

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, EDILE E AMBIENTALE
Department Of Civil, Environmental and Architectural Engineering

Corso di Laurea in Ingegneria Civile



TESI DI LAUREA

**LA RELAZIONE TRA IL SISTEMA DI TRASPORTO E LA
FORMA URBANA: DEFINIZIONE E ANALISI
CONCETTUALE DELLA CITTÀ DELL'ORA**

Relatore: Chiar.mo PROF. RICCARDO ROSSI
Correlatori: ING. RICCARDO CECCATO

Laureando: ALESSANDRO MURONI

ANNO ACCADEMICO 2025-2026

Sommario

I. Analisi della letteratura sulla mobilità urbana.....	8
I a. Il Travel Time Budget.....	8
I b. Confronto tra i risultati di vari studi	10
I c. Implicazioni del Time Travel Budget e la Città dell’Ora	14
I c a. La città dell’ora	14
II. L’evoluzione storica della forma urbana in funzione della Città dell’Ora	15
II a. La relazione tra TTB e centro urbano.....	15
II b. Le prime città	16
II c. Dai piedi alle rotaie: Londra dal 1800 al 1950	18
II d. Dalle rotaie alla gomma: la suburbanizzazione nella seconda metà del ‘900	23
III. Prospettive di sviluppo della forma urbana in relazione alla mobilità	24
III a. Il TTB nel futuro	24
III b. Ecommerce, smart working e la pandemia	25
III b a. Le ipotesi	25
III b b. Il test sul campo	26
III c. Scenari futuri: Transit Oriented Development e la città dei 15 minuti	28
III c a. Scenari di sviluppo	28
III c b. Aumentare la densità urbana	28
III c c. La Città dell’Ora del futuro	29
IV. Il caso veneto: la Città dell’Ora nel contesto del quadrilatero Veneto Centrale.....	31
IV a. Il caso veneto	31
IV b. Il pendolarismo in Veneto	31
IV c. Il quadrilatero del Veneto Centrale.....	38
IV c a. Padova	39
IV c b. Treviso	40
IV c c. Castelfranco Veneto	43
IV c d. Venezia	45
IV c e. La conurbazione del Veneto Centrale	47
V. Scenari di urbanizzazione del Veneto Centrale	49
V a. Le conseguenze della Città dell’Ora nel caso veneto.....	50
V b. Il Sistema Ferroviario Metropolitano Regionale	50
V c. Il futuro.....	53
Bibliografia	58

I. Introduzione

A partire dalla rivoluzione industriale, il modo di vivere della popolazione globale è cambiato radicalmente, andando incontro ad una progressiva e rapidissima urbanizzazione. Dopo millenni in cui le città erano racchiuse da mura, nel corso di appena due secoli le città sono esplose oltre questi primi limiti, per poi modificarsi sempre più rapidamente nella loro struttura.

Dagli anni '60 si è poi affermato l'utilizzo dell'automobile, che ha portato alla nascita della mobilità di massa come intesa oggi. Tuttavia, fin da subito, ed oggi ancor più, si sono notate le esternalità negative derivanti dall'utilizzo massiccio del mezzo privato.

Soprattutto con l'inasprirsi della crisi climatica, si è fatta strada nella coscienza pubblica la necessità di dover trasformare il modo di muoversi in modo che sia più verde e sostenibile, guardando ad alternative quali le auto elettriche ma soprattutto il trasporto pubblico, per rimuovere anche le altre esternalità negative del trasporto privato, come il traffico.

Spesso sembra difficile poter abbandonare il mezzo privato, come se le città stesse fossero progettate intorno all'utilizzo dell'automobile. Ci si può allora porre la domanda: qual è la relazione tra la forma urbana e i suoi sistemi di trasporto?

A prima vista, si può pensare che il sistema di trasporto dipenda dalla forma urbana. Può sembrare chiaro che ad esempio le reti autostradale e ferroviaria siano state progettate per far fronte ad una domanda di mobilità già esistente. Spesso però le infrastrutture progettate e dimensionate in risposta ad una domanda di mobilità si trovano poi ad operare oltre il loro carico massimo, come se l'esistenza di un'offerta di trasporto generasse la domanda.

Già nel XIX secolo venne proposta l'esistenza di un Travel Time Budget, un arco di tempo allocato nella propria giornata dalla popolazione entro il quale vengono svolti gli spostamenti. Negli anni '70, venne proposto che questo potrebbe avere un valore di circa un'ora, dando origine al concetto di Città dell'Ora. Se verificato, questo concetto avrebbe conseguenze molto forti sull'urbanistica e la pianificazione dei sistemi di trasporto.

Lo scopo della tesi sarà infatti di verificare questa relazione, tramite un'analisi della letteratura sull'argomento; saranno poi indicate tutte le conseguenze derivanti da tale vincolo, analizzati gli effetti sulla forma urbana nella storia recente e possibili scenari futuri, in particolare riguardo l'utilizzo del Travel Time Budget e delle sue conseguenze come strumento di pianificazione nella transizione verso la mobilità sostenibile.

Nella seconda parte della tesi, sarà discusso l'effetto di tale vincolo sul Quadrilatero del Veneto Centrale, la conurbazione formata da Padova, Castelfranco Veneto, Treviso e Venezia. Se le ipotesi risulteranno verificate, si potrà discutere le potenziali applicazioni delle conseguenze del Travel Time Budget allo scopo di potenziare il trasporto pubblico e la mobilità dolce (ovvero spostamenti a piedi o in bicicletta) nell'area considerata.

II. Analisi della letteratura sulla mobilità urbana

II a. Il Travel Time Budget

Nel secondo dopoguerra, con la rapida urbanizzazione e suburbanizzazione nel mondo occidentale e l'esplosione nell'uso dell'automobile privata, si andò rapidamente a constatare come i modelli di traffico tradizionali non fossero capaci di modellare in modo accurato i recenti cambiamenti nel comportamento dei viaggiatori (Mokhtarian e Chen, 2003).

Questi modelli tradizionali fallivano per vari motivi.

Nel caso dei modelli disaggregati, ovvero i modelli basati sulle preferenze personali dei singoli individui, la grande mole di dati e variabili necessari ne rendevano l'utilizzo difficoltoso (Zahavi, 1974).

Nel caso dei modelli aggregati, ovvero i modelli basati sull'analisi di variabili socioeconomiche medie nell'area in esame (Zahavi, 1974), la criticità era lo stesso modello a quattro stadi; per sua stessa natura, questo è un modello statico (Mokhtarian e Chen, 2003)(Meneguzzer, 2016), ovvero, per via della necessità di separare la modellazione in base allo scopo degli spostamenti (Meneguzzer, 2016) questo è poco indicato per valutare cambiamenti nel comportamento della domanda di trasporto nel tempo (Mokhtarian e Chen, 2003).

Pur esistendo metodi grossolani per valutare l'evoluzione della domanda nel tempo usando il modello a quattro stadi (Meneguzzer, 2016), questo tipo di modello tradizionale tende comunque a mantenere nel tempo le condizioni attuali (Zahavi, 1974).

A partire dall'inizio degli anni '60 si cercò quindi di trovare delle caratteristiche comuni nel comportamento della domanda di trasporto, allo scopo di poter creare un modello di traffico che rimanesse applicabile in realtà urbane differenti su archi di tempo utili alla pianificazione a lungo termine (Mokhtarian e Chen, 2003).

Fin da subito venne considerata la possibilità che il fattore principale nel comportamento dei viaggiatori fosse la quantità di tempo che essi erano disposti ad usare per spostarsi.

Tanner nel 1961 propose che il tempo totale utilizzato mediamente fosse stabile (Mokhtarian e Chen, 2003); il concetto non era nuovo, e l'interazione tra soglia di utilizzo del tempo e velocità dello spostamento era già stata considerata dal XIX secolo in relazione allo sviluppo spaziale dei centri urbani (Zahavi, 1974).

Si può allora dare una definizione del concetto di Travel Time Budget (TTB): questo postula che per ogni viaggiatore, in un periodo di 24 ore solo un certo periodo di tempo sarà allocato agli spostamenti, e che questo periodo di tempo è relativamente stabile (Zahavi, 1974)(Ahmed e Stopher, 2004)(Joly, 2004).

Ben presto venne realizzato che tale concetto, se fondato, avrebbe avuto implicazioni molto profonde nel campo della pianificazione dei trasporti, ben oltre la modellazione del traffico veicolare (Ahmed e Stopher, 2004).

Nel 1973 venne definita la potenziale relazione tra forma urbana, TTB e velocità dei mezzi di trasporto disponibili (Velona, 1973, citato in Zahavi, 1974), venne ipotizzato che la spesa generalizzata di tempo e denaro per gli spostamenti è costante in tutte le fasce di reddito (Goodwin, 1973, citato in Zahavi, 1974) e venne dimostrato che il TTB automobilistico è

stabile nelle città con un tasso di motorizzazione superiore al 10% (Zahavi, 1973a, citato in Zahavi, 1974)(Zahavi, 1973b, citato in Zahavi, 1974).

Proprio allo scopo di verificare queste ipotesi basandosi su dati empirici, un primo studio fondamentale sull'argomento venne prodotto da Yacov Zahavi per conto della Federal Highway Administration nello stesso 1973 (Zahavi, 1974).

II b. Confronto tra i risultati di vari studi

Nel suo studio del 1973, Zahavi andò a confrontare le modalità e i tempi medi di viaggio giornalieri per varie città americane nel corso degli anni '60. Scegliendo 21 studi adatti allo scopo, andò a verificare ore e miglia di viaggio per veicolo, il tempo di viaggio medio e la velocità media, sia analizzando le singole città sia confrontando più città tra loro (Zahavi, 1974).

TABLE 1.1
SUMMARY OF DAILY TRAVELTIMES

No.	Study Area	Study Year	Population	Traveltime (Hours)		
				Auto	Vehicle	Vehicle/ Auto
1	Tri-State	64	16,303,000	0.97		1.10
2	Los Angeles	60	7,595,834	0.80	0.89	0.98
3	Baltimore	62	1,607,980	0.67	0.90	
4	Cincinnati	65	1,391,869	0.83		
5	Kansas City	57	960,568	0.87		
6	Indianapolis	64	762,900	0.95		
7	S.E. Virginia	62	602,018	0.84		
8	Oklahoma City	65	574,013	0.77		
9	Springfield	65	532,188			0.92
10	Salt Lake City	60	394,286	0.74		
11	Orlando	65	355,619	0.70		0.78
12	St. Petersburg	62	261,933	0.76		
13	Peoria	64	260,826		0.93	
14	Baton Rouge	65	245,076		0.76	0.84
15	Knoxville	62	241,810	0.63		
16	Pulaski	64	222,652	0.78	0.80	
17	South Bend	67	222,110	1.02		
18	Columbia	65	195,173	0.67		
19	Monroe	65	96,530	0.71		1.04
20	Fort Smith	65	80,119	0.88		
21	Rapid City	63	73,459	0.57		
W	Washington, D.C.	68	2,562,025	0.85		
Average Traveltime				0.79	0.86	0.94

Figura 1: Sommario dei tempi di viaggio in diverse città analizzate (Zahavi, 1974)

Da questa prima analisi emersero vari risultati rilevanti. I più importanti furono che il tempo di viaggio giornaliero in automobile risultava essere stabile, intorno ad 1 ora, e che gli automobilisti usavano il tempo guadagnato dalla crescita della velocità di viaggio andando a viaggiare di più (Zahavi, 1974).

Molto importanti furono anche l'esistenza di un TTB giornaliero specifico per viaggiatore, e l'esistenza di una classifica degli scopi di viaggio (vale a dire, l'esistenza di viaggi a cui il viaggiatore è disposto a rinunciare se aumentano i tempi di percorrenza) a confermare la natura vincolante del TTB (Zahavi, 1974).

Lo stesso Zahavi studiò la trasferibilità nello spazio e nel tempo del modello di TTB in due studi successivi. Studiando 12 città diverse in vari continenti in un lasso temporale tra il 1958 e il 1970, andò a concludere che nelle città di paesi sviluppati il tempo di viaggio medio giornaliero permane tra 1 ora ed 1 ora e mezza in modo stabile e relativamente regolare

(Zahavi e Talvitie, 1980). Venne altresì dimostrato che in tutte le realtà analizzate la percentuale di reddito devoluta agli spostamenti risultava stabile su tutte le fasce di reddito;

Figure 1. Average trip distance of car travelers for TC.

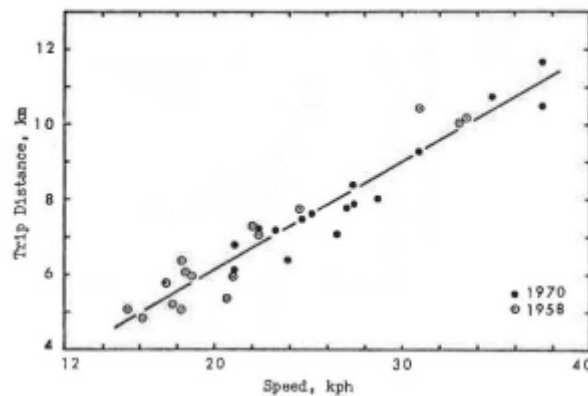


Figura 2: Grafico velocità-distanza per il 1958 e il 1970 a Minneapolis-Saint Paul (Zahavi e Talvitie, 1980)

Figure 1. Daily travel distance per traveler versus speed in selected cities.

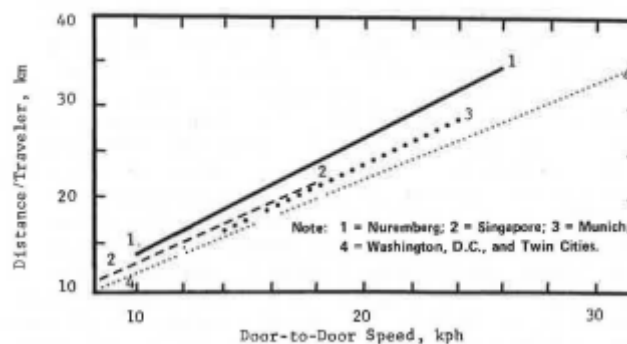


Figura 3: Grafico velocità-distanza per diverse città analizzate (Zahavi e Talvitie, 1980)

l'unica differenza notevole nella percentuale spesa da utilizzatori di trasporto pubblico e di trasporto privato (con spese molto più elevate nel secondo caso). Questo portò a stabilire l'esistenza di un Travel Money Budget (TMB) (Zahavi e Talvitie, 1980).

Dopodiché Zahavi testò la trasferibilità del modello nel tempo: studiò la differenza nel comportamento della domanda di trasporto a Washington tra il 1955 e il 1968 e nella conurbazione Minneapolis - Saint Paul tra il 1958 e il 1970, entrambe aree urbane in cui si era vista una forte suburbanizzazione nel periodo in esame. Si poté notare come, con la crescita delle velocità negli spostamenti in mezzo privato, semplicemente le distanze percorse nel giorno aumentavano di pari passo, rendendo stabili i tempi di percorrenza (Zahavi e Ryan, 1980).

Invece, con la diminuzione delle velocità nel campo del trasporto pubblico, i tempi di percorrenza aumentavano, tuttavia con una conseguente diminuzione del numero di viaggi compiuti e shift modale verso il trasporto privato (Zahavi e Ryan, 1980).

Venne quindi concluso che le spese di denaro erano regolari e il tempo di viaggio giornaliero stabile a circa 1.1 ore per velocità ragionevoli, e che tutte le componenti dello spostamento dipendevano dalla relazione tra spesa totale di tempo e denaro. Inoltre, il TTB appariva trasferibile nello spazio e nel tempo (Zahavi e Ryan, 1980).

Queste conclusioni sono state criticate in diversi studi successivi. Alcuni ricercatori considerano l'esistenza stessa del TTB contraria ad alcune altre assunzioni molto comuni nel campo degli studi trasportistici, quali l'essenza della domanda di trasporto come domanda derivata e l'idea del tempo di viaggio come disutilità; tuttavia, il TTB in sé non è in contrapposizione rispetto a questi concetti, poiché semplicemente pone un vincolo alla possibile forma della curva delle utilità: ovvero, l'utilità di una destinazione viene definita come proporzionale alla sua attrattività, ma anche come inversamente proporzionale al costo generalizzato per raggiungerla, con maggiori penalità per maggiori eccessi sul TTB (Mokhtarian e Chen, 2003).

Viene poi criticata l'applicazione del modello nella pianificazione e nello studio degli spostamenti in varie città senza considerare prima le variabili locali; questo perché, pur essendo vero che a livello aggregato sembra esistere un TTB stabile nel tempo, a livello disaggregato la varianza nei risultati aumenta considerevolmente (Mokhtarian e Chen, 2003)(Joly, 2004). Vista la grande quantità di variabili coinvolte, in alcuni studi risulta impossibile confermare l'esistenza di un TTB stabile a livelli più raffinati di una media continentale (Joly, 2004).

Tuttavia, l'instabilità a livello disaggregato potrebbe essere effetto della metodologia degli studi sull'argomento. Precedentemente, questi studi si basavano su valori temporali indicati dalle persone intervistate; gli studi condotti successivamente all'introduzione di tecnologie di rilevazione più avanzate ed accurate quali il tracciamento via GPS hanno registrato un calo significativo dell'instabilità (Ahmed e Stopher, 2004). In ogni caso, il modello di TTB risulterebbe comunque applicabile con le dovute correzioni per via delle caratteristiche socioeconomiche e geografiche locali (Mokhtarian e Chen, 2003).

Un'ultima importante critica mossa al modello TTB è l'assenza di una vera causa della sua regolarità a livello aggregato, senza la quale il valore empirico di circa un'ora viene fissato e rende il modello statico (con gli stessi problemi derivanti dall'uso del modello a quattro stadi) (Meneguzzer, 2016). Questa rimane tuttora sconosciuta, anche se sono state avanzate varie ipotesi al riguardo (Ahmed e Stopher, 2004). Secondo l'approccio bio-fisiologico al problema, l'uomo è una creatura abitudinaria e tende a stabilizzare il tempo di viaggio ad 1,1 ore/giorno allo scopo di stabilire pattern abituali piuttosto che tramite una continua valutazione costi/benefici razionale (Hupkes, 1982).

Da questo deriverebbe un TTB intrinseco a cui ogni viaggiatore tende; tuttavia, i vari altri vincoli degli spostamenti causano la differenza tra il TTB intrinseco e l'effettivo consumo di tempo misurabile, che sarebbe un'altra possibile spiegazione dell'instabilità del TTB a livello disaggregato (Ahmed e Stopher, 2004).

Pur avendo i suoi meriti, è comunque preferito l'approccio alternativo detto di ottimizzazione delle utilità: l'utilità totale del tempo di viaggio è data dalla somma di un bisogno psicologico intrinseco di muoversi più l'utilità derivata dalla partecipazione alle attività per giungere alle quali è necessario spostarsi. In questo modo, l'utilità totale assume la forma di una curva, per cui è possibile definire un'utilità combinata massima che darà poi il valore del TTB (Hupkes, 1982).

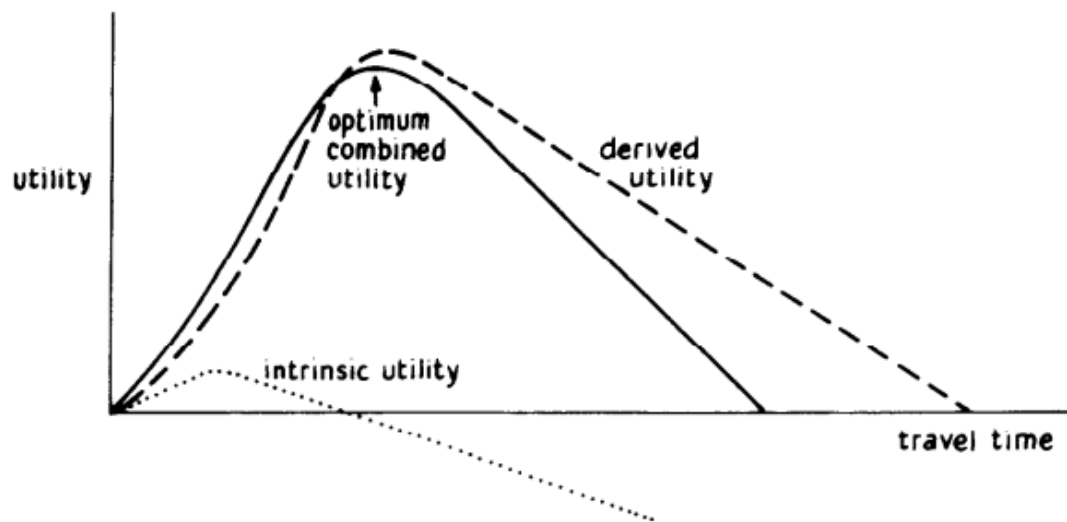


Figure 1. Utility v travel time.

Figura 4: Grafico delle utilità e del tempo di viaggio (Hupkes, 1982)

II c. Implicazioni del Time Travel Budget e la Città dell'Ora

Diventa importante notare i vari modi in cui l'esistenza di un TTB va ad influenzare il comportamento della domanda di trasporto. L'invarianza di tempo totale speso per persona negli spostamenti giornalieri è molto significativo: va ad indicare che i guadagni di tempo dovuti ai miglioramenti in un sistema di trasporto vengono reinvestiti per muoversi di più (Zahavi, 1974)(Ahmed e Stopher, 2004)(Zahavi e Ryan, 1980).

Questo va a spiegare la cosiddetta domanda indotta, per cui questi miglioramenti nelle reti stradali sono in realtà controproducenti con riferimento alla riduzione delle emissioni e consumi energetici (Mokhtarian e Chen, 2003)(Ahmed e Stopher, 2004).

Inoltre, è interessante notare come l'esistenza combinata di TMB e TTB renda meno appetibile l'idea di TPL gratuito per indurre uno shift modale verso il trasporto pubblico, poiché la percentuale di reddito risparmiata nel TPL potrebbe essere semplicemente reinvestita nel trasporto privato (Zahavi e Ryan, 1980).

Viene quindi dedotto che il modo più efficace per ottenere uno shift modale verso il trasporto pubblico è rendere sia più rapido il trasporto pubblico che più lento il trasporto privato (Ahmed e Stopher, 2004). Diventa tuttavia molto importante che in questi scenari il tempo di viaggio non aumenti; e che in generale non ci sia un aumento del costo generalizzato degli spostamenti.

Questo perché altrimenti si potrà avere una riduzione della mobilità totale, con effetti avversi sull'economia in generale (Zahavi, 1974)(Zahavi e Ryan, 1980).

Vi sono ad ogni modo segni che le misure di riduzione di velocità possono essere inefficienti; questo perché, dopo un primo aumento in accessibilità dovuto alle maggiori distanze percorse per via di maggiori velocità, la disutilità data dai tempi di viaggio maggiori in corrispondenza di una riduzione di velocità è contrastata più efficacemente dall'utilità data dal mantenimento dell'accessibilità precedente (Joly, 2004).

II c a. La città dell'ora

Come già affermato, il concetto di TTB nasce già nel XIX secolo in relazione alla velocità degli spostamenti per definire l'espansione dei centri urbani (Zahavi, 1974). In questo modo, è possibile definire l'area di influenza di un centro urbano sulla base del tempo di viaggio dal suo epicentro, derivando dunque la forma urbana dall'efficienza del sistema di trasporto in un regime in cui il tempo speso per spostarsi è stabile (Zahavi, 1974).

La rilevanza del concetto di città dell'ora nasce dunque dall'esistenza di un TTB stabile di circa 1.1 ore, applicabile su più contesti globali in diversi periodi storici (Ahmed e Stopher, 2004)(Zahavi e Talvitie, 1980)(Zahavi e Ryan, 1980)(Hupkes, 1982).

La città dell'ora è infatti la città in cui è possibile raggiungere, da qualunque punto del centro urbano, ogni altro punto in non più di un'ora, ed è dunque la naturale applicazione del TTB all'urbanistica.

L'importanza della città dell'ora, e dunque del rapporto tra forma urbana e sistema di trasporto, nella pianificazione urbanistica è ben visibile analizzando lo sviluppo urbanistico corrispondente ai rapidi avanzamenti nelle tecnologie dei trasporti a partire dagli inizi del XIX secolo.

III. L'evoluzione storica della forma urbana in funzione della Città dell'Ora

III a. La relazione tra TTB e centro urbano

Nell'analisi del concetto di Travel Time Budget è stato spiegato come i vari ricercatori abbiano potuto confermare la sua stabilità nel tempo affermando così che, all'aumentare della velocità media di viaggio, semplicemente va ad aumentare lo spazio percorso (Zahavi, 1974)(Zahavi e Talvitie, 1980).

Questi dati erano disponibili proprio perché nel periodo in esame, ovvero tra il 1958 e il 1970, le distanze percorse dai viaggiatori erano aumentate vertiginosamente per via dell'introduzione massiccia del trasporto privato. Questo, in parallelo, ha portato alla nascita delle realtà suburbane e all'espansione a macchia d'olio del tessuto urbano nel mondo occidentale e in Nord America in particolare (Zahavi e Talvitie, 1980).

Difatti, si può tornare alla definizione di area di influenza di un centro urbano in relazione al tempo impiegato per muoversi. Definendo un raggio funzionale del centro urbano:

$$r = v \cdot t$$

dove v è la velocità di movimento e t è il tempo impiegato, si introduce il TTB come valore stabile di 1.1 ore (Zahavi e Talvitie, 1980)(Zahavi e Ryan, 1980).

Dunque, se il valore t è stabile, come nel caso ipotizzato dalla definizione di Città dell'Ora, segue che il raggio funzionale del centro urbano varia in funzione della velocità di movimento; ragion per cui diviene lecito ipotizzare che, di fronte ad innovazioni che portano ad incrementi nella velocità media degli spostamenti, ci si può aspettare che l'estensione del centro urbano aumenti in risposta.

Si possono quindi considerare le innovazioni nel mondo dei trasporti come causa della forte urbanizzazione degli ultimi secoli?

III b. Le prime città

È interessante notare come il TTB sia relativamente stazionario in periodi di tempo lunghi: 5000 anni fa giaceva sull'ora, ed è sicuramente stabile negli ultimi sei secoli di vita urbana nel Regno Unito (Ahmed e Stopher, 2004).

Certamente la nascita delle città non dipende esclusivamente dal TTB, essendoci altri importanti fattori sociali, politici e geografici nella formazione dei primi nuclei urbani; è tuttavia interessante notare come la nascita delle prime città avviene virtualmente in corrispondenza con la domesticazione degli animali da tiro e dunque la nascita sia della prima forma di trasporto alternativa al cammino che dell'agricoltura (Cascetta, Henke e Di Bartolomeo, 2021a).

È chiaro che l'agricoltura stessa è una necessità logistica per l'esistenza delle città, così come lo è un mezzo di trasporto in grado di distribuire i prodotti agricoli nei mercati delle città.

Difatti, se i primi centri urbani nascono insieme all'agricoltura, le prime vere città nascono diversi millenni dopo insieme alla vela e alla ruota, che tra il 4000 e il 3500 a. C. portano alla nascita delle prime vere reti logistiche e delle città come intese in senso moderno.

Si può tuttavia notare come l'espansione di queste prime città sia comunque limitata dalla velocità del cammino. Questo rimarrà vero per diversi secoli a venire; anche se le invenzioni alla base dei primi moderni mezzi di trasporto esistevano già (già in tempi romani erano nate le prime vie guidate per carri (Angela, 2018)) non vi era la densità abitativa che li avrebbe poi resi necessari.

Infatti, fino al XVIII secolo le città appaiono come insediamenti molto piccoli, almeno per l'occhio moderno; le metropoli sono poche, anche perché sono poche le città in cui vi siano più opportunità lavorative che nelle campagne.

Solo le più grandi di queste città superavano i 2 chilometri di raggio; ed è questo il perimetro dove sono sorte le grandi cinte murarie che hanno circondato le città finché non persero il loro valore militare. Questo era il cerchio che definiva la città dell'ora degli spostamenti a piedi (Lindelöw, 2018).

Non esisteva allora, poiché non ve ne era necessità, il concetto di trasporto pubblico locale; esistevano forme rudimentali di trasporto pubblico, soprattutto lungo i canali navigabili dall'antichità e sotto forma di diligence dal XVII secolo (Gerhold, 2014).

Nel secolo successivo iniziarono i primi processi di industrializzazione. Avvenendo insieme a progressivi miglioramenti nelle tecniche agricole, improvvisamente le città iniziarono a richiedere molta più manodopera delle campagne; questo diede inizio alla grande migrazione dalle campagne alle città (Kelley e Williamson, 1984), che portò molti centri urbani a raggiungere il limite geografico imposto dal TTB.

Con l'aumento della popolazione, iniziarono a formarsi le prime grandi baraccopoli intorno ai centri industriali, unico modo per aumentare la densità abitativa (Engels, 1845); questo evento, e le gravi carenze di sanità e sicurezza pubblica che andò ad evidenziare, diede nel tempo la miccia per una miriade di innovazioni e riforme in ogni campo che rivoluzionarono il modo di vivere dell'uomo moderno (per citarne solo alcune, i vaccini; i sistemi di drenaggio; il calcestruzzo armato; l'urbanistica; ma anche il socialismo e la moderna coscienza politica).

Tutte queste innovazioni permisero la crescita del tessuto urbano rimuovendo vari vincoli. Quella più importante, e che rese effettivamente possibile la prima espansione della città moderna, è la nascita del trasporto pubblico.

III c. Dai piedi alle rotaie: Londra dal 1800 al 1950

La relazione tra il trasporto pubblico e la crescita esponenziale della popolazione nelle grandi metropoli industriali è in realtà un'interdipendenza.

I primi omnibus nacquero intorno al 1800, quando la crescita delle città rese economicamente sostenibile un tale servizio. Come forma di efficientamento, dato che questi omnibus servivano linee prestabilite, si decise di adottare la rotaia per definire una via guidata ed aumentare l'efficienza del servizio.

Si trattava di un'applicazione di due tecnologie già esistenti al problema; le carrozze al traino animale esistevano da millenni, mentre l'uso di vie guidate è già attestato in epoca romana - e ad ogni modo i binari erano già ampiamente usati in ambito minerario (Cascetta, Henke e Di Bartolomeo, 2021a). La soluzione venne subito adottata per il trasporto urbano.

Questi servizi permisero una primissima espansione della città industriale (Lindelöw, 2018). Tuttavia, si venne presto incontro ai limiti dell'utilizzo di trazione animale in un tale sistema, e non per mancanza di sforzo degli animali: i cavalli da traino per questi rudimentali tramways avevano un'aspettativa di vita media di appena due anni (Denny, 1880).

In particolare, questi limiti gravavano molto sulle prime ferrovie interurbane. Perciò, a partire sempre dalle esperienze minerarie, per trainare i primi veri treni venne adottato il motore a vapore. Rimuovendo i limiti dell'utilizzo degli animali da traino, la locomotiva a vapore andrà a rivoluzionare il mondo nei decenni successivi.

La trazione a vapore comportava maggiore capacità di trazione, tempo di attività e velocità rispetto alla trazione animale (Cascetta, Henke e Di Bartolomeo, 2021a).

Prima fra tutte, la città di Londra fu stravolta dalla ferrovia a vapore. Complice una notevolissima bolla speculativa sulla costruzione di ferrovie in tutta l'Inghilterra tra il 1830 e il 1847, la città si trovò improvvisamente alla testa di un intricato network ferroviario che tuttora ha pochi rivali nel mondo (Bryer, 1991). Il cuore della città si salvò per l'intervento del Parlamento, che limitò la costruzione di ferrovie in superficie (Wolmar, 2005).

Difatti, mentre molte altre città continuarono ad utilizzare le tranvie a cavalli come principale forma di mezzo pubblico per diversi altri decenni, già negli anni 1840 iniziarono ad operare a Londra le prime ferrovie costruite appositamente allo scopo di intercettare il traffico pendolare (Gager, 2020).

L'incremento nella velocità media di movimento fu vertiginoso; e rese possibile una fortissima espansione urbanistica, caldeggiata dalle stesse compagnie ferroviarie che traevano vasto profitto dalla speculazione sui terreni precedentemente agricoli che ora divenivano nuovi quartieri operai alle periferie della città (Gager, 2020).



Figura 5: Londra nel 1845. Evidenziate le linee ferroviarie (Gager, 2020)



Figura 6: Londra nel 1900. Evidenziate le linee ferroviarie (Gager, 2020)

La legge per cui ad una crescita delle velocità corrisponde un'espansione del tessuto urbano era infatti talmente valida che molte compagnie iniziarono a costruire ferrovie e stazioni in piena campagna, ipotizzando che la presenza della ferrovia sarebbe bastata a causare la formazione di un nuovo quartiere e alla creazione di un nuovo bacino di utenza. Si tratta quindi di uno dei primi utilizzi del concetto di domanda indotta derivante dall'esistenza del TTB, anche se certamente all'epoca i termini non erano utilizzati (Gager, 2020).

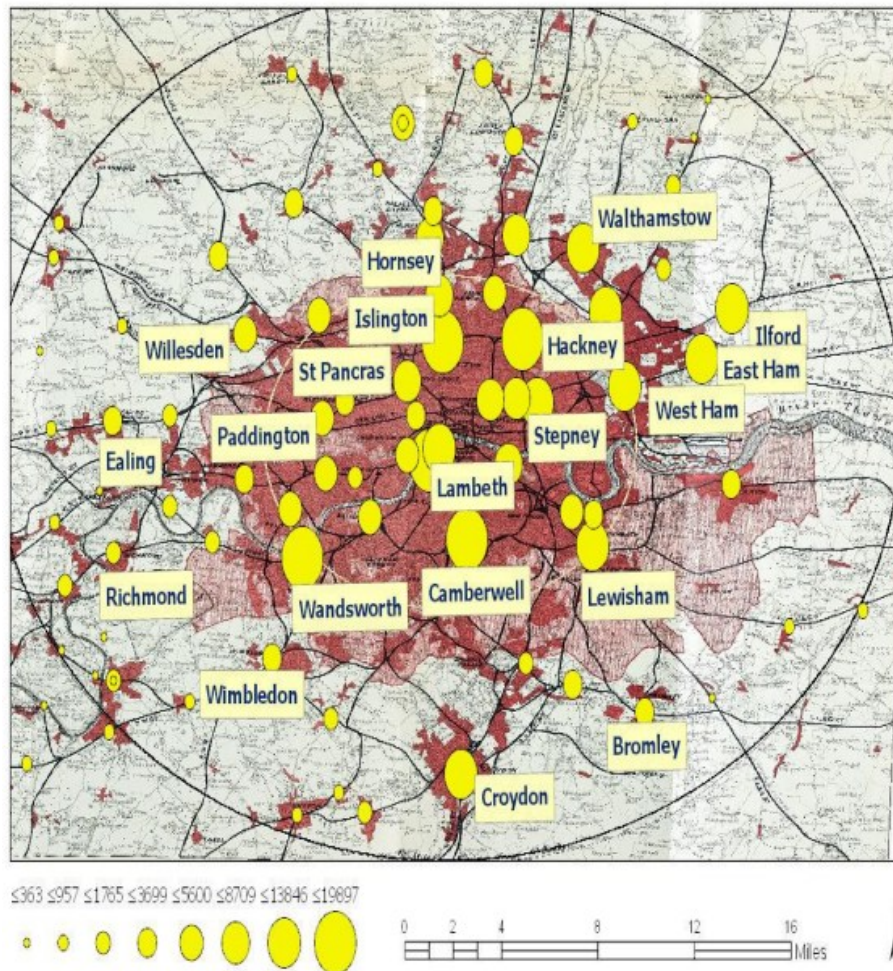


Figura 7: Residenze dei pendolari verso la città di Londra nel 1921 (Gager, 2020)

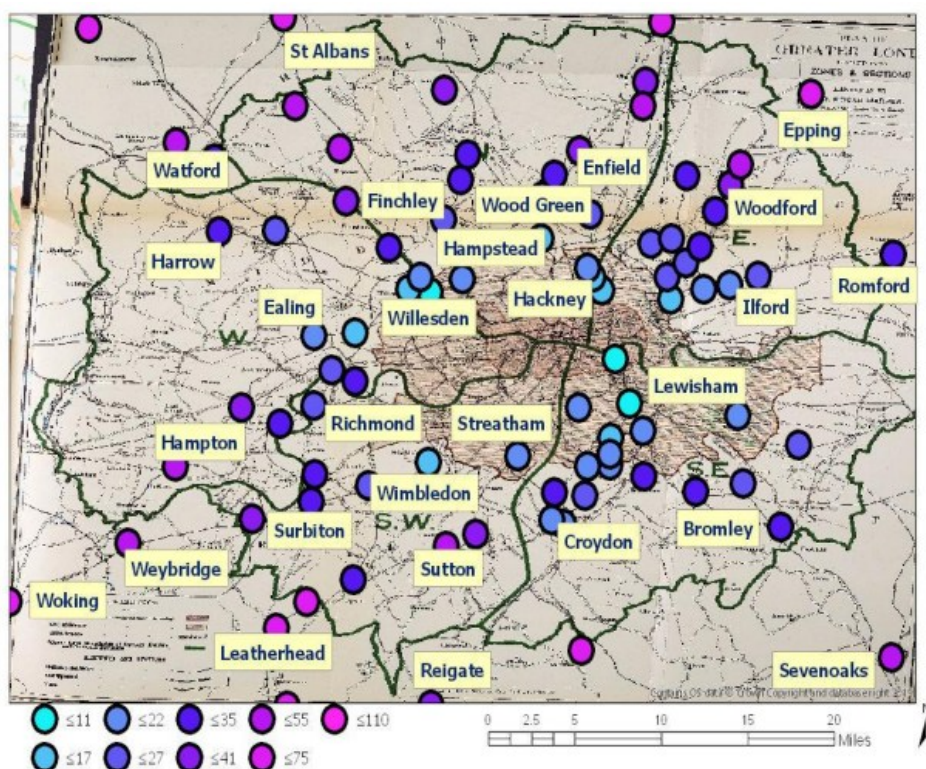


Figura 8: Tempo di viaggio dei pendolari verso le stazioni terminali della città di Londra nel 1875 (Gager, 2020)

Non solo; l'altissima domanda permise nuove sperimentazioni che fecero scuola nel campo dei trasporti pubblici. Per via del divieto di costruire ferrovie in superficie nel cuore della città, allo scopo di collegare le varie stazioni terminali nella parte settentrionale della città venne progettata e costruita la prima ferrovia metropolitana, inaugurata nel 1863.

L'espansione della città continuò irrefrenabile: se nel 1801 la metropoli contava all'incirca 900 mila abitanti, nel 1901 questa era decollata fino a 6 milioni e mezzo. I miglioramenti ai sistemi di trasporto della città non finirono, anzi continuarono sempre più rapidi: le ferrovie metropolitane moltiplicarono di numero con l'introduzione della trazione elettrica, gli omnibus a trazione animale vennero sostituiti da autobus con motore a scoppio, i tramways vennero pure dotati di trazione elettrica. Queste efficientazioni e miglioramenti posero le basi infrastrutturali per l'espansione periferica della città nel periodo tra le due guerre.

Fu a partire dal 1920 che la Metropolitan Railway, proprietaria delle principali linee metropolitane sotterranee e, per via di alcuni accordi societari, di una vasta rete di linee di superficie a nord ovest della città, iniziò a pubblicizzare dei nuovi quartieri urbani a bassa densità abitativa, in zone tranquille fuori città ma collegati da una rapida e moderna "Metro" elettrica al centro cittadino. Le nuove "Metro-Land", nome commerciale di questi sviluppi, erano frutto di un procedimento simile alla speculazione edilizia del secolo precedente, ad ulteriore dimostrazione della validità del modello di raggio funzionale come direttamente dipendente dalle velocità di spostamento (Green, 1983).

A questo punto, la trattazione sulla relazione tra il trasporto su rotaia e la città di Londra termina con la fine della Seconda Guerra Mondiale, per due principali motivi.

Il primo è legislativo. Tra il 1946 e il 1947 nuova legislazione impose un termine alla proliferazione suburbana nei dintorni di Londra, preferendo la fondazione di nuovi paesi ad hoc e creando la Green Belt tuttora esistente intorno alla città.

Questo non vuol dire che la città smise di espandersi, o che il suo sistema di trasporto pubblico smise di evolversi. Con la sua trasformazione da centro industriale a centro finanziario, nuove necessità trasportistiche portarono ad esempio alla creazione della Docklands Light Railway automatizzata, che funse da fulcro nella creazione del nuovo quartiere finanziario di Canary Wharf. Tuttavia, si trattò di un progetto volto alla rivalutazione di un'area già collegata al centro storico della città (Song *et al.*, 2019).

Infatti, il secondo e più importante motivo è che a partire dagli anni '50 i tempi di movimento non furono più legati al trasporto pubblico, con la diffusione del trasporto privato su gomma.

III d. Dalle rotaie alla gomma: la suburbanizzazione nella seconda metà del '900

Se gli albori del trasporto privato su gomma si erano visti negli anni '20, fu necessario aspettare la metà del secolo perché le automobili divenissero di uso comune. Prima negli Stati Uniti, poi nel resto del mondo, le automobili andarono a soppiantare definitivamente la trazione animale e poi a gareggiare con il trasporto pubblico (Cascetta, Henke e Di Bartolomeo, 2021a).

La combinazione delle prime utilitarie e della creazione dei vasti sistemi autostradali portò ad un incremento repentino delle velocità medie di movimento nel trasporto privato, mentre per via degli aumenti di traffico e la mancanza di investimenti sul trasporto pubblico si verificò nel frattempo un incremento nel tempo di viaggio di quest'ultimo (Zahavi, 1974) (Zahavi e Talvitie, 1980) (Zahavi e Ryan, 1980).

Le conseguenze furono immediate: tra il 1950 e il 1970 la percentuale di viaggiatori che sceglievano il trasporto pubblico crollò, mentre decollò il numero di automobilisti (Zahavi e Talvitie, 1980).

A mano a mano che venivano introdotti miglioramenti alla rete infrastrutturale stradale, aumentavano le velocità mentre restava stabile il tempo di viaggio. In questo modo, soprattutto in America si verificò un'espansione a macchia d'olio delle città con la nascita di vasti quartieri periferici.

Questo cambiamento nel modo di muoversi è visibile a livello globale; anche in Svezia e Paesi Bassi nello stesso periodo si andò incontro ad un forte incremento sia nelle velocità che negli spazi percorsi abitualmente in un giorno. Parallelamente, si svilupparono le periferie intorno alle città (Hupkes, 1982) (Lindelöw, 2018) (Vilhelmson, 1999).

È importante notare come a questo punto si siano sviluppate differenze a livello continentale nell'estensione e nella struttura delle città. Queste sono direttamente imputabili a differenze nelle velocità di spostamento tra Americhe, Europa ed Asia orientale (Joly, 2004); a sua volta, questo deriva dalla differenza nel tasso di motorizzazione privato (TMP) nelle tre situazioni (Bieber, Massot and Orfeuil, 1994).

Questo appare direttamente dipendente dai prezzi del settore automotive (Bieber, Massot and Orfeuil, 1994), visto che l'acquisto di un mezzo privato è un investimento molto pesante sul nucleo familiare e sarà effettuato solo se il plusvalore generato dalle velocità guadagnate andrà a superare il costo generalizzato legato all'acquisto dell'automobile (Zahavi e Talvitie, 1980).

Diventa allora chiara la codipendenza tra investimenti infrastrutturali e TMP: negli Stati Uniti i prezzi più bassi nel settore automotive, combinati con pesanti investimenti infrastrutturali a seguito della creazione del sistema autostradale federale nel 1956 che hanno condotto ad un incremento della velocità media del mezzo privato, ha portato ad un forte incremento del TMP con aumento delle velocità generalizzate seguite da grandi fenomeni di cosiddetto urban sprawl (Bieber, Massot and Orfeuil, 1994).

Vista quindi la chiara correlazione tra le rivoluzioni del trasporto passeggeri e le rivoluzioni nella struttura dei centri urbani, diventa chiara la dipendenza della forma urbana dalle velocità degli spostamenti. Nel corso dei secoli le città rimangono definite dal tempo di viaggio di massimo un'ora tra ogni due punti dell'agglomerato (Lindelöw, 2018).

IV. Prospettive di sviluppo della forma urbana in relazione alla mobilità

IV a. Il TTB nel futuro

A questo punto, ai fini dell'applicazione del concetto di Città dell'Ora alla pianificazione urbana, è necessario andare a valutare se le ipotesi alla base della sua esistenza resteranno stabili nel futuro.

È già stato citato, ad esempio, come alcuni studi recenti non siano in grado di definire un TTB stabile a livello disaggregato a livelli più raffinati di una media mondiale (Joly, 2004). In particolare, viene segnalato che negli Stati Uniti il TTB risulta essere più alto che nel resto del mondo, di una piccola percentuale, ma comunque in maniera rilevante (Joly, 2004)(Bieber, Massot and Orfeuil, 1994). Viene dedotto che questo incremento potrebbe derivare dalle velocità medie molto più alte; infatti è opportuno notare che, soprattutto se il TTB deriva da un processo di ottimizzazione delle utilità, è perfettamente plausibile pensare che nelle condizioni di limite dovute ad alte velocità ed alte utilità questo possa cambiare nel tempo in un modo in cui non è cambiato finora. Un tale cambiamento deriverebbe da modifiche radicali nel modo di lavorare e di muoversi, come lo è stata la diffusione del trasporto privato (Joly, 2004)(Hupkes, 1982)(Bieber, Massot and Orfeuil, 1994).

È già stato detto che non è chiaro se la varianza a livello disaggregato, e dunque questo incremento, sia effettivamente esistente o se sia invece risultato dei metodi di sondaggio utilizzati, dato che l'utilizzo di metodi più sofisticati e rigorosi quali il GPS va a ridurla (Ahmed e Stopher, 2004). Un TTB fisso, almeno a livello ideale, sarebbe in accordo con l'approccio bio-fisiologico alla causa della sua regolarità (Joly, 2004).

Pure con un TTB fisso, bisogna ricordare la dipendenza della mobilità dall'economia generale per via dell'effetto del TMB sul tasso di motorizzazione privata. Infatti, ipotizzando un TTB fisso ed un TMB crescente coerentemente con gli incrementi salariali, Schafer e Victor andarono a predire un fortissimo incremento nel livello totale di mobilità nel 2050, guidato principalmente dai Paesi in via di sviluppo, oltre che un aumento nella componente di questa mobilità servita da mezzi di trasporto ad alta velocità (aerei e TAV) (Schafer e Victor, 1998). È opportuno considerare che entrambi i cambiamenti si stanno già verificando, guidando a loro volta la grandissima urbanizzazione di vari Paesi in via di sviluppo. Inoltre, va considerato l'effetto delle nuove tecnologie sulle velocità di spostamento. Un incremento delle velocità del trasporto privato del 20%, ad esempio come effetto dell'implementazione delle smart road (Cascetta, Henke e Di Bartolomeo, 2021b), avrebbe conseguenze molto rilevanti.

Tuttavia, allo scopo di valutare i potenziali effetti dei cambiamenti nella società moderna sulla struttura urbana, è opportuno andare a valutare anche la possibilità che il TTB non sia costante, ma fortemente dipendente dall'ottimizzazione delle utilità e da cambiamenti a livello sociale.

IV b. Ecommerce, smart working e la pandemia

IV b a. Le ipotesi

Nell'analizzare i possibili sviluppi derivanti dall'esistenza del TTB come derivazione del processo di ottimizzazione delle utilità, Hupkes nel 1982 osservò che l'affermazione delle nuove tecnologie di telecomunicazione avrebbe potuto portare all'aumento delle utilità a distanza nulla. Questo avrebbe senz'altro influito sulla curva delle utilità, che si sarebbe dunque spostata a sinistra (determinando un ottimo più breve). Hupkes ipotizzò quindi che in tale situazione il TTB sarebbe potuto diminuire: questo avrebbe potuto determinare un aumento delle velocità richieste sempre allo scopo di massimizzare le utilità in un tempo dedicato agli spostamenti più breve. Di riflesso, questo sarebbe coinciso con un aumento nell'utilizzo del veicolo privato (Hupkes, 1982).

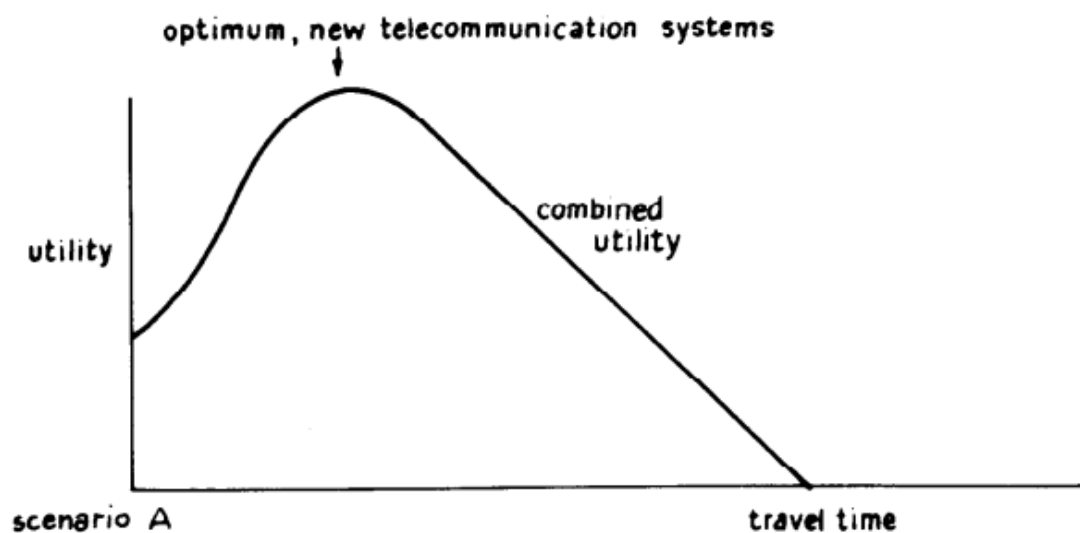


Figura 9: curva delle utilità ipotizzata dopo una grande diffusione delle telecomunicazioni moderne (Hupkes, 1982)

Come ipotesi alternativa, andò invece a proporre che la diminuzione delle ore lavorative nella giornata avrebbe portato ad un aumento del TTB, proponendo uno scenario in cui la somma di entrambi i cambiamenti sociali avrebbe prodotto un TTB stabile (Hupkes, 1982).

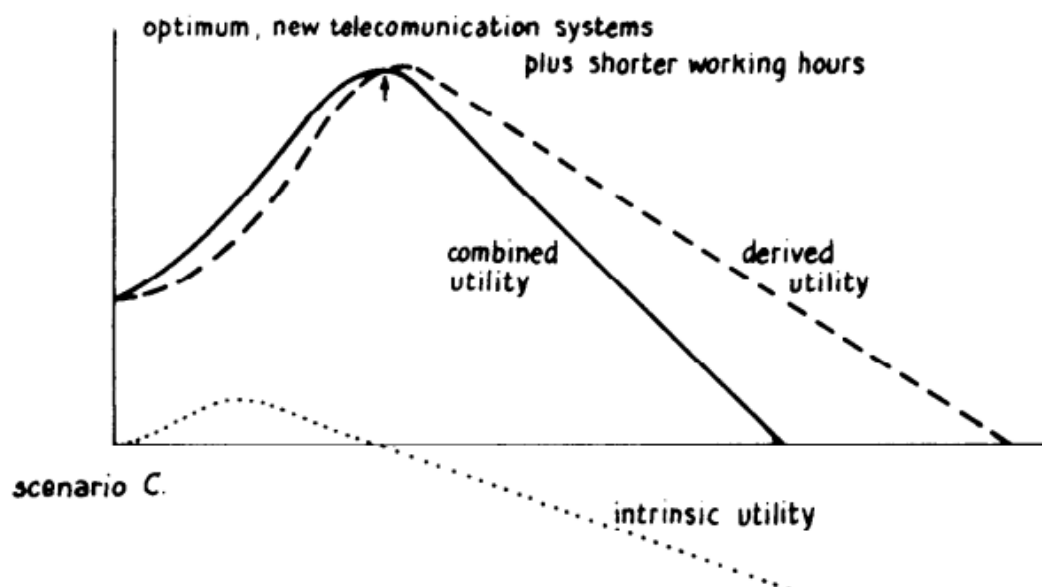


Figura 10: curva delle utilità ipotizzata per una grande diffusione delle telecomunicazioni e diminuzione delle ore lavorative (Hupkes, 1982)

A detta dello stesso Hupkes, un aumento del TTB legato ad una diminuzione delle ore lavorative non era mai stato osservato (Hupkes, 1982). Restava l'ipotesi che le nuove tecnologie avrebbero portato alla diminuzione del TTB, e l'aggiunta che una diminuzione del TTB avrebbe portato ad un ulteriore shift modale verso il trasporto privato.

IV b b. Il test sul campo

Dal marzo del 2020 il globo fu scosso dalla pandemia causata dal COVID-19. Fino all'estate del 2021, questo comportò diverse restrizioni forzate al modo di muoversi. Anche se le restrizioni andarono rapidamente rimosse con il calo dei contagi, gli anni della pandemia comportarono l'esposizione del grande pubblico ad Internet e ai fenomeni di telelavoro, didattica a distanza e commercio online. Il commercio online era già divenuto un fenomeno molto importante negli anni 2010; la pandemia portò alla ribalta la possibilità di svolgere lavori e didattica da remoto.

Studiando i cambiamenti nel comportamento della popolazione, appare subito chiaro che la domanda totale rimane simile. Immediatamente dopo la fine delle restrizioni sul movimento, gli spostamenti sono tornati rapidamente a livelli pre-pandemia (Eliasson, 2021). Tuttavia, anche se è presto per predire cambiamenti duraturi sul modo di muoversi della popolazione, è opportuno considerare che le nuove tecnologie hanno dimostrato di avere effetti rilevanti in alcuni casi specifici.

Già prima della pandemia, era stato analizzato che l'utilizzo dell'e-commerce porta a shift modali verso la mobilità dolce, correlato con la struttura urbana e portando a shift maggiori tanto più la forma del centro abitato è favorevole alla micromobilità (Ozbilen, Wang and Akar, 2021). Inoltre, appare che mentre il TTB totale rimane invariato, il tempo speso utilizzando il mezzo privato diminuisce in relazione all'aumento del telelavoro (Ozbilen, Wang and Akar, 2021).

Questi risultati, in contrasto con le ipotesi di Hupkes, vengono poi confermati in ulteriori studi eseguiti dopo la pandemia. Lo smart working e l'e-commerce paiono ridurre gli spazi

percorsi, con parità di TTB (Rezaei *et al.*, 2025). Inoltre, oltre a confermare l'aumento della mobilità dolce in parallelo all'implementazione del lavoro da remoto, vengono affermate altre esternalità positive derivanti dalla diminuzione dell'utilizzo del mezzo privato, quale la diminuzione del traffico, miglioramenti a livello ambientale e di utilizzo dell'energia, e vari effetti positivi a livello economico (Rezaei *et al.*, 2025).

Diventa chiaro che le moderne tecnologie non toccano quindi il TTB, ma bensì la velocità di movimento. Lo sviluppo della città del futuro può dipendere quindi dal livello di adozione delle moderne tecnologie di telecomunicazione.

IV c. Scenari futuri: Transit Oriented Development e la città dei 15 minuti

IV c a. Scenari di sviluppo



Figura 9: scenari futuri per lo sviluppo urbano (Bieber, Massot and Orfeuil, 1994)

Nel 1994, Bieber *et al.* ipotizzarono tre potenziali scenari per lo sviluppo futuro delle città, indicando che le città del futuro si sarebbero evolute seguendo un mix di questi modelli (Bieber, Massot and Orfeuil, 1994). Questi dipendono dalla segregazione di usi e traffico e dal potenziale di espansione; nel modello cosiddetto californiano le alte velocità del mezzo privato e i bassi costi di costruzione portano alla rapida espansione del tessuto urbano, mentre la principale differenza tra il modello renano e Saint-Simoniano (entrambi caratterizzati dalla bassa espansione urbana per via dei molti vincoli coinvolti) è la forte separazione degli utilizzi urbani nel modello Saint-Simoniano (compensata dall'implementazione di mezzi di trasporto rapidi e moderni) e la zonizzazione mista ed intensa nel modello renano (basata sull'uso e riutilizzo di infrastruttura e spazi esistenti in funzione della multifunzionalità delle aree) (Bieber, Massot and Orfeuil, 1994).

Per vari scopi sociali ed ambientali diventa dunque importante cambiare l'idea di sviluppo della città dal modello "californiano" ad un misto dei modelli "renano" e "saint-simoniano", con forti interventi pubblici sulla pianificazione urbana ed infrastrutturale. Questo cambiamento è già in atto, per esempio con le direttive europee contro il consumo del suolo.

IV c b. Aumentare la densità urbana

Allo scopo di provocare uno shift modale verso i trasporti pubblici e la mobilità dolce, i principi del TTB indicano la necessità di aumentare la velocità media del trasporto pubblico e diminuire quella del trasporto motorizzato privato. Questo si può ottenere, nell'ambito del modello "renano" di sviluppo della struttura urbana, andando a creare spazi fortemente urbanizzati in cui l'utilizzo dell'automobile è fortemente disincentivata per la mancanza di spazi dedicati, mentre i principali punti attrattori di mobilità (scuole, aree commerciali, parchi, uffici) sono posizionati in modo strategico a breve distanza da una fermata del trasporto pubblico ad alta capacità; o viceversa, le fermate del trasporto pubblico ad alta

capacità sono posizionate per garantire una simile copertura dei principali attrattori di spostamenti.

Creando un'area fortemente urbanizzata si può poi incoraggiare la mobilità dolce intorno alle fermate del trasporto pubblico, con un plusvalore derivante dalla combinazione dell'utilizzo misto ad alta densità dei terreni con l'espansione delle tecnologie di telecomunicazione per incentivare l'utilizzo della mobilità sostenibile (Ozbilen, Wang and Akar, 2021)(Rezaei *et al.*, 2025). Questo tipo di sviluppo prende il nome di Transit Oriented Development, o TOD. Nel modello specifico, è postulato che creando aree ad alta urbanizzazione nel raggio di 800 metri intorno alle fermate del mezzo pubblico si va a massimizzare l'utilizzo della mobilità dolce e gli spostamenti a piedi (Guerra e Cervero, 2013).

Nel contesto dello shift modale verso il trasporto pubblico e la mobilità dolce, è importante notare che il raggio di 800 metri corrisponde a circa 10 minuti di cammino. A partire da questi numeri è nato il concetto della Città dei 15 Minuti: un concetto urbanistico in cui i principali spostamenti giornalieri siano eseguibili entro 15 minuti dall'uscita dalla propria dimora mediante l'utilizzo del trasporto pubblico o della micromobilità leggera.

Gli effetti della Città dei 15 Minuti a favore di uno shift modale verso il trasporto pubblico sono chiari. Tuttavia, è interessante notare che, nell'analizzare il caso di Barcellona, è risultato che coloro che scelgono comunque il trasporto privato viaggiano comunque circa un'ora, senza cambiamenti rilevanti nel TTB. Infatti, il vero potere trasformativo del concetto di Città dei 15 Minuti deriva dal potenziamento del trasporto pubblico, che lo rende competitivo di fronte al trasporto privato (Núñez *et al.*, 2024). Si dimostra infatti che l'aumento delle velocità nel TPL è un metodo molto più efficace di incentivare lo shift modale della diminuzione delle velocità nel trasporto privato (Joly, 2004).

IV c c. La Città dell'Ora del futuro

Vari studi sul passato, sulla situazione presente e varie ipotesi sul futuro hanno in comune l'adozione di un TTB costante intorno all'ora. Questo rende la Città dell'Ora uno strumento di pianificazione molto potente al fine di aumentare la sostenibilità delle città e la qualità di vita dei loro abitanti; rendendo prevedibili i pattern di evoluzione della forma urbana, vengono resi possibili alcuni importanti interventi a favore dello shift modale verso TPL e mobilità dolce. Viene dimostrato che varie politiche nell'utilizzo del terreno al fine di aumentare la densità di sviluppo nei centri urbani, assieme al il potenziamento del TPL e all'estensione delle pratiche di e-commerce e telelavoro, hanno effetti molto rilevanti sulle percentuali di utilizzo di vari mezzi di trasporto e sono insieme forti incentivi per la mobilità green.

Sono importanti due note: prima di tutto, che questi interventi hanno effetti molto maggiori e dunque maggiore efficienza se coordinati; dopodiché, va notato che questi interventi non impediscono l'utilizzo del trasporto privato, ma vanno a dare una scelta tra il trasporto privato e il TPL. Esisterà sempre una fetta della popolazione che sceglierà il trasporto privato, e questa fetta di popolazione potrà godere di un aumento delle velocità negli anni a venire per via di varie migliorie tecnologiche e delle esternalità positive di una diminuzione dell'utilizzo del trasporto privato.

Si verrà dunque a creare un nuovo bilancio nell'utilizzo di trasporto privato e pubblico; e, ai fini di aumentare la sostenibilità della mobilità, sarà vantaggioso utilizzare i risultati derivanti dal concetto di Città dell'Ora per favorire forme di spostamento più green.

V. Il caso veneto: la Città dell'Ora nel contesto del quadrilatero Veneto Centrale

V a. Il caso veneto

Dopo aver analizzato i concetti di Travel Time Budget e di Città dell'Ora, è possibile applicarli analizzando gli spostamenti nella Regione Veneto, e in particolare nel quadrilatero Venezia - Padova - Castelfranco Veneto - Treviso.

Dal Sistema Statistico Regionale, è possibile identificare alcuni dati generali importanti riguardo la mobilità nella regione:

- L'81% della popolazione è mobile, ovvero compie spostamenti superiori ai 5 minuti;
- Il 40% della mobilità è attribuibile a pendolarismo, e il pendolarismo è il motivo di spostamento più importante;
- Il 67% degli spostamenti sono compiuti tramite il trasporto privato; l'8% tramite il mezzo pubblico, e il 24% a piedi;
- Il tempo medio giornaliero dedicato alla mobilità è di circa 50 minuti (Regione Veneto, 2024).

Allo scopo di analizzare in modo più granulare la mobilità sistematica di tipo pendolare, si sono quindi utilizzate le matrici di pendolarismo e le matrici delle distanze fornite dall'ISTAT per l'anno 2021 (ISTAT, 2021).

L'ISTAT definisce il pendolarismo come uno spostamento bidirezionale che è compiuto almeno tre volte la settimana; questo tipo di movimento stabile è utile per valutare la mobilità totale dell'area.

Analizzando questi spostamenti insieme alle distanze e tempi (rispettivamente in chilometri e in minuti) tra i comuni coinvolti è possibile quindi valutare sia i tempi di percorrenza medi che le distanze medie percorse dai pendolari della Regione Veneto, a livello regionale e a livello comunale. Questo consente di trarre diverse osservazioni sul comportamento della popolazione mobile della regione.

Successivamente, è inoltre possibile valutare il caso specifico del quadrilatero del Veneto, estrapolando la corrispondenza tra tempo di percorrenza e numerosità degli spostamenti.

L'estrapolazione dei dati è stata eseguita costruendo per ogni scenario appositi codici MATLAB, mentre le elaborazioni grafiche sono state create mediante apposito software GIS.

V b. Il pendolarismo in Veneto

La prima parte dell'analisi riguarda il fenomeno del pendolarismo nell'intera regione Veneto. Utilizzando la matrice del pendolarismo fornita dall'ISTAT, è stato creato un apposito codice MATLAB per eliminare gli spostamenti che interessano origini o destinazioni esterne alla regione.

È stato possibile allora individuare il limite geografico assoluto del pendolarismo dal Veneto, trovando che il fenomeno coinvolge l'intera Pianura Padana e parte rilevante del Centro Italia.

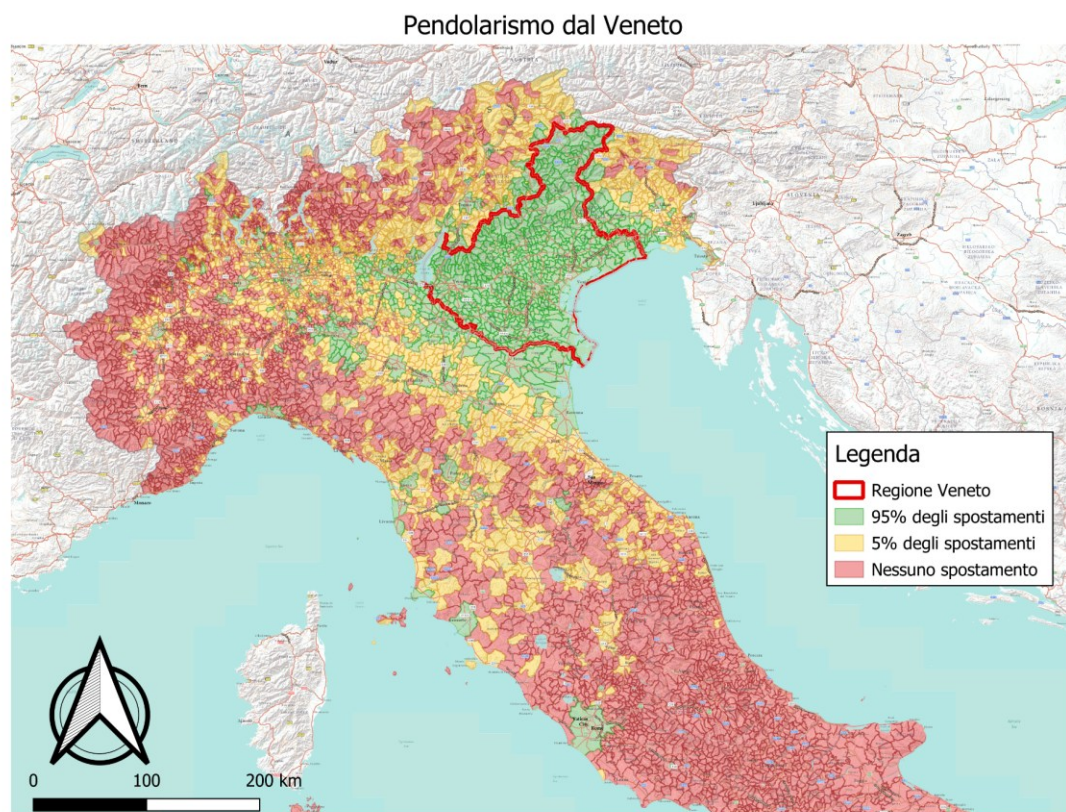


Figura 10: Pendolarismo dal Veneto

Da esperienze precedenti, ci si può aspettare che rimuovendo il 5% degli spostamenti con valori di flusso molto ridotti la varianza nei risultati cali fortemente (Joly, 2004). Questi spostamenti sono stati individuati ordinando i comuni per numerosità dei collegamenti e creando una sommatoria ordinata delle numerosità per rintracciare un valore che corrispondesse al 5% degli spostamenti totali. Il processo ha permesso di individuare un largo numero di comuni con fenomeni di pendolarismo irrilevanti sulla percentuale totale.

Infatti, modificando il codice MATLAB per escludere questo 5% degli spostamenti, il 95% degli spostamenti risulta molto più limitato geograficamente. Il raggio del pendolarismo veneto è ridotto alla regione stessa, alle fasce di pianura vicine e ai grandi centri d'impiego facilmente raggiungibili mediante infrastrutture ferroviarie e stradali di grande comunicazione.

Dopodiché, si è potuto procedere ad identificare le concentrazioni geografiche del pendolarismo.

Heatmap del pendolarismo

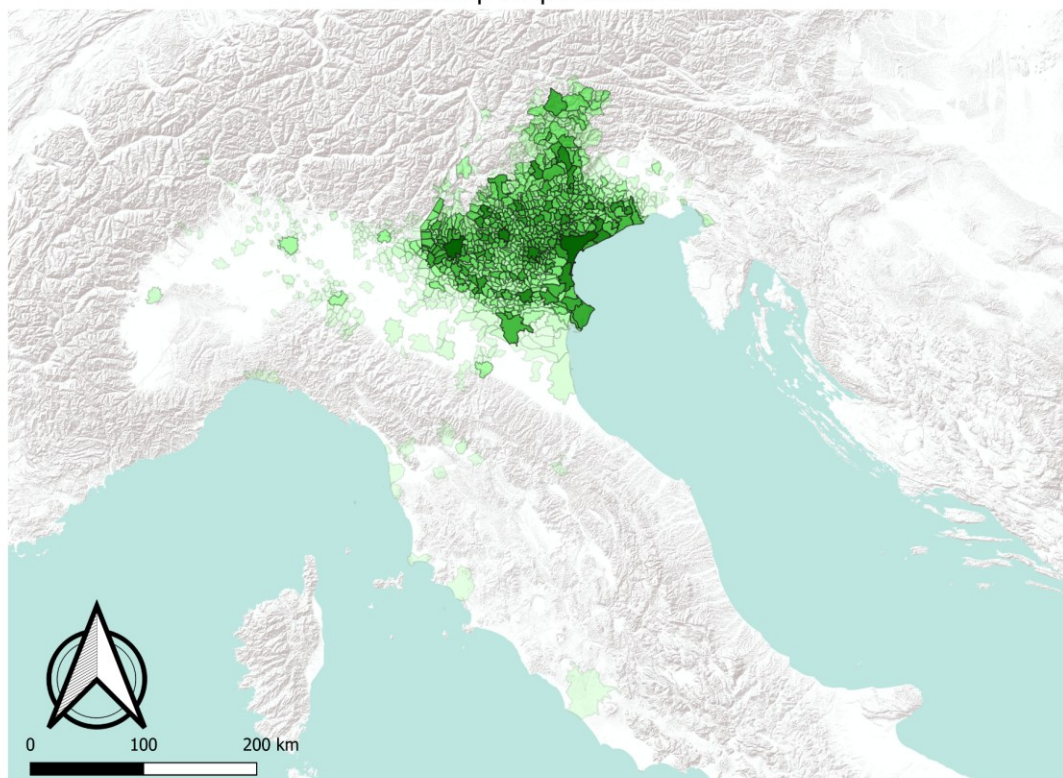


Figura 11: Heatmap del pendolarismo
Heatmap del pendolarismo - Dettaglio

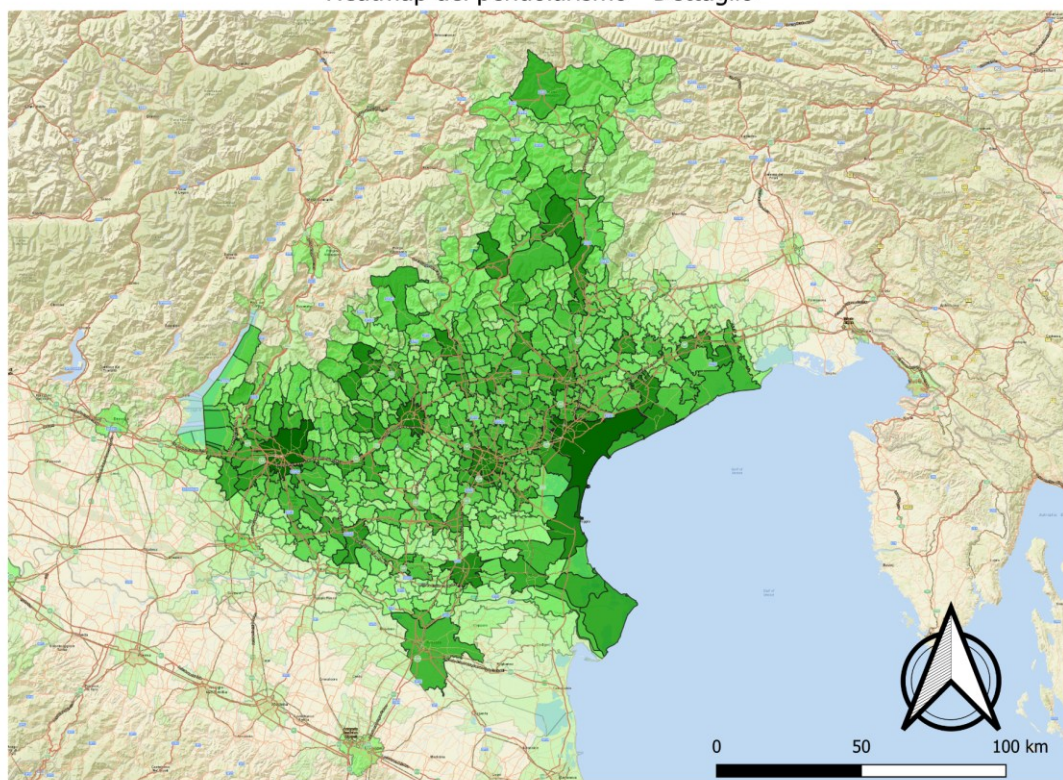


Figura 12: Dettaglio della heatmap del pendolarismo in Veneto

Nelle elaborazioni riportate, in cui un colore più scuro indica un numero maggiore di spostamenti di natura pendolare, è possibile individuare in modo qualitativo i principali sistemi di pendolarismo. Si nota la forte concentrazione del fenomeno nel quadrilatero del Veneto Centrale, ma vengono evidenziate anche le città di Verona e Vicenza come sistemi pendolari autonomi. È opportuno evidenziare come le principali fonti del fenomeno siano localizzate lungo grandi assi infrastrutturali viari e ferroviari; è chiaro che questi siano stati progettati allo scopo di intercettare tali movimenti, ma l'esistenza stessa delle infrastrutture va a generare spostamenti. Ad esempio, il comune di Lonigo (VI) era fino alla metà del secolo scorso il principale centro e mercato della zona a ridosso del confine tra le provincie di Verona e Vicenza; tuttavia, oggi il vicino comune di San Bonifacio (VR) genera più spostamenti poiché meglio posizionato rispetto alla ferrovia Milano-Venezia e all'autostrada A4.

A questo punto, sempre tramite codice MATLAB si è proceduto ad associare tempi di percorrenza e distanze dalle matrici ISTAT ai singoli spostamenti. Questo ha permesso, tramite media pesata sulla numerosità degli spostamenti tra ogni coppia di comuni, di definire il tempo medio, la distanza media percorsa e la velocità media degli spostamenti pendolari intercomunali a livello regionale:

$$t = 22,36 \text{ min}$$

$$d = 20,01 \text{ km}$$

$$v = 53,71 \text{ km/h}$$

Bisogna notare che questi valori saranno marginalmente più alti del loro valore reale, poiché utilizzando le matrici ISTAT non è possibile considerare il pendolarismo intra-comunale. A livello regionale l'errore è trascurabile, ma può essere rilevante a livelli più granulari. Considerando il movimento pendolare come composto di due spostamenti, si ottiene il tempo di percorrenza medio del pendolare veneto:

$$t = 44,72 \text{ min}$$

Questo è in linea con la media continentale europea (Joly, 2004).

Si può ipotizzare che lo scarto rispetto al TTB proposto di 1,1 ore sia riconducibile agli spostamenti di natura non pendolare effettuati nella giornata. Includendo questi altri spostamenti e un margine di errore dovuto alla differente natura singoli spostamenti, si possono dire verificate le ipotesi della Città dell'Ora a livello regionale.

È allora opportuno procedere ad un'analisi dei dati a livello comunale. Per ogni comune è stato possibile calcolare tempo medio e distanza media percorsa per gli spostamenti nell'ambito del movimento pendolare intercomunale, ovvero da un comune rispetto a tutti gli altri.

Tempi di percorrenza medi

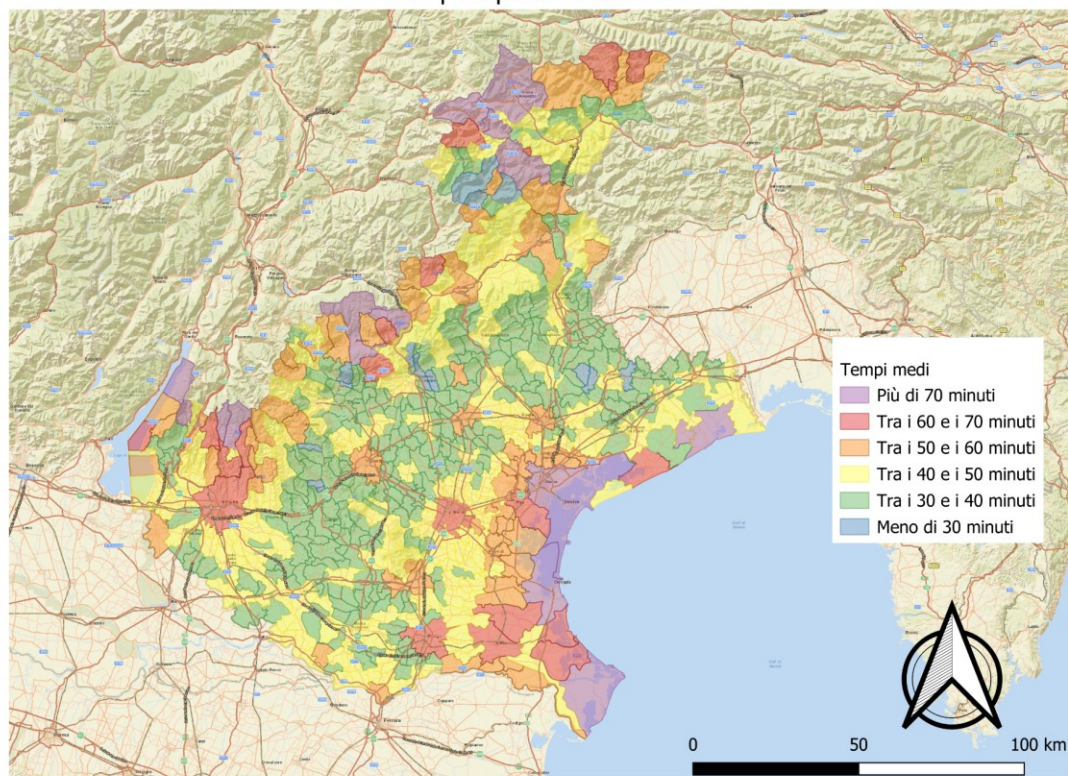


Figura 13: Tempi di percorrenza medi
Percorrenze medie

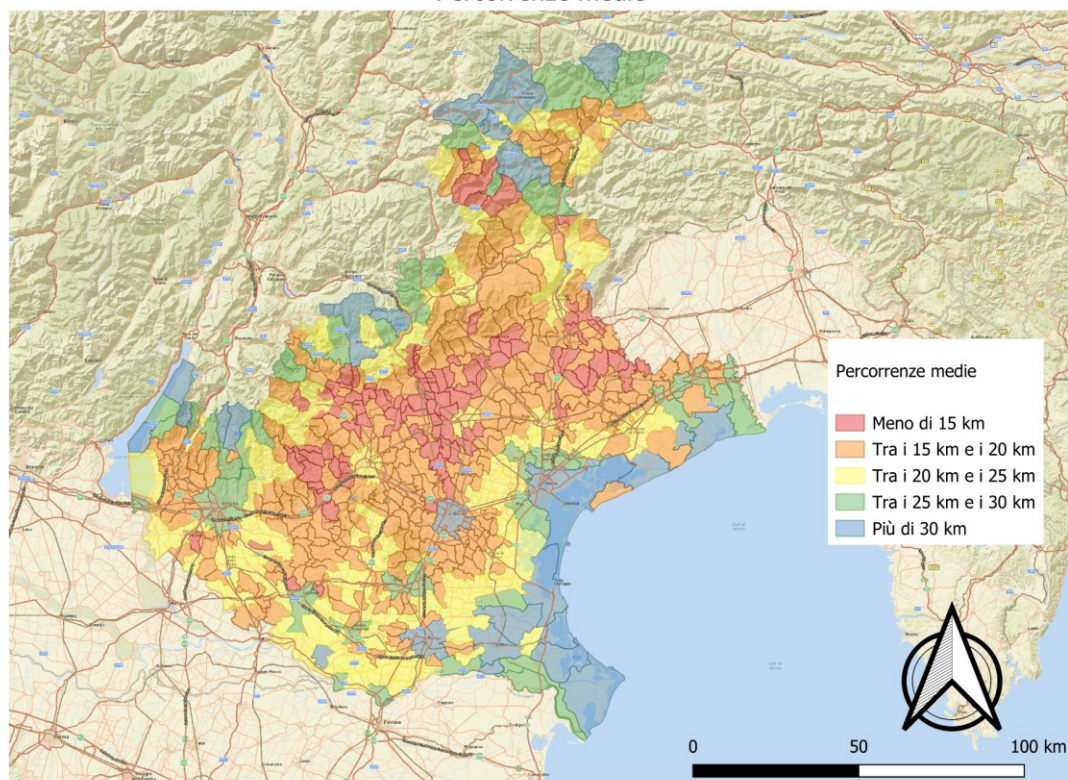


Figura 14: Percorrenze medie

Rappresentando le medie su un grafico spazio/tempo, è possibile identificare come i 30 minuti di tempo di spostamento siano un vincolo molto forte agli spostamenti; i comuni che lo superano sono appena il 6,4% del totale.

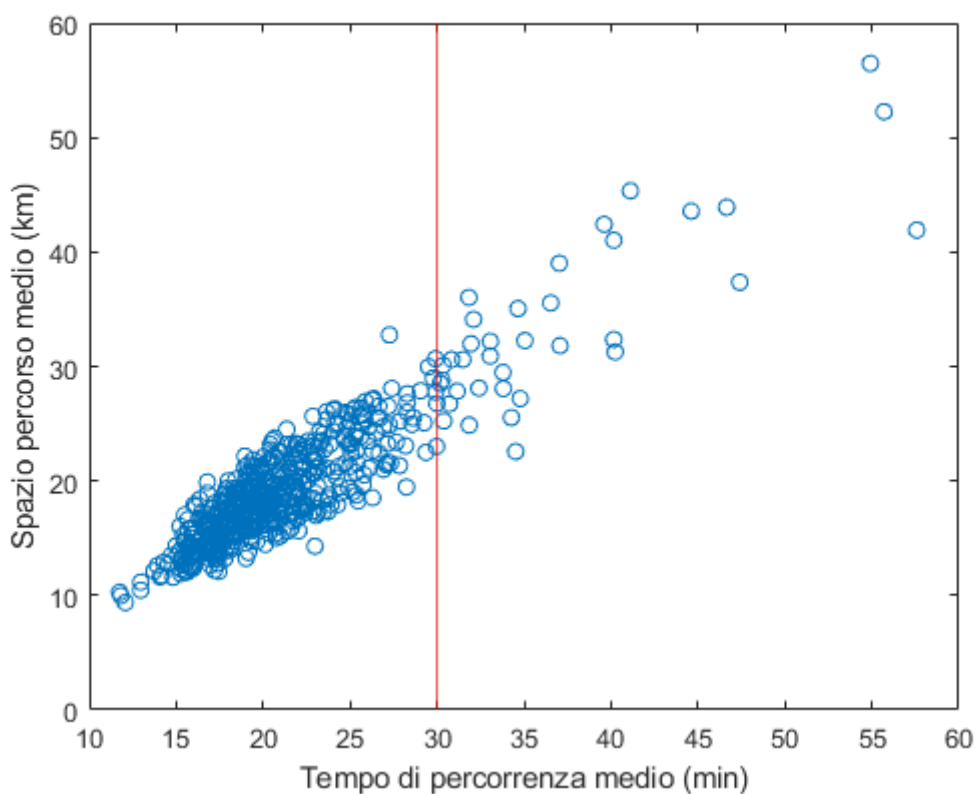


Figura 15: grafico di spazio percorso medio e tempo di percorrenza medio

Dei comuni con alti tempi di percorrenza, buona parte sono grandi città in cui sia gli alti spazi percorsi che gli alti tempi sono attribuibili alla percentuale rilevante di pendolarismo intra-comunale; per cui, i valori reali saranno più bassi.

Altri invece sono comuni isolati di montagna, per cui gli alti tempi di percorrenza divengono obbligatori nello spostamento pendolare. Può essere interessante notare come detti comuni abbiano visto un forte spopolamento negli ultimi decenni.

Sempre ricordando l'errore derivante dal non considerare il pendolarismo intra-comunale nelle grandi città, è stato possibile calcolare le velocità medie di spostamento a livello comunale.

Velocità medie

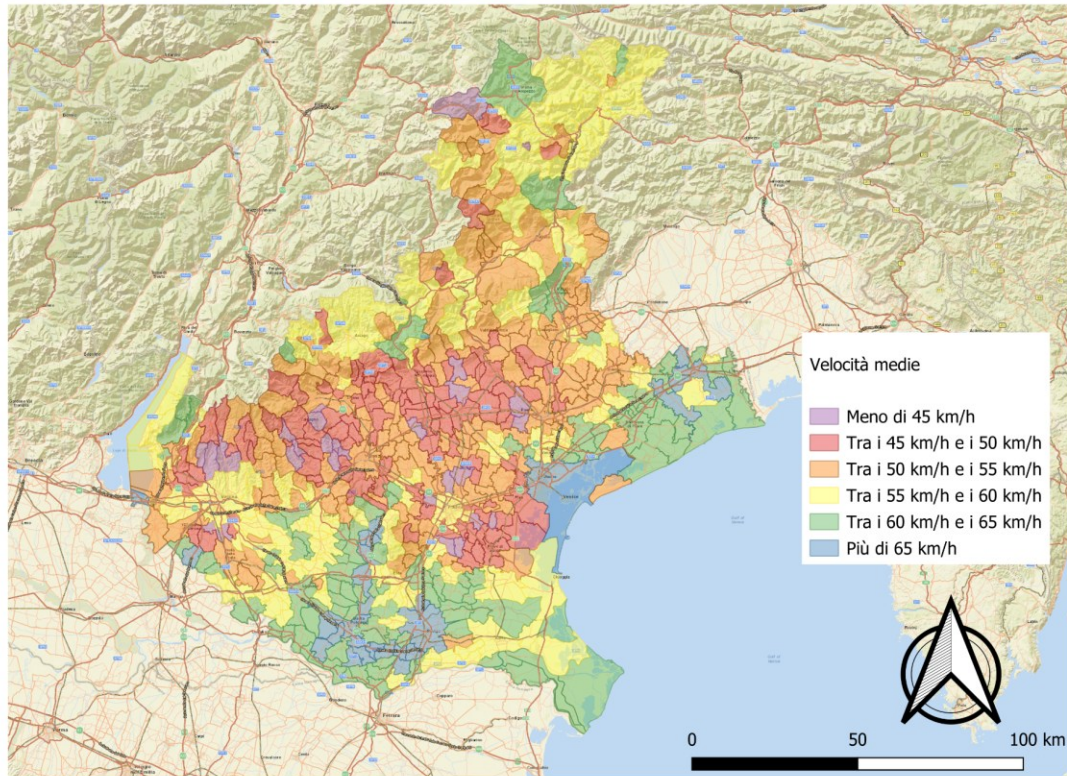


Figura 16: Velocità medie

Escludendo le grandi città (in cui le velocità reali saranno giocoforza più basse), le velocità appaiono diminuire in relazione sia alla geografia che alla densità abitativa. Le velocità più alte si hanno nella Bassa padana, caratterizzate anche da elevate distanze percorse; questo può essere legato alla bassa densità urbana dell'area.

V c. Il quadrilatero del Veneto Centrale

È già stata notata la forte concentrazione del pendolarismo nel quadro del Veneto Centrale. Si è andata poi a verificare la natura e l'estensione del fenomeno nei quattro centri urbani del quadrilatero.

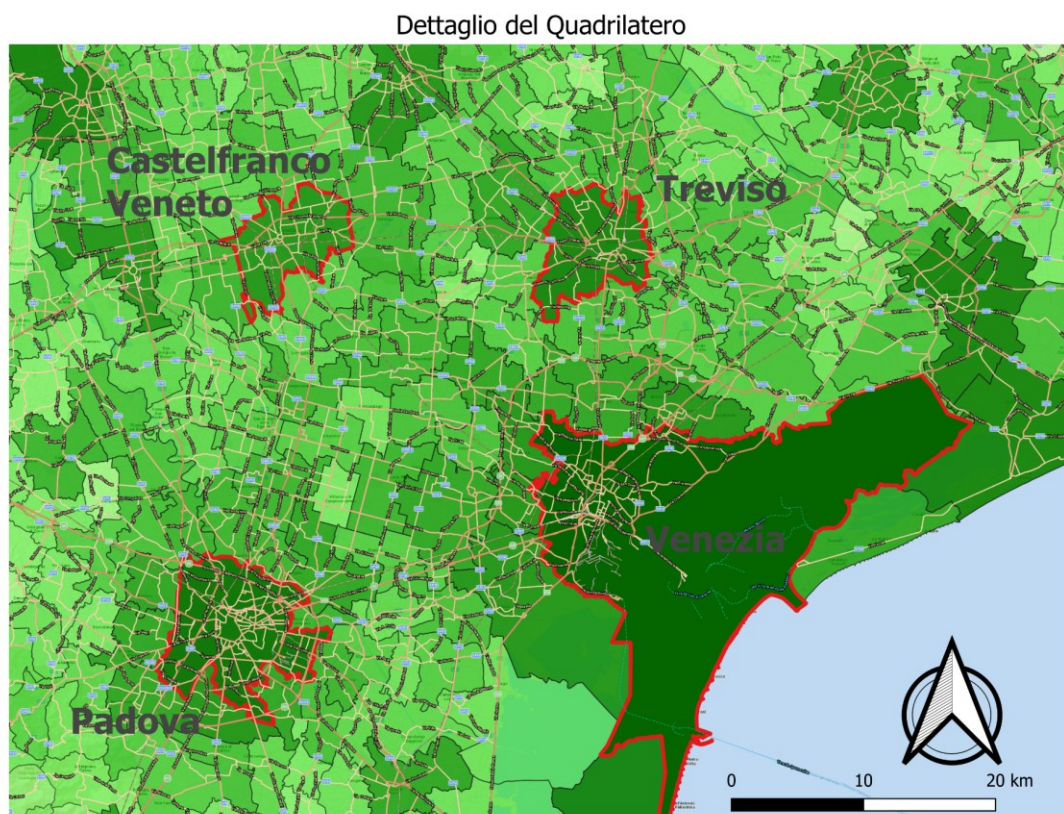


Figura 17: Dettaglio del Quadrilatero

V c a. Padova

Tempi di percorrenza da Padova

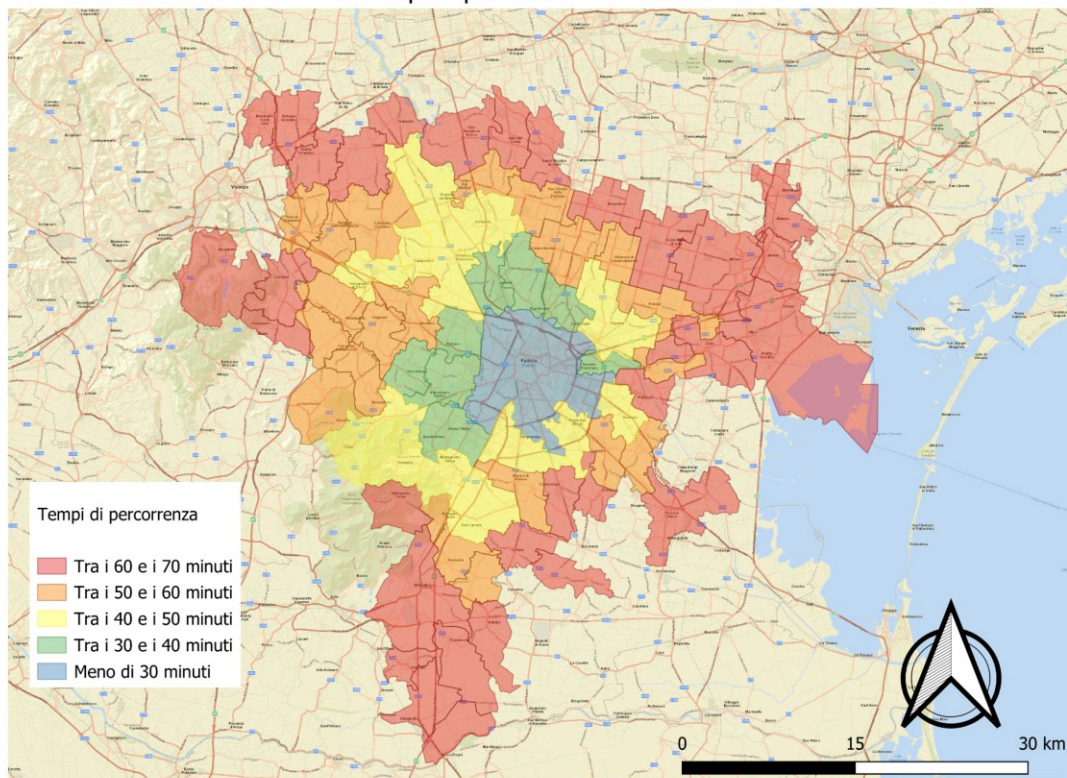


Figura 18: Tempi di percorrenza da Padova
Heatmap del pendolarismo verso Padova

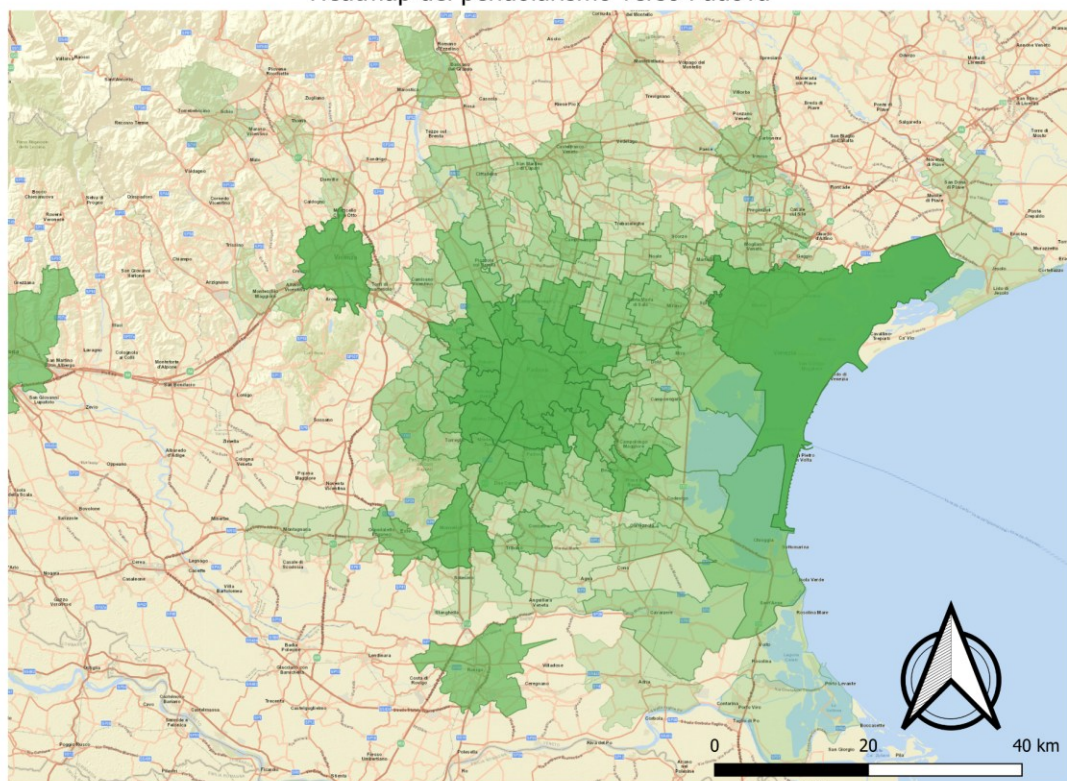


Figura 19: Heatmap del pendolarismo verso Padova

Nell'analisi del pendolarismo verso Padova, emerge la forte relazione con i comuni della cintura caratterizzati da tempi di percorrenza più brevi, ma anche la forte incidenza degli spostamenti verso Venezia. Vi è altresì una certa incidenza delle città situate lungo la rete ferroviaria ad alta velocità e lungo le autostrade A4 e A13.

Analizzando numericamente i dati si calcolano tempo medio, distanza media percorsa e velocità media degli spostamenti pendolari facenti capo a Padova.

$$t = 20,47 \text{ min}$$

$$d = 18,35 \text{ km}$$

$$v = 53,77 \text{ km/h}$$

Sempre considerando il movimento pendolare come somma di uno spostamento di andata ed uno di ritorno si ottiene il tempo totale dei movimenti pendolari:

$$t = 40,94 \text{ min}$$

Questo è compatibile con la media continentale europea, ed implica una certa incidenza di spostamenti non pendolari.

È stato inoltre possibile calcolare che gli spostamenti pendolari che si svolgono entro l'ora sono l'80,44% del totale.

V c b. Treviso

Tempi di percorrenza da Treviso

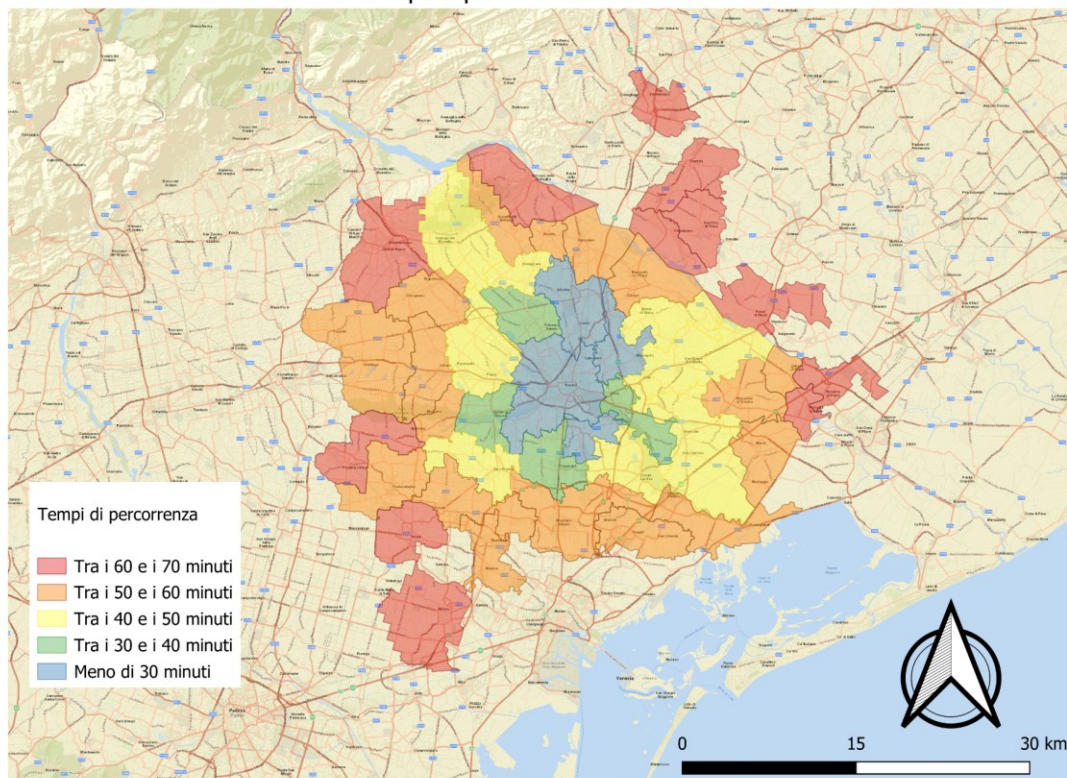


Figura 19: Tempi di percorrenza da Treviso
Heatmap del pendolarismo verso Treviso

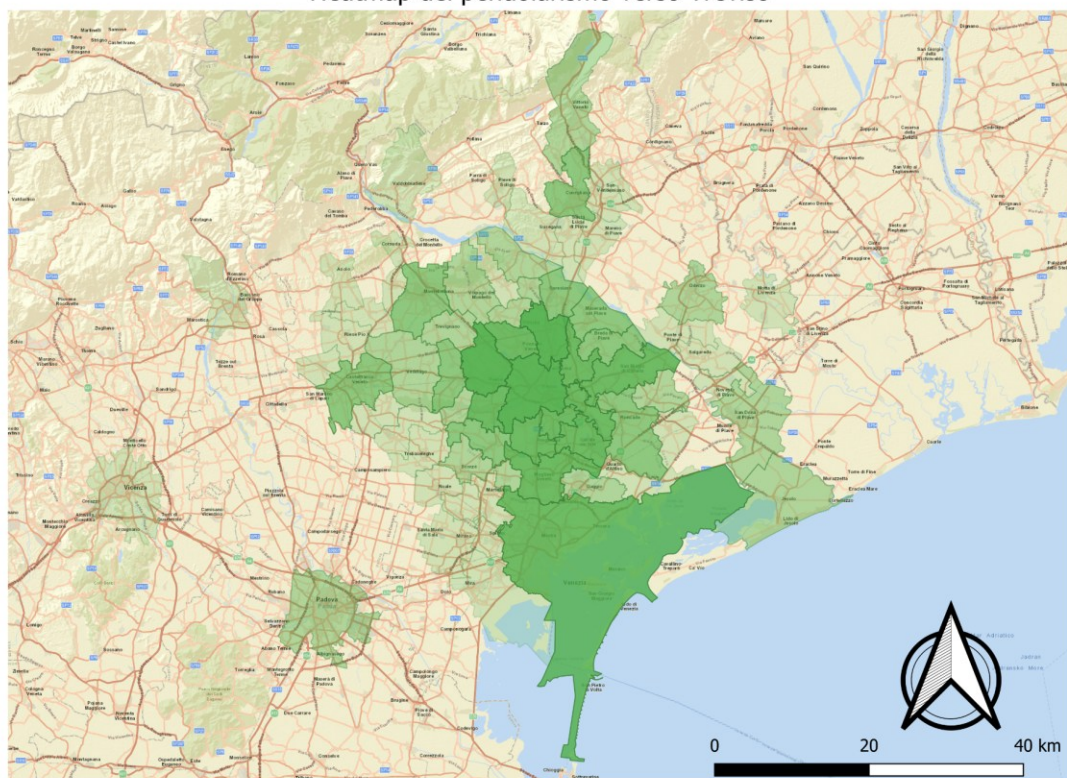


Figura 20: Heatmap del pendolarismo verso Treviso

Analizzando il pendolarismo verso Treviso si nota subito la fortissima relazione con Venezia, oltre che con i vicini comuni periferici della città. È interessante notare come in mancanza di collegamenti diretti con la rete ferroviaria ad alta velocità e con l'autostrada A4 la rilevanza del pendolarismo verso le città di Vicenza e Verona diminuisce sensibilmente, a differenza di Padova nonostante le simili distanze in linea d'aria coinvolte. Si può ipotizzare che questo derivi dal TTB simile, ma con velocità sensibilmente più basse nella direttrice est-ovest. È quindi possibile stimare tempo medio, distanza media percorsa e velocità media degli spostamenti pendolari facenti capo a Treviso.

$$t = 21,03 \text{ min}$$

$$d = 16,19 \text{ km}$$

$$v = 46,20 \text{ km/h}$$

Sempre considerando il movimento pendolare come somma di uno spostamento di andata ed uno di ritorno si ottiene il tempo totale dei movimenti pendolari:

$$t = 42,06 \text{ min}$$

Si può notare come il valore sia sostanzialmente stabile rispetto a Padova, nonostante le minori distanze percorse; questo si traduce in velocità di spostamento minori.

Infine, è stato possibile calcolare che gli spostamenti pendolari che si svolgono entro l'ora costituiscono l'83% degli spostamenti.

V c c. Castelfranco Veneto

Tempi di percorrenza da Castelfranco Veneto

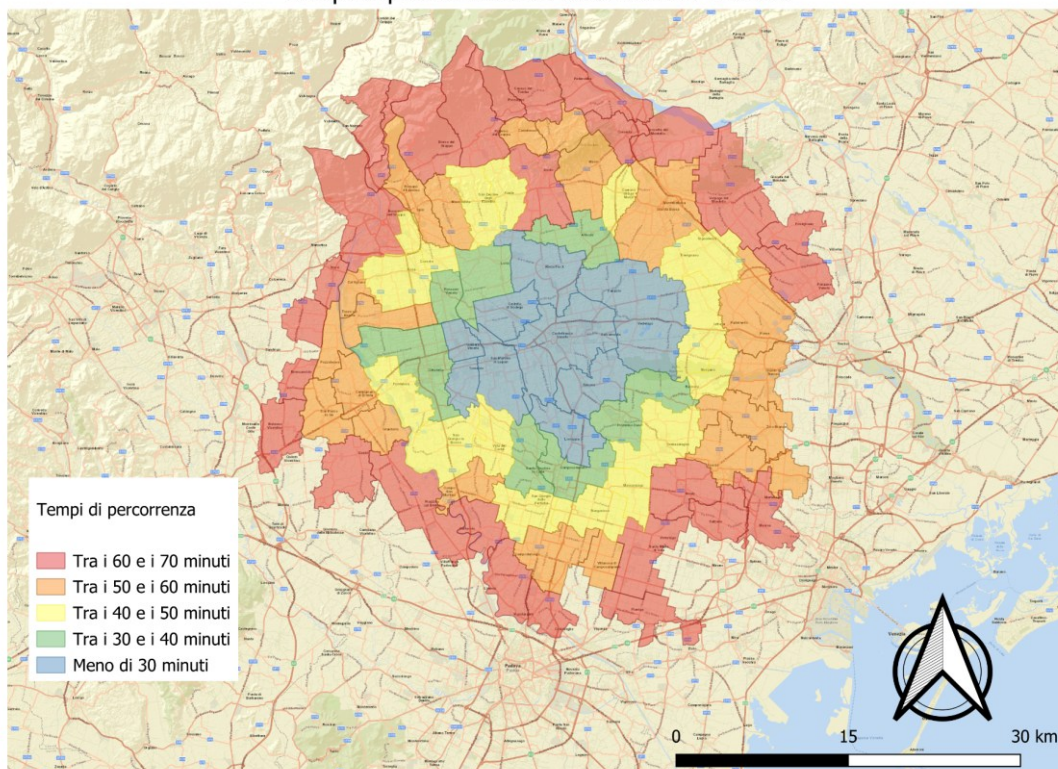


Figura 21: Tempi di percorrenza da Castelfranco Veneto
Heatmap del pendolarismo verso Castelfranco Veneto

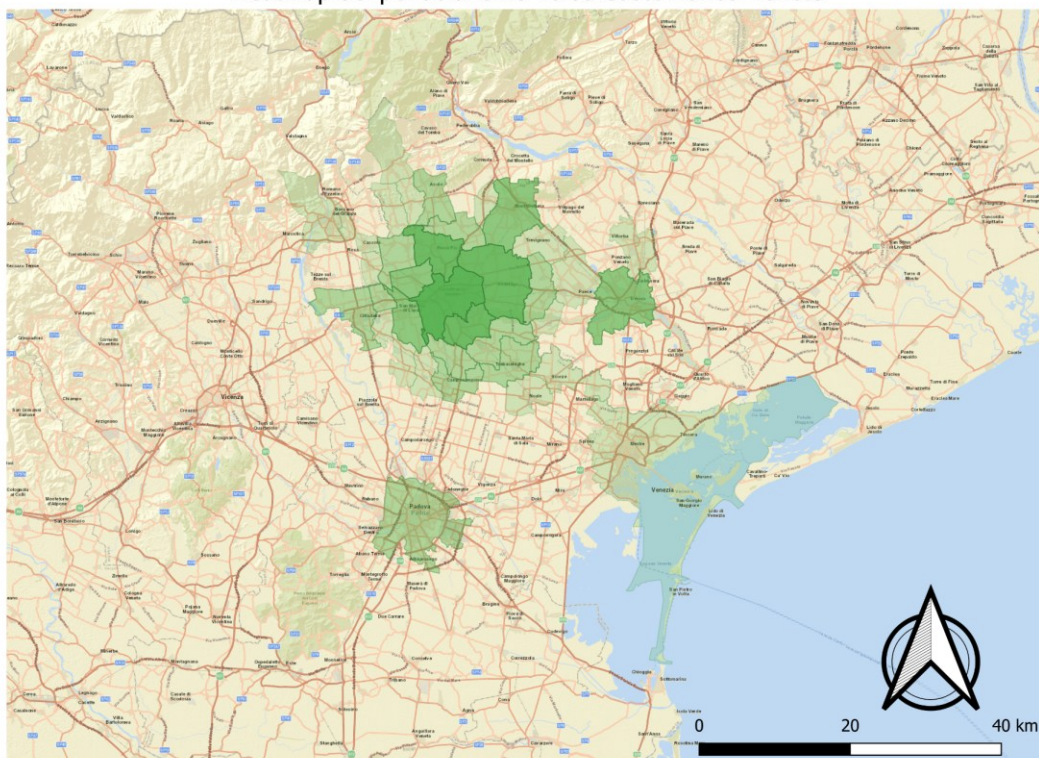


Figura 22: Heatmap del pendolarismo verso Castelfranco Veneto

Nel caso di Castelfranco Veneto, si nota subito l'importanza del pendolarismo verso Padova e Treviso. Vi è un numero minore di movimenti totali, e questo è attribuibile alla minore popolazione. Si procede poi calcolando tempo medio, distanza media percorsa e velocità media degli spostamenti pendolari.

$$t = 16,67 \text{ min}$$

$$d = 12,78 \text{ km}$$

$$v = 46,03 \text{ km/h}$$

Sempre considerando il movimento pendolare come somma di uno spostamento di andata ed uno di ritorno si ottiene il tempo totale dei movimenti pendolari:

$$t = 33,34 \text{ min}$$

Il tempo di percorrenza molto basso è legato alle basse distanze percorse; questo può essere indice di una maggiore incidenza degli spostamenti non sistematici sulla mobilità totale.

Gli spostamenti che si svolgono entro l'ora sono il 91% del totale.

V c d. Venezia

Tempi di percorrenza da Venezia

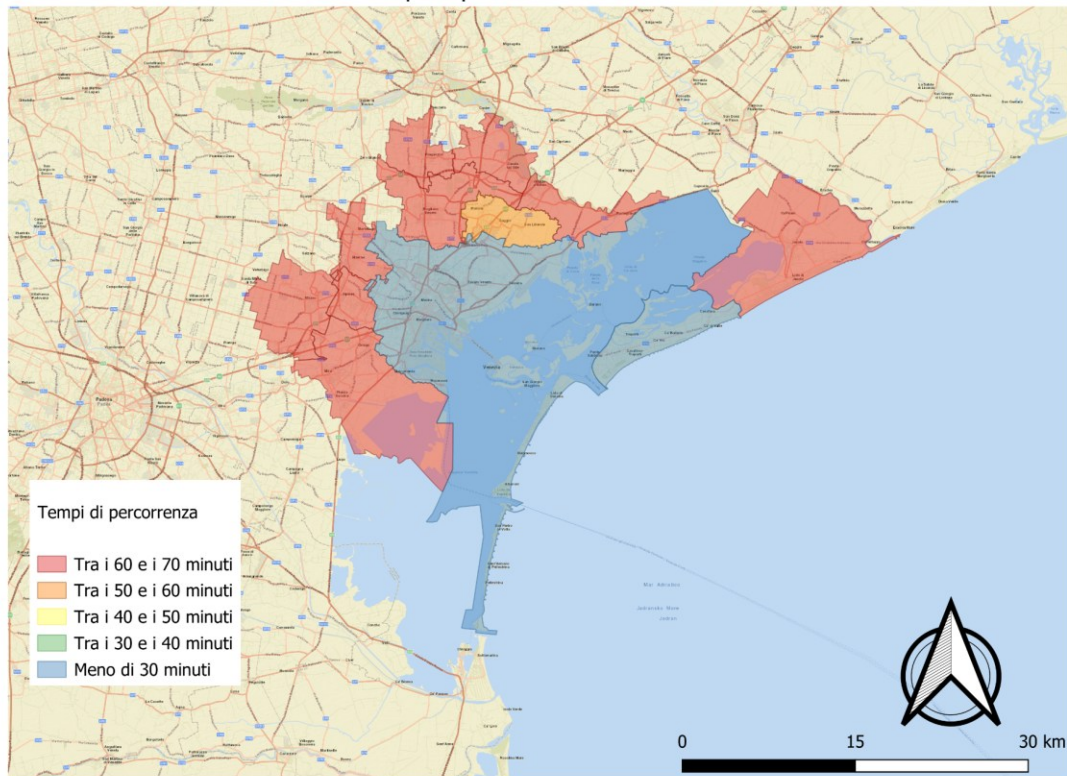


Figura 23: Tempi di percorrenza da Venezia
Heatmap del pendolarismo verso Venezia

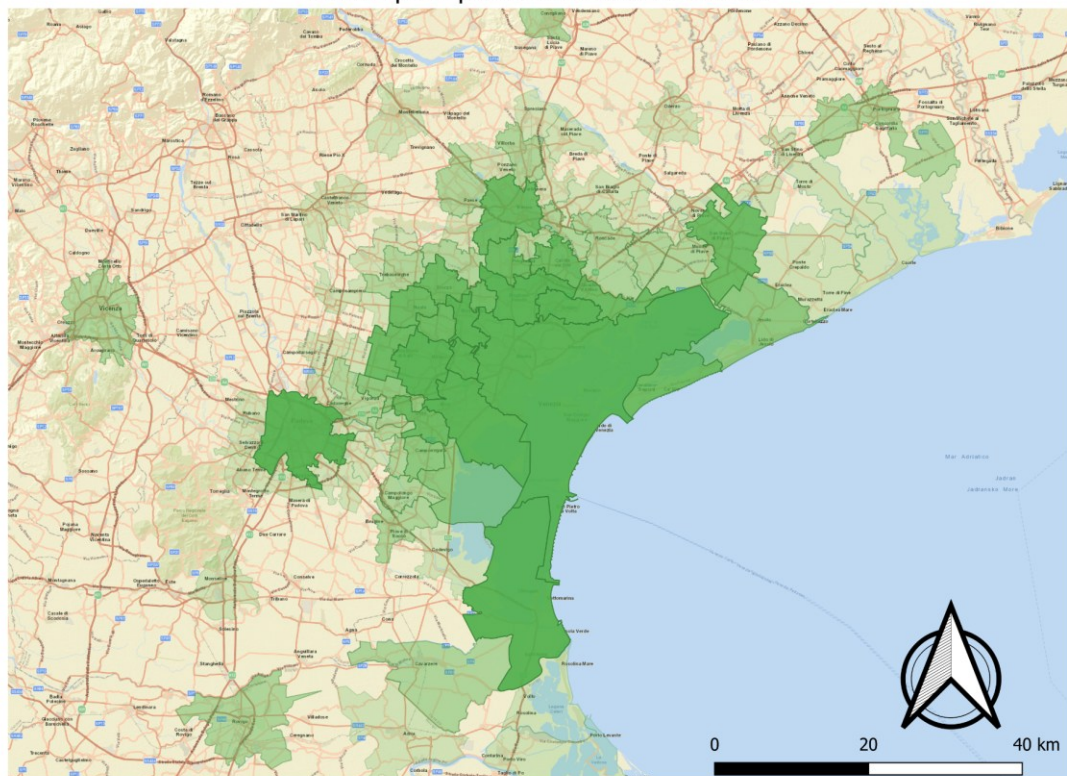


Figura 24: Heatmap del pendolarismo verso Venezia

Analizzando il caso di Venezia, diventano ancora evidenti i limiti dell'utilizzo delle matrici ISTAT, in questo caso derivanti dall'ampiezza del comune di Venezia. Considerando i tempi di spostamento dal centro storico della città i tempi di spostamento risultano molto più elevati del valore reale, visto che la maggior parte della popolazione del comune risiede in realtà a Mestre ed altre parti del comune sono molto più facilmente raggiungibili dai paesi limitrofi (come Chioggia).

Guardando il numero di spostamenti, risultano importanti oltre ai paesi della laguna e dell'hinterland mestrino anche Treviso, Padova e, nuovamente, altre città collegate dai servizi ferroviari ad alta velocità o dal sistema autostradale.

Nell'analisi numerica di tempo medio, distanza media percorsa e velocità media degli spostamenti pendolari, l'errore dovuto alla sovrastima dei tempi di percorrenza è in realtà fortemente mitigato dal numero molto elevato di spostamenti intracomunali, che arrivano ad essere il 51% degli spostamenti totali.

$$t = 20,32 \text{ min}$$

$$d = 19,42 \text{ km}$$

$$v = 57,33 \text{ km/h}$$

Sempre considerando il movimento pendolare come somma di uno spostamento di andata ed uno di ritorno si ottiene il tempo totale dei movimenti pendolari:

$$t = 40,64 \text{ min}$$

Il numero di spostamenti che si svolgono entro l'ora risulta essere il 73,1% degli spostamenti totali; questo valore sarà in realtà più alto.

V c e. La conurbazione del Veneto Centrale

Compenetrazione delle aree di influenza urbana

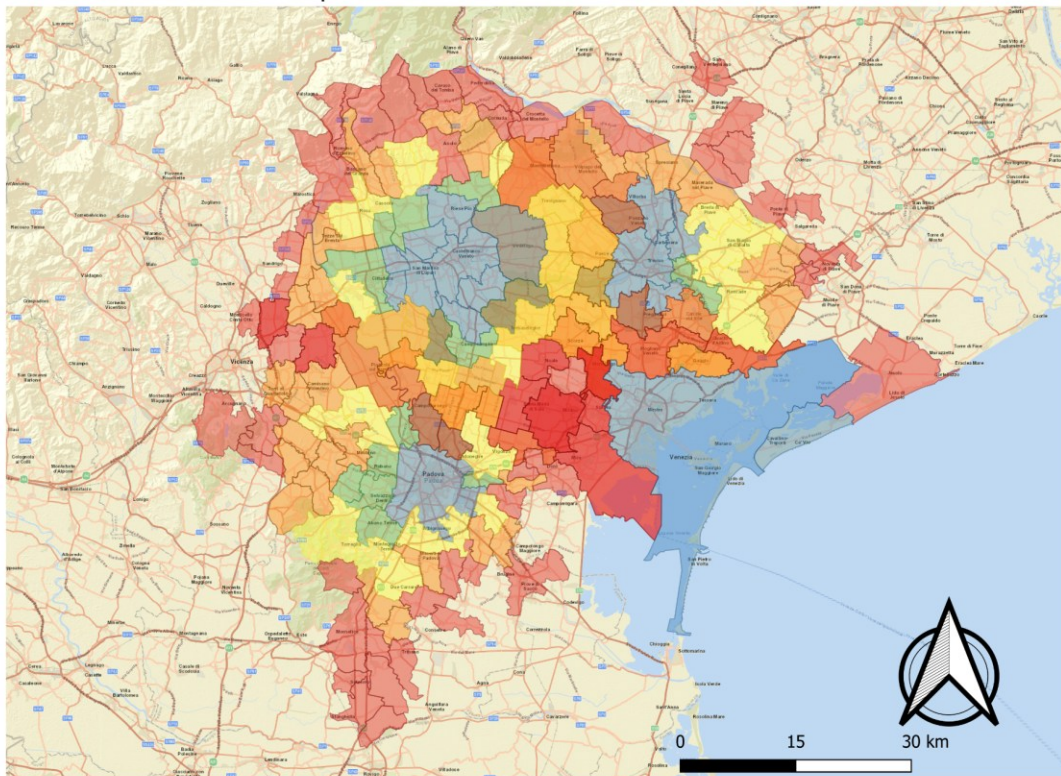


Figura 25: Compenetrazione delle aree di influenza urbana
Compenetrazione dei fenomeni di pendolarismo

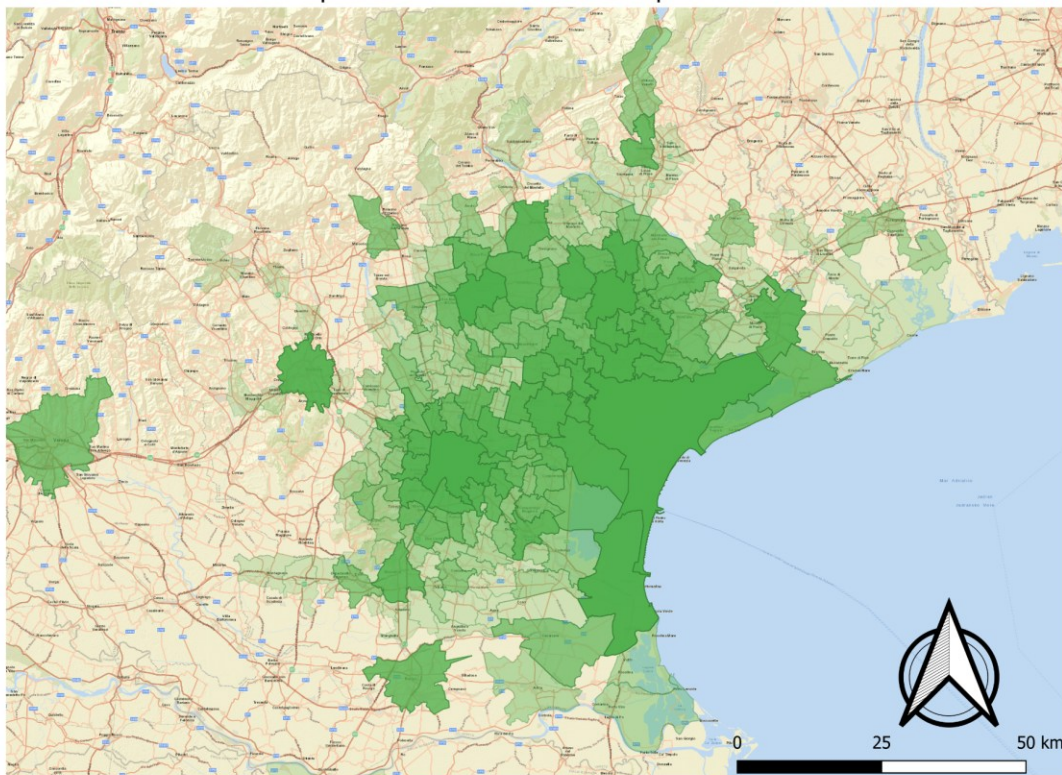


Figura 26: Compenetrazione dei fenomeni di pendolarismo

Applicando un fattore correttivo ai tempi di percorrenza da Venezia per simulare una partenza da Mestre, è stato possibile creare una mappa dei raggi di influenza urbana dei quattro poli del quadrilatero.

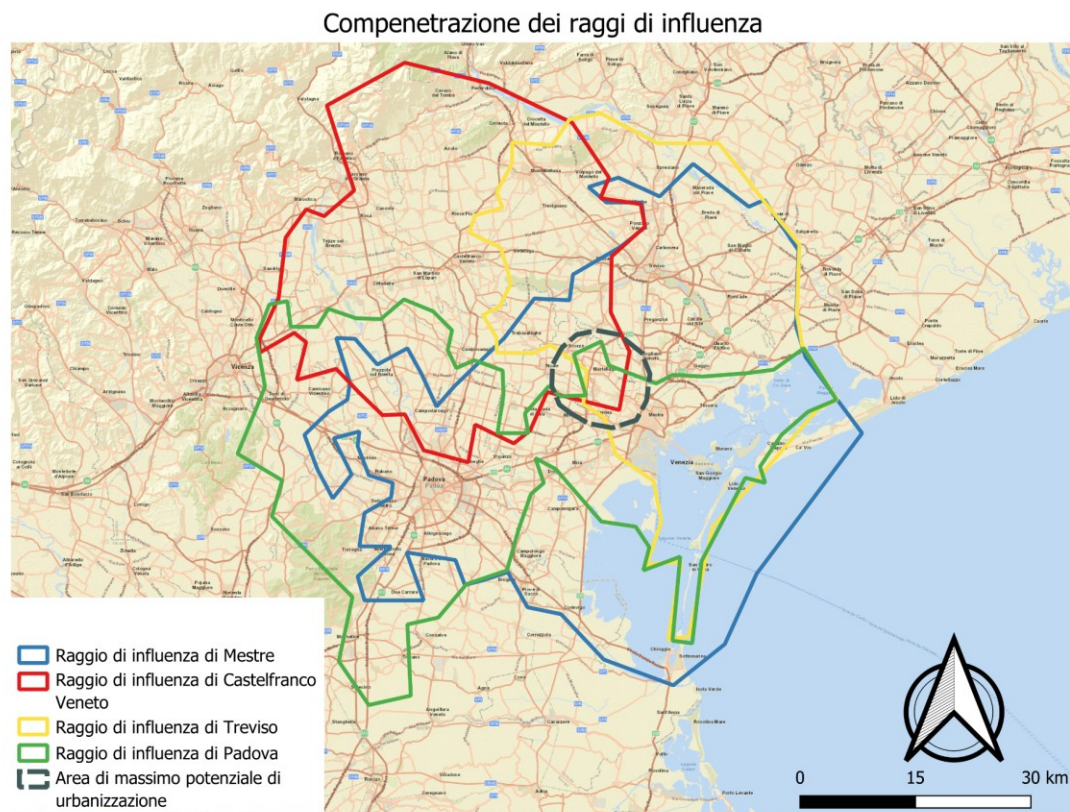


Figura 27: Compenetrazione dei raggi di influenza

Sovrapponendo i raggi di influenza e i movimenti pendolari dei quattro centri analizzati, diventa evidente la sovrapposizione dei fenomeni di pendolarismo e dei raggi di influenza legati ai quattro centri urbani.

È possibile definire un'area intorno al comune di Martellago che è raggiungibile in mezz'ora da tutti i poli; questo è il cuore della Città dell'Ora del Veneto Centrale ed è l'area con massimo potenziale di urbanizzazione.

È inoltre possibile calcolare che degli spostamenti totali originanti dai quattro poli, ben il 40,34% ha termine in uno dei quattro poli.

Si possono dunque considerare i quattro centri come poli di un'unica area urbana decentrata. È opportuno allora andare ad analizzare i parametri degli spostamenti, già calcolati per le singole città, sull'intero sistema urbano combinato.

$$t = 20,26 \text{ min}$$

$$d = 18,07 \text{ km}$$

$$v = 53,47 \text{ km/h}$$

Sempre considerando il movimento pendolare come somma di uno spostamento di andata ed uno di ritorno si ottiene il tempo totale dei movimenti pendolari:

$$t = 40,52 \text{ min}$$

Questo arco di tempo è coerente con la media continentale. Considerando gli spostamenti non dovuti a pendolarismo ed approssimando per eventuali errori dovuti agli spostamenti

intracomunali ed all'utilizzo di tempi di spostamento aggregati a livello comunale, si conclude che le ipotesi della Città dell'Ora sono rispettate.

Vi sono dunque diverse conseguenze rilevanti riguardanti la pianificazione urbanistica e dei trasporti nell'area.

VI. Scenari di urbanizzazione del Veneto Centrale

VI a. Le conseguenze della Città dell'Ora nel caso veneto

Avendo confermato le ipotesi della Città dell'Ora nel quadro del Veneto Centrale, è bene osservarne le conseguenze.

L'esistenza di TTB e TMB impone che la popolazione continuerà a viaggiare per un tempo di circa 1,1 ore al giorno, a dispetto dei miglioramenti infrastrutturali che saranno usati invece per aumentare le distanze viaggiate. Si tratta di una semplice relazione per cui aumenti di velocità corrispondono ad aumenti del raggio d'influenza dei centri urbani.

Inoltre, è opportuno ricordare che l'esistenza del TTB impone l'esistenza di una gerarchia delle priorità di mobilità, per cui con una diminuzione delle velocità certi spostamenti sono abbandonati prima di altri (Zahavi, 1974).

Queste conseguenze possono essere sfruttate nella pianificazione dei trasporti con l'obiettivo di diminuire l'utilizzo del trasporto privato ed aumentare in generale la sostenibilità della mobilità.

Nel caso veneto, al 2024 il 67% della popolazione mobile utilizza varie forme di trasporto privato, e di questi, il 9,3% sono passeggeri (Regione Veneto, 2024). Questo numero è importante, perché è stato notato che nella gerarchia delle priorità i viaggi privati compiuti a servizio di altri utenti sono i primi a non essere più compiuti nel momento in cui tempi e costi del trasporto privato vanno ad aumentare (Zahavi, 1974). La categoria dei passeggeri del trasporto privato è la più importante da intercettare nell'ottica dello shift modale verso il trasporto pubblico.

Tuttavia, è bene considerare che l'aumento del costo del trasporto privato è un metodo poco efficace per favorire l'utilizzo del trasporto pubblico. Questo perché vi sarà sempre una quota della popolazione che userà il trasporto privato (circa il 30%, secondo Núñez *et al.*, 2024) e perché la popolazione è disposta ad aumentare le spese sui trasporti a discapito di altre, fino ad un punto oltre il quale ci saranno gravi conseguenze generalizzate sull'economia (Zahavi e Talvitie, 1980). Inoltre, non si potrà verificare shift modale se non vi sono alternative adatte al trasporto privato (Núñez *et al.*, 2024).

Da un punto di vista puramente trasportistico la soluzione migliore è quindi l'aumento delle velocità medie del trasporto pubblico. Questo non indica solamente il puro aumento della velocità commerciale, ma anche la diminuzione delle disutilità legate al suo utilizzo; ad esempio, i tempi di attesa dati dagli orari fissi, oppure la necessità di spostamenti verso e dalle fermate del TPL. Oppure la necessità di comprare più abbonamenti per più servizi concatenati tra loro: è importante notare come, per via delle altre disutilità nell'utilizzo del mezzo pubblico, la popolazione che utilizza i trasporti pubblici è disposta a spendere molto meno sugli spostamenti rispetto alla popolazione che utilizza il mezzo privato (Zahavi e Ryan, 1980).

VI b. Il Sistema Ferroviario Metropolitano Regionale

Si possono indicare gli interventi di miglioramento derivanti dalle necessità indicate per l'aumento dello share modale del trasporto pubblico: oltre all'aumento delle velocità commerciali, per diminuire le disutilità temporali è indicato andare ad aumentare frequenza e capillarità del servizio.

Nel caso del Veneto Centrale, questi miglioramenti erano alla base del progetto del Sistema Ferroviario Metropolitano Regionale (SFMR).

Nella sua ultima iterazione, il SFMR si poneva infatti gli obiettivi di ridurre la congestione stradale ed aumentare la sostenibilità della mobilità nel Quadrilatero tramite lo shift modale verso il trasporto su rotaia; legando questi alla ristrutturazione dei servizi di TPL collegati per aumentare la capillarità del sistema.

Tramite una serie di interventi infrastrutturali, ci si proponeva di aumentare la frequenza dei servizi ferroviari sulle direttrici ai 15 minuti nelle ore di punta sulle direttrici Padova-Venezia e Venezia-Treviso, e a mezz'ora in tutte le altre direttrici. Ci si proponeva poi di diminuire al massimo le disutilità pianificando interscambi tra i vari servizi e mezzi di trasporto collegati, e di creare un sistema di tariffazione integrata per aree (Regione Veneto, 2001).

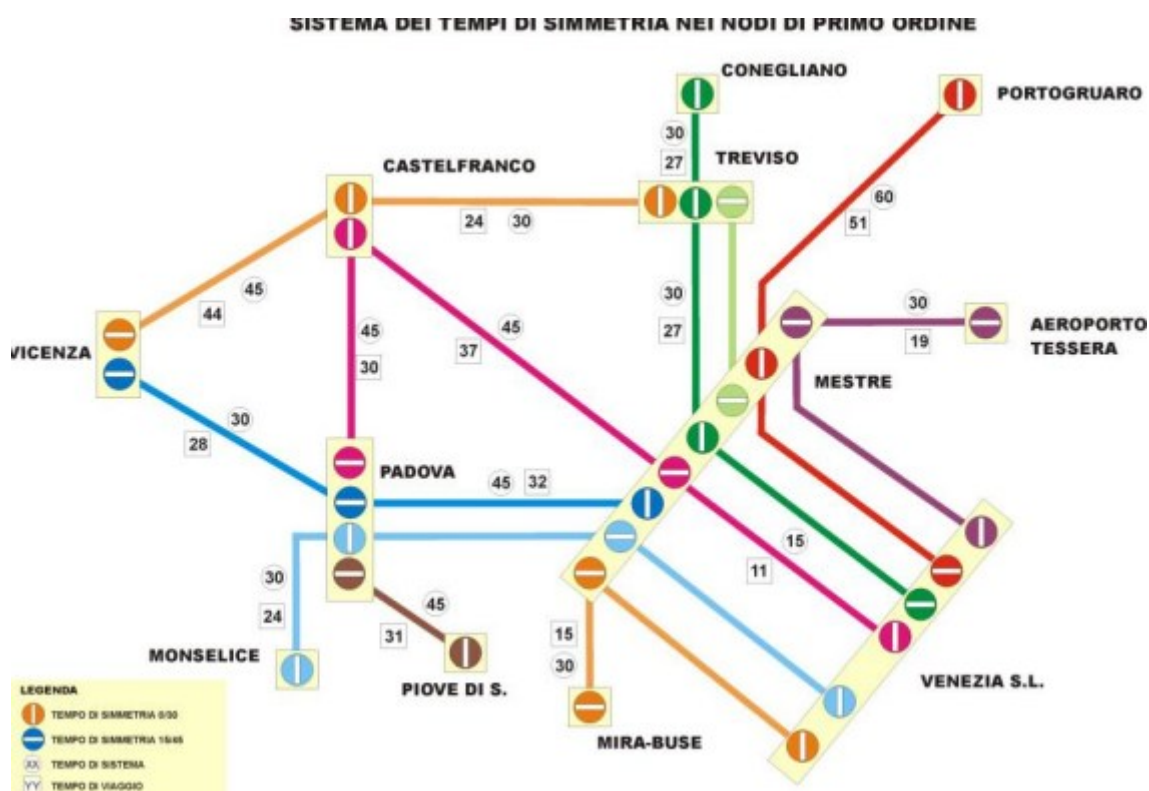
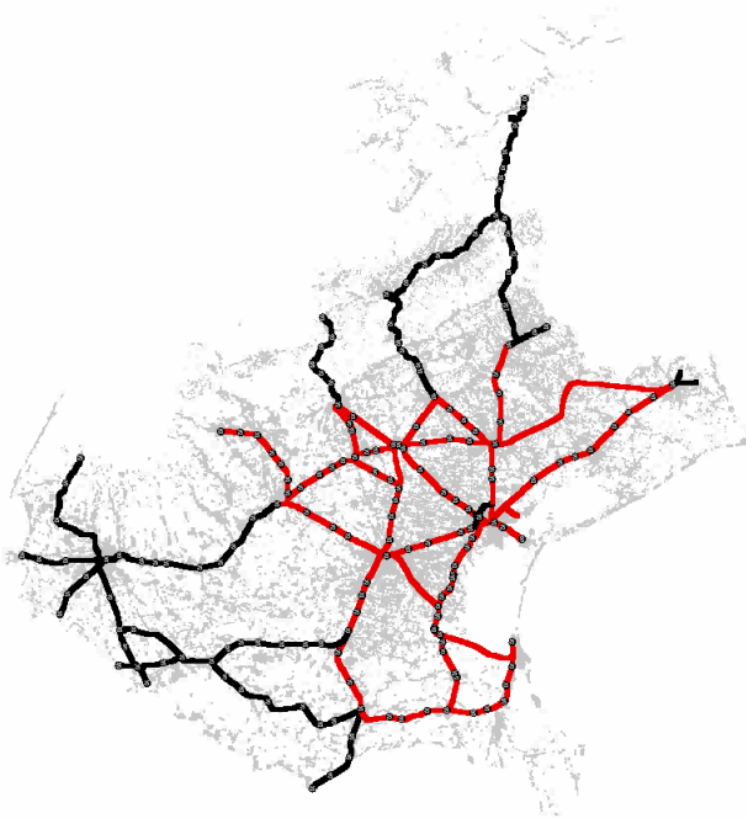


Figura 28: Sistema dei tempi di simmetria del SFMR (Regione Veneto, 2001)



REGIONE VENETO

Servizio Ferroviario
Metropolitano Regionale

Figura 29: Estensione del SFMR (Regione Veneto, 2001)

È opportuno considerare come questo servizio sarebbe andato a coprire tutti i principali poli del pendolarismo dipendente dal Quadrilatero del Veneto Centrale.

Secondo le indagini svolte, il SFMR avrebbe generato una diminuzione del 4,9% degli spostamenti in automobile e una diminuzione del 15,7% negli spostamenti in autobus, con invece un aumento del 47,8% degli spostamenti su rotaia.

Per via degli alti costi e dei ritardi nell'implementazione, il progetto venne bloccato nel 2018 trasferendo ad RFI le competenze per completare i lavori già iniziati. Tuttavia, nonostante gli ostacoli legati all'attuazione del progetto originale, questo era all'avanguardia dal punto di vista trasportistico e nell'ottica della mobilità green; è opportuno e anche consigliabile utilizzare l'idea nella pianificazione urbanistica del Quadrilatero nel futuro.

VI c. Il futuro

Nel perseguire gli obiettivi di mobilità green, risulta necessaria la coordinazione di pianificazione territoriale e dei trasporti. Con l'introduzione di nuove tecnologie, si prospetta un ulteriore incremento della velocità media dei veicoli privati (con un possibile aumento del 20% parallelo all'introduzione delle Smart Roads) (Cascetta, Henke e Di Bartolomeo, 2021b). Vi è dunque il rischio di un ulteriore decentramento territoriale, già molto forte nell'area veneta, parallelo ad un aumento dell'utilizzo del trasporto privato e delle esternalità negative ad esso associate (Bieber, Massot and Orfeuill, 1994).

Si pone anche un rischio a livello economico: senza alternative valide, con l'incremento del prezzo dei carburanti la popolazione veneta potrà essere costretta a spendere sempre di più per i propri spostamenti, finché, in seguito ad un costo eccessivamente elevato, la mobilità totale inizierà a diminuire. Entrambi gli scenari risulteranno in perdite di produttività (Zahavi e Talvitie, 1980).

È stato ampiamente analizzato come vi siano molti modi per stimolare lo shift modale verso il trasporto pubblico e la mobilità dolce. Questi possono essere riassunti in tre ambiti:

- 1) L'ambito trasportistico. L'aumento di frequenze, velocità commerciali e capillarità del trasporto pubblico, coordinato con il TPL per massimizzare la possibilità di interscambio, sono necessari al fine di rendere il servizio pubblico appetibile alla popolazione. Elettificazioni e raddoppi (se non addirittura quadruplicazioni) dove necessario e l'implementazione dell'ERTMS possono essere utili al fine di aumentare la capacità delle linee, per permettere frequenze fino al quarto d'ora. È inoltre importante trasformare le stazioni coinvolte in hub trasportistici, rendendo il collegamento da ferrovia a TPL rapido e sicuro per i passeggeri. Può essere indicata la creazione di una tariffazione unica, o di un abbonamento unico per l'utilizzo della ferrovia, del TPL locale e potenzialmente del bike sharing. Allo scopo di promuovere la mobilità dolce, può diventare utile agevolare il trasporto delle biciclette in treno, ad esempio dotando i treni di apposite carrozze per trasporto biciclette. La creazione di sistemi MaaS e MaaF può essere ulteriormente utile ad incentivare e promuovere le varie forme di trasporto pubblico.



Figura 30: Carrozza per trasporto biciclette. Foto Alberto Viscardi

- 2) L'ambito urbanistico. La creazione di TODs, ovvero aree urbane ad alta densità e a molteplici usi in un'area raggiungibile a piedi dalla stazione ferroviaria, può incentivare fortemente l'utilizzo della mobilità dolce combinata al trasporto pubblico per compiere tutti gli spostamenti quotidiani. Può essere possibile andare a creare "paesi dei 15 minuti" intorno alle stazioni ferroviarie, per cui tutte le necessità della vita quotidiana possono essere svolte spostandosi per non più di 15 minuti e senza utilizzare il mezzo privato.

È importante notare come questi tipi di sviluppi siano possibili solo se sono anche attuate misure per evitare il decentramento urbano e la formazione di nuove periferie. Tuttavia, a questo fine contribuisce direttamente la legislazione europea contro il consumo del suolo.

- 3) L'ambito delle telecomunicazioni. Se combinato con i precedenti punti, la promozione del commercio online e soprattutto del telelavoro può incentivare fortemente la mobilità dolce e diminuire sensibilmente la porzione del TTB utilizzata dal trasporto privato. Potrà essere ad esempio utile l'introduzione su larga scala dello smart working nel settore terziario, che al 2024 impiega il 62% degli occupati nella regione, o la reintroduzione della didattica a distanza nelle università.

Se nel primo ambito si parla di aumentare la velocità media del trasporto pubblico, nei due successivi si punta invece a diminuire la velocità media dei movimenti in generale. Questo perché in linea generale per via delle varie disutilità coinvolte il trasporto pubblico difficilmente potrà avere velocità medie superiori al trasporto privato; diminuendo la

necessità di queste alte velocità tramite pianificazione urbanistica e nelle telecomunicazioni, si può quindi dotare la popolazione di un'alternativa all'uso dell'automobile.

È importante notare come in ogni caso non si parli di sostituire completamente il trasporto privato con il trasporto pubblico; in ogni scenario di sviluppo, almeno il 30% della popolazione sceglierà il mezzo privato anche se non strettamente conveniente da un punto di vista temporale. Questa fascia di popolazione godrà tuttavia delle esternalità positive dello shift modale verso il trasporto pubblico, ovvero un incremento delle velocità medie per via della diminuzione della congestione stradale.

Si potrà dunque ipotizzare una leggera crescita del raggio di influenza urbano nel futuro prossimo.

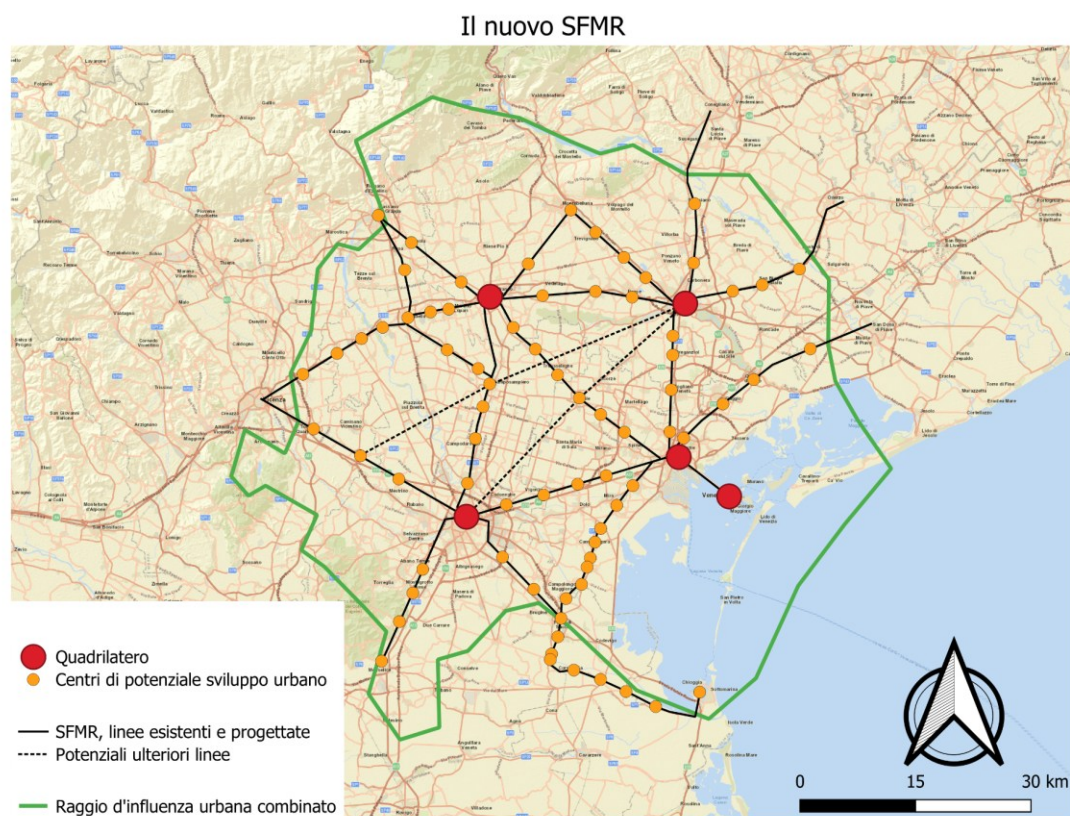


Figura 31: Ipotesi di ravvivamento del SFMR

È dunque possibile ipotizzare come questi metodi possano essere applicati al caso del Quadrilatero.

Nella mappa, viene indicato il raggio di influenza urbana dei quattro centri principali del Veneto Centrale, ipotizzando una crescita del 10% delle velocità di percorrenza su strada. In questo modo è definita la Città dell'Ora del Veneto Centrale.

Viene indicata una versione del SFMR ridotta alle linee che sono più direttamente coinvolte nel raggio di influenza. Viene ipotizzata la costruzione di due ulteriori linee per ovviare all'assenza di un collegamento diretto tra Padova e Treviso; una linea è la Treviso-Cittadella-Grisignano di Zocco, potenzialmente una riapertura parziale della vecchia ferrovia militare Treviso-Ostiglia, mentre il collegamento diretto Padova-Noale-Treviso si basa su un'ipotesi alternativa per il tracciato della linea Treviso-Ostiglia.

Vengono poi indicati i centri di potenziale sviluppo urbano: ovvero, le stazioni che potrebbero essere al centro di interventi di riqualificazione urbana o altri interventi edilizi allo scopo di creare dei TODs intorno all'area della stazione.

L'implementazione combinata di una moderna rete di trasporto pubblico, combinata con la ristrutturazione urbanistica dell'area può quindi portare alla creazione di una conurbazione caratterizzata da vaste possibilità di mobilità sostenibile. Unendo a queste l'utilizzo delle moderne tecnologie di telecomunicazione, si può proporre che nel lungo termine in questi modi sarà possibile andare ad incidere in modo decisivo sull'utilizzo del mezzo privato, con beneficio della collettività in generale.

VII. Conclusioni

Nell'analisi della letteratura, si è potuta ampiamente confermare l'esistenza di un TTB di circa un'ora, per cui si è verificata l'esistenza concettuale della Città dell'Ora.

Si è potuto vedere come vi sia comunque una grande varietà di opinioni sull'argomento, sull'esistenza stessa del TTB, sulle sue conseguenze e sul miglior approccio al suo utilizzo nella pianificazione urbana.

Si è potuta vedere la grande rilevanza storica della Città dell'Ora, in particolare analizzando la città di Londra nel corso del XIX secolo; discutendo poi del futuro delle città, si è potuti giungere ad una serie di accorgimenti nella pianificazione urbana e dei sistemi di trasporto che abbiano l'effetto di stimolare l'utilizzo del trasporto pubblico.

Si è quindi potuta fare un'ampia analisi del caso della Regione Veneto e del Veneto Centrale in particolare, confermando le ipotesi sviluppate nella prima parte della tesi e potendo quindi ipotizzare alcune applicazioni allo scopo di potenziare la mobilità sostenibile.

Rimangono tuttavia alcune problematiche. La principale è che non si è potuta dare una spiegazione definitiva dell'esistenza di un TTB di 1,1 ore; per questo motivo non si può affermare con assoluta certezza che questo resterà stabile nel tempo. Se ad esempio fosse verificato che il TTB aumenta in funzione della velocità diventerebbero necessarie misure molto più stringenti sul trasporto privato per creare uno shift modale rilevante verso il TPL. Un'altra problematica rilevante sono gli alti costi e gli elevati tempi derivanti dalle soluzioni individuate. Questo nasce dalla natura degli interventi, essendo necessari grandi investimenti infrastrutturali e a livello urbanistico. Inoltre, non è stata affrontata l'opposizione politica a molti di questi progetti, quali la città dei 15 minuti, che ne rendono più complessa l'implementazione.

Tuttavia, risulta in ogni caso che la Città dell'Ora non può essere ignorata nella pianificazione strategica dei trasporti. Il concetto di base è infatti applicabile anche negli scenari in cui le ipotesi di base non reggono pienamente, semplicemente modificando alcuni parametri per una migliore applicazione alle condizioni geografiche, urbanistiche e sociali locali.

Nell'ambito della ricerca, ci si può aspettare che l'epoca post-Covid permetterà di comprendere meglio l'effetto delle tecnologie di telecomunicazione sulla mobilità. Ad oggi, è opinione comune a molti ricercatori che queste hanno effetti positivi dal punto di vista della mobilità green; è prevedibile che nei prossimi anni saranno pubblicati molti altri studi sull'argomento, che potranno dare una conferma definitiva.

Infine, è consigliabile che misure simili a quelle indicate come conseguenza del TTB siano adottate rapidamente per far fronte alla crisi climatica. È necessario che ci sia intesa tra i soggetti politici e i soggetti tecnici: le misure necessitano di forti investimenti nel lungo termine, e senza questa intesa sono prevedibili interruzioni premature a questi programmi.

Bibliografia

Mokhtarian P. L. and Chen C. (2003) 'Review of empirical literature on travel time', *Transportation Research Part A Policy and Practice*, 38(4), pp. 643-675.

Zahavi Y. (1974) 'Traveltime budgets and mobility in urban areas'.

Meneguzzer, C. (2016) *Flussi, code e reti - Elementi di analisi dei sistemi di trasporto*.

Ahmed A. and Stopher P. (2014) 'Review of travel time budget studies', *Transport Reviews*, 2014, Vol. 34, No. 5, pp. 607-625.

Joly I. (2004) 'Travel time budget - decomposition of the worldwide mean'.

Zahavi Y. and Talvitie A. (1980) 'Regularities in travel time and money expenditures', *Transport Research Record* 750, pp. 13-19.

Zahavi Y. and Ryan J. M. (1980) 'Stability of travel components over time', *Transport Research Record* 750, pp. 19-26.

Hupkes G. (1982) 'The law of constant travel times and trip rates', *FUTURES February 1982*, pp. 38-46

Cascetta E., Henke I and Di Bartolomeo M. I. (2021) 'Le sei rivoluzioni dei trasporti e le loro evoluzioni. Una breve storia dalle origini ai giorni nostri', *Ingegneria Ferroviaria* 5/2021, pp. 389-418.

Angela A. (2018) *I tre giorni di Pompei*.

Lindelöw D. (2018) 'Running to stand still - the role of travel time in transport planning', *Urban Insight* 2018.

Gerhold, D. (2014) 'The development of stage coaching and the impact of turnpike roads, 1653–1840', *The Economic History Review*, 67(3), pp. 818–845.

Kelley, A.C. and Williamson, J.G. (1984) 'Population growth, industrial revolutions, and the urban transition', *Population and Development Review*, 10(3), p. 419.

Engels, F. (1845) *The Condition of the Working-Class in England*.

Denny, J. T. (1880) *Horses and roads*.

Bryer, R.A. (1991) 'Accounting for the "railway mania" of 1845 - A great railway swindle?', *Accounting Organizations and Society*, 16(5–6), pp. 439–486.

Wolmar, C. (2005) *The Subterranean Railway: How the London Underground was built and how it changed the city forever*.

Gager D. J. (2020) *'Trains, Lanes and Spatial Planes: The Evolution of Railway Commuting Into London 1840-1914'*. University of London.

Green, O. (1983) *The London Underground: an Illustrated history*, Medical Entomology and Zoology.

Song, Z. et al. (2019) 'Public transport accessibility and housing value uplift: Evidence from the Docklands light railway in London', *Case Studies on Transport Policy*, 7(3), pp. 607–616.

Vilhelmson, B. (1999) 'Daily mobility and the use of time for different activities. The case of Sweden', *GeoJournal*, 48(3), pp. 177–185.

Bieber, A., Massot, M. and Orfeuil, J. (1994) 'Prospects for daily urban mobility', *Transport Reviews*, 14(4), pp. 321–339.

Schafer, A. and Victor, D.G. (1998) 'The future mobility of the world population', *Transportation Research Part A Policy and Practice*, 34(3), pp. 171–205.

Cascetta E., Henke I and Di Bartolomeo M. I. (2021) 'La settima rivoluzione dei trasporti. Le innovazioni in corso e i possibili scenari futuri', *Ingegneria Ferroviaria* 6/2021, pp. 461-492.

Eliasson, J. (2021) 'Will we travel less after the pandemic?', *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 13, p. 100509.

Ozbilen, B., Wang, K. and Akar, G. (2021) 'Revisiting the impacts of virtual mobility on travel behavior: An exploration of daily travel time expenditures', *Transportation Research Part A Policy and Practice*, 145, pp. 49–62.

Rezaei, N. et al. (2025) 'Zooming in on virtual commutes: Telecommuting impacts on mobility and sustainability', *Transportation Research Part D Transport and Environment*, 143, p. 104731.

Guerra E. and Cervero R. (2013) 'Is a Half-Mile Circle the Right Standard for TODs?', *Access* 42 Spring 2013, pp. 17-22.

Núñez, M.-B.F. et al. (2024) 'Car-use reduction in 15-Minute Cities. A matter of modal shift or shorter travel distances?', *Journal of Urban Mobility*, 6, p. 100093.

