI PER COMUNE



Fonte: elaborazione su dati ISTAT

Infine a completamento della rilevazione è stata rappresentata la densità dei cittadini stranieri rispetto agli abitanti nei diversi Comuni toscani nel 2017<sup>3</sup>.

La densità media regionale è di poco inferiore all' 11%. Il dato clusterizzato è presentato nella tabella (Tab. 5) e nella cartina (Fig. 6) che seguono.

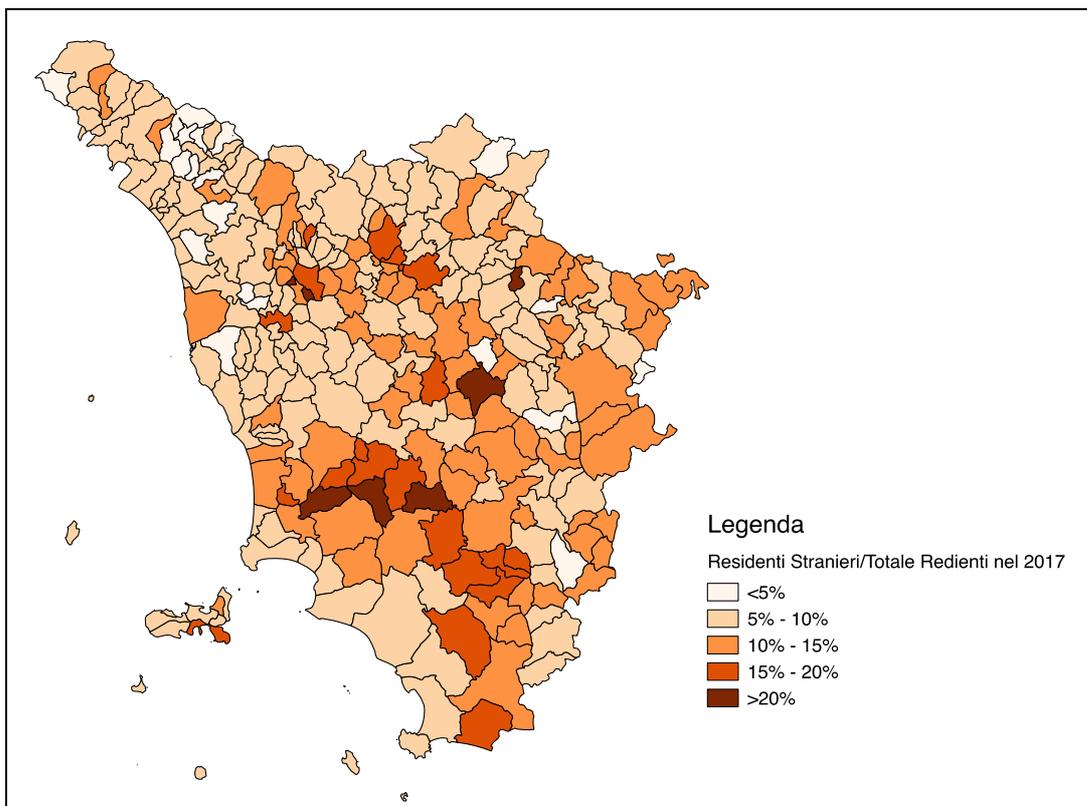
Tabella 5  
 CITTADINI STRANIERI PER ABITANTE

	N. Comuni	% Comuni
0,05	20	7%
>0,05 - <0,1	154	56%
>0,1 - <0,15	77	28%
>0,15 - <0,20	19	7%
> 0,20	6	2%

Fonte: elaborazione su dati ISTAT

<sup>3</sup> DEMO ISTAT (2018): Popolazione e Stranieri

Figura 6  
DENSITÀ DEI RESIDENTI STRANIERI PER COMUNE



Fonte: elaborazione su dati ISTAT

## 2. Popolazione residente nella Piana Fiorentina

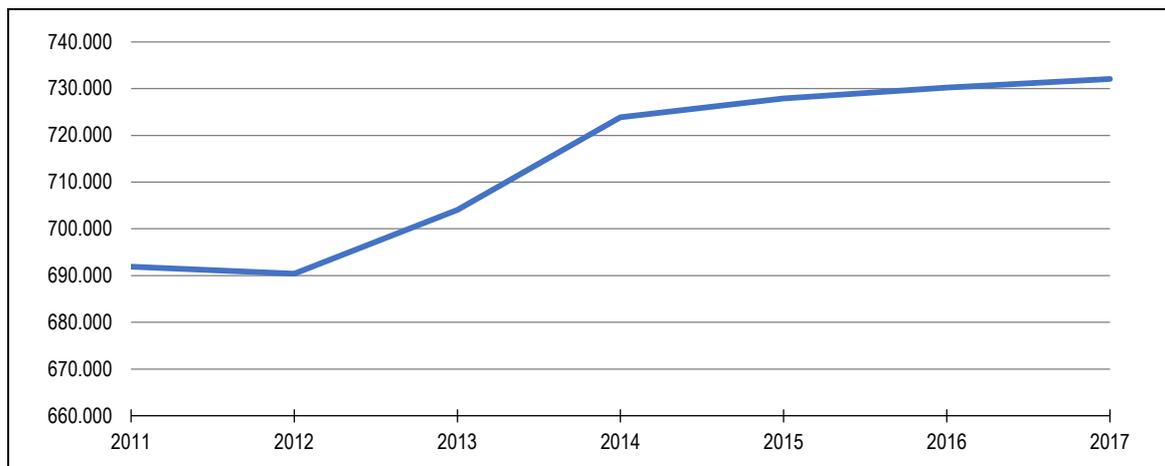
La popolazione dei comuni dell'area della Piana Fiorentina appare in aumento costante dal 2012 (Graf. 7). Nel 2017 conta 732.057 residenti, raggiungendo un aumento di circa il 5,8% rispetto alla popolazione totale del 2011<sup>4</sup>.

Inoltre, similmente a quanto osservato nell'analisi della Regione, l'aumento della popolazione appare anche qui principalmente imputabile all'afflusso migratorio, sia interno che estero, in quanto il saldo naturale risulta negativo (Graf. 8).

---

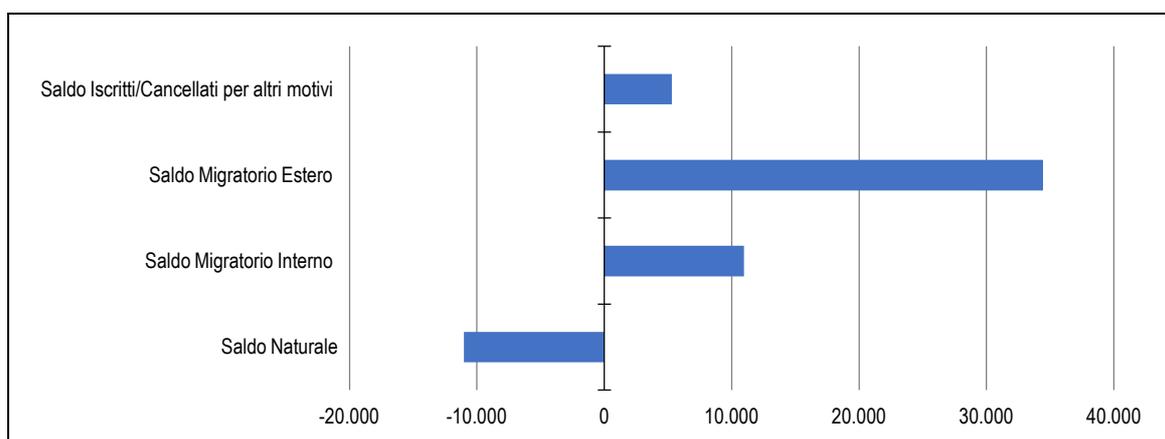
<sup>4</sup> ISTAT (2018): Popolazione-Bilancio.

Grafico 7  
POPOLAZIONE PIANA FIORENTINA. 2011-2017



Fonte: elaborazione su dati ISTAT

Grafico 8  
BILANCIO RESIDENTI PIANA FIORENTINA. 2011-2017



Fonte: elaborazione su dati ISTAT

### 3. Popolazione straniera nella Piana Fiorentina

In linea con l'andamento demografico regionale, anche gli otto comuni della Piana Fiorentina hanno visto aumentare i residenti stranieri tra il 2011 ed il 2017<sup>5</sup>.

La tabella sottostante (Tab. 9) evidenzia l'aumento (in valore assoluto e percentuale) della popolazione di nazionalità straniera per ciascuna delle aree considerate. In particolare, i Comuni sono stati ordinati in ordine crescente in base alla consistenza dell'aumento.

Appare che le località di dimensioni più ridotte (come Signa o Poggio a Caiano) abbiano sperimentato un aumento relativo molto maggiore rispetto a quello dei centri urbani di Firenze e

<sup>5</sup> ISTAT (2018): Popolazione Residente.

Prato. Si potrebbe dedurre quindi che nei Comuni più grandi, la presenza straniera era già consistente prima del 2011.

L'incremento totale degli stranieri residenti nella Piana Fiorentina equivale al 27,9%, ed è lievemente superiore alla media regionale (24%).

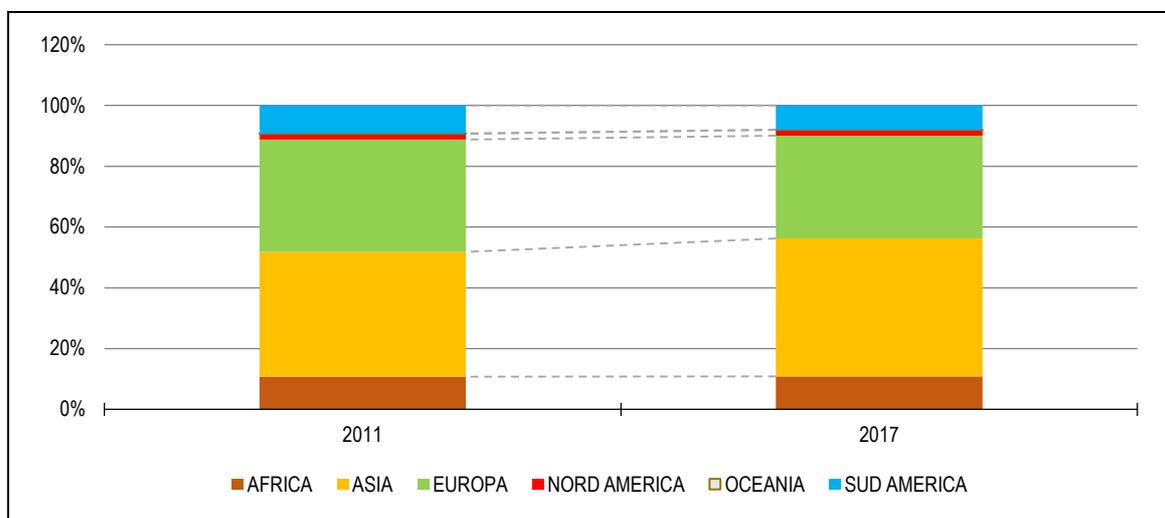
Tabella 9  
VARIAZIONE POPOLAZIONE STRANIERA (2011-2017)

Comune	Residenti Stranieri 2011	Residenti Stranieri 2017	Saldo	Aumento %
Sesto Fiorentino	3677	4587	910	24,7%
Prato	28405	36400	7995	28,1%
Calenzano	995	1302	307	30,9%
Firenze	42979	59644	16665	38,8%
Carmignano	966	1342	376	38,9%
Campi Bisenzio	6289	9356	3067	48,8%
Poggio a Caiano	778	1208	430	55,3%
Signa	1693	2810	1117	66,0%
<b>TOT Piana</b>	<b>33.077</b>	<b>42.289</b>	<b>9.212</b>	<b>27,9%</b>
<b>Regione Toscana</b>	<b>322.811</b>	<b>400.307</b>	<b>77.496</b>	<b>24,0%</b>

Fonte: elaborazione su dati ISTAT

La composizione dei cittadini stranieri in termini di provenienza, appare pressoché costante negli anni considerati<sup>6</sup>. Si riscontra solamente un modesto aumento (4%) dei residenti provenienti da Asia e Medio Oriente, ed una lieve diminuzione (-3%) dei residenti provenienti da altri Stati europei (Graf. 10). L'Asia e l'Europa restano comunque le due aree di provenienza più consistenti (circa l'80% degli stranieri che abitano i Comuni della Piana Fiorentina proviene da queste regioni).

Grafico 10  
CITTADINANZA DEI RESIDENTI STRANIERI DELLA PIANA FIORENTINA



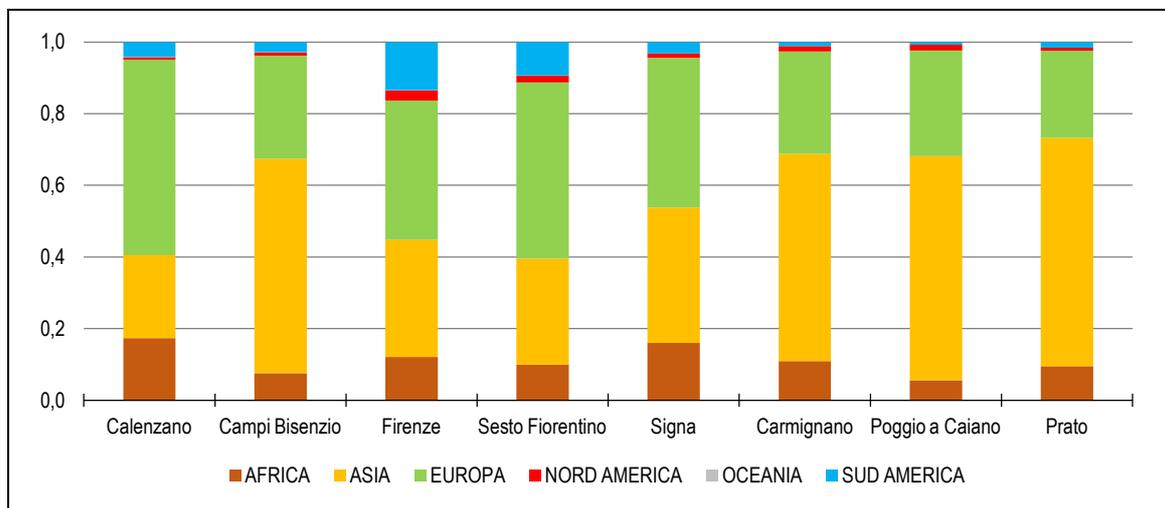
Fonte: elaborazione su dati ISTAT

Infine, il grafico sottostante (Graf. 11) fornisce la sintesi della composizione per area di provenienza in ciascun Comune della Piana Fiorentina nel 2017 della popolazione straniera residente.

<sup>6</sup> DEMO ISTAT (2017): Popolazione Straniera.

Benché le differenze tra le località considerate siano marginali, si osserva che i Comuni di Carmignano, Poggio a Caiano e Prato ospitano principalmente cittadini di origine Asiatica e Mediorientale, mentre gli stranieri che arrivano dal resto d'Europa sono concentrati a Firenze, Sesto Fiorentino e Calenzano.

Grafico 11  
COMPOSIZIONE DEI RESIDENTI STRANIERI PER COMUNE



Fonte: elaborazione su dati ISTAT

#### 4. Iscritti e cancellati nella Piana Fiorentina

Prendendo in analisi il ventennio tra il 1997 ed il 2016, si evince che la dinamica di migrazione in entrata ed in uscita dai comuni della Piana Fiorentina è cresciuta in intensità con il passare del tempo.

Sia le iscrizioni che le cancellazioni annue sono infatti aumentate durante il periodo di osservazione, mantenendo sempre un saldo annuo positivo (Tab. 12).

Inoltre, il trend dei saldi annuali mostra un sostanziale aumento tra il 1997 ed il 2016, con la sola eccezione di due decrementi nel 2002 e nel 2007 ed un picco positivo nel 2012<sup>7</sup> (Graf. 13).

Tabella 12  
DETTAGLIO ANNUO ISCRITTI-CANCELLATI NELLA PIANA FIORENTINA (1997-2016)

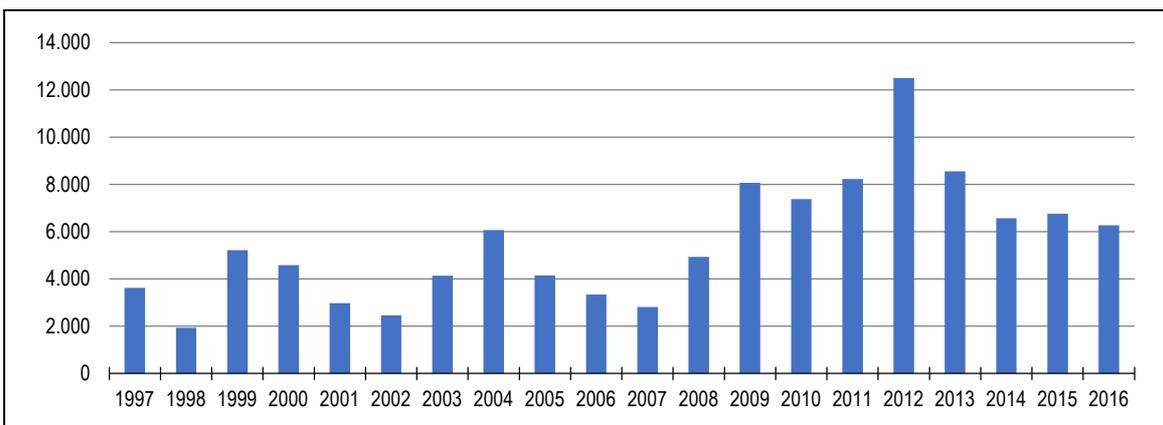
	Iscritti	Cancellati	Saldo
1997	16.599	12.977	3.622
1998	16.192	14.258	1.934
1999	20.675	15.462	5.213
2000	21.084	16.503	4.581
2001	18.090	15.120	2.970
2002	18.924	16.458	2.466
2003	20.291	16.156	4.135
2004	23.570	17.500	6.070
2005	21.517	17.373	4.144
2006	20.741	17.395	3.346

<sup>7</sup> IRPET (2018): Iscritti e Cancellati.

	Iscritti	Cancellati	Saldo
2007	19.873	17.056	2.817
2008	21.175	16.238	4.937
2009	23.986	15.913	8.073
2010	22.616	15.231	7.385
2011	24.018	15.785	8.233
2012	31.893	19.403	12.490
2013	25.025	16.474	8.551
2014	23.250	16.683	6.567
2015	23.007	16.255	6.752
2016	23.476	17.206	6.270

Fonte: IRPET

Grafico 13  
SALDO ANNUO (ISCRITTI-CANCELLATI)

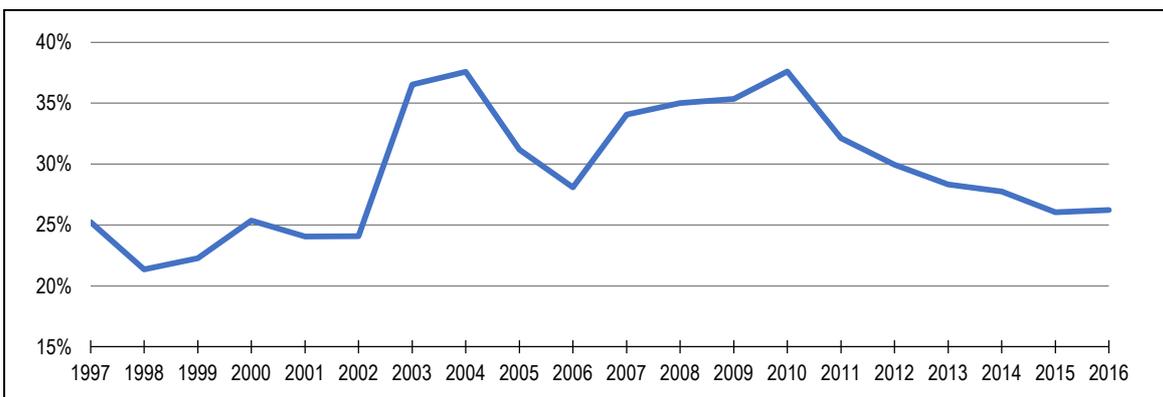


Fonte: IRPET

Tra il 1997 ed il 2016, gli arrivi dall'estero ammontano in media al 29% del totale degli iscritti. Il trend delle entrate dai paesi stranieri mostra due leggeri picchi negli anni 2004 e 2010 ed una lieve flessione negativa a partire dal 2011 in poi (Graf. 14).

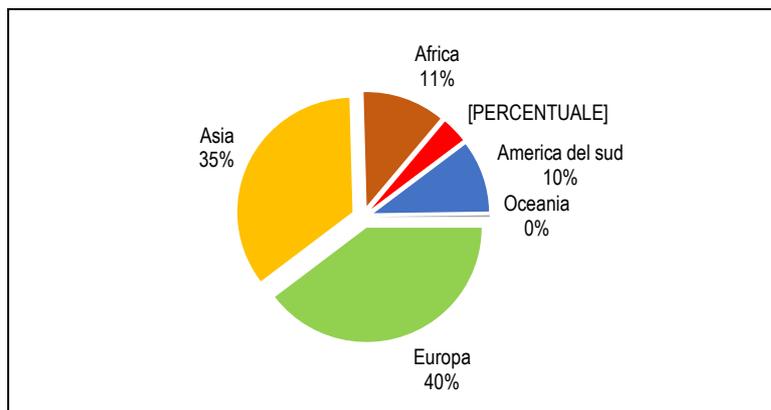
La provenienza degli iscritti stranieri è rappresentata prevalentemente da altri paesi europei (40% degli arrivi) e dagli stati dell'Asia e Medio Oriente (35% degli arrivi). I valori percentuali degli arrivi dalle diverse aree geografiche sono sintetizzati nel grafico 15.

Grafico 14  
ANDAMENTO ARRIVI DALL'ESTERO



Fonte: IRPET

Grafico 15  
PROVENIENZA TOTALE ISCRITTI STRANIERI



Fonte: IRPET

## 5. I flussi migratori all'interno della Piana Fiorentina

Una parte consistente dei flussi migratori avvengono tra gli stessi Comuni della piana. In media, tra il 25% e il 30% delle iscrizioni e cancellazioni annue avvengono da parte di residenti che si trasferiscono da un Comune all'altro dell'area geografica di riferimento. La matrice origine/destinazione sottostante (Tab. 16) evidenzia l'intensità di questo fenomeno ed anche quali flussi sono i più consistenti<sup>8</sup>.

Nel contesto dei movimenti all'interno della Piana, i due centri urbani di Firenze e Prato sono due poli attrattivi notevoli, generando rispettivamente il 23% ed il 19% delle iscrizioni, seguiti da Campi Bisenzio (18%) e Sesto Fiorentino (15%).

Si nota che il Comune di Firenze è l'unico Comune il cui saldo tra iscritti e cancellati appare negativo tra il 1997 ed il 2016, con 22.546 arrivi dagli altri Comuni della Piana, contro 34.773 partenze. Questo valore sembra suggerire una preferenza da parte dei cittadini della Piana verso zone meno centrali.

---

<sup>8</sup> IRPET (2018): Iscritti e Cancellati

Tabella 16  
MIGRAZIONE INTERNA NELLA PIANA FIORENTINA (SALDO 1997-2016)

ORIGINE	DESTINAZIONE								Total
	Firenze	Prato	Sesto Fio	Calenzano	Campi Bis	Carmignan	Poggio a	Signa	
Firenze	2 0.01	7,389 21.25	10,702 30.78	1,641 4.72	10,168 29.24	993 2.86	698 2.01	3,180 9.15	34,773 100.00
Prato	5,884 35.72	286 1.74	1,186 7.20	1,156 7.02	2,449 14.87	3,212 19.50	1,775 10.78	524 3.18	16,472 100.00
Sesto Fiorentino	6,784 49.54	1,870 13.66	0 0.00	2,467 18.02	2,000 14.60	155 1.13	104 0.76	314 2.29	13,694 100.00
Calenzano	1,123 22.18	1,584 31.28	1,422 28.08	2 0.04	709 14.00	74 1.46	43 0.85	107 2.11	5,064 100.00
Campi Bisenzio	5,705 38.78	3,460 23.52	1,347 9.16	641 4.36	0 0.00	729 4.96	657 4.47	2,173 14.77	14,712 100.00
Carmignano	676 15.65	1,811 41.93	79 1.83	56 1.30	346 8.01	1 0.02	940 21.76	410 9.49	4,319 100.00
Poggio a Caiano	499 13.58	1,240 33.75	79 2.15	25 0.68	383 10.42	1,247 33.94	0 0.00	201 5.47	3,674 100.00
Signa	1,873 31.51	694 11.68	272 4.58	132 2.22	1,801 30.30	692 11.64	480 8.08	0 0.00	5,944 100.00
Total	22,546 22.85	18,334 18.58	15,087 15.29	6,120 6.20	17,856 18.10	7,103 7.20	4,697 4.76	6,909 7.00	98,652 100.00

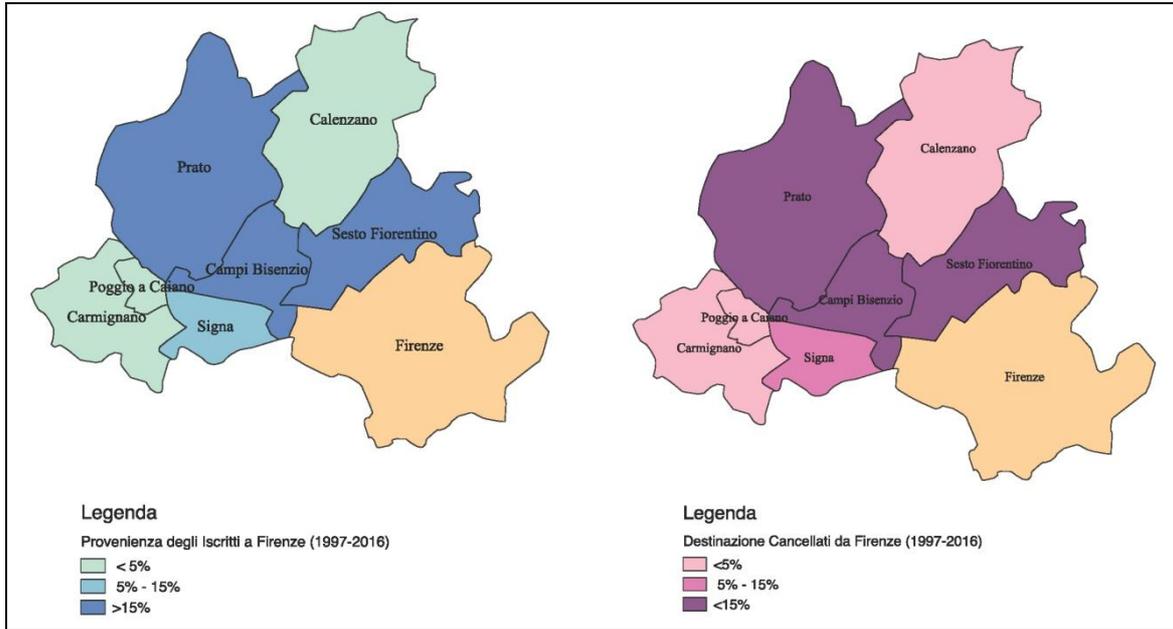
Fonte: IRPET

Le cartine riportate di seguito rappresentano visivamente le relazioni tra gli otto Comuni della Piana in termini di flussi migratori. Partendo infatti dai due centri urbani di Firenze e Prato, vengono evidenziate le aree di provenienza e destinazione dei residenti e la loro dimensione relativa.

Gli iscritti a Firenze dalla Piana sembrano provenire per la maggior parte dai comuni di Prato, Sesto Fiorentino e Campi Bisenzio (Fig. 17) e questa relazione si ripete osservando i flussi in uscita dal Capoluogo fiorentino (Fig. 18).

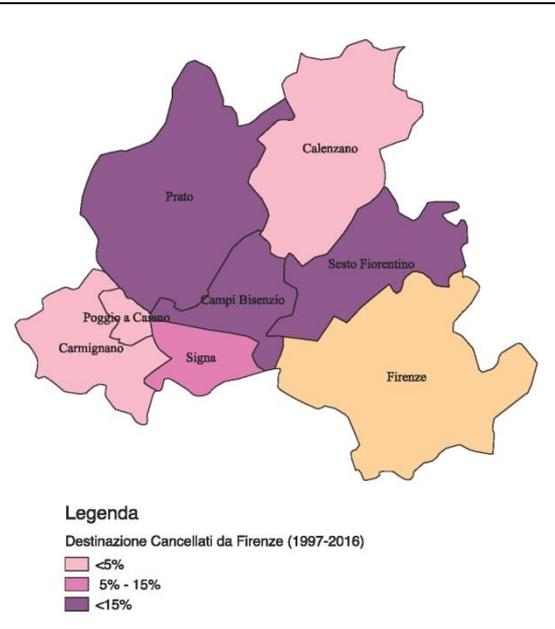
I flussi in entrata verso Prato arrivano in larga parte da Firenze, mentre quelli in uscita si realizzano in direzione del Capoluogo e di Carmignano (Fig. 19 e Fig. 20).

Figura 17  
PROVENIENZA DEI NUOVI ISCRITTI A FIRENZE



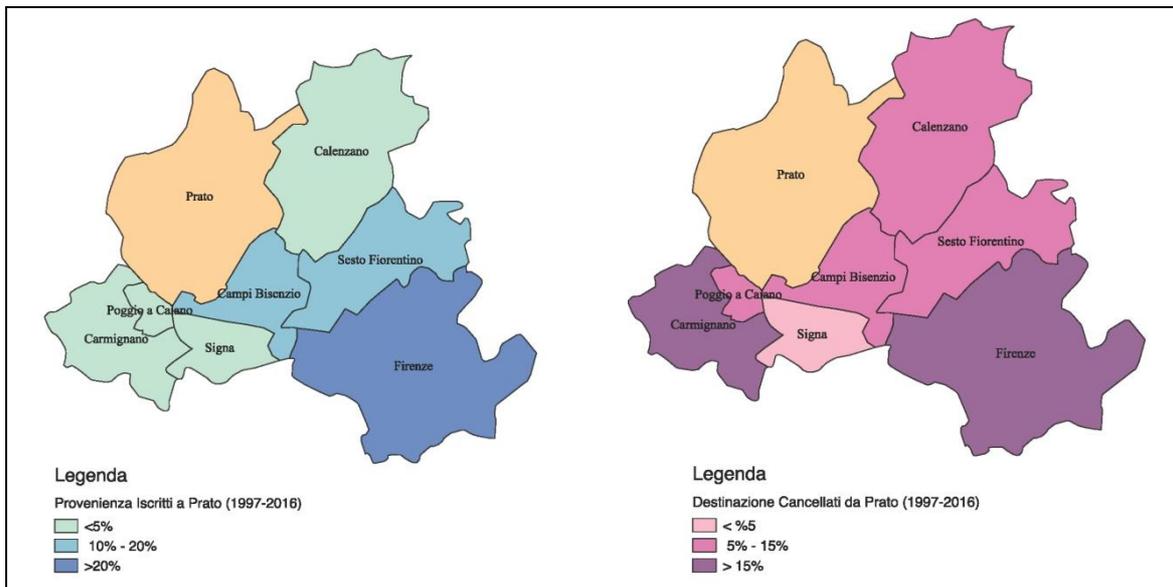
Fonte: IRPET

Figura 18  
DESTINAZIONE CANCELLATI DA FIRENZE



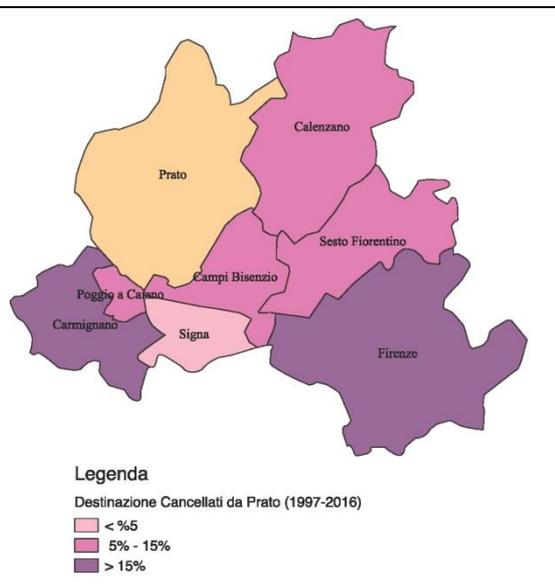
Fonte: IRPET

Figura 19  
PROVENIENZA DEI NUOVI ISCRITTI A PRATO



Fonte: IRPET

Figura 20  
DESTINAZIONE CANCELLATI DA PRATO



Fonte: IRPET

### 5.1 Focus sugli spostamenti da e verso Firenze

Nell'analisi all'interno dei Comuni della Piana Fiorentina, appare interessante soffermarsi sulle caratteristiche demografiche dei residenti che decidono di lasciare il Capoluogo per spostarsi verso aree più periferiche e confrontarle con quelle di coloro che si spostano in direzione contraria (dai Comuni più piccoli verso Firenze).

Dal punto di vista anagrafico, la tabella 21 mostra che non vi sono differenze rilevanti tra i cittadini che decidono di trasferirsi a Firenze lasciando gli altri Comuni della Piana e coloro che lasciano il Capoluogo. In entrambi i casi, la maggior parte degli spostamenti avviene da parte dei cittadini tra i 30 e i 60 anni di età. Si può osservare che gli over 60 che lasciano Firenze (11,28%) sono leggermente più numerosi di quelli in arrivo (8,14%)<sup>9</sup>.

Tabella 21  
MIGRAZIONE A FIRENZE PER CLASSI DI ETÀ'

Classe di età	Cancellati da Firenze	Iscritti a Firenze
>17	15,13%	15,81%
18-30	20,28%	19,27%
30-60	53,31%	56,78%
>60	11,28%	8,14%

Fonte: IRPET

Lo stato civile risulta simile alla variabile anagrafica, infatti non si riscontrano significative differenze tra chi raggiunge e chi lascia il Capoluogo (Tab. 22).

Tabella 22  
MIGRAZIONE A FIRENZE PER STATO CIVILE

Stato Civile	Cancellati da Firenze	Iscritti a Firenze
Celibe	52,45%	52,62%
Congiunto	41,69%	42,35%
Divorziato	3,78%	2,71%

Fonte: IRPET

Infine, per quanto riguarda il titolo di studio i laureati che lasciano Firenze rappresentano il 6,13% delle uscite totali, mentre il 7,33% delle iscrizioni è costituito da laureati.

### 5.2 Caratteristiche demografiche di chi si sposta

A completamento dell'analisi sui flussi migratori all'interno del territorio della Piana, è stato condotto un test per valutare se alcune variabili demografiche sono correlate con le scelte di trasferimento dei residenti. In particolare, si sono considerati: la provenienza, l'età, il sesso, il titolo di studio e lo stato civile<sup>10</sup>.

La tabella (Tab. 23) che segue indica se le variabili inserite nel modello sono positivamente o negativamente correlate alla scelta di trasferirsi nel centro urbano di Firenze, rispetto che negli altri Comuni della Piana. Hanno influenza positiva: il possesso di un titolo di laurea, appartenere alla fascia d'età tra i 30 e i 60 anni e provenire dall'estero. Al contrario, sono negativamente correlati con la scelta di trasferirsi a Firenze: appartenere alle fasce d'età under 30 e over 60, la provenienza da altri Comuni della Piana ed il matrimonio.

<sup>9</sup> IRPET (2018): Iscritti e Cancellati

<sup>10</sup> IRPET (2018): Iscritti e Cancellati (1997-2016)

Tabella 23  
MODELLO LOGIT SU DATI IRPET (1997-2016)

Logistic regression		Number of obs =		436,002	
		LR chi2(9) =		11458.27	
		Prob > chi2 =		0.0000	
Log likelihood = -296235.69		Pseudo R2 =		0.0190	

iscr_Fi	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
prov_Piana	-.7716379	.0089551	-86.17	0.000	-.7891895	-.7540863
prov_Estero	2.0248	.1736234	11.66	0.000	1.684504	2.365095
bambini	-.0910353	.0314103	-2.90	0.004	-.1525983	-.0294723
giovani	-.1520567	.0310604	-4.90	0.000	-.212934	-.0911793
adulti	.0413694	.0075905	5.45	0.000	.0264922	.0562466
anziani	-.0063442	.0125244	-0.51	0.612	-.0308916	.0182032
laureati	.6864401	.0168233	40.80	0.000	.653467	.7194133
uomini	-.0462563	.0061537	-7.52	0.000	-.0583173	-.0341954
matrimonio	-.1477963	.007251	-20.38	0.000	-.162008	-.1335845
_cons	.2353179	.0069377	33.92	0.000	.2217203	.2489154

La tabella 24 illustra l'effetto marginale di ciascuna variabile, ovvero l'intensità con cui ciascun valore incide sulla probabilità che i nuovi iscritti siano diretti verso il Capolugo (anziché nelle altre sette località considerate). Particolare importanza assumono la provenienza dall'estero, il possesso della laurea (correlazione positiva) e la provenienza dalla Piana (correlazione negativa). Le variabili età e stato civile assumono un peso relativo inferiore.

Tabella 24  
MODELLO LOGIT SU DATI IRPET

Expression : Pr(iscr\_Fi), predict()  
dy/dx w.r.t. : prov\_Piana prov\_Estero bambini giovani adulti anziani laureati uomini matrimonio

	Delta-method				
	dy/dx	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]
prov_Piana	-.1877209	.0021052	-89.17	0.000	-.191847 - .1835949
prov_Estero	.4925851	.0422198	11.67	0.000	.4098357 .5753344
bambini	-.0221467	.0076411	-2.90	0.004	-.0371229 -.0071705
giovani	-.0369917	.0075554	-4.90	0.000	-.0518001 -.0221833
adulti	.0100642	.0018463	5.45	0.000	.0064454 .013683
anziani	-.0015434	.0030469	-0.51	0.612	-.0075152 .0044284
laureati	.1669944	.0040634	41.10	0.000	.1590302 .1749586
uomini	-.0112531	.0014967	-7.52	0.000	-.0141864 -.0083197
matrimonio	-.0359553	.0017607	-20.42	0.000	-.0394062 -.0325043

Anche l'*odds ratio*, ovvero il rapporto tra la probabilità che si verifichi l'evento testato e la portabilità che questo non si verifichi, sono coerenti con il risultato dell'analisi. La tabella 25 evidenzia il valore per ciascuna variabile.

Tabella 25  
MODELLO LOGIT SU DATI IRPET

Logistic regression		Number of obs = 436,002			
Log likelihood = -296235.69		LR chi2(9) = 11458.27	Prob > chi2 = 0.0000		
		Pseudo R2 = 0.0190			
iscr_Fi	Odds Ratio	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]
prov_Piana	.4622553	.0041395	-86.17	0.000	.4542128 .4704403
prov_Estero	7.574594	1.315127	11.66	0.000	5.389777 10.64505
bambini	.9129855	.0286771	-2.90	0.004	.8584745 .9709577
giovani	.8589396	.026679	-4.90	0.000	.8082095 .912854
adulti	1.042237	.0079111	5.45	0.000	1.026846 1.057858
anziani	.9936759	.0124452	-0.51	0.612	.9695807 1.01837
laureati	1.986631	.0334218	40.80	0.000	1.922193 2.053228
uomini	.9547972	.0058755	-7.52	0.000	.9433506 .9663827
matrimonio	.8626068	.0062548	-20.38	0.000	.8504344 .8749535
_cons	1.265311	.0087783	33.92	0.000	1.248222 1.282634

Note: **\_cons** estimates baseline odds.

Infine, è doveroso sottolineare che il test effettuato (Logit) ha una validità molto limitata in quanto non risulta statisticamente significativo (Tab. 25). Ciò potrebbe essere attribuibile alla dimensione ridotta del campione. Le osservazioni infatti comprendono le nuove iscrizioni a Firenze, Prato, Sesto Fiorentino, Poggio a Caiano, Carmignano, Calenzano, Signa e Campi Bisenzio tra il 1997 e il 2006. La percentuale dei valori correttamente predetti dal modello è pari al 56,34%.

## 6. Demografia dei residenti della Piana Fiorentina

### 6.1 Età

Da un punto di vista anagrafico, la composizione della popolazione della Piana Fiorentina appare generalmente omogenea tra i diversi Comuni e costante nell'arco di tempo considerato (2012-2017)<sup>11</sup>.

In media, nel 2017, il 16% dei residenti della piana ha meno di 17 anni, l'11% è costituito dai giovani tra i 18 e i 30 anni, mentre la maggior parte dei cittadini (43%) rientra nella fascia adulta tra i 30 ed i 60 anni. Infine, gli abitanti over 60 rappresentano circa il 30% dei residenti (Tab. 26).

Si osserva inoltre che questi valori rimangono invariati se confrontati con la rilevazione post-censimento del 1 Gennaio 2012 (Tab. 27).

<sup>11</sup> DEMO ISTAT (2018): Popolazione Residente per classi di età.

Tabella 26  
POPOLAZIONE PER CLASSI DI ETÀ PER COMUNE NEL 2017

Età	Calenzano	Campi Bisenzio	Firenze	Sesto Fiorentino	Signa	Carmignano	Poggio a Caiano	Prato	Piana
0-17	2.898	8.670	55.401	7.866	3.581	2.647	1.765	33.123	115.951
18-30	1.763	5.383	41.716	5.099	2.106	1.462	1.129	22.429	81.087
30-60	7.698	20.852	163.637	20.155	8.642	6.722	4.249	83.808	315.763
<60	5.344	11.973	121.504	15.940	4.906	3.627	2.853	53.109	219.256

Fonte: elaborazione su dati ISTAT

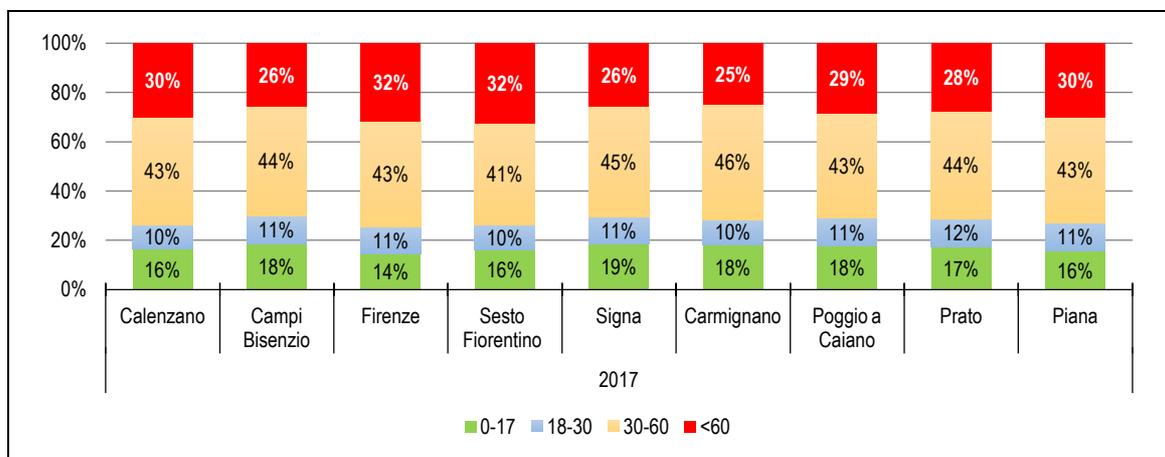
Tabella 27  
POPOLAZIONE DELLA PIANA FIORENTINA PER CLASSI DI ETÀ (2012-2017)

Età	2012	2017
0-17	16%	16%
18-30	11%	11%
30-60	43%	43%
<60	30%	30%

Fonte: elaborazione su dati ISTAT

La composizione della popolazione per classi di età appare sostanzialmente omogenea anche osservando il dettaglio degli otto Comuni toscani. Si nota però che Firenze e Sesto Fiorentino superano la media della Piana di due punti percentuali relativamente alla popolazione over 60. Inoltre, il Capoluogo fiorentino risulta il Comune la cui percentuale di bambini sotto i 17 anni è più ridotta (14%). Dall'altra parte, Campi Bisenzio, Signa e Carmignano ospitano una popolazione residente lievemente più giovane della media: con una percentuale relativamente alta di giovanissimi ed una ridotta quota di over 60 (Graf. 28).

Grafico 28  
COMPOSIZIONE DEI RESIDENTI PER CLASSI DI ETÀ PER COMUNE (2017)



Fonte: elaborazione su dati ISTAT

## 6.2 Famiglie

Interessante è anche osservare il numero delle famiglie e dei componenti per famiglia che abitano la Piana Fiorentina. In media, tra il 2011 ed il 2017, le famiglie della Piana Fiorentina sembrano aumentare (circa del 3%). Inoltre, il numero dei componenti medi risulta rimanere pressoché costante (si rileva solamente un leggerissimo decremento di 0,01)<sup>12</sup>.

<sup>12</sup> ISTAT (2018): Popolazione e Famiglie.

Tra i comuni che più hanno visto aumentare i residenti che vivono in famiglia, spiccano Signa (16%), Calenzano (9%) e Campi Bisenzio (7%). È da notare però che l'incremento dei nuclei familiari sperimentato da questi Comuni si accompagna con una contenuta diminuzione del numero medio dei componenti.

Le località che invece sono state testimoni di una crescita più modesta del numero di famiglie sono Firenze (2%), Prato (3%) e Sesto Fiorentino (2%).

Il valore medio del numero dei componenti per famiglia della Piana Fiorentina, nel 2017, corrisponde a 2,39 individui. In particolare, le zone di Campi Bisenzio e Poggio a Caiano si posizionano entrambe sopra la media con 2,6 componenti per nucleo familiare. Al contrario, il Capoluogo Fiorentino appare il Comune con il numero di componenti medio più ridotto (ovvero 2). I dati relativi al numero di famiglie ed il numero di componenti per famiglia sono sintetizzati nella tabella che segue (Tab. 29).

Tabella 29  
NUMERO DI FAMIGLIE E NUMERO MEDIO DEI COMPONENTI (2011-2017)

	2011		2017		Variazione (2011-2017)	
	Numero Famiglie	Numero Componenti	Numero Famiglie	Numero Componenti	Numero Famiglie	Numero Componenti
Firenze	185.252	1,91	188.615	2	2%	0,09
Prato	75.611	2,45	77.842	2,5	3%	0,05
Calenzano	6.946	2,39	7.572	2,3	9%	-0,09
Sesto Fiorentino	20.399	2,33	20.866	2,3	2%	-0,03
Signa	7.118	2,43	8.274	2,3	16%	-0,13
Campi Bisenzio	16.990	2,51	18.109	2,6	7%	0,09
Poggio a Caiano	3.678	2,59	3.849	2,6	5%	0,01
Carmignano	5.500	2,53	5.770	2,5	5%	-0,03
Piana	321.494	2,39	330.897	2,39	3%	-0,01

Fonte: elaborazione su dati ISTAT

### 6.3 Istruzione

Infine, utilizzando i dati dell'ultimo censimento, la tabella che segue (Tab. 30) sintetizza il livello di istruzione superiore dei residenti della Piana Fiorentina. In media, il 42% della popolazione complessiva ha un titolo di studio equivalente o superiore al Diploma di scuola secondaria superiore. I laureati invece rappresentano il 14% dei residenti.

Firenze e Sesto Fiorentino si collocano sopra la media. Il 50% dei cittadini del Capoluogo infatti possiede almeno un Diploma di scuola secondaria superiore ed il 19% ha ottenuto il Diploma di laurea<sup>13</sup>.

Tabella 30  
ISTRUZIONE SUPERIORE DEI RESIDENTI PER COMUNE (2011)

Comune	Diploma di scuola secondaria superiore	Titoli universitari	Popolazione a inizio 2011	% Laureati	% Almeno diploma superiore
Calenzano	4.595	1.256	16.637	8%	35%
Campi Bisenzio	10.605	2.574	42.929	6%	31%
Firenze	108.889	68.982	358.079	19%	50%
Sesto Fiorentino	14.084	5.387	47.742	11%	41%
Signa	4.250	1.192	17.451	7%	31%
Carmignano	3.594	906	13.991	6%	32%
Poggio a Caiano	2.600	777	9.626	8%	35%
Prato	48.224	14.322	185.456	8%	34%
Piana	196.841	95.396	691.911	14%	42%

Fonte: elaborazione su dati ISTAT

<sup>13</sup> ISTAT (2018): Grado di istruzione della popolazione residente di 6 anni e più.

## 7.

### Il mercato immobiliare della piana fiorentina

Nella presente sezione vengono presi in esame i valori immobiliari degli otto Comuni della Piana Fiorentina nel 2017. Lo scopo è quello di individuare le differenze in termini di valori di mercato tra le diverse aree considerate. Si vuole inoltre indagare se i prezzi delle abitazioni possono incidere sulle scelte di trasferimento dei cittadini.

#### 7.1 Prezzi di vendita delle unità immobiliari

Nell'analisi che segue sono stati utilizzati i dati sulle quotazioni immobiliari semestrali effettuate dall'Agenzia delle Entrate<sup>14</sup>. In particolare, si sono considerati i valori di mercato al metro quadrato delle abitazioni di destinazione residenziale e di tipologia civile.

La tabella sottostante (Tab. 31) presenta in ordine crescente il prezzo medio al metro quadrato delle abitazioni di ciascun Comune della Piana Fiorentina nel secondo semestre del 2017. Tale valore è stato calcolato ponderando il prezzo medio di ciascuna zona OMI, con il numero di abitazioni civili dell'area.

Si nota che i Comuni di Prato, Signa, Campi Bisenzio e Calenzano presentano i prezzi medi inferiori, ovvero circa 2.000 €/m<sup>2</sup>. Le altre località invece sono caratterizzate da un valore compreso tra 2.100 €/m<sup>2</sup> e 2.300 €/m<sup>2</sup>. Per ultimo, il Capoluogo Fiorentino si contraddistingue con il valore di mercato più alto, cioè parti a 2.710 €/m<sup>2</sup>.

Tabella 31  
QUOTAZIONI IMMOBILIARI DI VENDITA PER COMUNE (2017)

Comune	€/m <sup>2</sup>
Prato	€1.946,3
Signa	€1.982,2
Campi Bisenzio	€1.992,6
Calenzano	€2.057,1
Poggio a Caiano	€2.100,0
Carmignano	€2.110,6
Sesto Fiorentino	€2.247,9
Firenze	€2.710,4

Fonte: elaborazione Dati Agenzia delle Entrate

Per quanto riguarda lo stato di conservazione delle abitazioni ad uso civile, l'Agenzia delle Entrate utilizza tre classificazioni: scarso, normale ed ottimo. È da notare che la maggior parte delle zone OMI della Piana Fiorentina rientrano nel cluster "stato conservativo normale", per questo motivo il prezzo medio presentato in questa sede è stato calcolato considerando i prezzi delle abitazioni di stato conservativo "normale".

Infatti, solamente i Comuni di Prato, Poggio a Caiano e Carmignano sono caratterizzati da alcune zone il cui stato di conservazione delle abitazioni è classificato come "ottimo". L'esclusione di queste zone dal calcolo del prezzo medio, potrebbe influire negativamente sul risultato finale. Ad esempio, il prezzo medio ponderato del Comune di Prato (considerando sia le zone di stato conservativo normale che quelle di stato conservativo ottimo) è di 2.106,7 €/m<sup>2</sup>, anziché 1.946 €/m<sup>2</sup>.

<sup>14</sup> [wwwt.agenziaentrate.gov.it](http://wwwt.agenziaentrate.gov.it) (2018).

## 7.2 *Canoni di locazione*

Sono stati inoltre presi in analisi i canoni di locazione medi per ciascun Comune. La tabella 32 sintetizza il prezzo mensile al metro quadrato rilevato dall’Agenzia delle Entrate nel secondo semestre del 2017.

Anche in questo caso le località fiorentine sono state riportate in ordine crescente sulla base del prezzo medio ponderato degli affitti.

Si nota immediatamente che Firenze non è caratterizzata dal prezzo al metro quadrato più elevato, come invece accadeva osservando i valori di mercato delle unità immobiliari. Il Capoluogo presenta infatti un valore medio di € 9,14 (superiore a quello dei Comuni di Signa, Campi Bisenzio, Sesto Fiorentino e Calenzano) ma leggermente inferiore a quelli di Prato, Carmignano e Poggio a Caiano. Tale risultato potrebbe essere in parte dovuto alla più ristretta offerta di appartamenti in locazione nei Comuni dei centri urbani più ridotti.

Si ricorda che anche in questa analisi è stato considerato il prezzo medio delle abitazioni il cui stato conservativo rientra nella classe “normale”.

Tabella 32  
QUOTAZIONI IMMOBILIARI DI LOCAZIONE (2017)

Comune	€/m <sup>2</sup>
Signa	€7,12
Calenzano	€7,63
Campi Bisenzio	€7,84
Sesto Fiorentino	€8,24
Firenze	€9,14
Prato	€9,51
Carmignano	€10,91
Poggio a Caiano	€12,05

Fonte: elaborazione Dati Agenzia delle Entrate

Interessante è infine il confronto tra i presenti risultati dell’approfondimento sul mercato immobiliare e l’analisi delle iscrizioni e cancellazioni nell’area della Piana Fiorentina.

Isolando infatti gli spostamenti all’interno della Piana, si nota che il Capoluogo ha sperimentato un saldo negativo, ovvero i residenti che hanno deciso di trasferirsi nelle altre località sono superiori ai cittadini in arrivo dalle stesse. Inoltre, analizzando il medesimo campione, circa il 30% dei cancellati da Firenze risulta diretto verso Sesto Fiorentino ed il 29% verso Campi Bisenzio (Paragrafo 5).

Questi ultimi Comuni si contraddistinguono non solo per la prossimità geografica al Capoluogo Fiorentino, ma anche perché presentano prezzi delle abitazioni inferiori a quelli della media della Piana (in particolare di Firenze). Ciò rimane vero anche considerando i canoni d’affitto al metro quadrato.

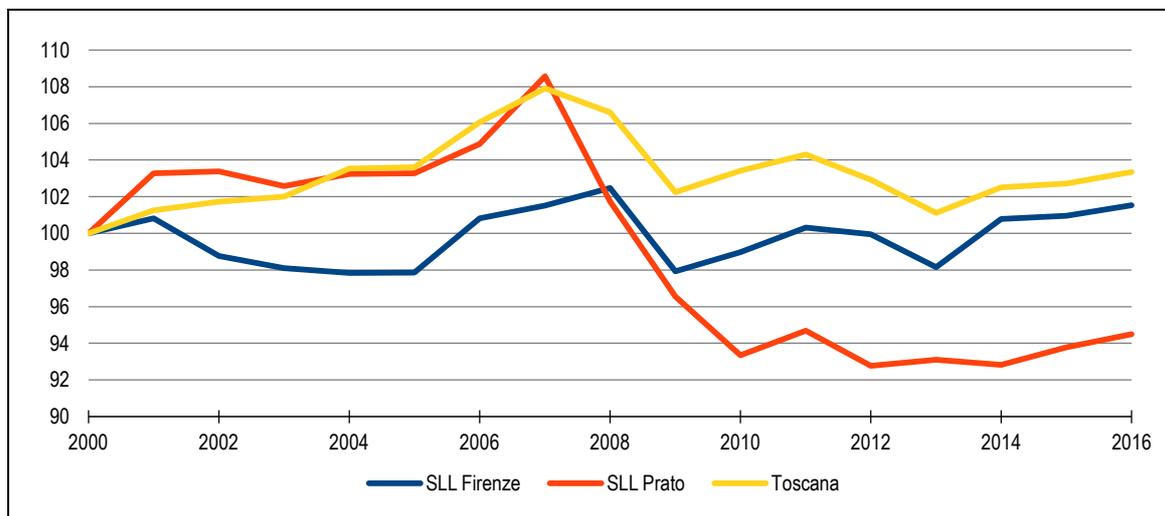
## 8.

### La struttura produttiva della Piana Fiorentina

I comuni della Piana sono inclusi nei due Sistemi Locali del Lavoro di Firenze e di Prato, sebbene non li esauriscano, ricomprendendo entrambi i SLL anche altri comuni al di fuori dall’area della piana. L’analisi dell’andamento economico in termini di valore aggiunto per i due Sistemi Locali del Lavoro evidenzia due momenti ben distinti. Se infatti fino al sorgere della crisi il SLL di Prato si manteneva coerente con l’andamento regionale mentre quello fiorentino mostrava segni di minor vivacità (andamento che si accompagna anche alla parziale

riduzione delle disparità territoriali rispetto alle aree meno urbanizzate e competitive della Toscana), a partire dal 2008 tale trend risulta invertito, con una crisi che morde il distretto pratese in maniera particolarmente aggressiva, mentre la caduta per il SLL fiorentino appare più contenuta ed associata ad una maggiore resilienza anche negli anni immediatamente successivi.

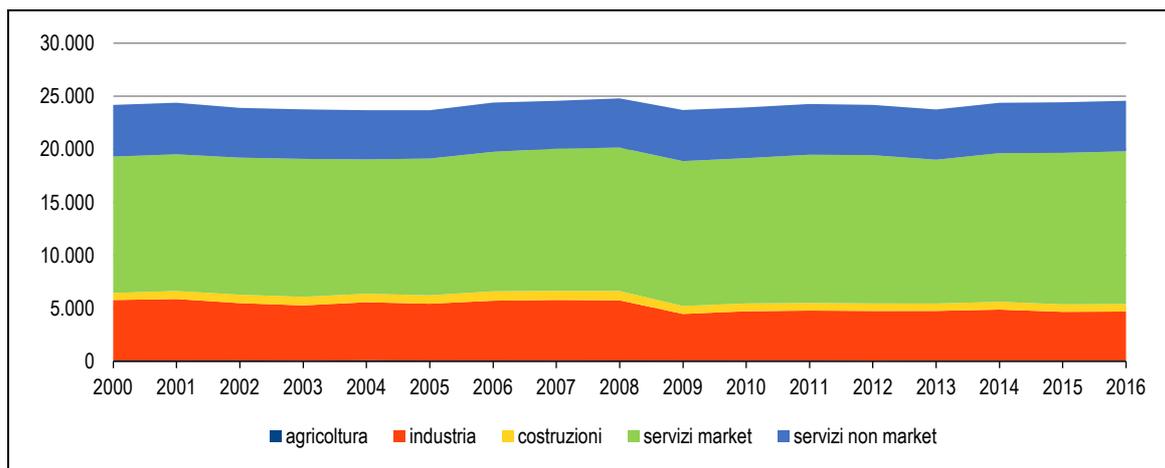
Grafico 33  
TREND DEL VALORE AGGIUNTO NEI SLL DI FIRENZE E PRATO E IN TOSCANA  
Numeri indici, 2000=100



Fonte: Stime IRPET

Entrando nel dettaglio settoriale del SLL fiorentino (quello che interessa in modo prevalente l'area oggetto di studio pur non coincidendo perfettamente con essa), si nota che la contrazione ha interessato in maniera più significativa il comparto industriale, mentre negli anni della ripresa è il segmento dei servizi market quello che ha mostrato la maggiore (seppur limitata) vivacità.

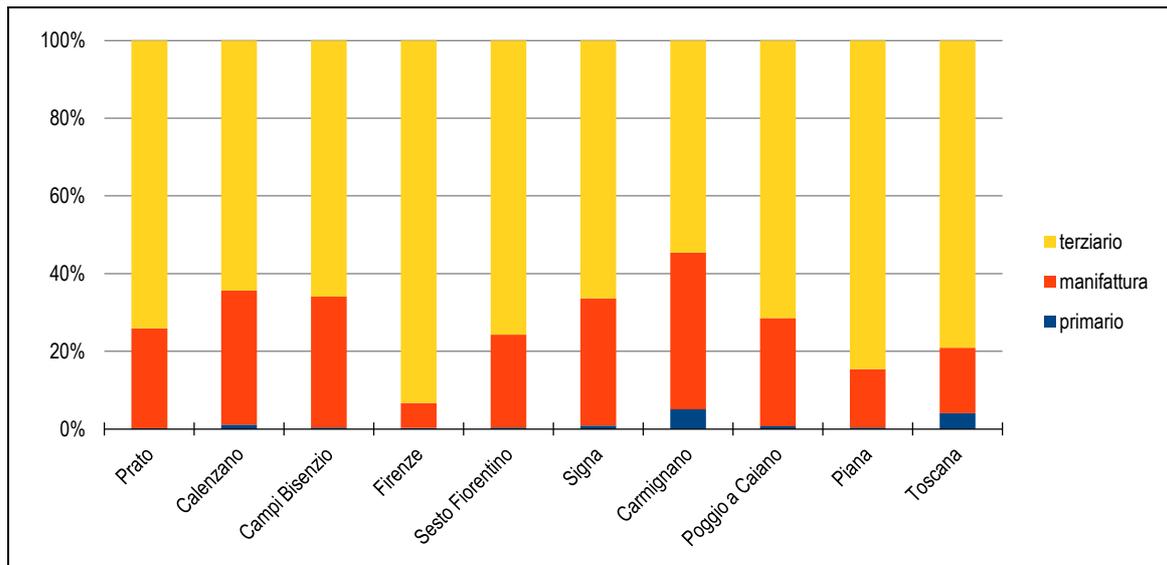
Grafico 34  
ANDAMENTO DEL VALORE AGGIUNTO NEL SLL FIORENTINO PER MACROBRANCA  
Milioni di euro a prezzi concatenati



Fonte: stime IRPET

Analizzando la situazione dei singoli comuni, per quanto riguarda la specializzazione settoriale, tutti presentano un elevato grado di terziarizzazione. Nel confronto con la composizione regionale, tuttavia, solo Firenze presenta un'incidenza superiore alla media regionale, mentre il peso della manifattura riveste ancora un ruolo rilevante nel resto dei comuni dell'area. Il settore primario è apprezzabile solo nei comuni di Carmignano (incidenza del 5%) e, in minor misura Calenzano e Signa, dove presenta una incidenza dell'1% a fronte di una media Toscana del 4%; risulta invece prossimo allo 0% negli altri comuni.

Grafico 35  
 COMPOSIZIONE PERCENTUALE DELLE UNITÀ DI LAVORO NEI COMUNI DELLA PIANA  
 Valori percentuali, 2013



Fonte: stime IRPET

L'area della piana presenta, ancora più che in termini di popolazione residente, una quota significativa di imprese rispetto all'intero territorio regionale, pari a circa il 24%. Se esaminiamo in dettaglio quali settori sono rappresentati in misura maggiore rispetto alla media (già elevata, per un'area che rappresenta l'1,8% del territorio regionale), emergono i settori del manifatturiero (28%), dell'amministrazione pubblica (27,6% del totale), le attività professionali, scientifiche e tecniche (28,6%).

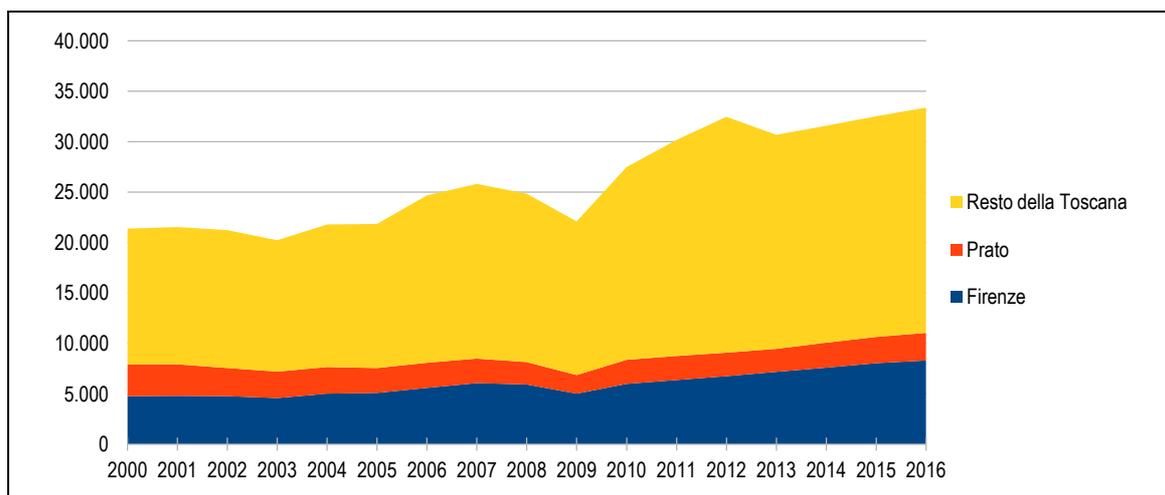
Tabella 36  
 IMPRESE PER COMUNE E SETTORE DI ATTIVITÀ  
 Numero e incidenza % sul totale regionale, 2015

SETTORE	Calenzano	Campi Bisenzio	Carrignano	Firenze	Poggio a Caiano	Prato	Sesto Fiorentino	Signa	Comuni della Piana	Toscana	% Piana su Toscana
Attività estrattive; fornitura di energia elettrica e di acqua	7	11	6	121	1	134	12	5	297	1.794	16,56%
Attività manifatturiere	511	790	443	2.956	225	5.365	917	405	11.612	41.415	28,04%
Costruzioni	195	494	190	3.156	140	2.231	394	294	7.094	38.916	18,23%
Commercio all'ingrosso e al dettaglio; riparazione di autoveicoli e motocicli	588	938	257	9.802	221	5.116	1.348	359	18.629	84.244	22,11%
Trasporto e magazzinaggio; attività dei servizi di alloggio e di ristorazione	225	294	70	4.519	55	1.499	339	107	7.108	36.544	19,45%
Servizi di informazione e comunicazione; attività finanziarie; attività immobiliari	186	304	109	5.751	101	3.202	510	182	10.345	39.041	26,50%
Attività professionali, scientifiche, tecniche; amministrative servizi di supporto	267	465	139	12.296	114	3.693	744	203	17.921	62.552	28,65%
Amministrazione pubblica e difesa; istruzione; sanità e assistenza sociale	73	169	56	4.002	40	1.075	268	71	5.754	20.860	27,58%
Altre attività di servizi	96	161	74	2.525	42	1.038	241	66	4.243	20.479	20,72%
<b>Totale Risultato</b>	<b>2.148</b>	<b>3.626</b>	<b>1.344</b>	<b>45.128</b>	<b>939</b>	<b>23.353</b>	<b>4.773</b>	<b>1.692</b>	<b>83.003</b>	<b>345.845</b>	<b>24,00%</b>

Fonte: ISTAT

La concentrazione di imprese si riflette anche in termini di proiezione del territorio sui mercati internazionali. Se esaminiamo infatti l'andamento delle esportazioni per Sistema Locale del Lavoro nel periodo 2000-2016, i due SLL di Prato e Firenze evidenziano un contributo significativo sul totale delle esportazioni regionali, generando in media circa un terzo delle esportazioni regionali (23% dal SLL Fiorentino e 10% da quello Pratese). Da notare come però i due sistemi abbiano conosciuto traiettorie divergenti, con il contributo del sistema fiorentino che è passato dal 22% del 2000 al 24% del 2016 mentre quello del sistema pratese declinava dal 14% all'8% nel medesimo periodo.

Grafico 37  
 CONTRIBUTO DEL SLL FIORENTINO E DEL SLL PRATESE ALLE ESPORTAZIONI REGIONALI  
 Esportazioni a prezzi dell'anno precedente, 2001-2016



Fonte: stime IRPET

## **Allegato 2**

# **Stima degli impatti economici della tramvia, analisi della fase di cantiere e a regime**



## Indice

<i>Abstract</i>	5
1. Introduzione	5
2. Metodologia	6
2.1 Analisi Controfattuale	6
2.2 Analisi di sopravvivenza	7
3. Descrizione dei dati	8
4. Il modello per l'analisi contro fattuale	9
5. Analisi controfattuale per l'impatto della tramvia sulle unità locali	10
5.1 Esperimento naturale	11
5.2 ATECO matching	14
6. Analisi di sopravvivenza	15
6.1 Risultati Analisi di Sopravvivenza	16
7. Conclusioni	20
Bibliografia	21



## **Abstract**

La costruzione di una nuova infrastruttura di trasporto urbano su rotaia in una città è solitamente vista come una politica pubblica con un impatto positivo per le aree servite, sia dal punto di vista dei residenti, che per le attività economiche, con una grande varietà di effetti positivi che spaziano dall'aumento dei fatturati per le imprese coinvolte, al miglioramento del traffico nell'area. Tuttavia, lunghi tempi di costruzione possono avere un effetto negativo per le attività collocate nelle immediate vicinanze del cantiere. Per valutare gli impatti positivi e negativi della costruzione della linea 1 della tramvia di Firenze usiamo un approccio controfattuale, usando l'approccio Difference in Differences per confrontare le performance delle imprese nelle vicinanze della tramvia con quelle distanti dall'infrastruttura. I risultati trovati mostrano un generale effetto positivo dopo la costruzione, mentre il possibile impatto negativo risulta essere più incerto, e non significativo, inoltre gli effetti per Scandicci e Firenze risultano essere molto differenti. Inoltre analizziamo l'impatto della tramvia sulle imprese anche attraverso l'utilizzo dell'analisi di sopravvivenza, così da vedere effetti sia sulla presenza delle imprese che sul loro fatturato.

## **1. Introduzione**

La valutazione dell'impatto della costruzione di una nuova infrastruttura di trasporto, solitamente si focalizza su due momenti principali: il primo momento guarda alla fase di costruzione dell'infrastruttura, in questa fase l'attenzione è solitamente focalizzata sull'impatto ambientale del cantiere e sulla conformità alle regole dei regolamenti ambientali. La seconda fase è quella in cui solitamente sono evidenziati gli aspetti socio-economici, come i miglioramenti nella mobilità o l'impatto sui prezzi delle case o degli affitti (Rietveld e Bruinsma, 1998). Lo stesso momento dell'analisi può essere antecedente alla costruzione (con simulazioni di scenario) oppure succedente, utilizzando dati osservabili sul territorio (Oosterhaven e Knapp, 2003).

Comunque si affronti il problema, la realizzazione di grandi infrastrutture di trasporto è solitamente collegata ad una grande variabilità sui tempi di implementazione, per via dei mutamenti nella programmazione della realizzazione, per incertezze tecniche e finanziarie che possono sorgere. Questa incertezza ha effetti negativi su coloro che sono i fruitori abituali della zona, che si tratti dei residenti, dei pendolari che attraversano i cantieri, o delle attività commerciali che sono collocate nell'area. In questo contesto quindi, lunghi cantieri possono peggiorare la qualità della vita dei residenti durante il periodo di costruzione e contestualmente anche le performance delle imprese, d'altro canto è anche indubbio il beneficio che questi stessi soggetti ottengono quando l'infrastruttura è attiva, per esempio sul valore delle proprietà immobiliari, o nel fatturato delle imprese che beneficiano della rinnovata accessibilità dell'area. Inoltre, queste nuove infrastrutture di trasporto vanno a ridurre quelli che sono costi collegati alla congestione dovuta al traffico, aumentando quella che è la produttività delle imprese.

Il caso della costruzione della linea 1 della tramvia di Firenze corrisponde abbastanza precisamente a queste caratteristiche. I cantieri hanno colpito una porzione significativa dei comuni di Firenze e Scandicci, con una serie di cambiamenti rilevanti nei livelli di accessibilità delle aree servite durante la costruzione, che va dagli ultimi giorni del 2005 al febbraio 2010. In un simile scenario è possibile affermare che le attività economiche, influenzate dalla costruzione della tramvia, hanno vissuto una contrazione dei fatturati, come conseguenza dell'accessibilità ridotta. Evidenze di questi possibili influssi negativi possono essere base per la

parametrizzazione e la valutazione di possibili misure compensative. Quest'analisi si focalizzerà sui possibili risultati della presenza per lungo tempo di un ampio cantiere, con un'attenzione particolare alla magnitudine dell'effetto del cantiere stesso sulla vitalità commerciale dell'area servita. Nondimeno, si vuole analizzare il ritorno economico proveniente dall'inaugurazione della tramvia sul periodo 2010-2014.

Altro aspetto analizzato nel lavoro è la possibilità che il cantiere utilizzato per costruire la tramvia possa aver provocato tali e tanti effetti negativi per le imprese in prossimità da accelerarne o addirittura deciderne la chiusura, analizzeremo infatti tramite l'analisi di sopravvivenza se le dinamiche di mortalità nell'area servita dalla tramvia sono diverse rispetto a quelle in altre zone di Firenze e Scandicci.

## 2. Metodologia

### 2.1 Analisi Controfattuale

Generalmente, l'analisi dell'impatto economico delle infrastrutture viene svolta tramite modelli econometrici strutturati (per una tassonomia si veda Oosterhaven e Knapp, 2003). La metodologia controfattuale nella valutazione delle politiche di trasporto pubblico può avere un buon potenziale analitico, ma fino ad ora si è limitata ad alcuni studi, principalmente concentrati sulla valutazione della variazione dei prezzi degli immobili causati da miglioramenti dell'accessibilità dell'area e del trasporto pubblico. Zhang (2006) usa un modello di *difference in differences* per valutare l'impatto del traffico sulla City di Londra, mentre Percoco (2014) valuta l'impatto dell'introduzione dell'area C a Milano con il *regression discontinuity design*, applicata a dati geolocalizzati. Altri studi sugli impatti dovuti a cambiamenti nella mobilità, o nell'accessibilità delle aree urbane possono essere quelli svolti da Karlström et al. (2009) per Stoccolma e da Li et al. (2012) che studia gli impatti del traffico sulla sicurezza stradale a Londra. Il traffico e la mobilità sono state anche studiate in relazione all'impatto sulle attività economiche da Quddus et al. (2007) ma con strumenti econometrici.

Boarnet (2007) ha lavorato sulla relazione tra politiche del trasporto urbano e mercato del lavoro, in termini di accessibilità alle opportunità economiche, usando un approccio controfattuale basato sul *difference in differences*.

Il punto di partenza di questo tipo di analisi è cercare di definire ciò che siamo interessati a valutare, l'impatto della politica pubblica di trasporto. In questo caso è possibile definire l'effetto come differenza fra l'osservazione dopo l'implementazione della politica e cosa avremmo potuto osservare in assenza di intervento. Quindi possiamo dire che l'effetto è una differenza fra un valore vero, che chiameremo  $Y_1$  ed uno ipotetico  $Y_0$ , il valore controfattuale (Rubin, 1974). Quindi

$$\delta Y = Y_1 - Y_0$$

Visto però che non è possibile osservare la variabile  $Y$  in presenza ed in assenza di trattamento sarà necessario imputare il valore controfattuale tramite stime, a partire da altre caratteristiche osservabili della popolazione, e da queste stimare degli effetti medi per il valore non osservato. L'analisi controfattuale può essere svolta sia in un contesto sperimentale che in uno osservazionale, nel primo caso, sono costruiti campioni casuali, con proprietà simili per i gruppi trattati e non trattati. In un contesto osservazionale, è possibile che il soggetto possa scegliere se sottoporsi al trattamento. In questo caso, il nostro campione non è casuale ma affetto da bias, per procedere con i metodi controfattuali ed evitare la presenza di questi bias, è necessario che

non sia violata l'assunzione di trend parallelo SUTVA (Stable Unit Treatment Value Assignment), tramite questa assunzione si sottolinea il concetto che l'intervento su un individuo non deve modificare il comportamento degli altri, mantenendo così l'indipendenza fra le unità in analisi (Rubin, 1980).

Sicuramente questa problematica può essere evitata all'interno di un contesto sperimentale, costruendo campioni con le caratteristiche desiderate per l'analisi controfattuale, ma purtroppo questo non è solitamente il caso delle politiche pubbliche. In questo caso possiamo affermare che il fenomeno ha le caratteristiche di un esperimento naturale: la casualità all'interno del campione è assicurata dal fatto che le imprese non possono scegliere se sottoporsi al trattamento, perché le loro scelte di localizzazione sono indipendenti rispetto alla costruzione di un'infrastruttura come la tramvia. Con questa specificazione possiamo assumere la casualità del campione e non abbiamo bias di campionamento, con caratteristiche uguali in media fra i gruppi. Questo ragionamento rinforza l'analisi controfattuale, e rende il gruppo di controllo maggiormente attendibile.

Nel nostro caso di studio, l'effetto della politica (la costruzione della linea tramviaria) è dato dalla differenza nel fatturato medio fra le attività collocate vicino alla Linea 1 e le imprese delle altre zone di Firenze e Scandicci, che fungono da gruppo di controllo.

Si potrebbe comunque discutere che le imprese non rappresentano un campione casuale. Per correggere questo problema alcune specificazioni sono state costruite per assicurare la comparabilità fra i risultati medi dei gruppi trattati. Procedure statistiche di questo tipo sono il matching, la stratificazione, modelli con pesi o procedure di regressione (Rosenbaum e Rubin, 1984; Heckman et al., 1997; Dehejia e Wahba, 1999; Imbens e Wooldridge, 2009).

La procedura di matching si usa per combinare i risultati di ogni soggetto trattato con i risultati di uno o più soggetti nel gruppo controllo con le stesse caratteristiche osservabili, in questo modo è possibile attribuire la differenza fra i due gruppi solamente all'impatto del trattamento, cioè l'oggetto di studio.

Questo matching in caso di difficoltà nel trovare il match esatto può essere esteso ai casi di "prossimità" nel matching, unendo osservazioni anche non perfettamente simili.

## ***2.2 Analisi di sopravvivenza***

La letteratura riguardante lo studio della sopravvivenza delle imprese è assai varia, ed in particolare focalizzata sulla determinazione dei fattori determinanti per individuare la competitività di un'impresa. Alcuni risultati riguardo la sopravvivenza delle imprese possono essere considerati nozione comune, come affermato da Kaniovski e Peneder, 2008. In particolare, fin dai primi studi sulle imprese statunitensi ad opera di Dunne, Roberts e Samuelson (1988) ed Evans (1987), sono stati individuati effetti collegati alla dimensione dell'impresa, specialmente riguardo il capitale iniziale dell'attività: ad un maggiore capitale iniziale è associata una maggiore probabilità di sopravvivenza (Agarwal, Audretsch, 2001; Eurostat, 2005; Audretsch et al. 2006), indicando la capacità maggiore di un soggetto a reperire capitale proprio o di terzi. Altri effetti legati alla dimensione dell'attività sono evidenziati da Kaniovski e Peneder (2008): una dimensione maggiore dell'impresa è associata a tassi di mortalità più bassi, questo è dovuto alla minore competizione presente tra le imprese più grandi, poiché la necessità di un capitale maggiore funge da barriera all'ingresso per potenziali nuovi entranti nel mercato. Inoltre la dimensione dell'azienda può essere un indicatore per lo sviluppo tecnologico, individuabile come fattore che riduce il rischio di chiusura dell'attività (Velucchi, Viviani, 2007).

Argomento dibattuto nella letteratura è se la longevità di un'impresa abbia effetto sulla sopravvivenza: attività più vecchie tendono ad essere maggiormente resilienti agli shock interni

ed esterni, ed a prevalere nella competizione con i nuovi entranti. Evidenze di ciò sono state trovare in differenti contesti, come dimostrano i lavori di Audretsch (1991) per gli Stati Uniti, Baldwin e Goretzki (1991) per il Canada, e Mata e Portugal (1994) per le imprese manifatturiere portoghesi. Le ragioni di questa maggiore probabilità di sopravvivenza di queste imprese risiedono principalmente nel vantaggio competitivo accumulato nei confronti dei nuovi entranti, inoltre la maggiore longevità permette una diversificazione delle attività che risulta essere determinante nel rispondere efficacemente agli shock (Jovanovic and Gilbert, 1993). Contrariamente a questi risultati, Daepf et al. (2015) trovano che le aziende quotate non risentono di ciò, avendo uguale probabilità di sopravvivenza al variare della dimensione, questo risultato suggerisce che probabilmente l'effetto collegato alla dimensione dell'impresa è limitato alle piccole e medie imprese, mentre le imprese più grandi (e talvolta, quotate in borsa) non ne risentono.

Focalizzando sull'Italia e sulla Toscana, gli stessi effetti che si trovano in letteratura sono confermati dai lavori di Giovannetti, Ricchiuti e Velucchi (2011), e di Velucchi e Viviani (2007), esistono effetti sulla probabilità di sopravvivenza che sono collegati alla dimensione dell'attività, inoltre l'internazionalizzazione dell'attività sembra avere effetti negativi sulla probabilità di sopravvivenza, mentre l'investimento in ricerca e sviluppo tende a far perdurare l'attività.

### **3. Descrizione dei dati**

I dati utilizzati nelle analisi successive sono forniti da fonti amministrative, essi sono riferiti a tre aspetti principali:

- La localizzazione del cantiere e dell'infrastruttura
- La localizzazione delle imprese nei comuni di Firenze e Scandicci
- I fatturati annuali delle imprese studiate, ed il numero di addetti

Per spiegare la costruzione del modello può essere utile dare qualche informazione aggiuntiva riguardo la costruzione della tramvia fiorentina. I lavori per la costruzione dell'infrastruttura sono cominciati a Dicembre 2005 con il rifacimento dei sottoservizi, la posa dei binari risale al 2007 mentre l'inaugurazione del servizio è invece data Febbraio 2010, con una durata di 50 mesi per la costruzione.

Il dataset contiene dati dal 2004 al 2014, poiché prima del 2004 non era possibile ottenere la localizzazione delle unità locali, ed al momento della redazione di questo elaborato non erano ottenibili dati fiscali per i fatturati delle imprese dopo il 2014. Possiamo quindi dividere il periodo in 3 sottoperiodi:

- 2004-2006: periodo pre-costruzione, assenza di effetti
- 2006-2010: costruzione della tramvia, possibili effetti negativi
- 2010-2014: tramvia in funzione, possibili effetti positivi

Le fonti utilizzate in questo studio sono:

- Per la localizzazione delle unità locali: il registro delle unità locali ASIA, sviluppato dall'ISTAT, che unisce la ricerca sulle medie e grandi imprese (IULGI) alle fonti amministrative per avere informazioni sulle piccole imprese. I dati sono georeferenziati, e per questa analisi sono stati impiegati solo quelli dei comuni di Firenze e Scandicci.
- I dati del fatturato provengono dall'archivio fiscale delle attività economiche toscane.
- Per la geolocalizzazione della tramvia nel tempo è stato utilizzato il tracciato attuale, in quanto sia per la breve lunghezza del tracciato (7.6 km) sia per l'assenza di una cronotabella

dei lavori siamo costretti a considerare tutte le zone come interessate dal cantiere durante il periodo di costruzione.

L'intero dataset è costituito da tutte le unità locali attive nel periodo 2004-2014, includendo anche le attività che hanno cessato l'attività, e le nuove aperture, ottenendo un dataset da circa 55.000 osservazioni. Le osservazioni mancanti sono state così trattate:

- Le imprese che hanno cessato l'attività, o quelle che non erano ancora presenti sul mercato hanno avuto assegnato valore 0
- Per le attività per cui era mancante un valore centrale è stato utilizzato il valore medio del periodo di riferimento per la stessa unità di analisi.
- Le attività locali con localizzazione ma senza dati sul fatturato sono state escluse dall'analisi, con una perdita di 600 osservazioni

#### 4. Il modello per l'analisi controfattuale

Il modello scelto per questa analisi è l'approccio Difference in Differences, introdotto da Ashenfelter e Card (1985), molto diffuso nell'analisi delle politiche. Per identificare questo modello dobbiamo specificare almeno due gruppi, distinguendo fra gruppo trattato e gruppo dei controlli, questi gruppi devono essere osservati per almeno 2 periodi, con questa costruzione è possibile isolare e identificare l'effetto della politica in oggetto. Il modello base può essere rappresentato come:

$$y = \beta_0 + \beta_1 dB + \delta_0 dT + \delta_1 dBdT + u.$$

Dove  $Y$  è la nostra variabile di output,  $\beta_0$ ,  $\beta_1$  e  $\delta_0$  sono i coefficienti per gli effetti fissi della costante, la variabile binaria per il trattamento  $dB$ , e la variabile dummy per il tempo  $dT$ , oltre al termine di errore  $u$ .  $\delta_1$  è il coefficiente che rappresenta l'impatto della politica pubblica che vogliamo valutare, riferito dalla variabile d'interazione  $dB*dT$  che prende valore 1 per le osservazioni del soggetto trattato nel periodo del trattamento. La stima *difference in differences* è definita quindi come:

$$\delta_1 = (y_{B,2} - y_{B,1}) - (y_{T,2} - y_{T,1})$$

Dove  $\delta_1$  è definita come la differenza nella variabile output fra i due gruppi, e fra i due periodi. Nel nostro caso l'intervento è la costruzione della tramvia, intesa come politica pubblica, con i suoi aspetti positivi e negativi. Per ogni modello sono stati identificati due effetti:

- Effetto negativo del cantiere: ottenuto confrontando le performance fra il fatturato per addetto nel periodo pre-trattamento e durante la costruzione.
- Effetto positivo della tramvia: ottenuto con il confronto della stessa misura prima e dopo la costruzione.

Come affermato da Imbens e Wooldridge (2009), è possibile migliorare e realizzare un'analisi più robusta e convincente della politica con una migliore specificazione dei gruppi. Può capitare che si debba affrontare situazioni nelle quali alcune classi sono più sensibili alla politica implementata, e che queste differenze debbano essere calcolate nelle valutazioni delle policy. Nello specifico, è possibile introdurre un'aggiuntiva binaria per il trattamento che tenga conto di particolari caratteristiche del pool dei trattati, il modello così sviluppato prende il nome di *difference in difference in differences* (DDD da qui in poi) e sembra essere particolarmente utile nel nostro caso: vista la differenza che intercorre fra le caratteristiche di Firenze e Scandicci

potrebbe essere interessante specificare l'appartenenza di ogni impresa ad ognuno dei due comuni. Questo ci permette inoltre di specificare l'effetto della tramvia per entrambi i territori, per controllare se l'impatto è stato il medesimo, o si sono sviluppati effetti di competizione fra i territori. Aggiungendo questa caratteristica il modello risultante è:

$$y = \beta_0 + \beta_1 dB + \beta_2 dC + \beta_3 dBdC + \delta_0 dT + \delta_1 dBdT + \delta_2 dTdC + \delta_3 dTdCdB + u.$$

Dove il coefficiente che misura l'impatto della politica è  $\delta_3$ , che misura l'impatto della tramvia, nei comuni. Rispetto al modello precedente, è stato aggiunto l'effetto fisso per il comune. L'impatto della politica, similmente a prima, può essere riscritto come:

$$\delta_3 = (y_{B,C,2} - y_{B,C,1}) - (y_{T,C,1} - y_{T,C,2}) - (y_{B,nC,2} - y_{B,nC,1})$$

## 5. Analisi controfattuale per l'impatto della tramvia sulle unità locali

In questa sezione analizzeremo l'impatto della linea 1 della tramvia fiorentina sui fatturati per addetto delle imprese prospicienti all'infrastruttura.

La prima ipotesi che vogliamo verificare è la riduzione dei fatturati dovuta a cambiamenti nella mobilità e problematiche legate al traffico veicolare durante il periodo dei lavori. D'altro canto vorremmo anche verificare l'ipotetico impatto positivo che la tramvia dovrebbe portare alle attività commerciali dalla sua attivazione, migliorando la qualità del trasporto pubblico, e di conseguenza ridurre il traffico, con un effetto diretto sull'accessibilità dell'area, e possibilmente migliorando la produttività delle imprese coinvolte.

La seconda ipotesi che intendiamo verificare è se la costruzione dell'infrastruttura ha generato esternalità positive o negative alle imprese collocate nelle prossimità della struttura: è possibile che la riduzione dell'accessibilità per le imprese immediatamente collocate sul cantiere abbia provocato un movimento degli utenti verso quelle attività più facilmente raggiungibili, generando un effetto sostituzione. Per identificare gli effetti diretti e le esternalità sono state utilizzate due diverse distanze di buffer:

- Imprese collocate entro 100 metri dallo scavo della tramvia: queste imprese sono quelle che teoricamente avranno la peggiore performance durante il periodo di costruzione, e i maggiori vantaggi dall'inizio dell'attività della tramvia.
- Imprese collocate tra 100 e 250 metri dallo scavo: l'effetto per queste imprese è più incerto, perché potrebbero aver beneficiato nel periodo di costruzione del suddetto effetto di sostituzione, mentre nel secondo periodo l'effetto è totalmente incerto: esse potrebbero aver beneficiato della maggiore accessibilità del quartiere, come pure potrebbero perdere quei clienti che avevano ottenuto via sostituzione nel periodo precedente.

La terza ipotesi da testare riguarda le attività economiche collocate in comuni diversi: le imprese collocate nel comune di Scandicci hanno ottenuto benefit dall'essere maggiormente collegate al centro dell'area metropolitana, oppure hanno subito una maggiore concorrenza dovuta a ciò, perdendo la quota di clienti residenti?

Per evitare confusione e specificazioni errate, solo le imprese monolocalizzate sono state selezionate nell'analisi: questo è dovuto sia alla disponibilità dei dati (non esistono fatturati distinti per unità locali) sia per la natura stessa dell'intervento, che è più propenso a dare effetti sulle piccole imprese e meno sulle multilocalizzate, che tendenzialmente sono più resistenti a questo tipo di interventi. Per fare questa selezione abbiamo selezionato solo le unità locali nelle quali il numero degli addetti corrisponde col numero degli addetti dell'impresa.

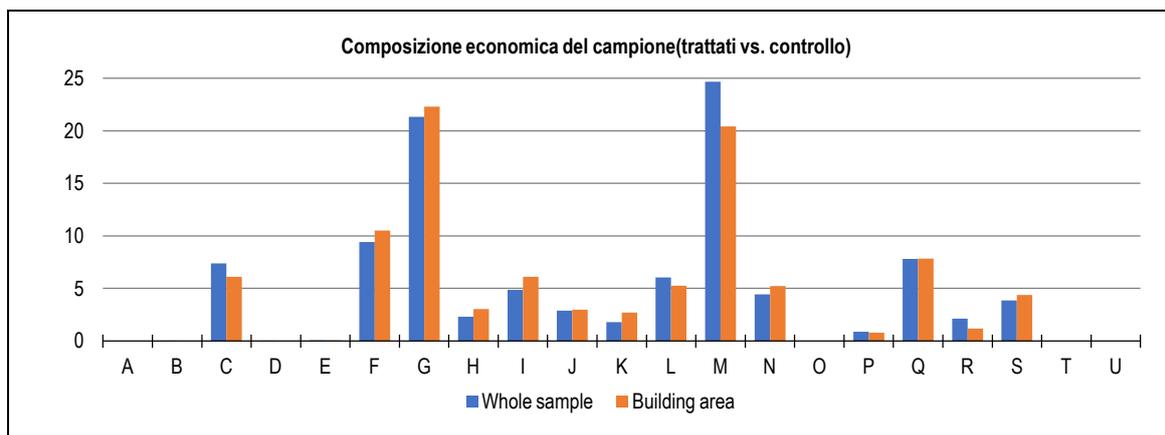
Le frequenze per il numero di imprese posizionate nei diversi buffer e comuni sono riportate di seguito:

Tabella 1  
NUMEROSITÀ CAMPIONARIA

	Firenze	Scandicci	Totale
0-100 metri	810	83	893
100-250 metri	1.758	310	2.068
Others	47.584	4.304	51.888
Total	50.152	4.697	54.849

Usando la classificazione ATECO, è possibile calcolare le frequenze del numero di attività economiche per tipologia: si nota che la classe maggiormente rappresentata (M) è quella dei liberi professionisti, con circa 14000 osservazioni, a seguire si trovano le attività commerciali, all'ingrosso e al dettaglio. Questi due settori rappresentano insieme il 45% del totale delle attività economiche presenti sul territorio considerato. Confrontando il gruppo trattato e quello controllo si vede come non emergano differenze significative nella composizione economica dei due gruppi, l'analisi controfattuale è quindi possibile.

Grafico 1  
LA SUDDIVISIONE DEI CAMPIONI PER CLASSI DI ATTIVITÀ



L'implementazione del Difference in Differences può essere seriamente danneggiata da problemi di autocorrelazione. Una soluzione data da Bertrand (2002) è di clusterizzare i dati sull'unità di analisi, riducendo così la possibilità di errore. Oltre a ciò utilizziamo il logaritmo dei fatturati per addetto come variabile dipendente, per ridurre l'eteroschedasticità.

### 5.1 *Esperimento naturale*

Le imprese nel nostro campione non decidono se fare parte o meno dell'area di cattura della tramvia, le loro scelte sono assunte come indipendenti dal trattamento. Possiamo quindi considerare questo campione come random, mettendosi nelle condizioni di un esperimento naturale.

- **BASELINE MODEL (APPROCCIO DD)**

La variabile risultato è il logaritmo del fatturato per addetto nei 3 periodi specificati, le altre variabili usate nell'analisi sono:

- 1 fascia: variabile binaria per identificare le imprese entro 100 metri dallo scavo
- 2 fascia: variabile binaria che identifica le imprese fra 100 e 250 metri dallo scavo
- 1 fascia trattata e 2 fascia trattata: sono le variabili di interazione fra la dummy che identifica la localizzazione e quella che identifica i periodi di trattamento, il coefficiente di questa variabile è quello che ci indica l'effetto del trattamento.

Nell'analisi sono stati utilizzati standard error robusti per evitare l'eteroschedasticità. I valori di R-quadro, Log-likelihood e la statistica di Fisher sono stati aggiunti per completezza.

### Impatto negativo del cantiere

In questo modello sono state utilizzati i fatturati delle imprese prima del periodo di costruzione e confrontati con quelli con il cantiere attivo. Ci aspettiamo un impatto negativo per le imprese più vicine, con un possibile effetto positivo di sostituzione per le imprese nella 2 fascia.

Tabella 2  
RISULTATI PER IL BASELINE MODEL

	Coefficient	S.E	t-ratio	p-value
const	6.840	0.020	335.002	<0.0001 ***
1 fascia	0.346	0.157	2.206	0.027 **
2 fascia	-0.300	0.104	-2.881	0.004 ***
time	1.440	0.029	49.859	<0.0001 ***
1 fascia trattata	-0.031	0.222	-0.140	0.888
2 fascia trattata	0.208	0.147	1.410	0.159
R-squared	0.024		Log-likelihood	-324253.0
F(5, 109690)	534.599		P-value	0

Da questi risultati è possibile notare un effetto negativo per le imprese nelle immediate vicinanze del cantiere, comunque non significativo. Si innesca invece un effetto positivo per le imprese collocate nella banda che va dai 100 ai 250 metri oltre il cantiere, anche se tuttavia anche questo effetto non risulta significativo, questo risultato ci suggerisce in effetti la possibilità di un effetto di sostituzione del negozio per i clienti, che tendono a preferire le attività maggiormente accessibili.

### Impatto positivo della tramvia

In questo modello invece confrontiamo quelli che sono i fatturato nel periodo precedente all'intervento, con quelli che sono i fatturati dopo il 2010, con la tramvia in azione, la nostra ipotesi è che in questo confronto emerga, con qualche tipo di rilevanza l'effetto positivo dovuto alla costruzione della nuova infrastruttura. La valutazione della differenza fra prima e dopo i lavori ci mostra un generale effetto positivo per le imprese che sono collocate sul cantiere della tramvia, con un segno positivo del coefficiente in entrambi i casi, la significatività ed il valore assoluto del secondo coefficiente invece sottolineano l'effetto significativo sulla seconda fascia di attività, fra i 100 e i 250 metri che sembrano aver beneficiato maggiormente dalla nuova infrastruttura.

Tabella 3  
RISULTATI PER IL BASELINE MODEL – CONFRONTO PRIMA E DOPO I LAVORI

	Coefficient	S.E	t-ratio	p-value	
const	6.840	0.022	308.675	<0.0001	***
1 fascia	0.346	0.170	2.043	0.041	**
2 fascia	-0.300	0.115	-2.613	0.009	***
time	0.003	0.031	0.112	0.911	
1 fascia trattata	0.071	0.237	0.301	0.764	
2 fascia trattata	0.394	0.159	2.479	0.013	**
R-squared	0.021		Log-likelihood	-332063.4	
F(5, 109690)	3.730		P-value	0.002	

• **MODELLO ESTESO (APPROCCIO DDD)**

Come già affermato nella precedente parte metodologica, è possibile ottenere risultati maggiormente rifiniti aggiungendo una specificazione ulteriore, basata sul comune di appartenenza di ogni impresa, così facendo una variabile binaria ad effetto fisso è stata aggiunta alle variabili, e di conseguenza tutti i termini di interazione. Queste variabili sono:

- Comune: la variabile binaria con 0 per le imprese fiorentine e 1 per quelle di Scandicci
- Comune, prima e seconda fascia: le variabili di interazione fra l'effetto di localizzazione ed il comune
- Comune-tempo: l'interazione fra queste due variabili
- Comune, prima e seconda fascia trattata: le variabili di interazione di nostro interesse

**Impatto negativo del cantiere**

Tabella 4  
RISULTATI PER IL MODELLO ESTESO – CONFRONTO PRIMA E DURANTE I LAVORI

	Coefficient	S.E	t-ratio	p-value	
const	6.813	0.023	294.128	<0.0001	***
1 fascia	0.396	0.178	2.226	0.026	**
2 fascia	-0.355	0.125	-2.838	0.005	***
comune	0.318	0.079	4.004	<0.0001	***
time	1.433	0.030	47.452	<0.0001	***
1 fascia trattata	-0.062	0.231	-0.271	0.786	
2 fascia trattata	0.226	0.163	1.383	0.167	
1 fascia comune	-0.569	0.582	-0.977	0.329	
2 fascia comune	0.227	0.317	0.717	0.473	
1 fascia trattata comune	0.335	0.748	0.448	0.654	
2 fascia trattata comune	-0.154	0.404	-0.380	0.704	
Commune_tempo	0.079	0.102	0.775	0.439	
R-squared	0.024		Log-likelihood	-324225.6	
F(11, 109684)	249.215		P-value	0.000	

Guardando a questi risultati si vede come l'impatto per la variabile trattata sia simile al modello di base, e similmente a prima i coefficienti per gli effetti non sono significativi al 10%. L'interazione fra la variabile di trattamento e il comune non sembra essere significativa, comunque si sottolinea l'effetto opposto della tramvia per le imprese di Scandicci: positivo per quelle collocate vicino al cantiere, e negativo per quelle appena più distanti. L'effetto fisso per il comune è significativo, le imprese collocate nel comune di Scandicci sembrano tendenzialmente avere un fatturato medio più alto di quelle fiorentine.

## Impatto positivo della tramvia

Tabella 5  
RISULTATI PER IL MODELLO ESTESO – CONFRONTO PRIMA E DOPO I LAVORI

	Coefficient	S.E	t-ratio	p-value
Const	6.813	0.023	294.128	<0.0001 ***
1 fascia	0.396	0.178	2.226	0.026 **
2 fascia	-0.355	0.125	-2.839	0.005 ***
comune	0.318	0.079	4.004	<0.0001 ***
Time	-0.042	0.032	-1.306	0.191
1 fascia trattata	0.132	0.249	0.529	0.597
2 fascia trattata	0.510	0.173	2.946	0.003 ***
1 fascia comune	-0.568	0.582	-0.977	0.329
2 fascia comune	0.227	0.317	0.717	0.473
1 fascia trattata comune	-0.701	0.820	-0.855	0.393
2 fascia trattata comune	-1.004	0.442	-2.274	0.023 **
Commune_tempo	0.543	0.109	4.981	<0.0001 ***
R-squared	0.020		Log-likelihood	-331993.6
F(11, 109684)	15.57609		P-value	6.65E-31

I risultati del modello esteso confermano quanto ottenuto nello stesso periodo con il modello di base: è presente un effetto positivo per le imprese trattate, ed è significativo per le imprese nella seconda fascia. Le interazioni fra le variabili del comune e del trattamento risultano interessanti: le imprese di Scandicci sembrano soffrire maggiormente la tramvia rispetto che le imprese di Firenze, con contrazioni nel fatturato medio delle imprese: probabilmente il miglioramento nella obilità integrata della città metropolitana ha provocato un effetto di polarizzazione, spostando i possibili clienti da Scandicci a Firenze, che per sua natura, e per economie di agglomerazione, potrebbe risultare più attraente, sottraendo clienti, e fatturati, alle imprese di Scandicci.

### 5.2 ATECO matching

L'assunzione di base del nostro lavoro era la comparabilità fra il gruppo trattato ed il gruppo controllo, per migliorare la nostra valutazione, seguendo Heckman, Ichimura and Todd, (1997) abbiamo deciso di affinare il nostro dataset usando un procedimento di matching statistico. Utilizzando i codici ATECO per i settori di attività, raffiniamo il gruppo dei controlli tenendo solamente quelle attività che compaiono nel gruppo dei trattati.

Di seguito sono riportati i risultati della stima del modello esteso, con la specificazione sul matching in base al codice ATECO, dopo quest'intervento, il numero del campione si è ridotto da circa 55000 unità a 50012 unità locali. Visto che la riduzione del campione è piuttosto piccola, ci aspettiamo risultati in linea con quelli già trovati.

I risultati di quest'analisi risultano essere molto simili ai precedenti, per via della limitata riduzione del campione, comunque questi risultati ci servono anche a rafforzare i risultati precedenti, evitando problemi di specificazione errata nella composizione dei gruppi trattati e controllo. Come prima risulta che le imprese di Scandicci hanno migliori performance nel periodo di costruzione della tramvia, probabilmente perché l'area di Scandicci presenta una struttura urbana più adatta a sopportare la *congestion charge* dovuta ai lavori.

## Impatto negativo della tramvia – matching ATECO

Tabella 6  
RISULTATI PER IL MODELLO ESTESO – CONFRONTO PRIMA E DURANTE I LAVORI, con matching ATECO

	Coefficient	S.E	t-ratio	p-value
Const	6.812	0.024	289.566	<0.0001 ***
Time	1.422	0.031	46.341	<.0001 ***
0-100	0.397	0.178	2.229	0.026 **
100-250	-0.354	0.125	-2.833	0.005 ***
municipality	0.260	0.082	3.189	0.001 ***
Treated 0-100	-0.051	0.232	-0.222	0.824
Treated 100-250	0.237	0.163	1.451	0.147
municipality 0-100	-0.5109	0.583	-0.877	0.381
Municipality100-250	0.285	0.317	0.898	0.369
municipality treated0-100	0.306	0.748	0.409	0.683
municipality treated100-250	-0.184	0.405	-0.453	0.651
municipality-time	0.109	0.105	1.037	0.300
R-squared	0.024		Log-likelihood	-312977.4
F(11, 105944)	237.788		P-value(F)	0,000000

## Positive impact of tramway (with ATECO matching)

Tabella 7  
RISULTATI PER IL MODELLO ESTESO – CONFRONTO PRIMA E DOPO I LAVORI, con matching ATECO

	Coefficient	S.E	t-ratio	p-value
const	6.812	0.024	289.566	<0.0001 ***
time	-0.061	0.033	-1,860	0.063 *
0-100	0.397	0.178	2.229	0.026 **
100-250	-0.355	0.125	-2.833	0.005 ***
Treated 0-100	0.151	0.249	0.605	0.545
Treated 100-250	0.529	0.173	3.054	0.002 ***
municipality	0.260	0.082	3.189	0.001 ***
municipality-time	0.533	0.112	4.758	<0.0001 ***
Municipality100-250	0.285	0.317	0.898	0.369
municipality 0-100	-0.510	0.583	-0.876	0.381
municipality treated0-100	-0.691	0.820	-0.843	0.399
municipality treated100-250	-0.994	0.442	-2.249	0.025 **
R-squared	0.020		Log-likelihood	-320536.4
F(11, 105944)	1266896.0		P-value(F)	2,29e-24

Anche nel confronto fra risultati prima dei lavori e dopo l'inaugurazione della tramvia possiamo osservare gli stessi risultati visti in precedenza. In generale vediamo un effetto positivo per le imprese, ma le imprese fiorentine sembrano beneficiarne maggiormente rispetto a quelle collocate a Scandicci. I risultati negativi collegati alla presenza del cantiere, non sembrano essere consistenti, almeno sul fatturato delle imprese, sicuramente è presente un lieve impatto negativo per le imprese più vicine al cantiere, ma non risulta statisticamente significativo, un'externalità positiva invece è presente per le imprese collocate fra 100 e 250 metri rispetto alla tramvia.

## 6. Analisi di sopravvivenza

La prima parte dei risultati è realizzata utilizzando uno stimatore di Kaplan Meier per individuare le curve di sopravvivenza. L'utilizzo di quest'analisi in via preliminare è stato utilizzato per evidenziare possibili differenze presenti nelle funzioni di sopravvivenza dei diversi campioni, divisi in base a comune di appartenenza, longevità, dimensione dell'impresa.

Lo stimatore di Kaplan Meier di massima verisimiglianza stima la probabilità di sopravvivenza oltre un tempo  $t$ , e può essere espresso dalla formula

$$S_t = \prod_{t_i \leq t} \left[ 1 - \frac{d_i}{n_i} \right]$$

Dove  $t_i$  è la durata dello studio al momento  $i$ ,  $d_i$  è il numero di eventi occorsi fino al momento  $i$ , e  $n_i$  è il numero degli individui a rischio subito prima di  $t_i$ . Quindi lo stimatore  $S_t$  rappresenta la probabilità che un individuo sopravviva fino alla fine del periodo  $i$ , basandosi sulla condizione che esso era presente all'inizio dell'intervallo temporale  $i$ .

Il modello utilizzato nella seconda parte del lavoro è la regressione di Cox: con questo tipo di strumento si individua immediatamente l'impatto e la significatività delle covariate sulla probabilità di sopravvivenza di un'impresa, inoltre non sono necessarie particolari assunzioni riguardo le covariate utilizzate, se non l'assunzione di indipendenza dal tempo. La formula del modello di Cox può essere espressa come:

$$\lambda(t|X_i) = \lambda_0(t) \exp(\beta_1 X_{i1} + \dots + \beta_p X_{ip}) = \lambda_0(t) \exp(\beta_i X_i)$$

Dove  $\lambda(t|X_i)$  esprime la probabilità di sopravvivenza, in funzione delle covariate  $X_i$  della unità di analisi,  $i$ . In quest'analisi a coefficienti negativi corrisponde una probabilità inferiore che l'evento accada, nel nostro caso, il fallimento dell'attività o la chiusura dell'unità locale.

I dati utilizzati sono stati acquisiti dal dataset di ASIA Unità locali per le informazioni relative alla localizzazione, al fatturato ed al numero di addetti di ciascuna unità locale, mentre la data di cessazione dell'attività è stata ottenuta dal dataset ASIA Imprese. Il set di osservazioni riguarda il pool di unità locali presenti all'inizio dell'analisi del lavoro, nel 2004, per un totale di 45952 osservazioni. Per queste unità locali è nota la localizzazione, quindi, come nella DD analysis, ho creato due dummy per le due fasce di buffer attorno alla tramvia. Inoltre ho mantenuto la dummy che indica il comune, per vedere se ci sono effetti di sopravvivenza correlati alla localizzazione in comuni differenti. Inoltre ho aggiunto una variabile per misurare la grandezza dell'impresa (per numero di addetti) ed una variabile per misurare la longevità dell'impresa al 1/1/2004, contando i giorni di vita dell'impresa prima di tale data, supponendo che le imprese più grandi abbiano meno propensione a chiudere. Il giorno della chiusura per ogni impresa è stato ricavato da ASIA imprese, questo dato è disponibile per circa 37000 unità. Le rimanenti, per le quali non era presente la data di chiusura, sono state considerate fallite quando non erano presenti in ASIA imprese degli anni successivi. In questo caso, il giorno di chiusura è stato assegnato in maniera randomica all'interno dell'anno nel quale sono state ritenute fallite.

### **6.1 Risultati Analisi di Sopravvivenza**

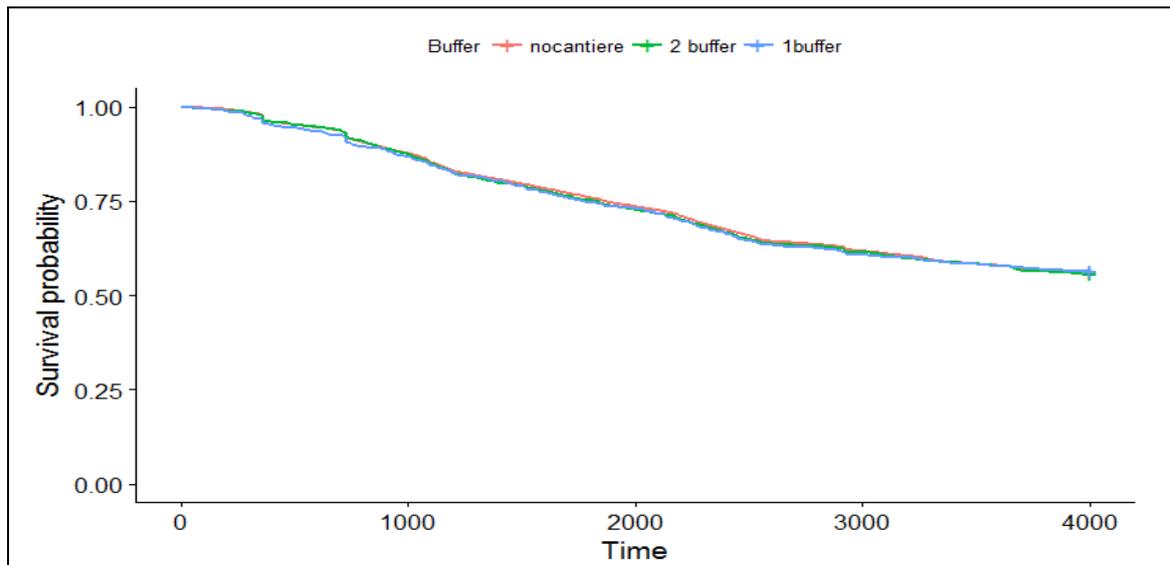
Questa analisi preliminare è stata fatta con le curve di Kaplan Meier per evidenziare dinamiche di sopravvivenza diverse all'interno dei sottogruppi nei quali è possibile dividere il nostro dataset. In particolare la nostra analisi si concentra maggiormente sul verificare la presenza di differenze fra imprese che hanno subito l'impatto del cantiere e imprese che non ne sono state influenzate, suddividendo ulteriormente a seconda dell'appartenenza al comune di Firenze o Scandicci. Questa ulteriore suddivisione è generata dal fatto che è possibile che si possa aver avuto effetti diversi a seconda del comune, principalmente per via della presenza di economie da agglomerazione sul territorio fiorentino.

- *KM curve*

#### Aree di cantiere

La curva di Kaplan Meier, che rappresenta la proporzione di imprese che falliscono nel tempo, non mostra particolari differenze fra l'area non interessata dai lavori, ed i due buffer di controllo. L'analisi preliminare su questo strumento suggerisce che non ci siano stati effetti sulla chiusura delle imprese provocati dal cantiere della linea 1. Può risultare interessante approfondire l'analisi, investigando sugli effetti comunali collegati.

Figura 1  
CURVE DI KAPLAN MEIER



#### Interazione comune-cantiere

Combinando le dummy del cantiere con le dummy comunali, si trovano risultati interessanti: Se l'effetto del cantiere sulla sopravvivenza delle imprese non risulta marcato nel comune di Firenze, alcune differenze si possono vedere per Scandicci. Le imprese più vicine al tracciato della tramvia (0-100 metri, linea fucsia) risultano avere un tasso di sopravvivenza più basso rispetto agli altri gruppi. Inoltre le imprese di Scandicci del secondo buffer (100-250 metri, linea blu) risultano al contrario avere un tasso di sopravvivenza più alto rispetto al normale. Le altre imprese scandicciene non interessate dal cantiere invece mostrano un comportamento in media con quello delle altre imprese fiorentine.

Considerando anche gli intervalli di confidenza al 95% si vede che le imprese di Scandicci che hanno un comportamento "outlier" hanno anche grande variabilità, e la loro probabilità di sopravvivenza non risulta distinguibile dagli altri gruppi di imprese, anche se risultano esserci differenze fra le curve di sopravvivenza delle imprese scandicciene nel primo e nel secondo buffer. Probabilmente questa variabilità negli intervalli di confidenza è data dal ridotto numero di imprese presenti nel subset, circa 350, a fronte di 45000 imprese presenti nel campione totale. Ci sono quindi indizi che non ci siano stati effetti provocati dal cantiere per il comune di Firenze. Effetti, sia positivi che negativi, sono invece presenti nel comune di Scandicci.

Figura 2  
 CURVE DI KAPLAN MEIER – DIVISIONE PER COMUNE

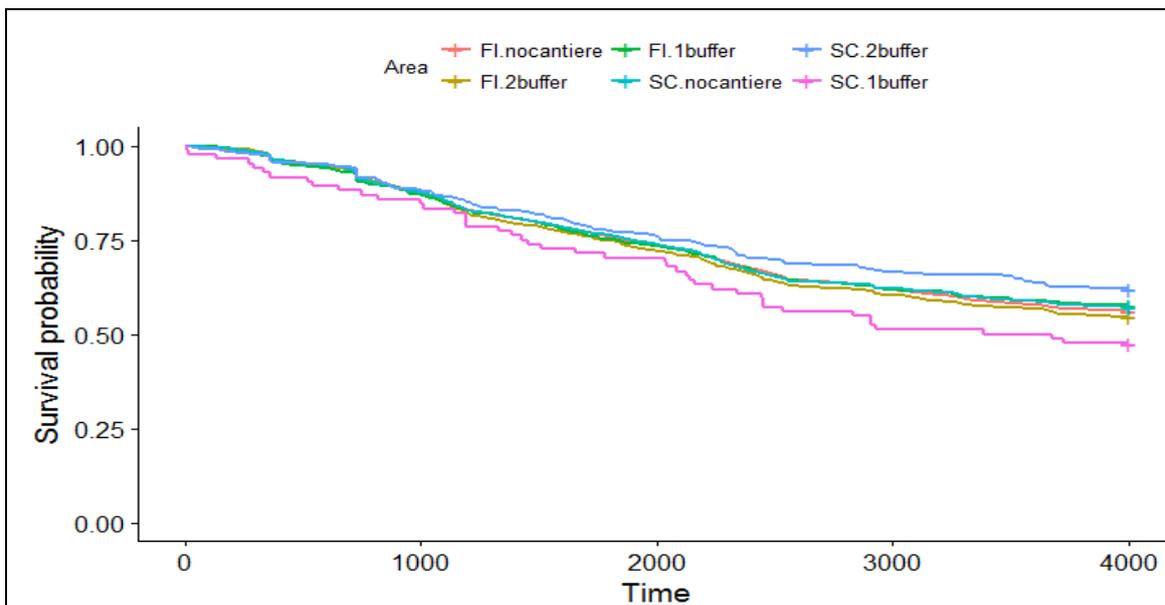
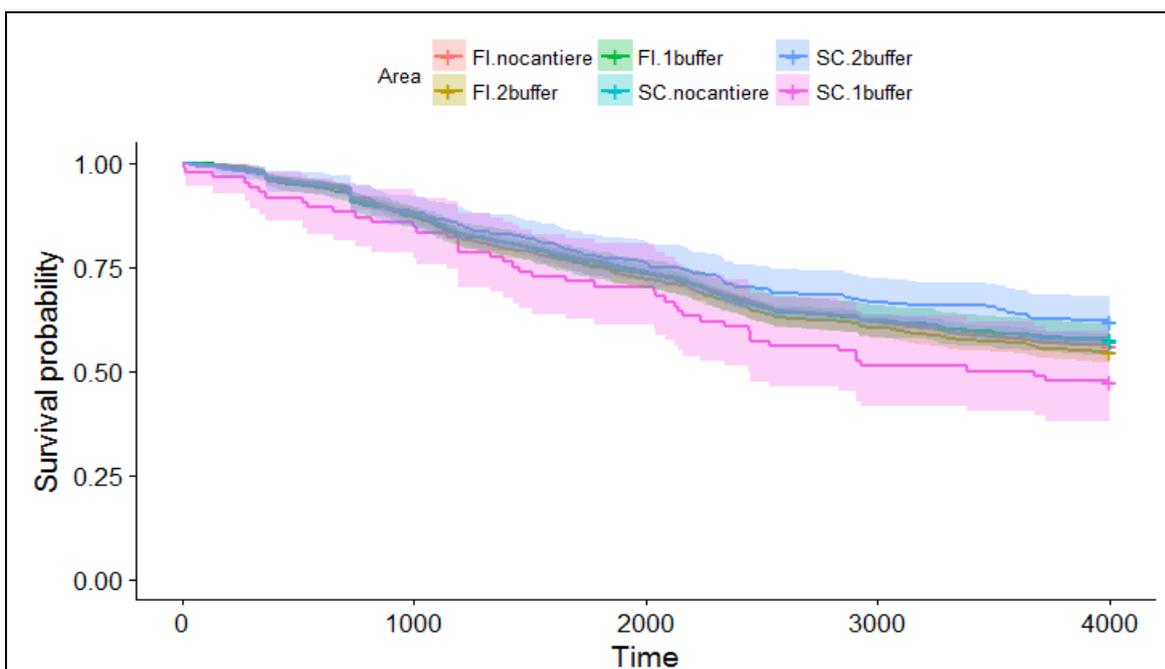


Figura 3  
 CURVE DI KAPLAN MEIER – SUDDIVISIONE PER COMUNE E INTERVALLI DI CONFIDENZA



- *Cox regression*

L'analisi con la Cox regression è votata a cercare e verificare relazioni fra la probabilità per le imprese di fallire, e le covariate (presenza del cantiere, comune, grandezza dell'azienda e longevità all'inizio dello studio). Sono stati stimati diversi modelli:

- Modello totale, con tutte le osservazioni e le covariate
- Modello comunale, con i dataset divisi per comune
- Modello limitato alle zone presenti sul cantiere

### Modello totale

Tabella 8  
RISULTATI PER LA REGRESSIONE DI COX – MODELLO COMPLETO

	coef	se(coef)	z	Pr(> z )
1 fascia	0,0372	0,56	0,596	0,551
2 fascia	0,0231	0,359	0,644	0,52
comune	-0,00467	0,0249	-0,187	0,851
Numero di addetti	-0,047	0,00288	-16,56	<2e-16 ***
longevità	-2,35*10 <sup>-5</sup>	2,05*10 <sup>-6</sup>	-11,533	<2e-16 ***

Dall'analisi sul campione totale non sono evidenti correlazioni fra la presenza del cantiere della tramvia e la probabilità di fallire per un'impresa. I coefficienti delle dummy che rappresentano l'area interessata dai lavori sono positivi, mostrando quindi un aumento del rischio connesso alla presenza del cantiere, che comunque non risultano significative. La variabile comunale non sembra avere effetti rilevanti in media, mentre le variabili legate a dimensione ed età dell'impresa sono significative all'1%: le imprese più longeve e ampie, essendo business più stabili hanno minore tendenza al fallimento, come potevamo attenderci.

### Modello comunale

L'espansione del modello precedente risiede nella Cox regression divisa a seconda dei comuni di riferimento. I dataset sono stati divisi per vedere se sono presenti relazioni ed effetti che differiscono a seconda del comune; questa ipotesi è suggerita dallo studio delle curve di Kaplan Meier. Dalla tabella sottostante si può vedere che longevità e numero di addetti sono ancora significativi e coerenti con i risultati precedenti. La dummy di localizzazione per il primo buffer è significativa al 10% per il modello di Scandicci, mentre non risulta significativa per Firenze; in entrambi i casi comunque la probabilità di fallire risulta aumentata nella zona. Per la seconda variabile buffer (significativa al 10% per Firenze e al 5% per Scandicci) si osservano due effetti differenti: le imprese collocate fiorentine locate tra 100 e 250 metri rispetto alla tramvia seguono il comportamento di quelle collocate entro 100 metri, mentre le imprese scandicciane collocate nel secondo buffer risultano essere meno inclini a fallire, rispetto alle controparti. Come osservato precedentemente, la probabilità di fallire più alta si osserva per le imprese scandicciane entro 100 metri dalla tramvia, mentre la probabilità più bassa si riscontra per il buffer adiacente, questo risultato può essere spiegato dalla redistribuzione degli utenti che le attività collocate sulla tramvia hanno osservato per via della riduzione di accessibilità dovuta ai cantieri.

Tabella 9  
RISULTATI PER LA REGRESSIONE DI COX – MODELLO COMUNALE

		coef	se(coef)	z	Pr(> z )
<b>Firenze</b>	1 fascia	0,00316	0,0609	0,052	0,9586
	2 fascia	0,0647	0,0385	1,68	0,0929 .
	longevità	-2,42*10 <sup>-5</sup>	2,15*10 <sup>-6</sup>	-11,263	<2e-16 ***
	Numero addetti	0,0548	0,00321	-15,864	<2e-16 ***
<b>Scandicci</b>	1 fascia	0,261	0,153	1,708	0,0877 .
	2 fascia	-0,198	0,0991	-1,998	0,0457 *
	longevità	-1,76*10 <sup>-5</sup>	7,01*10 <sup>-6</sup>	-2,514	0,0119 *
	Numero addetti	-0,0343	0,00649	-5,278	3,10E-08 ***

### Modello limitato al cantiere

L'ultima analisi sulla cox regression riguarda le aree di entrambi i comuni sottoposte al cantiere. In questo modello si considera come base l'area compresa entro i 100 metri, e si usa solo la dummy 100-250 metri per evitare singolarità nella regressione.

Tabella 10  
RISULTATI PER LA REGRESSIONE DI COX – MODELLO LIMITATO AL CANTIERE

	coef	se(coef)	z	Pr(> z )
Numero addetti	-0.0657	0.0126	-5.21	1.91E-07 ***
2 fascia	-0.00530	0.0664	-0.08	0.9364
comune	-0.141	0.0873	-1.61	0.1076
longevità	-2.08*10 <sup>-5</sup>	8.74*10 <sup>-6</sup>	-2.38	0.0171 *

Ancora una volta il numero degli addetti e la longevità dell'impresa risultano essere fattori importanti per determinarne la resistenza ad eventi esterni. La localizzazione nella seconda banda mostra un coefficiente minore di zero, sottolineando che è soprattutto la prima fascia a subire l'effetto negativo del cantiere, comunque questo coefficiente non risulta significativo. La variabile comunale non è significativa al 10%, comunque visto il suo p-value non elevato, è possibile che siano presenti differenze nella risposta al cantiere fra i due comuni, come sottolineato anche dalle analisi precedenti.

## 7. Conclusioni

La costruzione di una nuova tramvia ha solitamente un impatto positivo per l'area servita, con questo studio abbiamo cercato di approfondire i risultati classici analizzando l'impatto del periodo di costruzione e del primo periodo operativo della linea 1 della tramvia di Firenze. In particolare la nostra analisi focalizza su l'impatto sui fatturati delle imprese che si trovavano posizionate vicino al cantiere. Abbiamo scelto un approccio di tipo controfattuale, con un modello *difference in differences* per evidenziare le differenze fra le performance delle imprese collocate vicino e lontano dalla tramvia, inoltre abbiamo considerato il diverso comune di appartenenza per ogni unità locale, per ottenere risultati più precisi, ed evidenziare possibili pattern diversi fra le due città.

I risultati dell'analisi controfattuale mostrano alcuni effetti causati dalla tramvia:

- Per il periodo di costruzione, le imprese molto vicine al cantiere vedono i loro fatturati ridursi, per i disagi nella mobilità e nell'accessibilità. D'altro canto, le imprese nella seconda fascia guadagnano clienti che si muovono verso aree maggiormente accessibili.
- Dopo l'inaugurazione della tramvia, è presente un impatto positivo per le imprese che sono collocate nell'area della tramvia, è ragionevole pensare che questo sia un impatto dovuto al miglioramento della fruibilità della zona. Questo non è ovunque vero, le imprese di Scandicci infatti soffrono dall'avviamento delle attività della Linea 1 poiché sembra che perdano clienti a favore delle imprese collocate a Firenze, specialmente in centro storico: siamo di fronte ad un effetto nel quale effettivamente la periferia è stata avvicinata al centro città, ma a scapito del primo, che di fatto ha perso la quota di mercato vicinale, provocando così una riduzione dei fatturati.
- I risultati sono stati confermati anche tramite l'affinamento del campione attraverso l'analisi dei codici ATECO. E' ancora presente l'effetto di sostituzione per le imprese collocate nel secondo buffer e l'effetto positivo che avevamo visto per le imprese fiorentine a discapito di quelle di Scandicci. Questi risultati ci suggeriscono che in questi tipi di interventi non è

sufficiente controllare l'impatto diretto della policy o dell'infrastruttura, ma è cruciale controllare anche per quelli che possono essere i possibili effetti secondari, in questo caso maggiori degli effetti diretti.

Per quanto riguarda invece l'analisi di sopravvivenza abbiamo controllato se esistessero dinamiche differenti per quanto riguarda la mortalità delle imprese fra le zone interessate dal cantiere ed il resto di Firenze e Scandicci. Controllando anche per altre variabili (longevità dell'impresa e numero di addetti) abbiamo osservato che:

- Le imprese più longeve, e più grandi sono meno inclini a fallire per una sorta di robustezza e inerzia che si sviluppa nel corso del tempo, questo risultato è coerente con la letteratura che prevede tassi di mortalità maggiori per le imprese giovani e piccole.
- Non si evidenziano differenze particolari fra i due comuni, che presentano tassi di mortalità simili.
- La presenza del cantiere spiega differenti mortalità solo nel caso in cui si divida il campione in due sotto campioni comunali. In questo caso si osserva come le imprese di Scandicci entro 100 metri dalla tramvia hanno tassi di mortalità maggiori sia delle attigue entro 250 metri dal cantiere, sia delle altre attività presenti nell'area. Quindi osservando il tasso di mortalità possiamo dire che effettivamente per Scandicci c'è stato un effetto negativo collegato al cantiere, anche se è possibile che non sia stato la causa fondamentale per la chiusura delle attività, visto che questo risultato non viene confermato da altrettanto chiari risultati sui fatturati.
- Nel caso di Firenze è possibile un effetto simile, ma stavolta le imprese collocate sul tracciato tendenzialmente chiudono meno di quelle nelle immediate vicinanze, comunque anche questo risultato non è particolarmente significativo e netto.

Concludendo si può dire che ci sono stati degli effetti, sia positivi che negativi collegati alla costruzione ed alla messa in attività della tramvia, e generalmente sono stati più marcati i primi rispetto ad i secondi, grande importanza assume in questo lavoro l'occhio di riguardo riservato non solamente agli effetti nelle immediate vicinanze del cantiere, ma anche nelle aree attigue.

## Bibliografia

- S. Athey and G. Imbens, "The State of Applied Econometrics - Causality and Policy Evaluation," vol. 31, no. 2, pp. 3-32, 2016.
- D. B. Audretsch, "New firm survival and the technological regime" *Rev. Econ. Stat.*, 73: 441-450, 1991.
- D. B. Audretsch, "Innovation and Industry Evolution" Cambridge, MA: The MIT Press, 1995a.
- D. B. Audretsch, "Innovation, growth and survival" *Rev. Econ. Stat.*, 77: 441-457, 1995b.
- D. B. Audretsch, T. Mahmood, "New firm survival: new results using a hazard function" *Rev. Econ. Stat.*, 77: 97-103, 1995.
- D. B. Audretsch, M.V. Vivarelli, (1995). "New firm formation in Italy: a first report" *Econ. Letters*, 48: 77-81.
- D. B. Audretsch, "Technology, Life Cycles and Industry Dynamics," no. June, pp. 7-10, 1999.
- J.R. Baldwin, P.K. Gorecki "Firm entry and exit in Canadian manufacturing sector, 1970-1982", *Canadian Journal of Economics*, 1991, 24, pp. 300-323.
- M. Bertrand, E. Duflo, and S. Mullainathan, "How Much Should We Trust Difference-in-Differences Estimates?," *Q. J. Econ.*, vol. 119, no. 1, pp. 249-275, 2004.
- F. Borraz, J. Dubra, D. Ferrés, and L. Zipitria, "Supermarket Entry and the Survival of Small Stores," *Rev. Ind. Organ.*, vol. 44, no. 1, pp. 73-93, 2014.
- M. G. Boarnet, "Conducting Impact Evaluations in Urban Transport," World Bank, vol. Poverty R, no. Thematic Group on Poverty Analysis, Monitoring and Impact Evaluation, 2007.

- D.R.Cox, "Regression Models and Life-Tables". *Journal of the Royal Statistical Society, Series B.* 34 (2): 187–220, 1972.
- M. I. G. Daepf, M. J. Hamilton, G. B. West, and L. M. A. Bettencourt, "The mortality of companies," *J. R. Soc. Interface*, vol. 12, no. 106, 2015.
- Y. M. De la Fuente-Robles, E. Sotomayor, and M. García-Domingo, "The social impact of the tramway system," *Rev. Port. Estud. Reg.*, vol. 35, no. 1, pp. 59–66, 2014.
- R. H. Dehejia and S. Wahba, "Causal effects in nonexperimental studies: Reevaluating the evaluation of training programs," *J. Am. Stat. Assoc.*, vol. 94, no. 448, pp. 1053–1062, 1999.
- T. Dunne *et al.*, "Patterns of firm entry and exit in US . manufacturing industries," vol. 19, no. 4, pp. 495–515, 2007.
- T. Dunne, M. J. Roberts, L. Samuelson, "The Growth and the Failure of U.S. Manufacturing Plants", *Quarterly Journal of Economics*, 104, pp.671-698, 1989.
- D. Evans, "The Relationship between Firms Growth, Size and Age: Estimates from 100 Manufacturing Industries", *Journal of Industrial Economics*, 35, pp.567-581, 1987.
- S. Esteve-Pérez, J. A. Manez-Castillejo, M. E. Rochina-Barrachina, and J. A. Sanchis-Llopis, "A survival analysis of manufacturing firms in export markets," *Arauzo-Carod, Jm ...*, pp. 1–31, 2007.
- P. J. Gertler, S. Martinez, P. Premand, L. B. Rawlings, and C. M. J. Vermeersch, "Impact Evaluation in Practice", 2011.
- G. Giovannetti, G. Ricchiuti, and M. Velucchi, "Size , innovation and internationalization : a survival analysis of Italian firms Size , innovation and internationalization : a survival analysis of Italian firms," no. November 2014, pp. 37–41, 2011.
- J. J. Heckman, H. Ichimura, P. E. Todd, and P. E. Todd, "Training Programme Matching As An Econometric Evaluation Estimator : Evidence from Evaluating a Job Training Programme," vol. 64, no. 4, pp. 605–654, 2017.
- G. W. Imbens, "Nonparametric Estimation of Average Treatment Effects Under Exogeneity: A Review," *Rev. Econ. Stat.*, vol. 86, no. 1, pp. 4–29, 2004.
- G. W. Imbens, J. M. Wooldridge, G. W. Imbens, and J. M. Wooldridge, "Recent Developments in the Econometrics of Program Evaluation," vol. 47, no. 1, pp. 5–86, 2017.
- S. Kaniovski and M. Peneder, "Determinants of firm survival: A duration analysis using the generalized gamma distribution," *Empirica*, vol. 35, no. 1, pp. 41–58, 2008.
- Kaplan, E. L.; Meier, P.: Nonparametric estimation from incomplete observations. *J. Amer. Statist. Assn.* 53:457–481, 1958
- A. Karlström, Franklin J.P. , "Behavioral adjustments and equity effects of congestion pricing: Analysis of morning commutes during the Stockholm Trial." *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 43.3: 283-296, 2009.
- J. Kiel, R. Smith, and B. Ubbels, "The Impact of Transport Investments on Competitiveness," *Transp. Res. Procedia*, vol. 1, no. 1, pp. 77–88, 2014.
- K. Kopczevska and A. Lewandowska, "The price for subway access: Spatial modelling of office rental rates in London."
- Jovanovic, Boyan, and Richard J. Gilbert. "The diversification of production." *Brookings papers on economic activity. Microeconomics* 1993.1 (1993): 197-247.
- H. Li, D. J. Graham, and A. Majumdar, "The effects of congestion charging on road traffic casualties : A causal analysis using difference-in-difference estimation," *Accid. Anal. Prev.*, vol. 49, pp. 366–377, 2012.
- T. R. Lakshmanan, "The broader economic consequences of transport infrastructure investments," *J. Transp. Geogr.*, vol. 19, no. 1, pp. 1–12, 2011.
- K. Łobos and M. Szewczyk, "Survival analysis: A case study of micro and small enterprises in Dolnośląskie and Opolskie Voivodship (Poland)," *Ekon. Rev. - Cent. Eur. Rev. Econ. Issues*, vol. 15, no. 4, pp. 207–216, 2012.
- Mata J, Portugal P (1994). Life duration of new firms. *J. Ind. Econ.*, 42: 227-246.
- Mata J, Portugal P (1999). Technology intensity, demand conditions, and the longevity of firms. In: Audretsch DB, Thurik AR (ed), *Innovation, Industry Evolution and Employment*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

- Mata J, Portugal P (2002). The survival of new domestic and foreign owned firms. *Strateg. Manage J.*, 23: 323-343.
- H. Meersman and M. Nazemzadeh, "The contribution of transport infrastructure to economic activity: The case of Belgium," *Case Stud. Transp. Policy*, vol. 5, no. 2, pp. 316–324, 2017.
- J. Oosterhaven and T. Knaap, "Spatial economic impacts of transport infrastructure investments," *Transp. Proj. Program. Policies Eval. Needs Capab.*, pp. 87–110, 2003.
- M. Padeiro, "Transport infrastructures and employment growth in the Paris metropolitan margins," *J. Transp. Geogr.*, vol. 31, pp. 44–53, 2013.
- M. Percoco, "The effect of road pricing on traffic composition: Evidence from a natural experiment in Milan, Italy," *Transp. Policy*, vol. 31, no. January 2012, pp. 55–60, 2014.
- L. Piccini, P. Lattarulo, "La connettività del trasporto nell'Area metropolitana Firenze-Prato-Pistoia", IRPET, 2012.
- A. Protopogrou, Y. Caloghirou, and S. Lioukas, "Dynamic capabilities and their indirect impact on firm performance," *Ind. Corp. Chang.*, vol. 21, no. 3, pp. 615–647, 2012.
- M. A. Quddus, A. Carmel, and M. G. H. Bell, "The Impact of the Congestion Charge on Retail : The London Experience The Impact of the Congestion Charge on Retail : the London Experience," vol. 41, no. 1, pp. 113–133, 2017.
- P. R. Rosenbaum and D. B. Rubin, "a. 'The Central Role of the Propensity Score in Observational Studies for Causal Effects,'" *Biometrika*, vol. 70, no. 1, pp. 41–55, 1983.
- P. R. Rosenbaum, and D. B. Rubin, "Reducing Bias in Observational Studies Using Subclassification on the Propensity Score," vol. 79, no. 387, pp. 516–524, 2017.
- Rubin D.B. (1974). "Estimating causal effects of treatments in random- ized and nonrandomized studies." *Journal of educational Psychology* 66.5: 688.
- S. Sequeira, "Transport Infrastructure and Firm Performance: Evidence from Southern Africa (IGC Working Paper)," no. June, p. 31 pp., 2013.
- E. A. Stuart, K. Duckworth, J. Simmons, and C. L. Barry, "estimate the effects of a policy change," vol. 14, no. 4, pp. 166–182, 2015.
- M. Velucchi and A. Viviani, "Competitiveness and Survival: A Comparative Analysis of Italian Regions," no. July 2014, 2007.
- G. Weisbrod, D. Vary, and G. Treyz, "Measuring economic costs of urban traffic congestion to business," *Transp. Financ. Econ. Econ. Dev. 2003 Plan. Adm.*, pp. 98–106, 2003.
- C. Yu, "A survival analysis of small and medium enterprises (SMEs) in central China and their determinants," *African J. Bus. Manag.*, vol. 6, no. 10, pp. 3834–3850, 2012.
- C. Zegras and T. Litman, "An Analysis Of The Full Costs And Impacts Of Transportation In Santiago de Chile," *Environ. Prot.*, p. 173, 1997.
- Y. Zhang , Hui-Fai S. , "The London congestion charge and prop- erty prices: an evaluation of the impact on property prices inside and outside the zone." MPRA Paper 4050, 2006.



**Allegato 3**

**Il modello *land-use*  
per la Piana Fiorentina:  
metodologia e prime risultanze**



## 1.

### Introduzione

Lo scopo del lavoro è quello di presentare un modello per la valutazione economica degli investimenti infrastrutturali a scala urbana/metropolitana che possa coniugare l'analisi di elementi prettamente trasportistici - quali accessibilità, tempi e costi di percorrenza, livelli di congestione - con elementi e variabili di natura macroeconomica.

La prima parte è dedicata ad una panoramica della letteratura in materia di metodi e modelli per la valutazione degli effetti economici degli investimenti in infrastrutture di trasporto, con particolare enfasi sull'utilizzo dei modelli di simulazione applicati a scala regionale in ambito europeo. Inoltre, vengono esaminati vantaggi e svantaggi dell'integrazione fra modelli di trasporto e modelli di uso del suolo (modelli LUTI), evidenziando la relazione fra accessibilità dei territori e decisioni localizzative degli agenti socio-economici a scala regionale e la necessità di analizzare la distribuzione spaziale degli effetti economici degli investimenti infrastrutturali.

La seconda parte presenta un modello di land-use e il suo sviluppo applicativo.

## 2.

### L'impatto macro-economico delle infrastrutture di trasporto: metodi e modelli

La crescente integrazione internazionale del sistema produttivo globale, l'affermarsi di modelli di produzione delocalizzati, dove ciascuna fase del processo produttivo viene svolta in paesi (spesso anche in continenti) diversi, l'emergere di nuovi mercati potenziali nei paesi di più recente industrializzazione, hanno accresciuto l'importanza della rete infrastrutturale per la competitività dei sistemi produttivi regionali. Lo sviluppo locale non dipende più soltanto da un'adeguata combinazione dei fattori di produzione privati (capitale e lavoro), ma richiede sempre più la presenza di investimenti in capitale pubblico, in particolare in infrastrutture di trasporto e comunicazione (Rietveld e Nijkamp, 1992). Tuttavia, se è ormai riconosciuto al capitale infrastrutturale lo status di condizione necessaria (ma non sufficiente) per lo sviluppo economico, nel senso che un livello di dotazione inferiore ad una soglia minima impedisce la crescita economica, più difficile è valutare concretamente gli effetti complessivi che i nuovi investimenti in infrastrutture producono sui sistemi economici.

La letteratura scientifica sull'impatto economico degli investimenti in infrastrutture di trasporto è vasta ed eterogenea. Gli approcci utilizzati variano fortemente in ragione della scala di analisi, del tipo di infrastruttura analizzata, della disponibilità di dati. Seguendo la classificazione proposta da Oosterhaven e Knaap (2000), è possibile individuare i principali approcci alla stima degli effetti economici delle infrastrutture (dal micro al macro e in ordine di crescente complessità) in:

- Indagini dirette presso le imprese
- Stima di funzioni di quasi-produzione
- Modelli di equilibrio parziale
- Modelli macroeconomici e modelli regionali
- Modelli integrati trasporto/uso del suolo (LUTI)
- Modelli computazionali di equilibrio generale di tipo spaziale (SGCE)

Schematicamente, possiamo dividere gli effetti prodotti da un investimento in infrastrutture in due categorie: i) effetti generativi e ii) effetti distributivi. I primi creano valore aggiunto per l'economia nel suo complesso, i secondi sono modifiche nella distribuzione della ricchezza a livello territoriale o settoriale dovute alla diversa sensibilità nei confronti dell'investimento da parte di territori e settori di

produzione. La distinzione può talvolta dipendere da livello di dettaglio territoriale adottato per l'analisi: un effetto generativo a livello locale può in realtà essere il prodotto di un effetto redistributivo a livello sovralocale (in pratica, quindi, l'aumento di produttività registrato in una particolare regione viene compensato dalla perdita di un'altra regione).

Il cambiamento nella produttività dei fattori produttivi privati indotto da un investimento infrastrutturale avrà quindi intensità e talvolta segno diverso nelle varie regioni interessate dagli effetti dell'investimento. Questo potrebbe quindi portare ad una rilocalizzazione dei fattori produttivi mobili e ad un sostanziale cambiamento nella composizione del sistema produttivo di riferimento. Per poter adeguatamente valutare gli effetti distributivi di nuove infrastrutture occorre quindi elaborare un modello che consideri endogenamente la distribuzione spaziale delle variabili analizzate. Oosterhaven e Knaap (2000) individuano due grandi classi di modelli che sono stati sviluppati in letteratura per fronteggiare questo tipo di analisi:

- 1) Modelli spaziali di equilibrio generale computazionale (Spatial General Computable Equilibrium models, SGCE).
- 2) Modelli di interazione trasporto/uso del suolo (Land Use/Transportation Interaction models, LUTI).

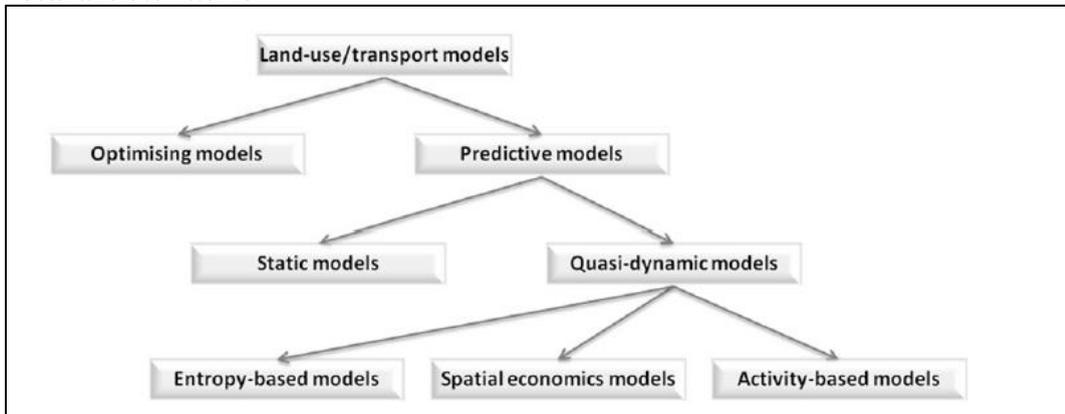
I modelli spaziali di equilibrio generale computazionale sono modelli statici che analizzano la localizzazione delle attività produttive e i flussi commerciali interregionali partendo da funzioni di utilità e produzione con sostituibilità fra i fattori, presenza di economie di scala e fenomeni di concorrenza monopolistica di tipo Dixit-Stiglitz. Le radici teoriche affondano nella Nuova Geografia Economica sviluppata all'inizio degli anni '90 (Krugman 1991, Fujita et al., 1999). Tali modelli risultano più complessi rispetto ai modelli LUTI, soprattutto da un punto di vista matematico, data la complessità delle relazioni considerate, e richiedono una maggiore quantità di dati disaggregati per essere calibrati. Questo ne ha in qualche modo ostacolato l'applicazione per la valutazione dei costi e benefici di particolari progetti infrastrutturali. Tuttavia, negli ultimi anni questo tipo di modelli ha conosciuto una sempre maggiore applicazione, favorita dall'incremento nella capacità computazionale degli applicativi economico/matematici e dalla crescente disponibilità di dati sui flussi e di mobilità.

I modelli Land Use/Transport Interaction (LUTI) rappresentano una famiglia di modelli utilizzati per la stima degli impatti economici e territoriali degli investimenti e delle politiche sulla mobilità la cui caratteristica principale consiste nella relazione fra la distribuzione spaziale delle attività socio-economiche (residenza, produzione, commercio, etc.) e il sistema dei trasporti. Attraverso il concetto di accessibilità, lo sviluppo spaziale dei sistemi urbani viene messo in correlazione con l'efficienza del sistema infrastrutturale e con l'interazione complessa degli attori che esprimono la domanda di trasporto (popolazione, imprese, decisori pubblici, etc.). I cambiamenti che avvengono nel sistema dei trasporti, come la costruzione di una nuova infrastruttura o l'ampliamento di una esistente, influenzano le scelte localizzative relative a residenze e attività economiche, le quali a loro volta influenzano la domanda di trasporto e, in ultima analisi, i livelli effettivi di accessibilità. I modelli sono quindi generalmente composti da almeno due sub-modelli, uno di uso del suolo e uno dei trasporti, tali che i fattori di input siano gli stessi per entrambi i sub-modelli. Il modello di uso del suolo descrive il comportamento di famiglie, imprese e attori istituzionali e prevede scenari di sviluppo urbano conseguenti alle scelte di localizzazione di individui e istituzioni e disponibilità del suolo. Il modello dei trasporti invece genera la domanda di trasporto partendo dai dati forniti dal modello di uso del suolo.



modalità attraverso la quale vengono modellate le relazioni fra uso del suolo e trasporti. L'approccio più semplice prevede una formulazione di tipo gravitazionale o di massimizzazione dell'entropia della domanda di trasporto. Vi è poi una seconda famiglia costituita dai modelli che integrano in un modello di tipo spaziale relativo al sistema dei trasporti i risultati di modelli economici separati che possono essere anche non-spaziali. Infine, i cosiddetti modelli activity-based che derivano la domanda di mobilità dal tipo di attività esercitata nello spazio dai diversi attori socio-economici.

Grafico 2  
Classificazione dei modelli LUTI



Fonte: Simmonds e Feldman (2011)

### *I modelli statici*

I modelli statici, come detto, rappresentano il primo tentativo di dare una rappresentazione spaziale all'interazione fra variabili legate all'uso del suolo e il sistema dei trasporti. Simmonds e Feldman (2011). I primi modelli di questo tipo apparvero negli Stati Uniti nei primi anni '60, e conobbero una vasta applicazione a scala urbana. Il modello sviluppato da Lowry nel suo "modello di una metropoli" (1964) esaminava la distribuzione delle attività nella città di Pittsburgh. La localizzazione delle attività industriali (pesanti) avviene inizialmente sotto vincoli geografici, indipendentemente dalla distanza dal bacino di lavoratori e dai mercati di destinazione. La scelta residenziale iniziale viene fatta dipendere dalla localizzazione dell'industria. La localizzazione delle residenze determina a sua volta la localizzazione dei servizi (domandati dai residenti) e le scelte residenziali degli occupati nei servizi. Una serie di passaggi analoghi, determinati da una funzione d'impedenza di tipo gravitazionale, determina l'allocatione dello spazio dell'intera domanda di uso del suolo. Non viene presa in considerazione alcuna dinamica temporale, ma tutte le variazioni avvengono istantaneamente. Il modello di Lowry dette l'impulso ad una serie successiva di modelli urbani (Batty, 1972), molti dei quali incontrarono decise difficoltà nella raccolta dei dati, nella calibrazione dei risultati e nella capacità computazionale disponibile, tanto da determinare all'inizio degli anni '70, l'accusa da parte di Lee (1973) di sette "peccati capitali", nel suo "Requiem for large scale-models": "hypercomprehensiveness, grossness, hungriness, wrongheadedness, complicated-ness, mechanicalness and expensiveness". L'uso dei modelli LUTI vide un decisivo arresto, almeno fino all'introduzione di una maggiore capacità computativa e alla maggiore disponibilità di dati verificatisi negli anni '90 (Wegener, 2011).

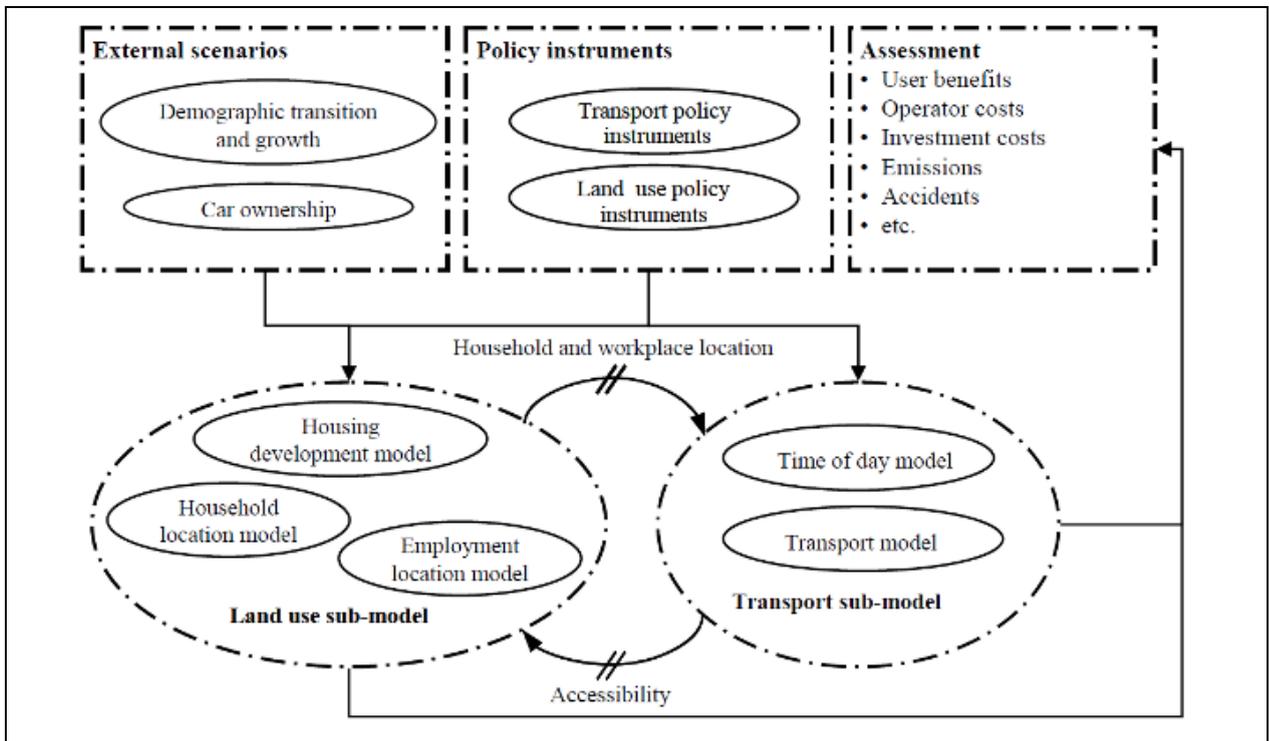
Tuttavia, modelli di tipo statico sono stati adottati anche in anni recenti, come nel modello RETRO/IMREL della città di Oslo (Anderstig e Mattsson, 1991) e nel modello DSCMOD utilizzato per l'analisi di impatto sulle regioni europee interessate dal Tunnel della Manica (Roberts e Simmonds, 1997). In entrambi i casi si tratta dell'estensione di un modello di trasporto con l'inclusione di un modello per le scelte localizzative (DSCMOD) o dell'integrazione di due preesistenti

modelli (RETRO/IMREL). Le decisioni localizzative sono l'espressione dei livelli di accessibilità determinati dal sistema dei trasporti. Anche il modello LILT (Leeds Integrated Land-use Transport), sviluppato per l'analisi delle politiche di trasporto della città di Leeds in Inghilterra (Mackett, 1983), combina un tradizionale modello di trasporto a quattro stadi con un modello di uso del suolo à la Lowry.

*Modelli gravitazionali ed entropici quasi-dinamici*

L'applicazione di un parametro temporale a modelli di tipo gravitazionale consente di dare un rappresentazione più realistica alla modellizzazione dei fenomeni. Ad esempio, il modello METROPILUS (Putnam, 2001) consiste nell'integrazione dei due modelli DRAM ed ENPAL e da un modello di trasporto per l'assegnazione dei flussi. Il modello DRAM simula le scelte residenziali attraverso una funzione multivariata e multiparametrica di accessibilità, mentre il modello ENPAL simula le scelte localizzative delle imprese, e presenta al proprio interno una funzione ritardata che tiene conto della non istantanea reattività delle scelte localizzative rispetto alle variazioni dell'accessibilità. Entrambi i modelli concorrono a determinare la domanda complessiva di trasporto assegnata alla rete. Anche il modello MARS (Pfaffenbichler, et. al., 2008) presenta un modello di scelte localizzative (residenziali e delle imprese) integrato con un modello di trasporto, con una dinamica temporale. Il modello è dedicato alle scelte strategiche di lungo periodo nelle politiche di trasporto. I moduli dei modelli sono fatti girare iterativamente su un orizzonte temporale di trenta anni, con i livelli di accessibilità in output dal modello di trasporto che entrano in input nel modello di uso del suolo, e i tassi di variazione di popolazione addetti in output dal modello localizzativo che entrano in input nel modello di trasporto, come determinanti della domanda.

Grafico 3  
La struttura iterativa del modello MARS



Fonte: Pfaffenbichler, et. al., 2008

### *Modelli economici di tipo spaziale*

I modelli di equilibrio spaziale sono generalmente modelli spaziali di tipo aggregato che integrano al proprio interno modelli di trasporto e modelli di uso del suolo. L'interazione fra le diverse parti avviene tramite modelli di Input-Output o modelli di scelta discreta, dai quali deriva la domanda aggregata di trasporto. Trattando endogenamente la dinamica tra uso del suolo e trasporti, migliorano l'accuratezza della simulazione. Esempi in tal senso sono il modello MEPLAN (Hunt and Simmonds, 1993) e il modello TRANUS (De la Barra, 1989).

Il modello MEPLAN è composto da tre moduli: un modulo economico a scala regionale che stima l'uso del suolo per famiglie e imprese (LUS), un modello che converte i flussi produzione/consumo in domanda di trasporto di passeggeri e merci (FRED), e un modulo dedicato all'assegnazione sulla rete dei flussi (TAS). Il modello consente agli attori di scegliere la propria localizzazione assegnando un trade-off tra disponibilità a pagare per la centralità desiderata e i costi di trasporto relativi. Il modello di assegnazione contiene un meccanismo di feedback retroattivo per gli effetti della congestione sui tempi/costi di trasporto e, conseguentemente, sulle scelte localizzative.

Il modello TRANUS è invece composto da una serie di sub-modelli a scelta discreta che mettono in correlazione localizzazione delle attività nello spazio e il sistema di trasporto. Le due componenti del modello si interfacciano ad intervalli discreti: le attività generano flussi funzionali dai quali deriva la domanda di trasporto nello stesso periodo. L'equilibrio fra domanda e offerta di trasporto determina l'accessibilità, che a sua volta influenza la matrice dei flussi negli intervalli temporale successivo, con fattori di inerzia diversi a seconda del tipo di attività.

### *Modelli activity-based*

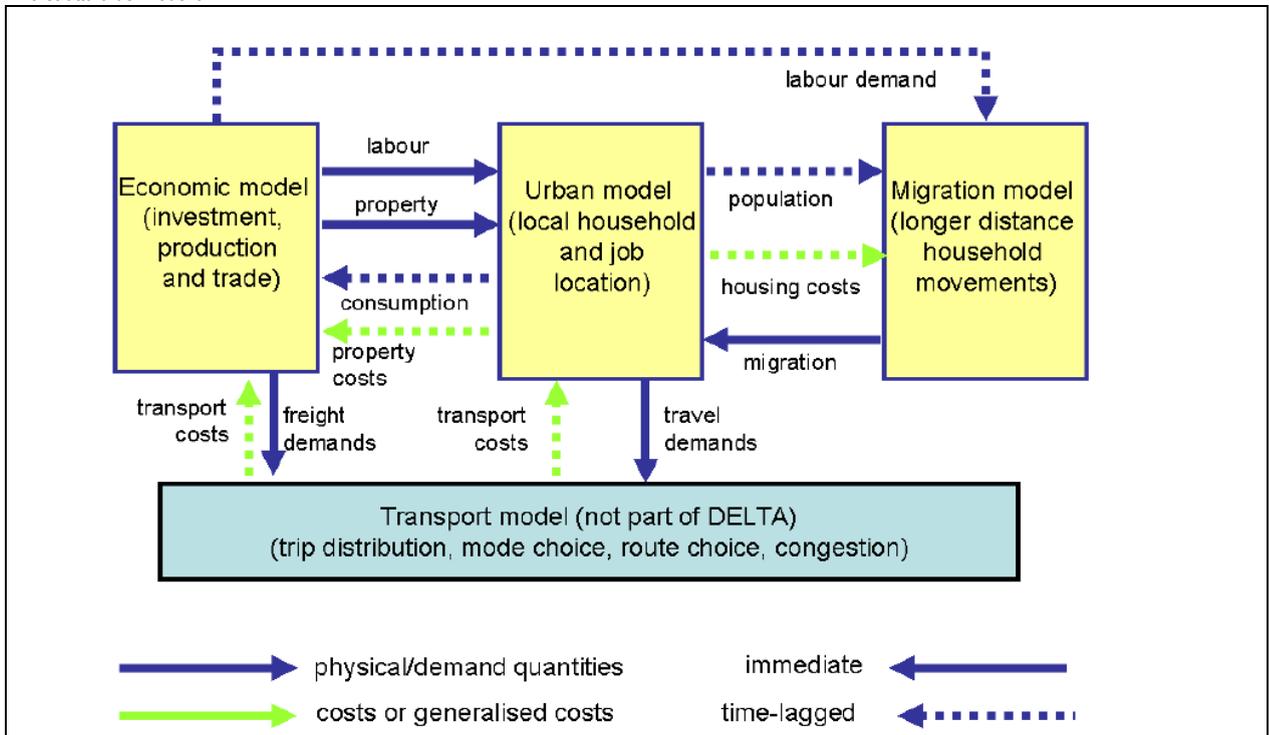
Nei modelli di tipo activity-based la domanda di trasporti è comunemente fatta derivare dalle diverse tipologie di attività distribuite nello spazio e nel tempo. L'analisi activity based mira a comprendere le basi comportamentali delle decisioni

individuali in merito alle scelte localizzative e di trasporto. Tali basi comportamentali includono tutti i fattori che influenzano il come, dove e perché determinate attività vengono compiute, le variabili socio-demografiche che caratterizzano i diversi gruppi sociali e le diverse attività svolte sul territorio, i bisogni, le preferenze i pregiudizi e le abitudini di individui e gruppi di individui. Questo consente di segmentare in maniera più dettagliata la domanda di trasporto e di modellare con più accuratezza le relazioni fra cambiamenti nell'accessibilità e le decisioni localizzative. Inoltre, questo tipo di modelli prevede generalmente una scansione temporale più articolata, distinguendo fra il momento del cambiamento infrastrutturale, la decisione di rilocalizzarsi e l'effettivo spostamento. Fra i numerosi esempi applicati di questo tipo di approccio possiamo ricordare il modello DELTA (Simmond, 1999), il modello TRIGRIS XL (Zondag e De Jong, 2011) e il pacchetto URBANSIM (Waddell 2000).

Il modello DELTA è un modello di uso del suolo che può essere integrato con un modello di trasporto esterno. Il modello di trasporto fornisce una matrice di costi dell'area analizzata. Il primo dei sub-modelli del modello DELTA è un modello economico che stima, partendo dalla matrice dei costi di trasporto e da variabili di uso del suolo. L'output del modello economico (tassi di variazione di produzione e addetti) determinano la domanda di uso del suolo, che entrano in input nel secondo sub-modello (land-use) più dettagliato, che simula le scelte localizzative di famiglie e imprese a livello disaggregato, con diverse elasticità rispetto all'accessibilità. I cambiamenti relativi nelle dimensioni socio-economiche (prezzi immobiliari, possibilità lavorative) determinano il comportamento migratorio

dei vari attori, simulato nel terzo sub-modello. Una serie di feedback fra i vari moduli determina l'equilibrio finale del modello.

Grafico 4  
La struttura del modello DELTA



Fonte: Simmonds e Feldman, 2005

Il modello TIGRIS XL, sviluppato per l'analisi degli effetti economici indiretti delle infrastrutture di trasporto in Olanda, segue uno schema simile al modello DELTA, e si compone di 5 moduli dedicati alla simulazione delle relazioni in cinque diversi sub-mercati relativi alle variabili di suo del suolo: demografia, mercato immobiliare delle imprese, mercato immobiliare residenziale, mercato del lavoro e settore dei trasporti. Il modello si interfaccia con il modello nazionale dei trasporti olandese (LMS): i modelli di uso del suolo generano gli input socio-economici per il modello di trasporto, il quale calcola diversi indici zonali di accessibilità in base ai cambiamenti nelle variabili socio-economiche e alle politiche sui trasporti. Gli indici di accessibilità (di tipo utility based) sono gli input per i modelli delle scelte residenziali delle famiglie e delle imprese. Il modello opera su due diversi livelli di aggregazione: un primo livello aggregato (40 zone) per il modulo relativo al mercato del lavoro, un secondo livello più disaggregato (1308 zone) per i restanti moduli.

Anche il modello URBANSIM è un modulo di uso del suolo il quale necessita di essere collegato ad un modello di trasporto esterno. Sviluppato come pacchetto open source in grado di essere adattato alle diverse realtà e implementato in un notevole numero di casi di studio, presenta alcune caratteristiche peculiari. Piuttosto che calibrare il modello usando dati cross-section, il modello utilizza dati di tipo longitudinale attraverso la tecnica del Bayesian Melding per introdurre elementi di incertezza nei comportamenti degli individui. Il modello URBANSIM adotta inoltre un approccio di micro-simulazione a livello del singolo agente per rappresentare le scelte di localizzative, utilizzando una griglia di celle che consente una disaggregazione molto spinta del territorio analizzato.



### 3.

## ELABORAZIONE DEL MODELLO LUTI LAND USE TRANSPORT INTERACTION PER LA PIANA FIORENTINA

### 3.1 RACCOLTA DATI SOCIO-ECONOMICI ZONALI

Per poter costruire un modello integrato Uso Suolo-Trasporti è necessario raccogliere la maggior parte dei dati relativi al fenomeno sociale di modifica degli usi del suolo, a partire dalle attività presenti fino ai valori immobiliari del suolo.

Di seguito si riporta una breve descrizione dei dati raccolti preventivamente alla costruzione del modello.

#### 3.1.1 Famiglie

Si è raccolto il dato delle famiglie per fascia di reddito e questo è stato calcolato per ogni zona interna del modello (71 zone).

Le famiglie sono state divise in 5 classi, ovvero in reddito nullo (separando studenti da casalinghe/pensionati), famiglie di basso reddito, medio ed alto reddito.

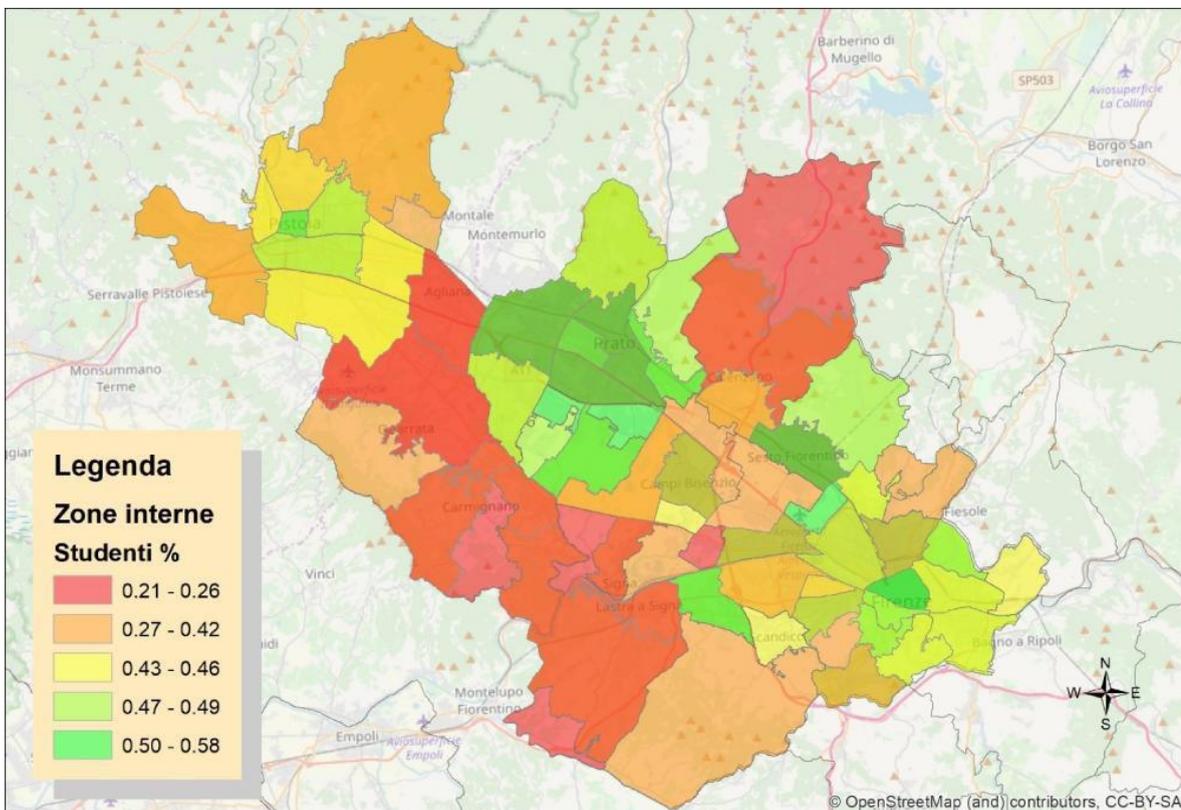


Figura 1 - La distribuzione percentuale di famiglie con reddito nullo - Studenti

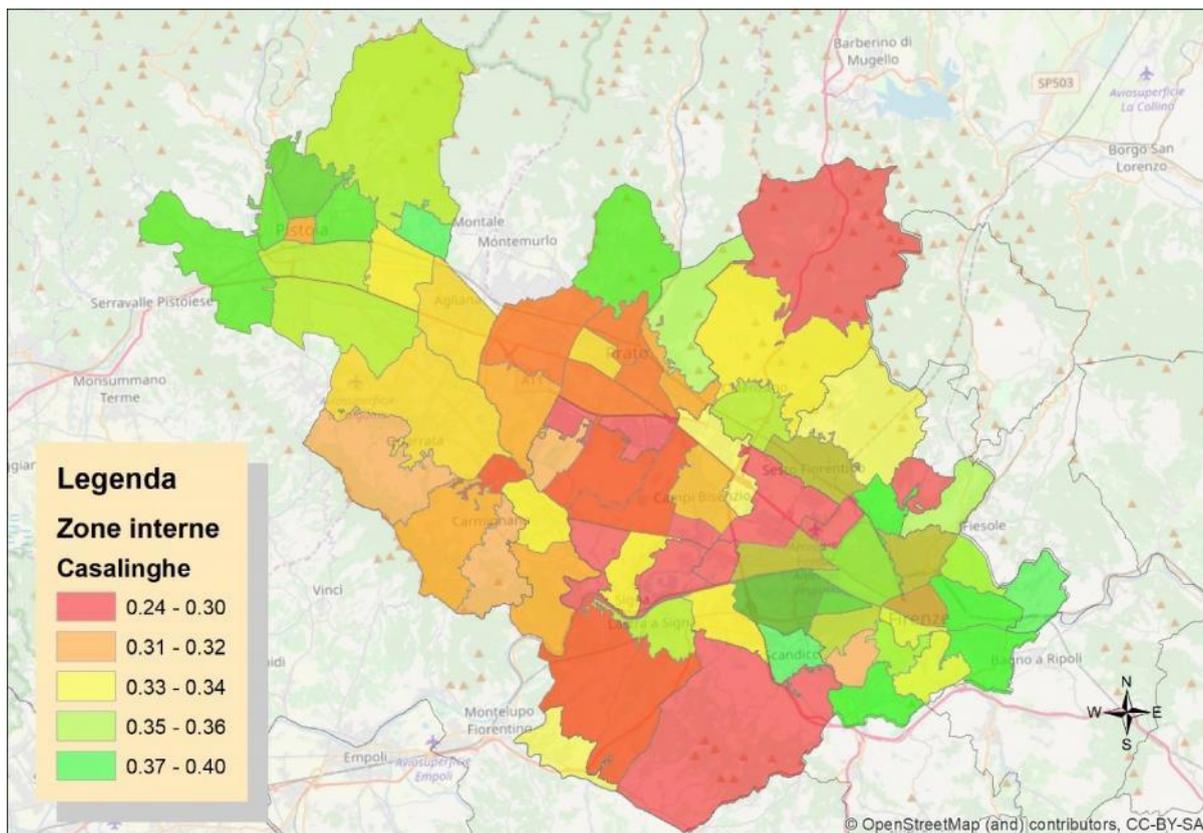


Figura 2 - La distruz. perc. di famiglie con reddito nullo - Casalinghe e pensionati

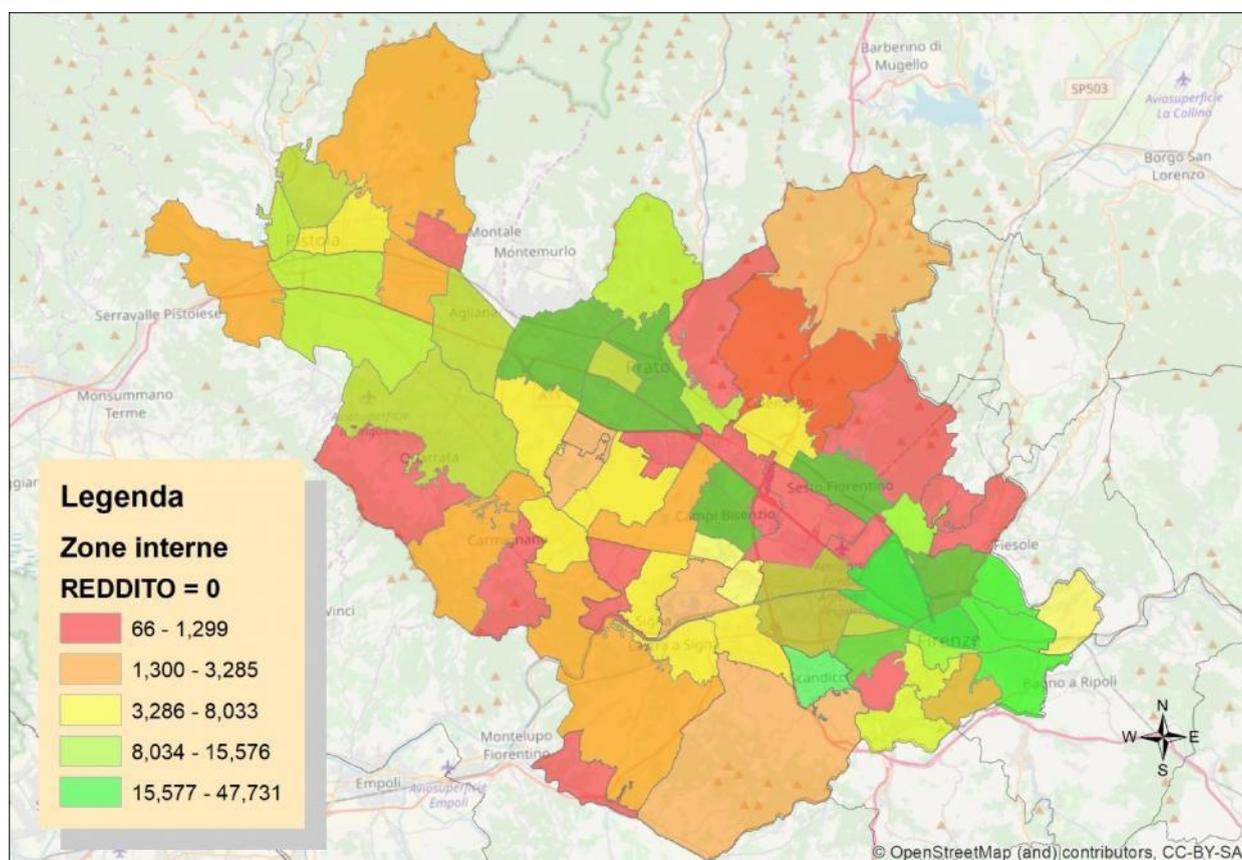
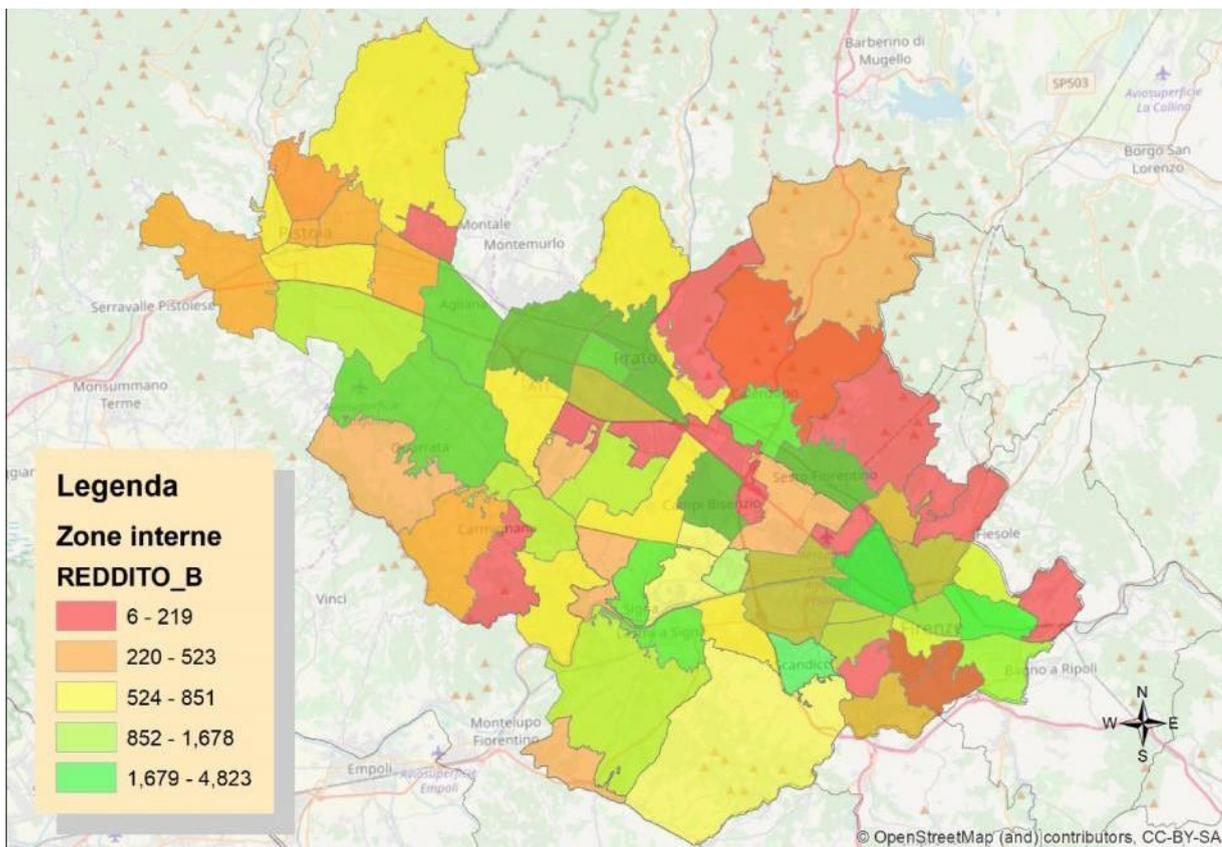
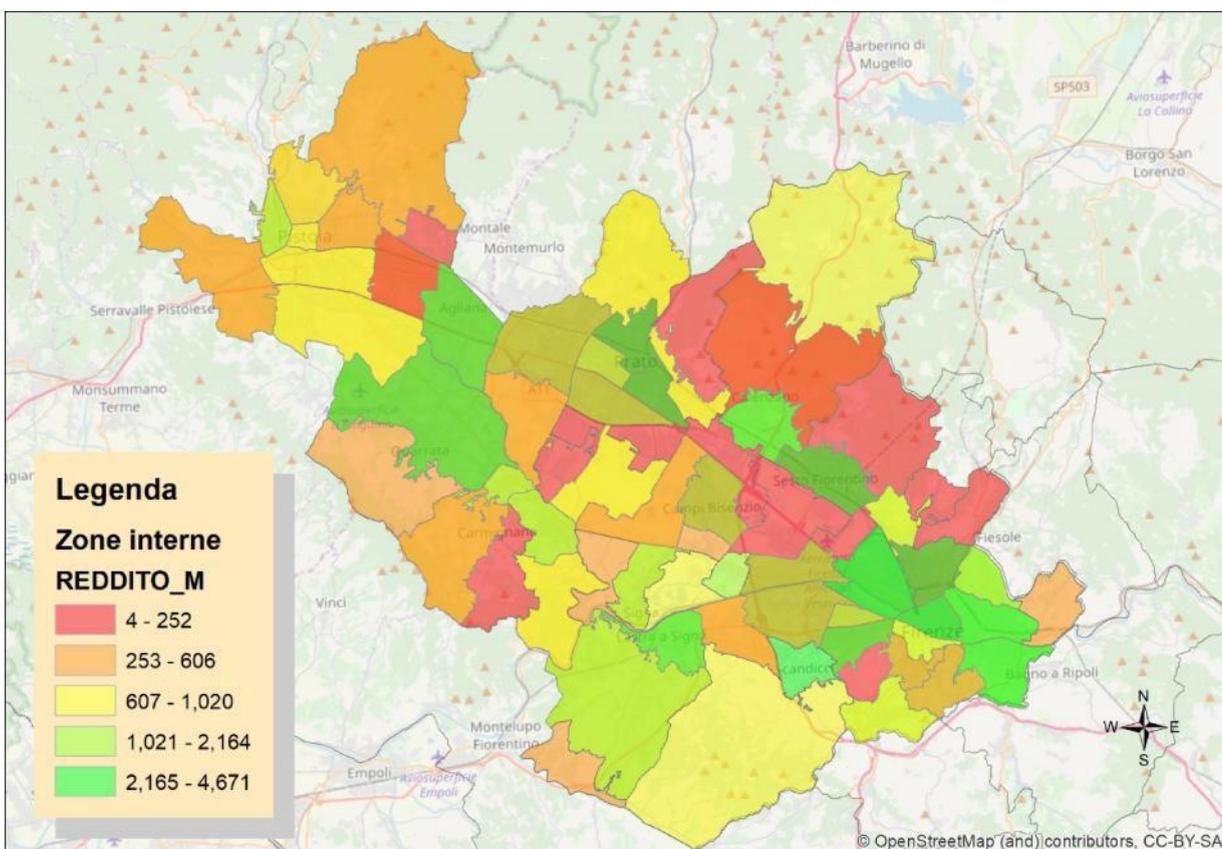


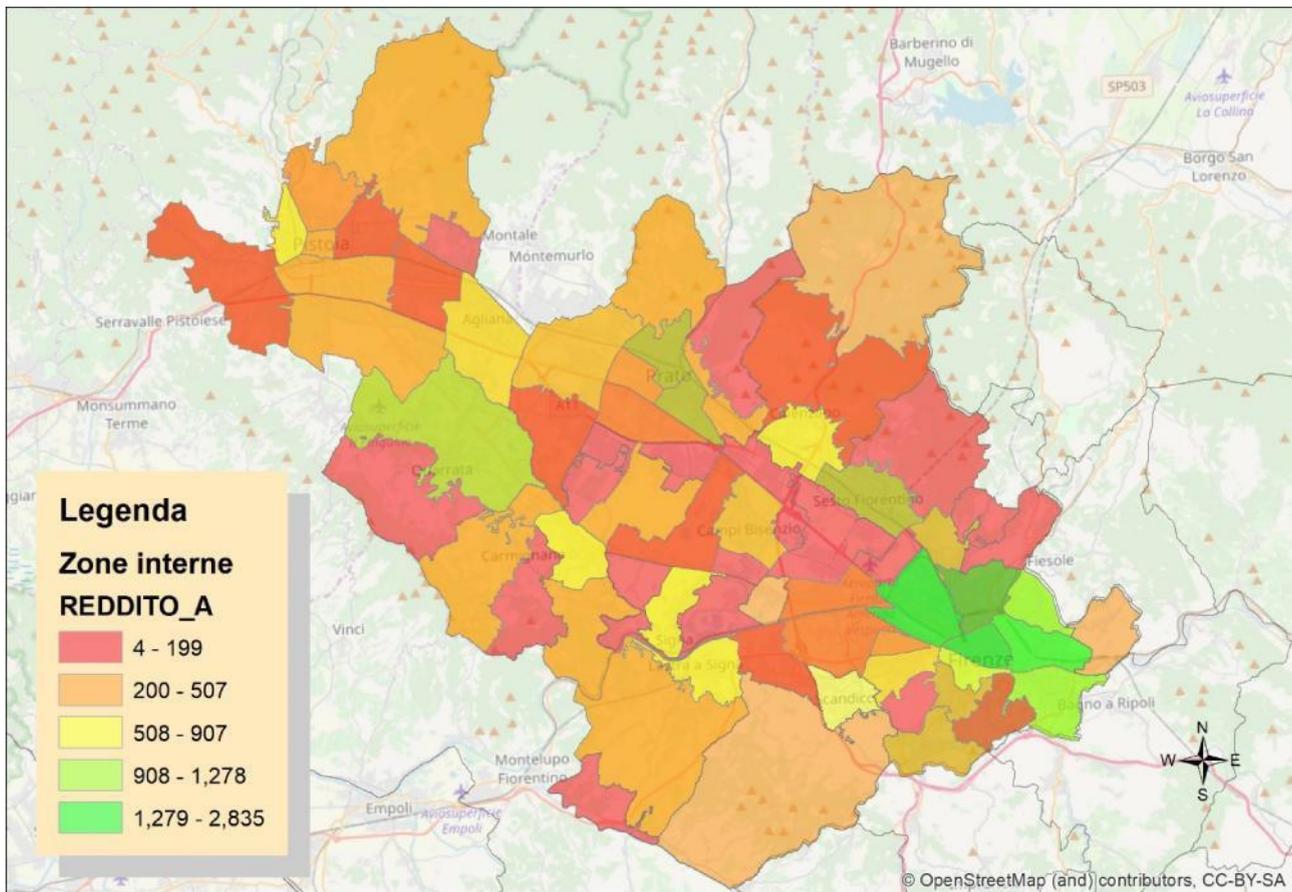
Figura 3 - La distruzione totale di famiglie con reddito nullo



*Figura 4 - La distribuzione totale di famiglie con reddito basso*



*Figura 5 - La distribuzione totale di famiglie con reddito medio*



*Figura 6 - La distribuzione totale di famiglie con reddito alto*

### 3.12 Attività

Successivamente si sono raccolti dati sulla presenza di addetti per attività, separando i macro-settori economici, ovvero terziario, produttivo e commerciale; quest'ultimo è stato ulteriormente suddiviso in GDO-Grande Distribuzione Organizzata (considerata come quelle attività con più di 20 addetti) e commercio di vicinato. Di seguito la distribuzione di queste attività nelle zone del modello.

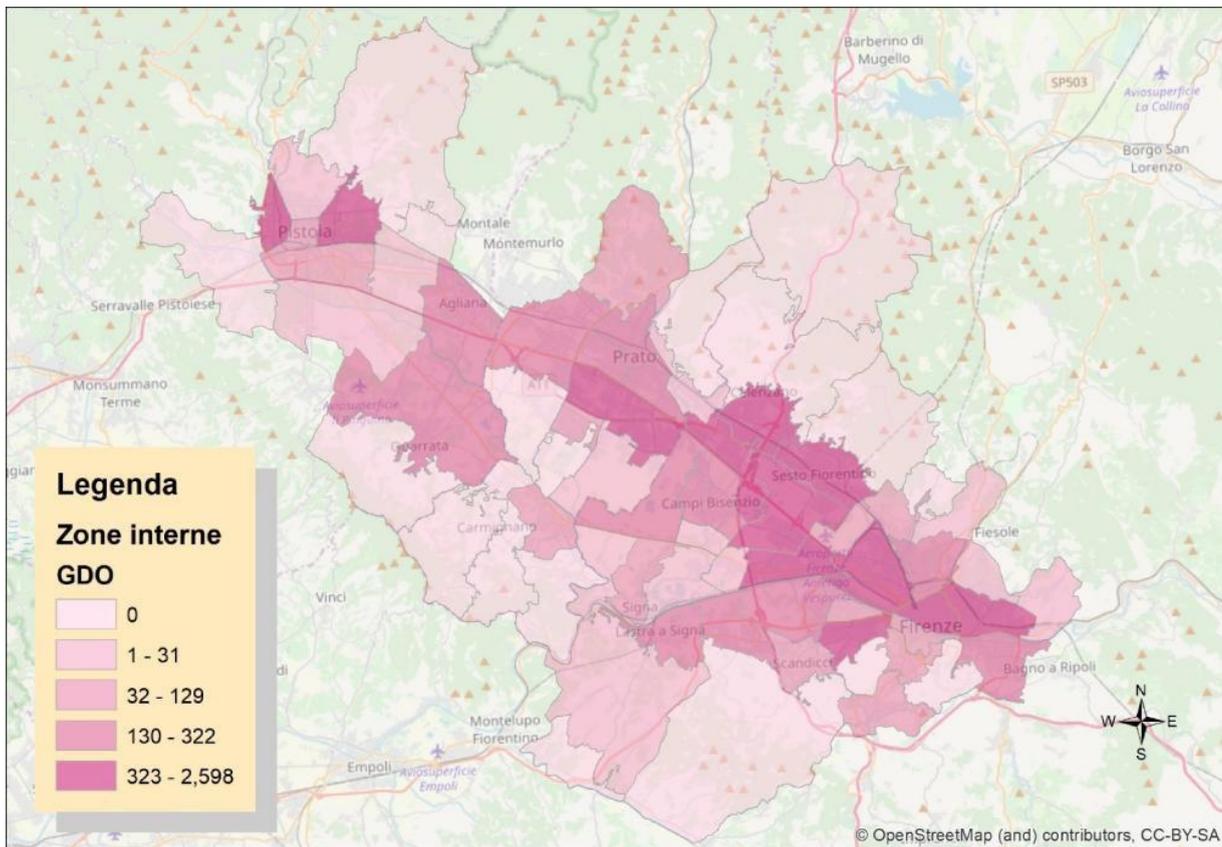


Figura 7 - La distribuzione totale di addetti nella Grande Distribuzione Organizzata

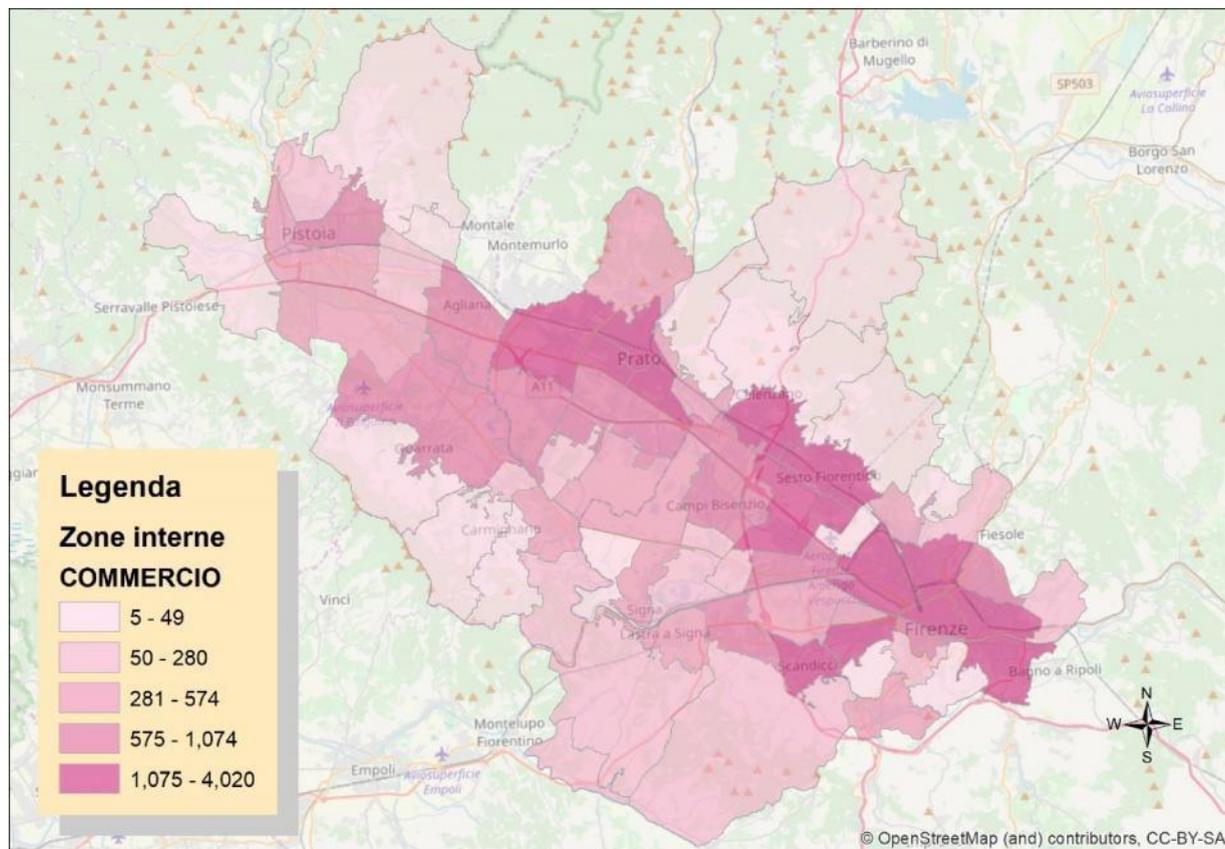


Figura 8 - La distribuzione totale di addetti nel commercio di vicinato (addetti <20)

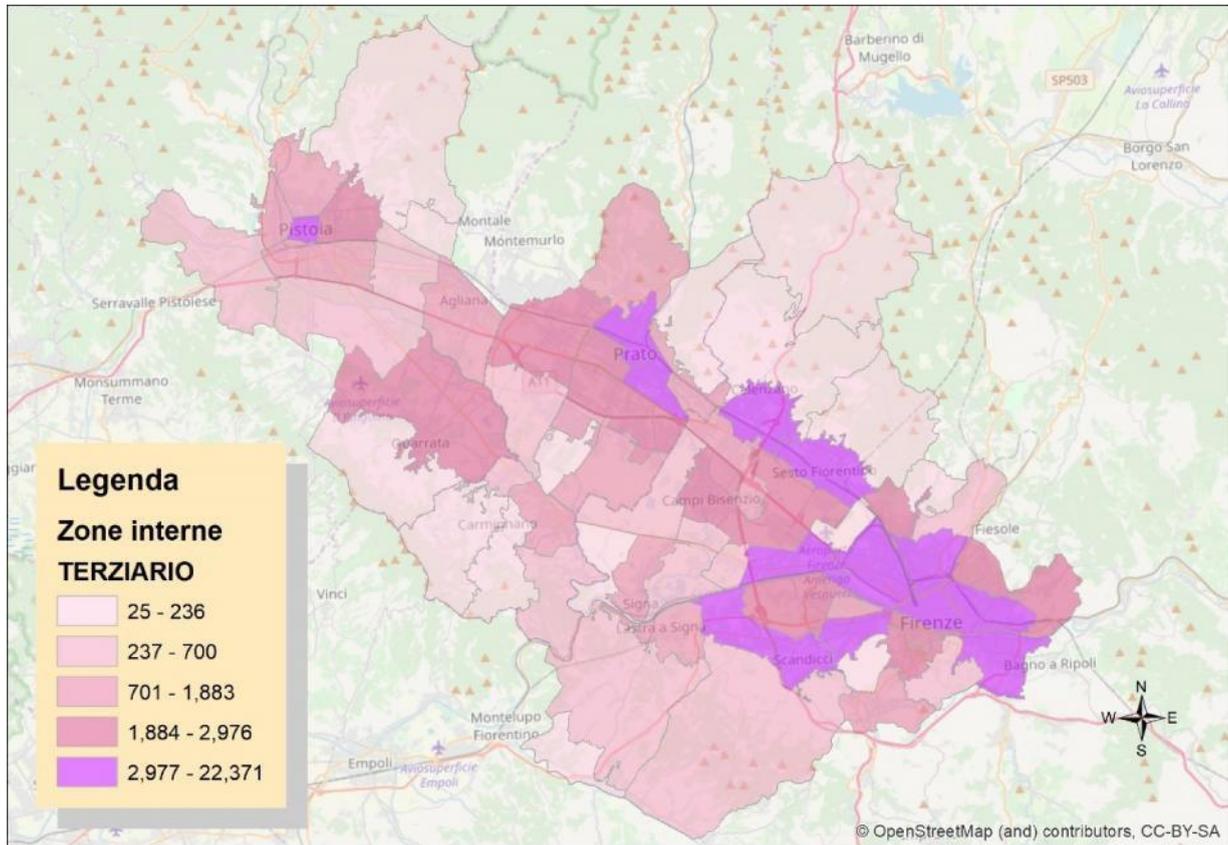


Figura 9 - La distribuzione totale di addetti nel settore terziario

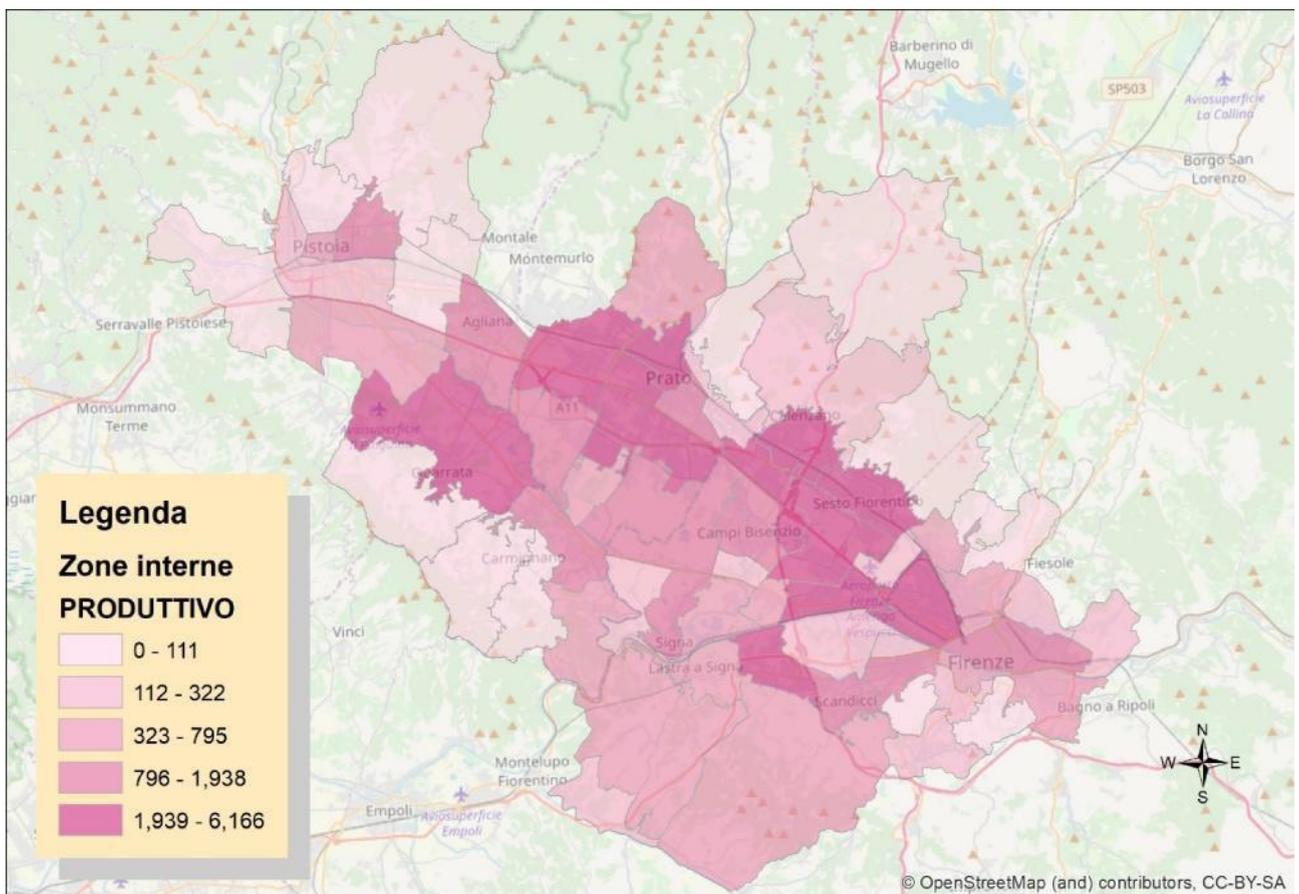
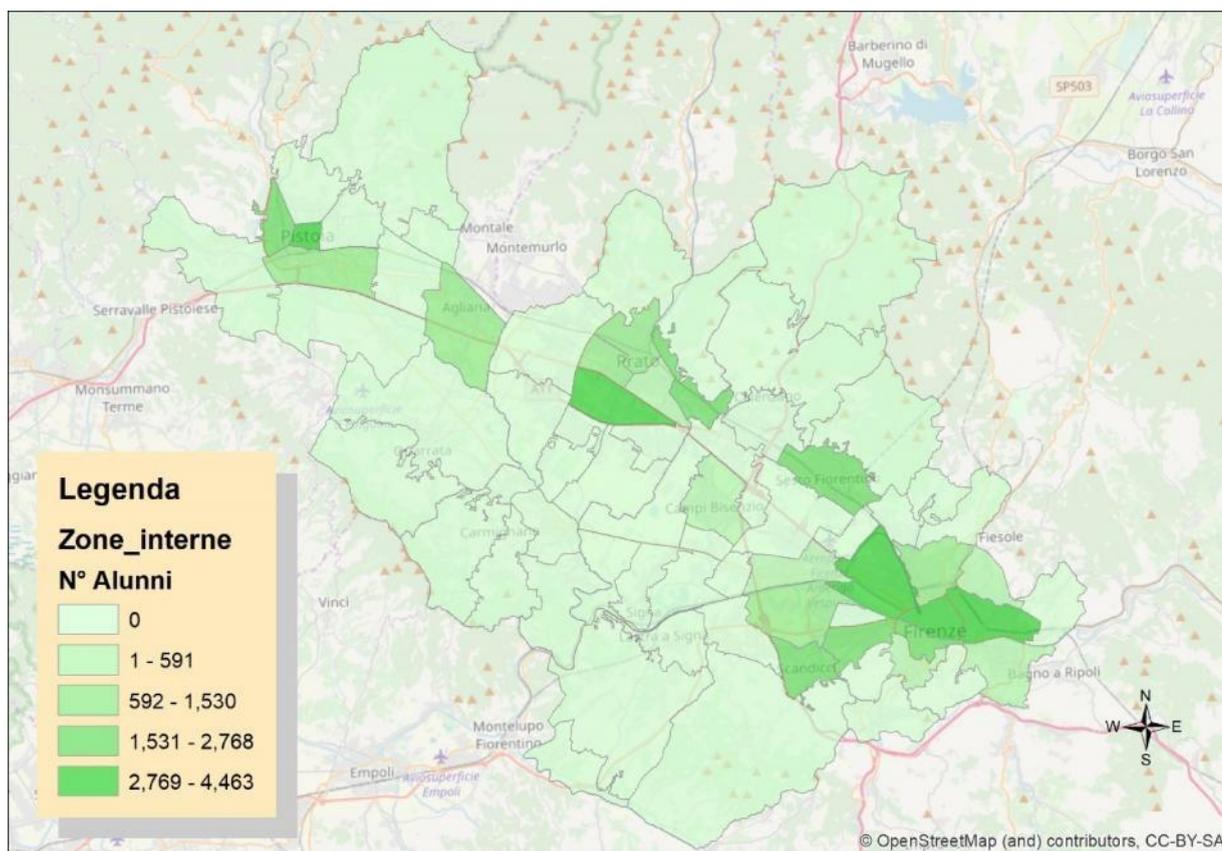


Figura 10 - La distribuzione totale di addetti nel settore produttivo

Per meglio quantificare alcuni settori si sono inserite anche la distribuzione di alunni/studenti per zona, la superficie di vendita totale della GDO ed una quantificazione dell'offerta/domanda turistica (n° strutture turistiche, n° posti letto e presenze turistiche annue). Di seguito si riportano tali informazioni.



*Figura 11 - La distribuzione totale di studenti delle scuole superiori*

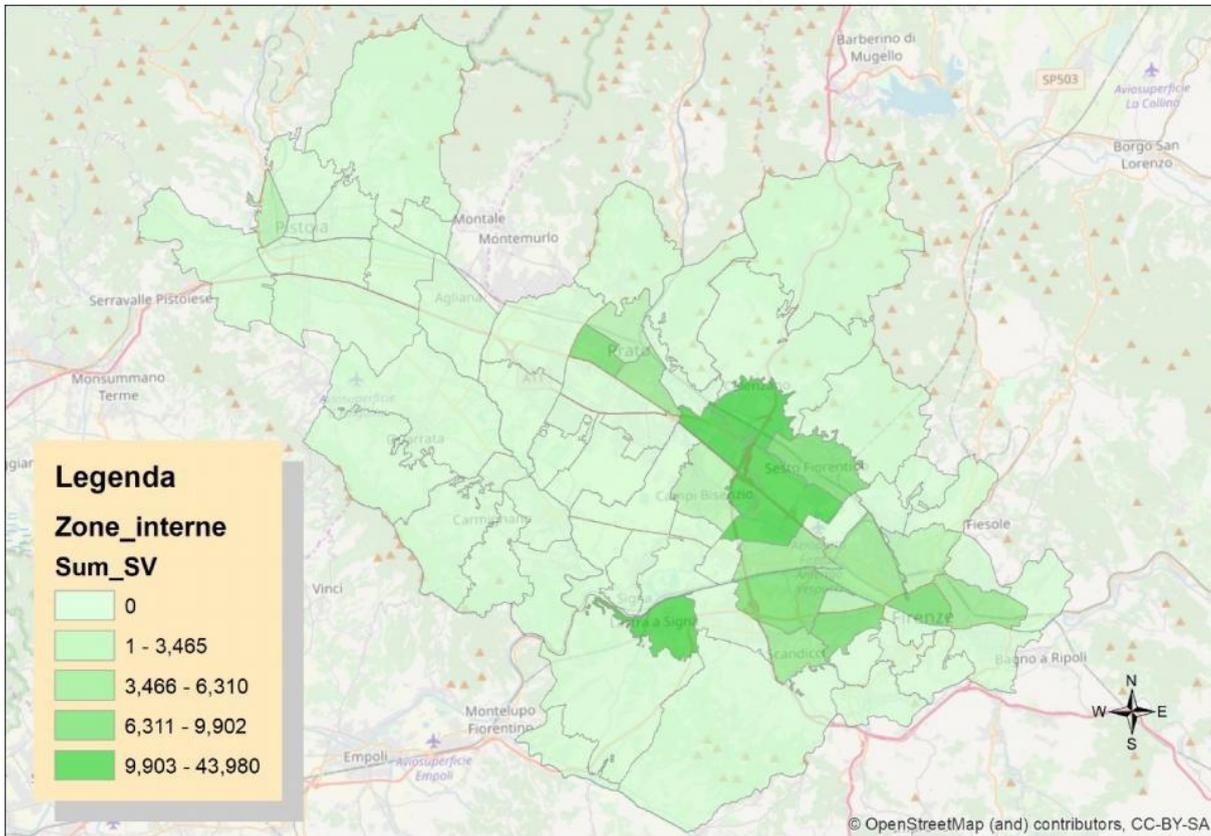


Figura 12 - La distruzione totale di superfici di vendita in strutture della GDO

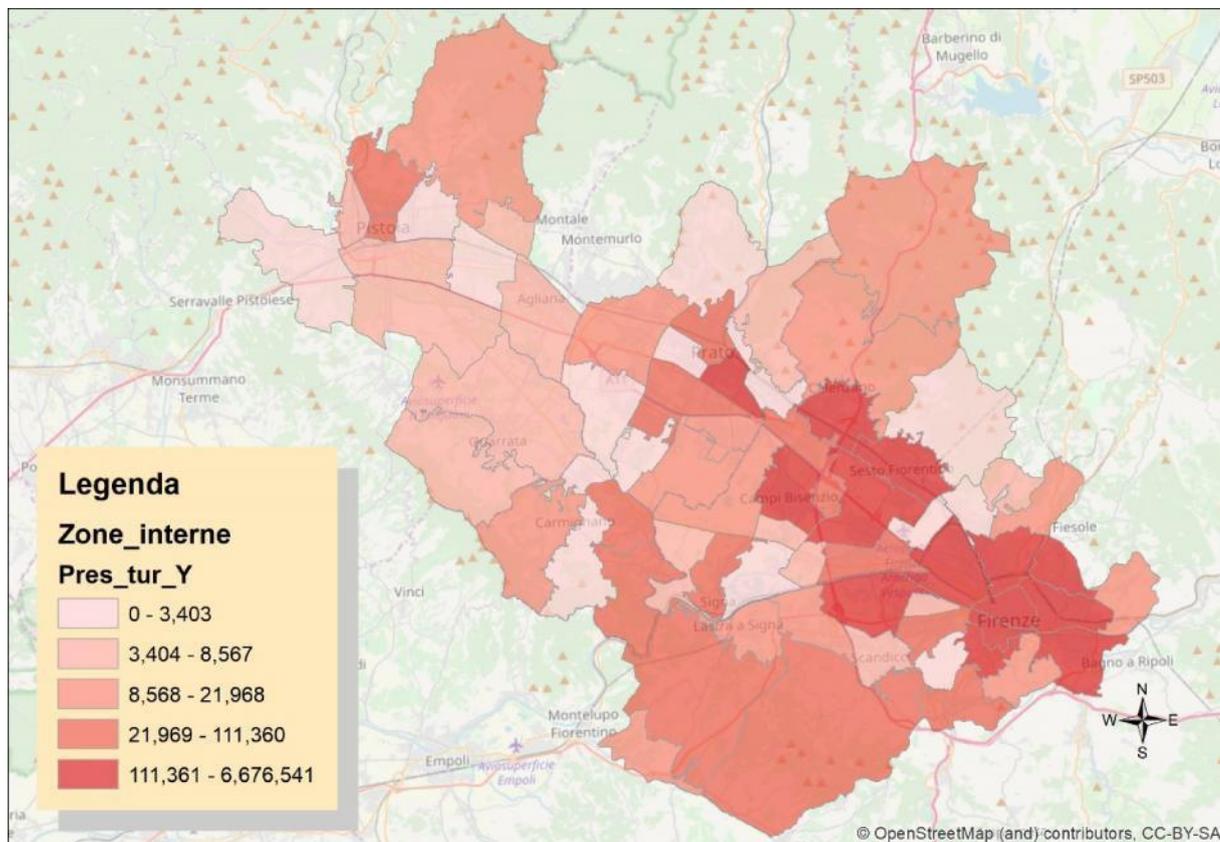
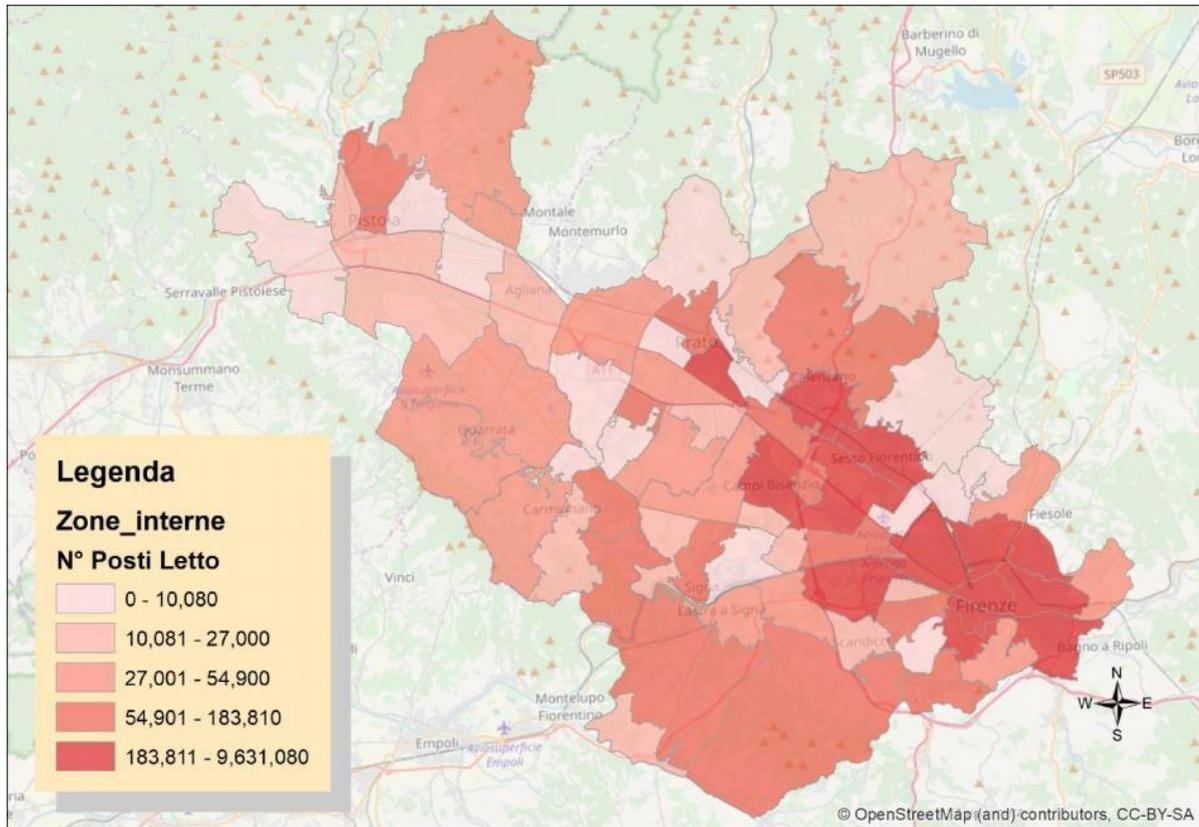


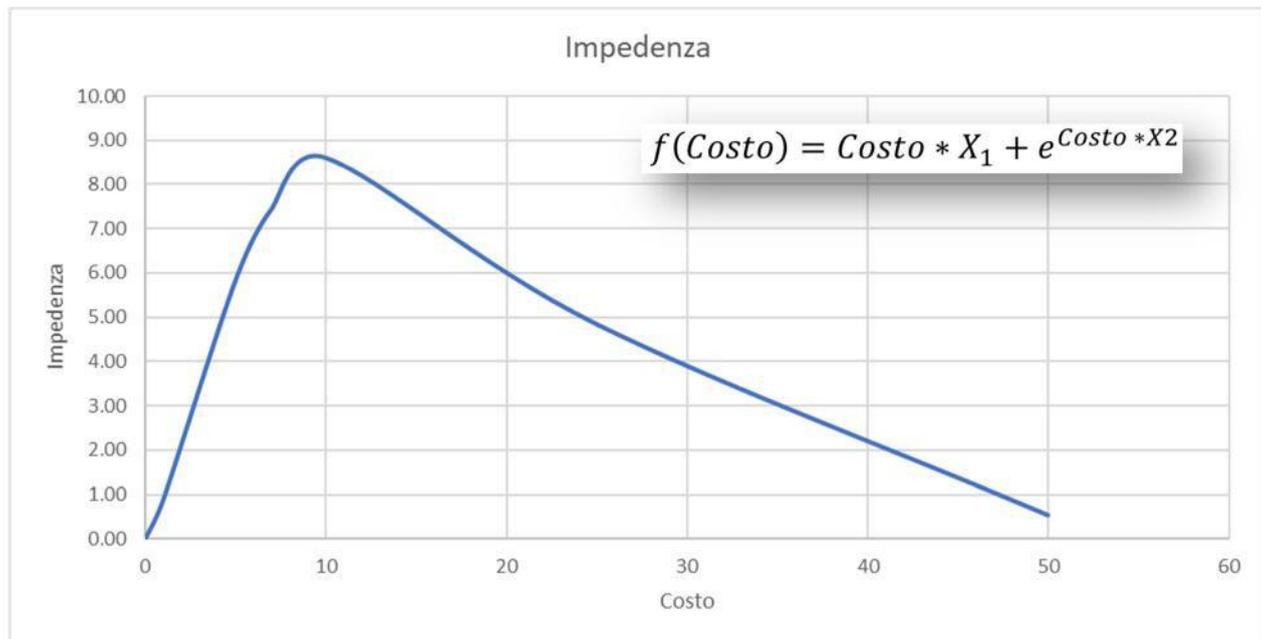
Figura 13 - La distruzione totale di superfici di vendita in strutture della GDO



*Figura 14 - La distribuzione totale di superfici di vendita in strutture della GDO*

### 3.2. COSTRUZIONE DEL MODELLO LUTI

Il primo passo nello sviluppo del modello è stato quello di calibrare la generazione e distribuzione del modello di trasporto, fasi che vanno ad influenzare, a seconda delle variabili utilizzate, la fase di simulazione dell'evoluzione degli usi del suolo. Inoltre, in relazione alla **funzione di impedenza**, si sono calibrati i parametri della stessa stabilendo una funzione crescente in modo rapido per costi bassi e decrescente al crescere dei costi, come illustrato in figura 15.



*Figura 15 - La distruzione totale di superfici di vendita in strutture della GDO*

In relazione al **modello di split modale**, si è ereditato il modello di scelta discreta elaborato dal Comune di Firenze in occasione della simulazione dell'impatto della rete tramviaria.

Prima di effettuare la calibrazione della generazione, si è aggiornata la matrice Origine-Destinazione relativa agli spostamenti privati, grazie ai dati raccolti dai sensori di traffico del Comune di Firenze, della regione Toscana e di Anas.

In figura 16 è riportata la parte del modello Cube che utilizza l'applicazione Analyst per effettuare tale ricalibrazione.

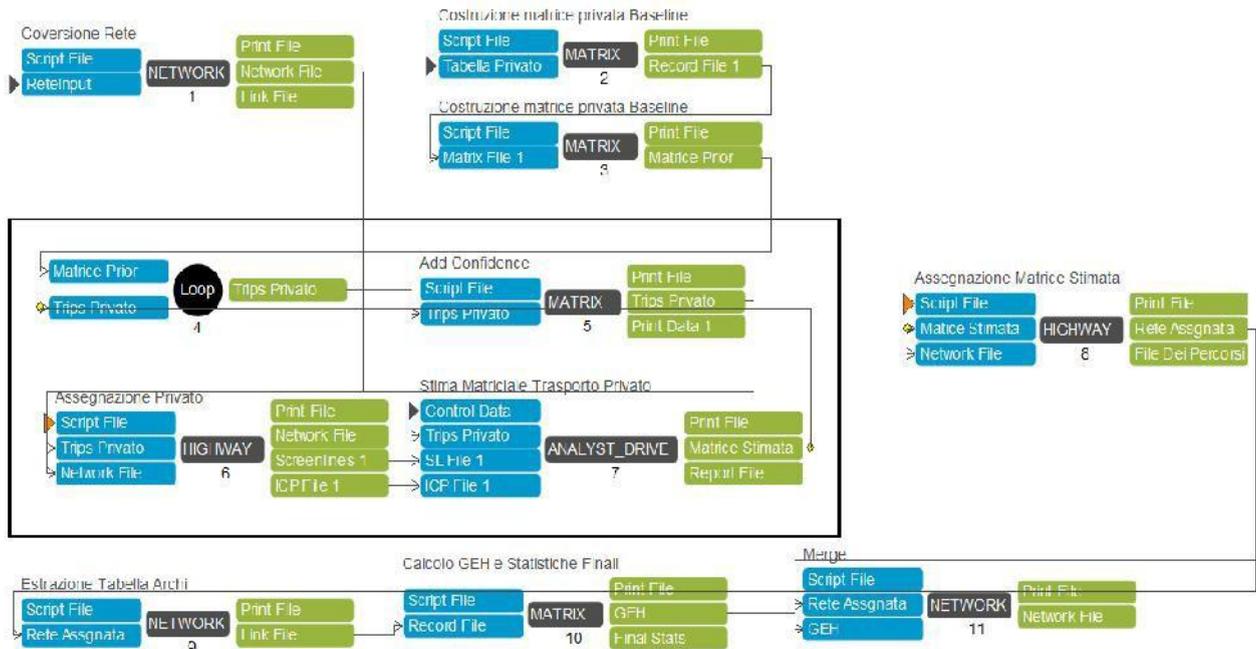


Figura 16 - La parte del modello con la ricalibrazione della matrice O/D privata

Per la **Generazione** si è modellato, rispetto agli attributi indicati nel primo paragrafo, i parametri sia in fase di attrazione che di produzione degli spostamenti, in relazione alle 71 zone interne.

Gli script di attrazione e produzione sono indicati di seguito:

```

PROCESS PHASE=ILOOP
; This phase performs a zonal loop (I=1,Zones). This phase is used to compute
productions (P[#]=) and
; attractions (A[#]=) by zone. Up to 20 P's and 20 A's can be computed in a single
run.

```

P0=3.4417

PB=3.8385

PM=7.4179

PA=7.4179

AC=9.368

AP=3.5955

AT=4.039

$$P[1]=Zi.1.REDDITO\_0*P0+Zi.1.REDDITO\_B*PB+Zi.1.REDDITO\_M*PM+Zi.1.REDDITO\_A*PA$$

$$A[1]=Zi.1.GDO*AGDO+Zi.1.COMMERCIO*AC+Zi.1.PRODUTTIVO*AP+Zi.1.TERZIARIO*AT$$

ENDPROCESS

PROCESS PHASE=ADJUST

; This phase is optional and if used is processed only once after the completion of the ILOOP phase.

; This phase is used to adjust and/or balance the final trip productions and attractions.

BALANCE NHB=1

ENDPROCESS

In relazione alla **Distribuzione**, la calibrazione è avvenuta sviluppando uno script che genera, sulle matrici calcolate, la distribuzione di spostamenti per fasce di 5 chilometri (incrociando la matrice delle distanze), in modo da confrontare le matrici originarie con quelle simulate mediante generazione → distribuzione. In figura 17 la parte di modello relativa con l'output TLD costituito dal vettore con gli spostamenti per fasce chilometriche e successivamente lo script utilizzato in Cube.

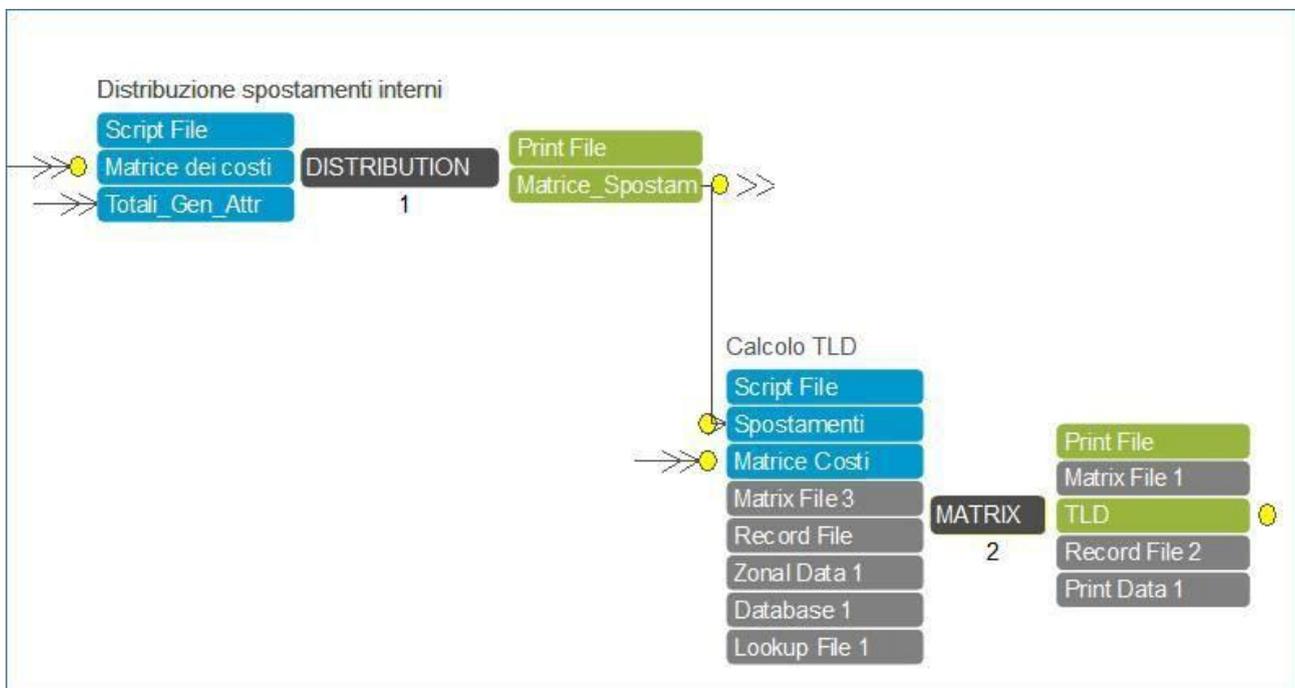


Figura 17 - La parte del modello con la ricalibrazione della matrice O/D privata

$mw[1]=mi.1.1$  ; Matrice spostamenti

$mw[10]=mi.2.2$  ; Matrice Distanze

Intervallo=5 ; Intervalli di 5 KM

$N\_Intervalli=20$  ; 20 intervalli da 5 KM

array Spostamenti=20 ; coerente con il numero degli intervalli ( $N\_Intervalli$ )

jloop

IF( $MW[10]=0$ )  $MW[10]=0.001$

group = min(int( $mw[10]/Intervallo$ )+1, $N\_Intervalli$ ); faccio ricadere il valore della di

stanza nel gruppo ad esempio 6km ricade nel gruppo 5-10

$Spostamenti[group]=Spostamenti[group]+mw[1]$

```

endloop
if (i=zones)
  loop group=1,N_Intervalli
    ro.Distanza=group*Intervallo
    ro.Spostamenti=Spostamenti[group]
    write reco=1
  endloop

```

Successivamente si sono caricate sul modello tutte le linee di trasporto pubblico su ferro e su gomma, calcolando la frequenza equivalente ‘giornaliera’ di ciascuna linea.

In totale sono state inserite circa 400 diversi percorsi. In figura 18 la rappresentazione di tali percorsi e, in figura 19 alcune simbologie relative ai saliti/discesi, per la linea su gomma 360A3, derivanti dalla fase di assegnazione (rappresentata in figura 20 nel modello).



*Figura 18 - Le linee del trasporto pubblico caricate*

In figura 19 sono rappresentati nella mappa in verde chiaro i saliti, in blu i discesi ed in verde mare i presenti a bordo del veicolo mentre il grafico rappresenta il profilo dei saliti/discesi sulla linea, che segue la stessa legenda di colori.

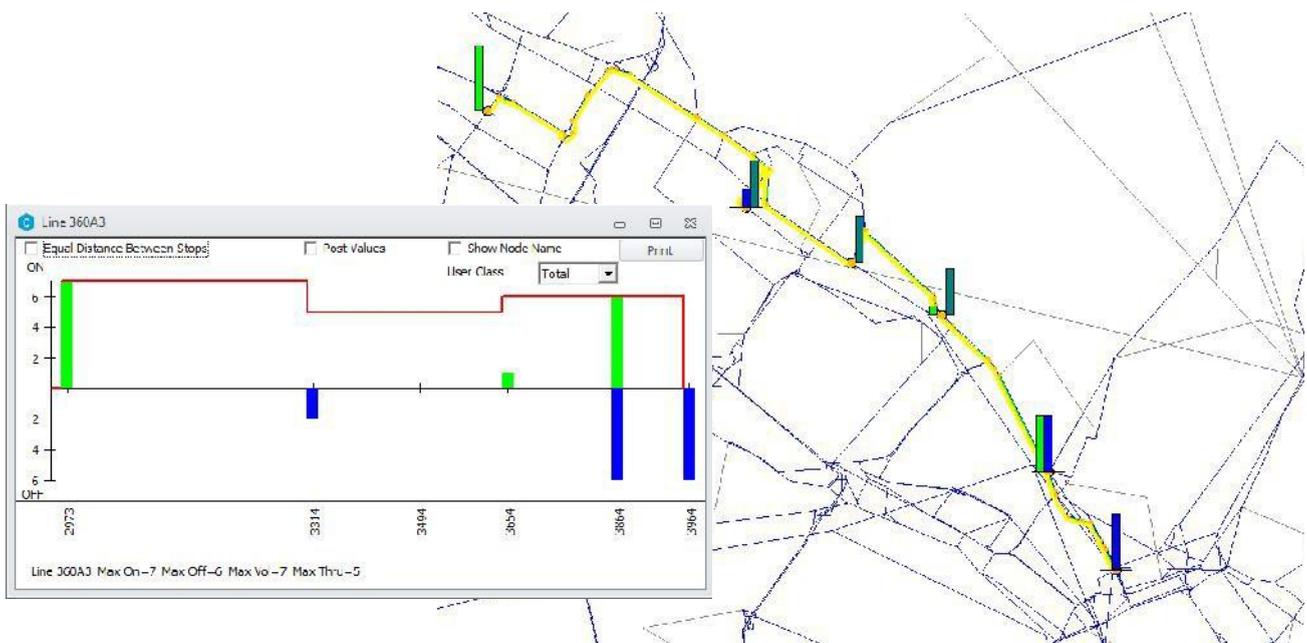


Figura 19 - Alcuni grafici sui risultati dell'assegnazione multimodale

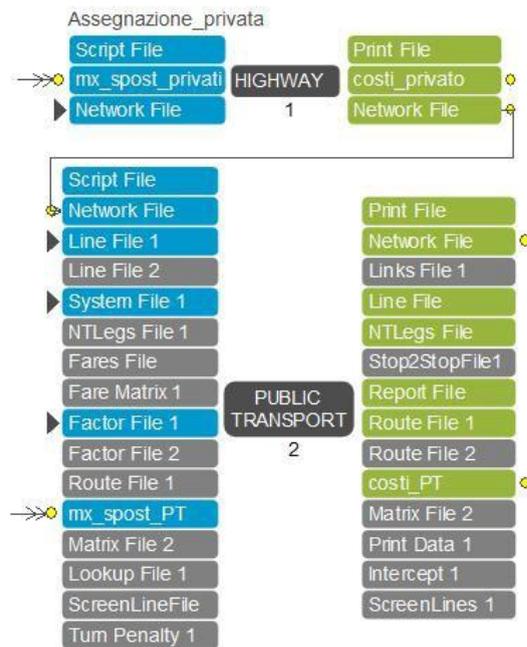


Figura 20 - La parte del modello relativa all'assegnazione multimodale

Si ricorda come i costi del servizio di Trasporto Pubblico siano stati inseriti per fasce chilometriche a partire dalle tariffe attuali sia per il servizio su gomma che per quello su ferro. Tale attività permetterà, in un futuro, di verificare l'impatto di modifiche ai costi dei servizi di trasporto pubblico, ampliando l'ambito di supporto decisionale del modello costruito.

Successivamente sono stati inseriti nel modulo di Land Use tutti gli attributi richiesti dal SW Cube. Si riporta in figura 21 il modulo di simulazione dell'evoluzione degli usi del suolo.

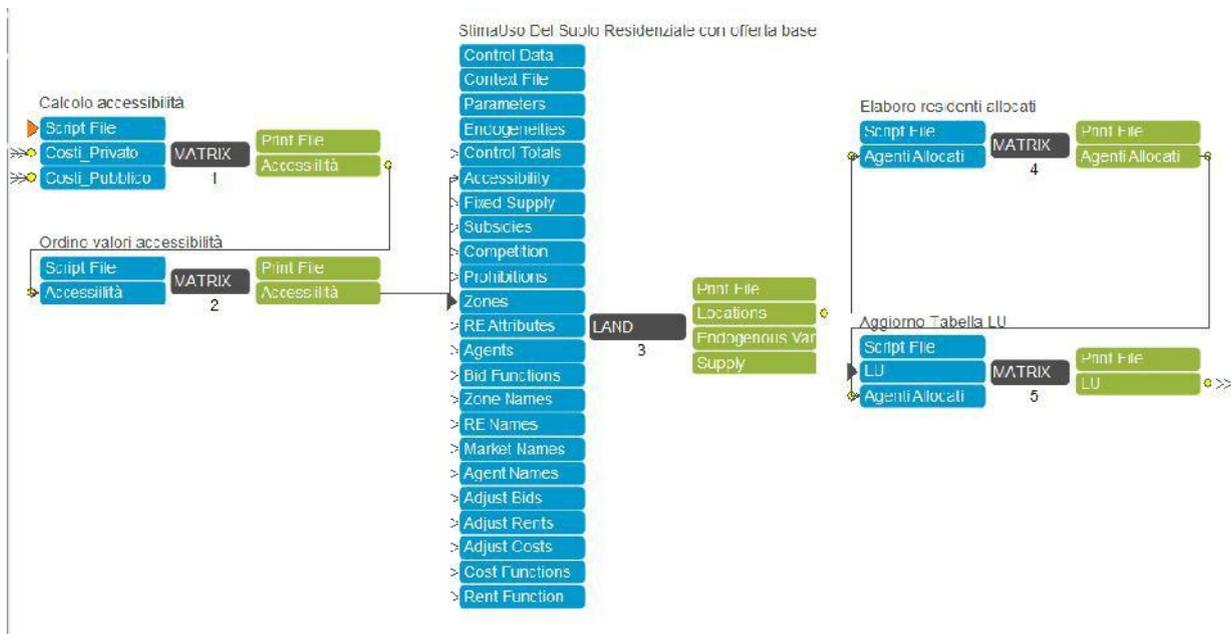


Figura 21 - La parte del modello relativa alle simulazioni degli usi del suolo

In figura 22 si riporta il modello costruito nel suo complesso con tutti i sub-moduli descritti precedentemente.

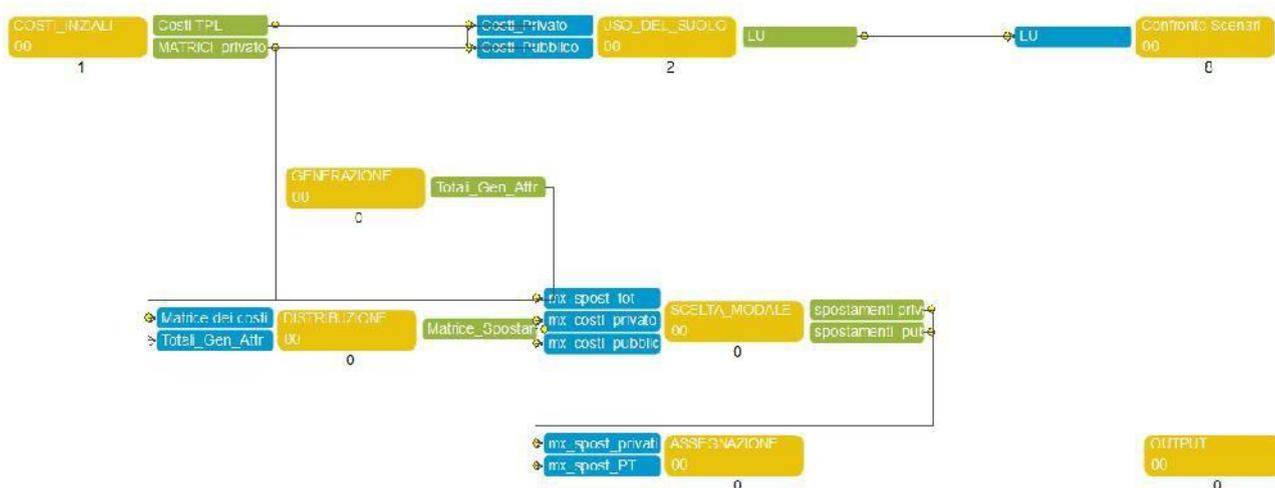
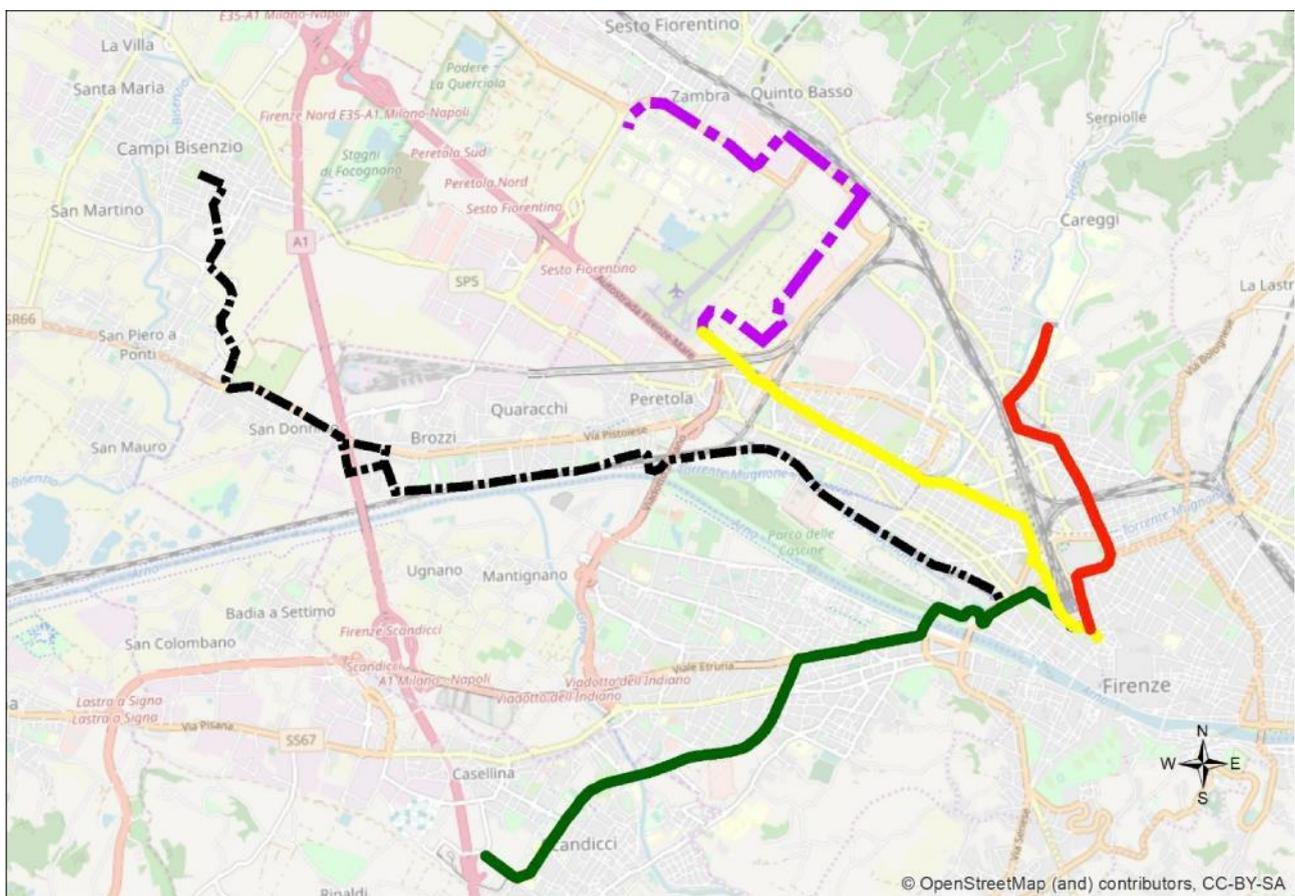


Figura 22 – Il modello LUTI costruito nella schermata generale con tutti i moduli sviluppati

### 3.3 SIMULAZIONE DI SCENARI EVOLUTIVI

Il primo passo nello sviluppo delle simulazioni è stato quello di disegnare alcuni scenari, unendo diverse azioni di Piano previste (sia a livello regionale, provinciale che comunale) e raccolte tutte grazie al lavoro dell'Arch. Alberti dell'Università di Firenze.

In questa sede mostriamo i risultati delle simulazioni dell'impatto sulla distribuzione della popolazione dovuto all'entrata a regime delle linee della tramvia (rappresentate in figura 23).



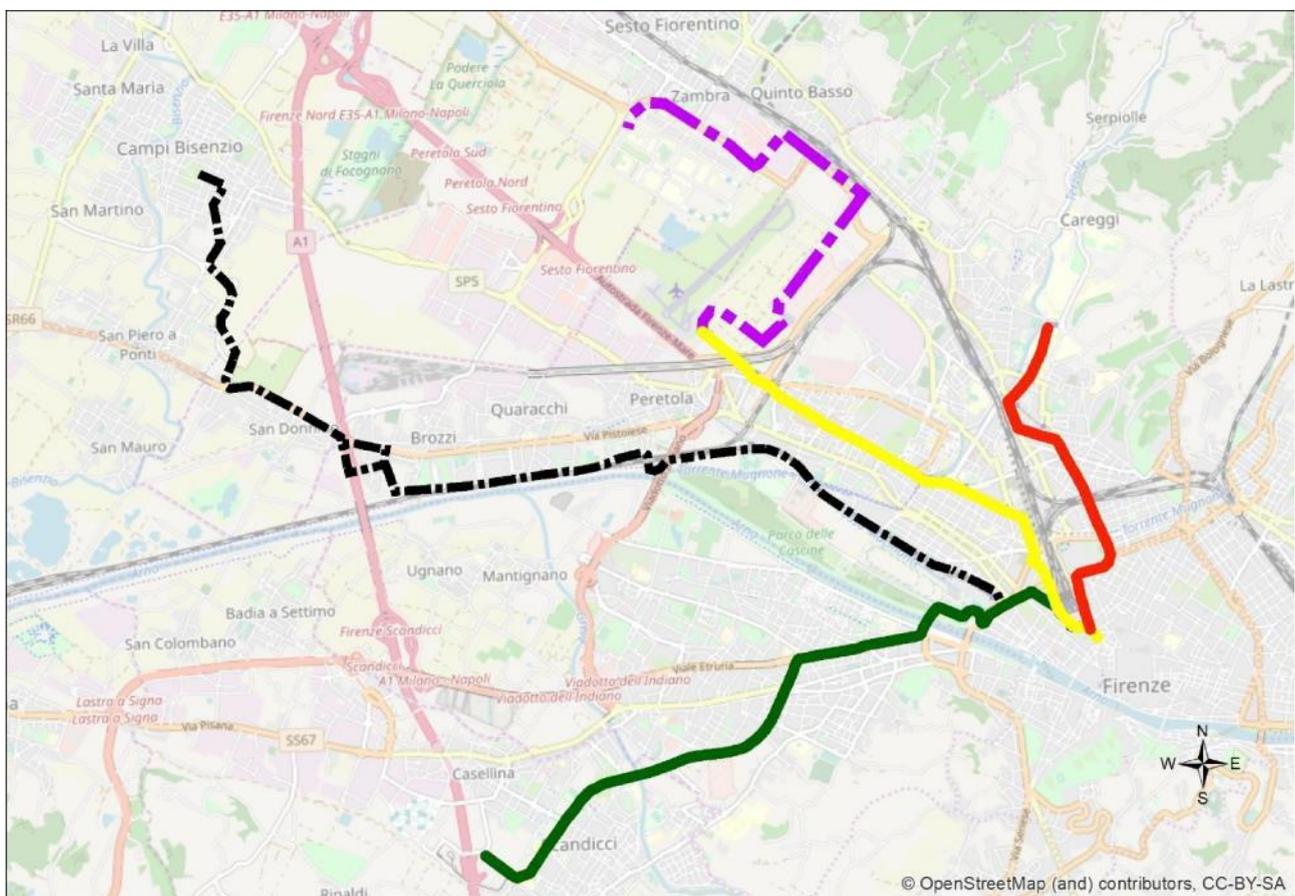
*Figura 23 - Le linee della tramvia simulate*

La simulazione ha visto l'incremento dell'accessibilità al centro di Firenze, rispetto al resto dell'area, con dinamiche demografiche coerenti con tale variazione: un aumento dell'attrattività delle aree periferiche che godono di maggiore accessibilità al centro storico.

### 3.3 SIMULAZIONE DI SCENARI EVOLUTIVI

Il primo passo nello sviluppo delle simulazioni è stato quello di disegnare alcuni scenari, unendo diverse azioni di Piano previste (sia a livello regionale, provinciale che comunale) e raccolte tutte grazie al lavoro dell'Arch. Alberti dell'Università di Firenze.

In questa sede mostriamo i risultati delle simulazioni dell'impatto sulla distribuzione della popolazione dovuto all'entrata a regime delle linee della tramvia (rappresentate in figura 23).



*Figura 23 - Le linee della tramvia simulate*

La simulazione ha visto l'incremento dell'accessibilità al centro di Firenze, rispetto al resto dell'area, con dinamiche demografiche coerenti con tale variazione: un aumento dell'attrattività delle aree periferiche che godono di maggiore accessibilità al centro storico.