



Convegno: Muoversi in città senza auto.

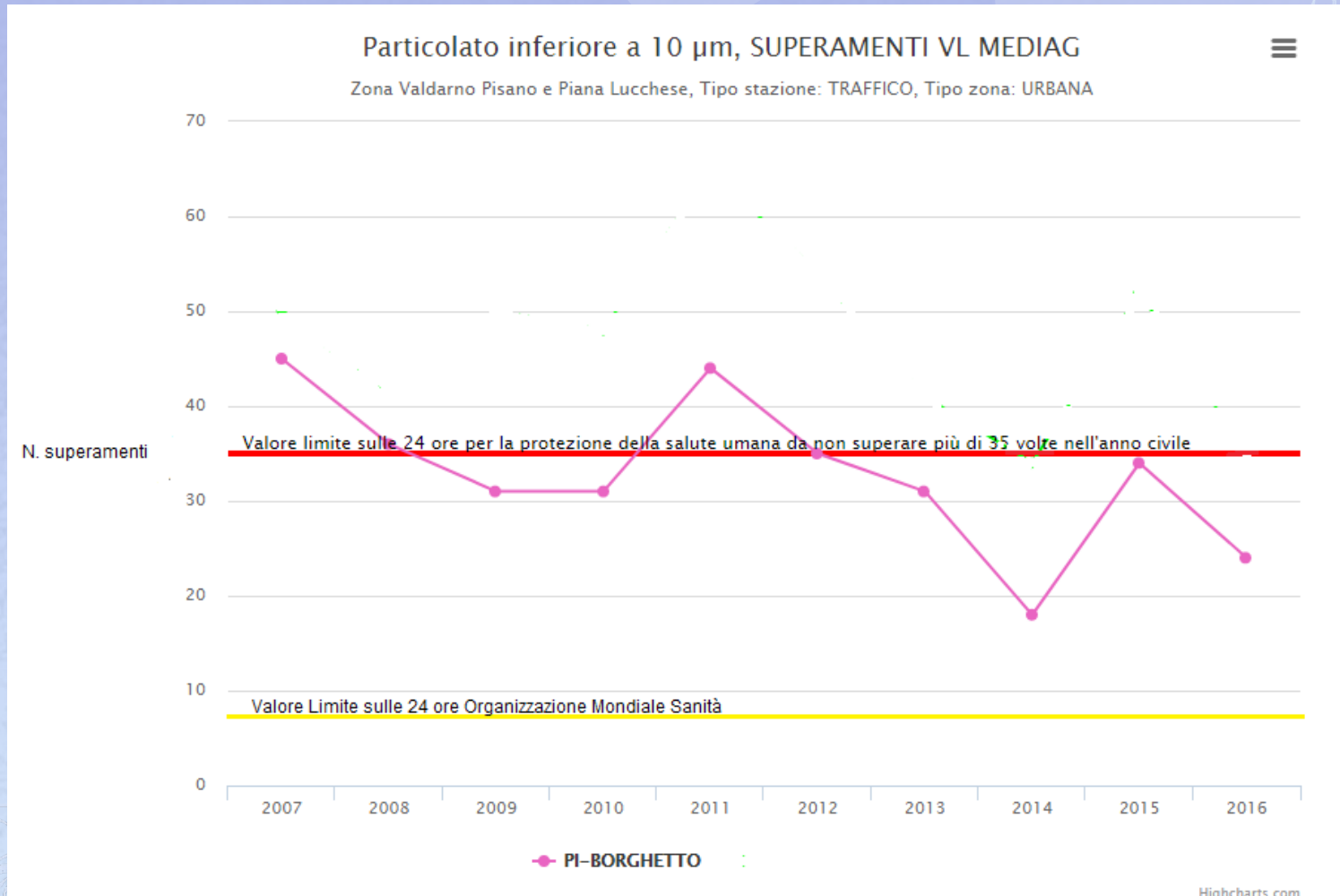
Titolo relazione: **Sistema di tram - treno di area vasta. Ipotesi progettuali ed opportunità.**

Ing. Terenzio Longobardi
Ecologista - Associazione La città ecologica

Ing. Andrea Spinosa
Direttore tecnico di Cityrailways.com

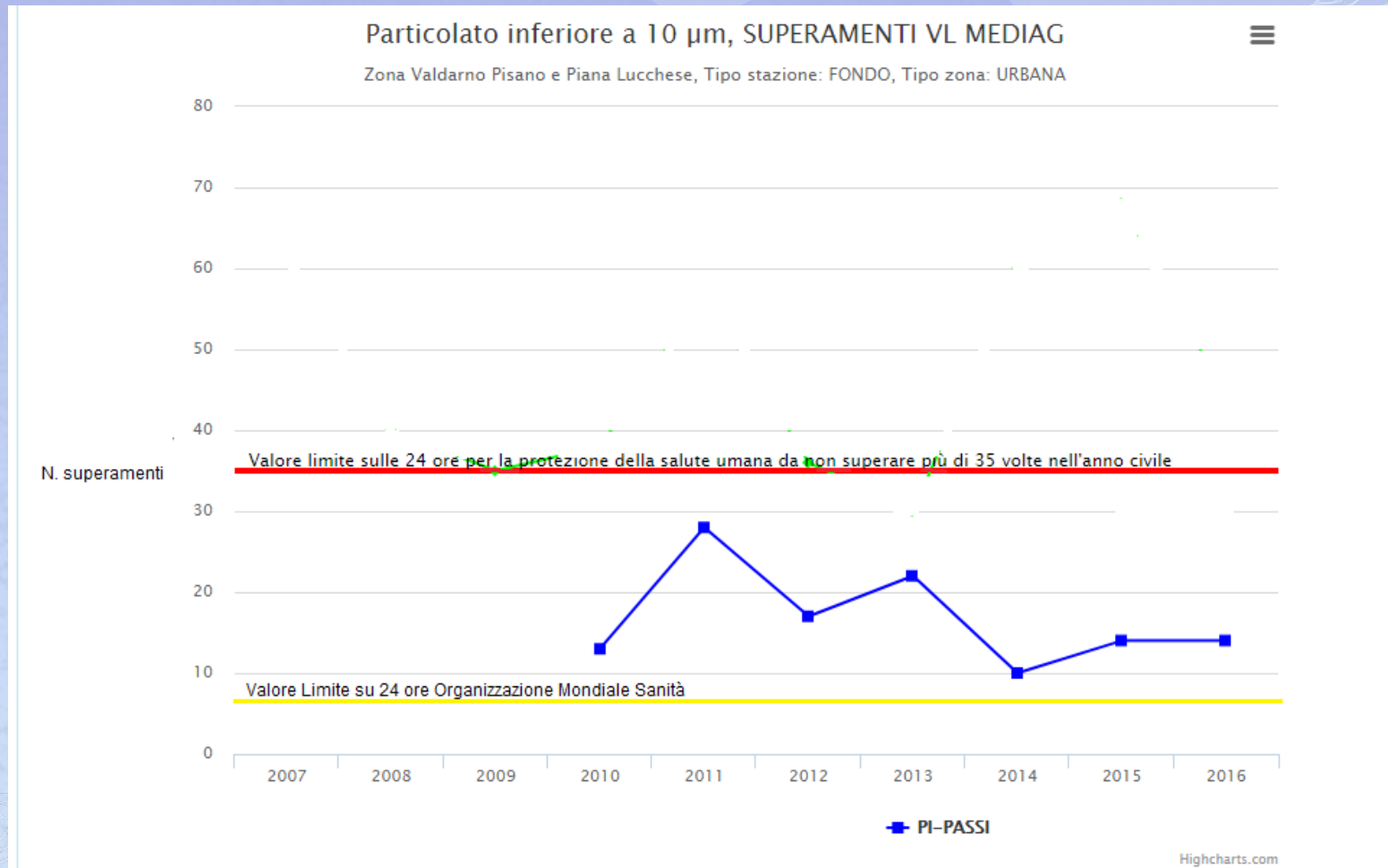
Pisa – Inquinamento urbano PM₁₀

Dati ARPAT



Pisa – Inquinamento urbano PM₁₀

Dati ARPAT



Convenienza energetica e ambientale trasporti su ferro

Consumo specifico

g_{ep} / pass. x km.

- g_{ep} = grammi equivalenti petrolio
- pass. = passeggeri
- km = chilometri

- Il parametro usato per confrontare dal punto di vista energetico le varie modalità di trasporto è il consumo specifico, cioè il rapporto tra quantità di energia primaria consumata in rapporto ai passeggeri trasportati e ai chilometri percorsi. I trasporti su ferro sono da questo punto di vista quelli che presentano i minori consumi energetici. Infatti, il trasporto su rotaia è intrinsecamente più efficiente in termini energetici (numeratore) di quelli su gomma, grazie alle minori resistenze al moto unitarie (attrito volvente, resistenza aerodinamica, resistenza all'inerzia ecc.) e in termini gestionali (denominatore), grazie al maggiore riempimento medio delle vetture, dovuto alla maggiore capienza e qualità del viaggio, conseguenza soprattutto della sede propria, che consente frequenze e puntualità del servizio impensabili per le modalità su gomma.
- In letteratura, i valori del consumo specifico dei moderni sistemi tranviari, sono mediamente da 1/2 a 2/3 più bassi dei trasporti su gomma.

Convenienza energetica e ambientale trasporti su ferro

Capienza + fattore di riempimento

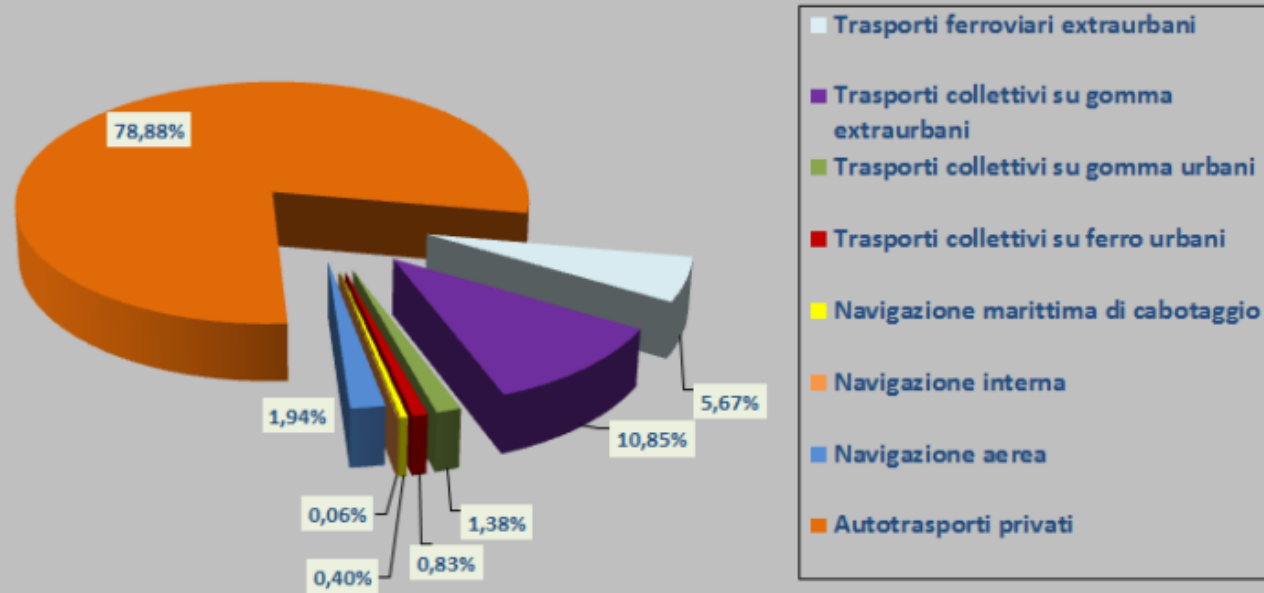
foto tratte dal sito <http://www.railfaneurope.net/>



Convenienza energetica e ambientale trasporti su ferro

Traffico interno di passeggeri 2013 (in milioni passeggeri - km)

Grafico elaborato da Terezio Longobardi a partire dai dati Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti - Conto Nazionale delle Infrastrutture



Trasferendo

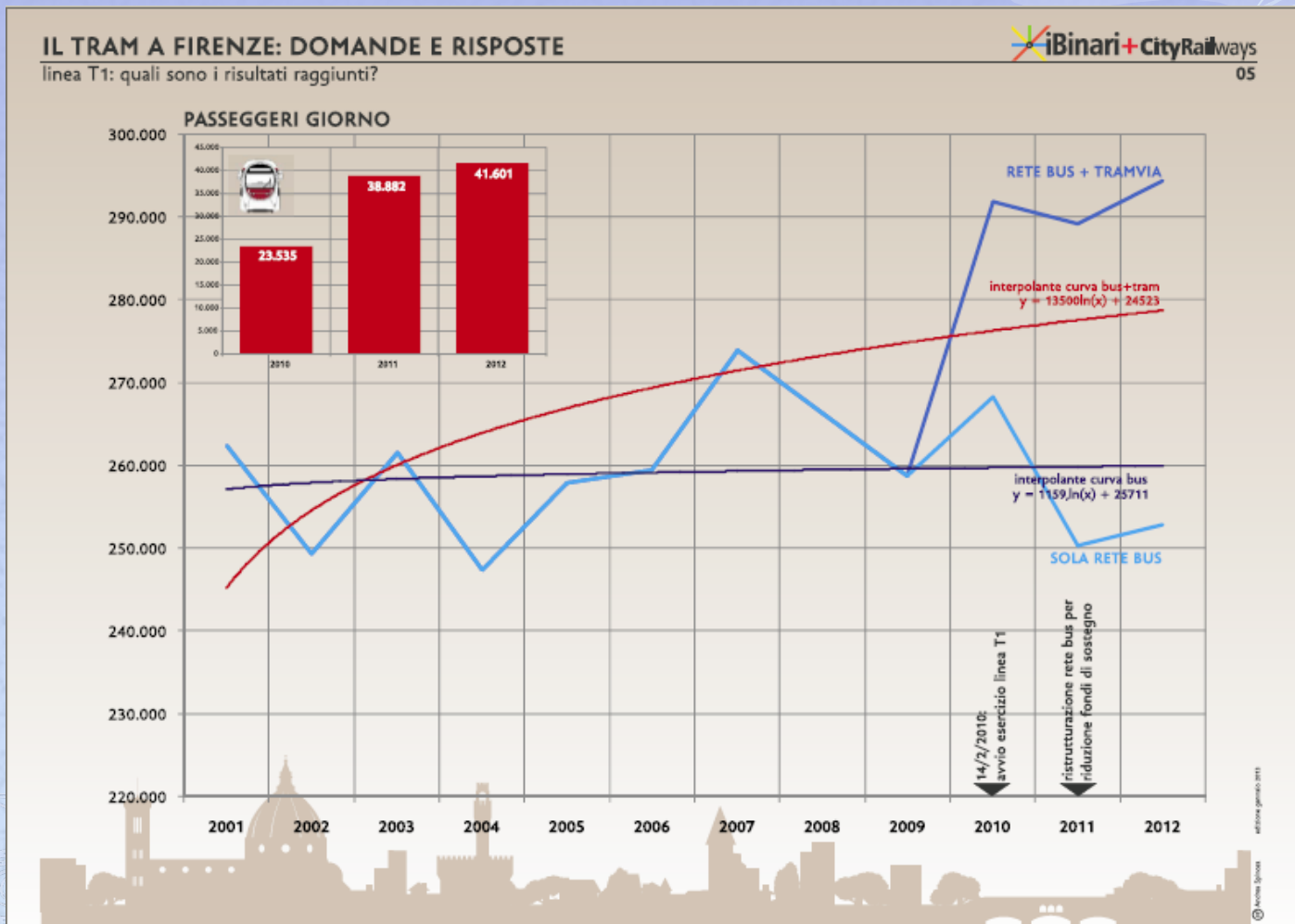
- ▣ 10% dei traffici autoveicolari in area urbana ai tram e il 3% di quelli extraurbani ai treni
- ▣ 10% delle merci dall'autotrasporto ai treni

Risparmio energetico

- ▣ 4 Mtep, circa il 10% consumi energia primaria
- ▣ <http://archivio.imille.org/2016/06/risparmiare-energia-nei-trasporti/>
- ▣ <http://archivio.imille.org/2014/06/convegno-dei-imille/>

Convenienza economica trasporti su ferro

□ Euro/pass. X km



TRAM-TRENO: CHE COS'È E PERCHÉ SI FA

Il Tram-Treno è un veicolo di derivazione tranviaria che è in grado di viaggiare sia sulle reti tranviarie sia su trarre ferroviarie, osservando i rispettivi regimi di circolazione.

L'**eliminazione delle rotture di carico** è un obiettivo fondamentale del Tram-Treno: *consentire di usare un solo mezzo di trasporto dal suburbio e dall'area vasta fino a più zone del capoluogo.*

Ma si possono ottenere anche altri benefici:

- **Miglioramento dell'accessibilità**
Maggior numero di fermate sulla tratta ferroviaria e fermate più vicine alla domanda di trasporto
- **Economie di realizzazione**
Nuovi servizi utilizzando infrastrutture esistenti
- **Economie di gestione**
Adozione di modalità di esercizio adeguate ai servizi svolti

E di conseguenza:

- **Aumento del comfort dell'utente**
Meno disagi, minor tempo di viaggio
- **Miglioramento della ripartizione modale**
Incremento di qualità delle relazioni preesistenti + offerta di nuove relazioni = maggiore uso del trasporto pubblico
- **Miglioramento del rapporto globale costi/benefici**
Più servizi a costi diretti di esercizio ridotti. Minori costi indiretti, per la riduzione del traffico motorizzato privato.



Karlsruhe, Tram-Treno e Tram urbano in Tulla-Str. (2002)



Tram-Treno e Treno ICE nella stazione di Gagganau (Karlsruhe)



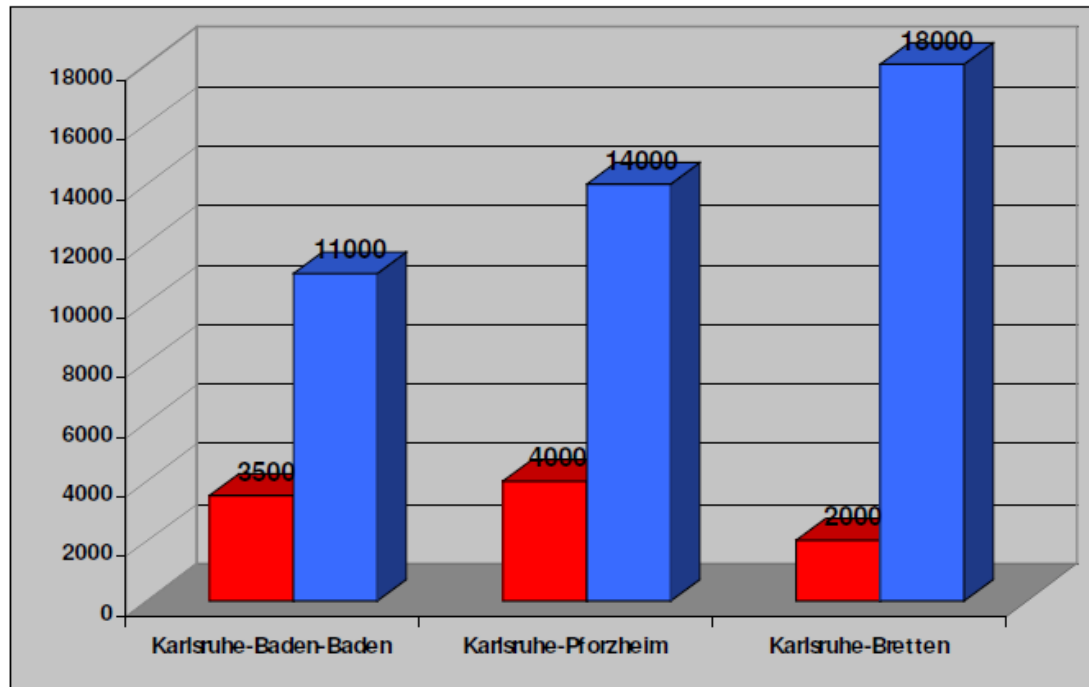
Convenienza economica trasporti su ferro

Tram - treno Karlsruhe

The Karlsruher Model



Increase of passengers on other lines



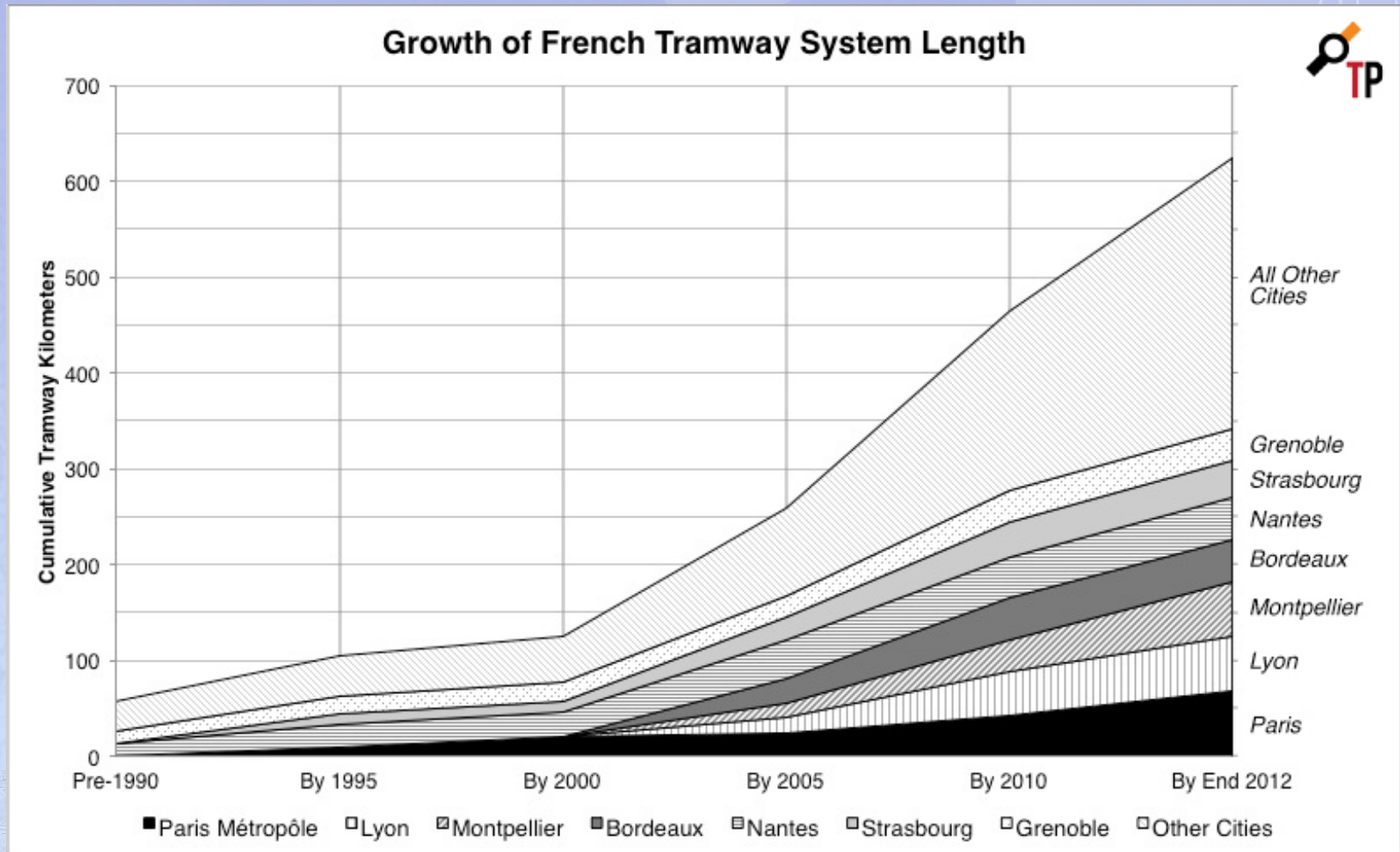
KVV. Bewegt alle.



Relazione Ing. Mantovani

<http://www.amt.toscana.it/index.php/download/func-startdown/82/>

L'esempio francese

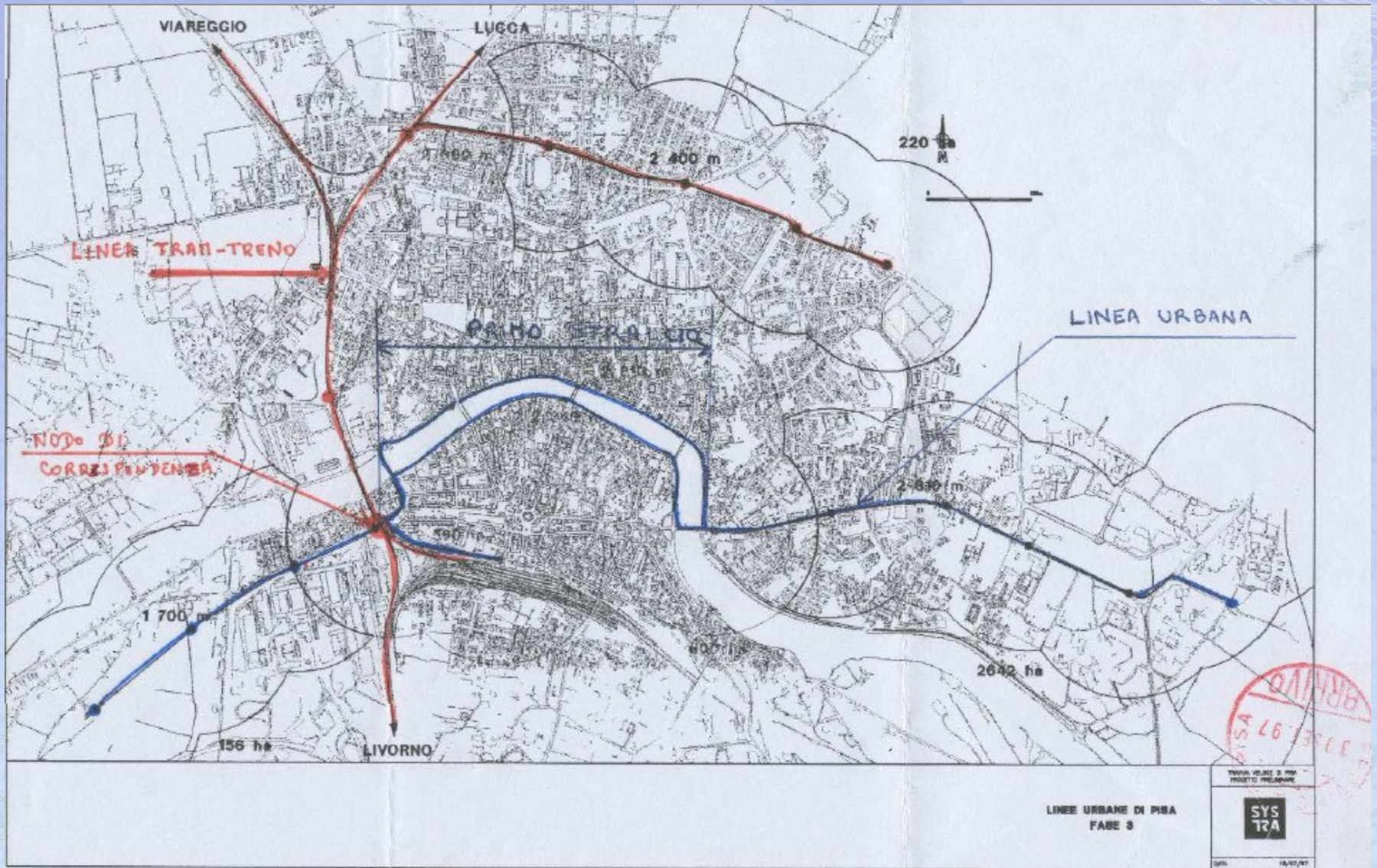


Cosa ha fatto l'Italia?

Cosa ha fatto Pisa?

- Legge 24 febbraio 1992, n. 211 «Interventi nel settore dei trasporti rapidi di massa»
- I graduatoria CIPE: 5000 miliardi lire a carico dello Stato (50% poi portato a 60% in conto capitale a fondo perduto.
- Pisa 60 miliardi (Provincia di Pisa 10 miliardi)
- Livorno 78 miliardi
- Altri finanziamenti per sistemazione nodo ferroviario

Ipotesi Systra 1997



Il trasporto pubblico su gomma a Pisa

Estratto relazione spending review (Cottarelli)

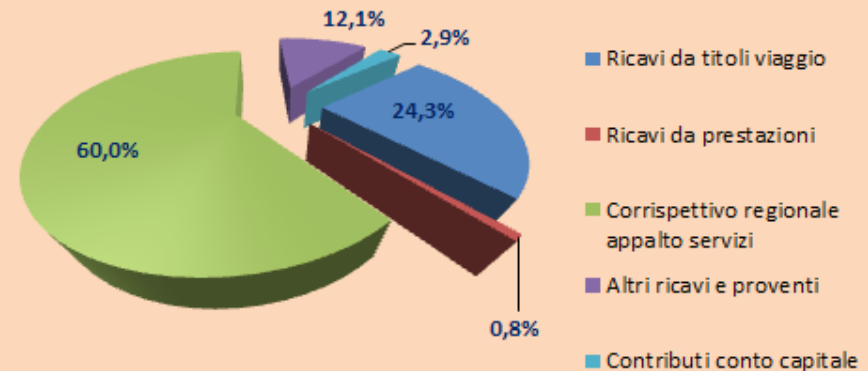
	2014	2015	2016
Partecipate locali (TPL e altro)	0,1	1,0	2,0

- a. Elevati trasferimenti a partecipate locali:
 - a. Perdita partecipate locali: circa 2 mld (2011; banca dati MEF)
 - b. Trasferimenti per contratti di servizio: circa 13 mld (di cui 5 mld dello Stato per sussidi a trasporto pubblico locale (TPL); dati SIOPE, 2012)
 - c. Altri trasferimenti (correnti e capitale): 3 mld (dati SIOPE, 2012)
- b. Nel TPL copertura costi con tariffe del 22 per cento contro 50 – 60 per cento in Europa
- c. Proposte (vedi anche ultima slide della presentazione):
 - i. Per servizi pubblici locali: efficientamento (incluso fusione), aumento tariffe
 - ii. Chiusura per partecipate che non forniscono servizi pubblici
 - iii. Piani di ristrutturazione da presentare entro Settembre 2014
 - iv. Risparmi già nel 2014 sarebbero possibili aumentando le tariffe per il TPL e riducendo i costi di amministrazione delle partecipate.

44

Ripartizione ricavi CPT 2011

Grafico elaborato da Terezio Longobardi a partire dai dati CPT



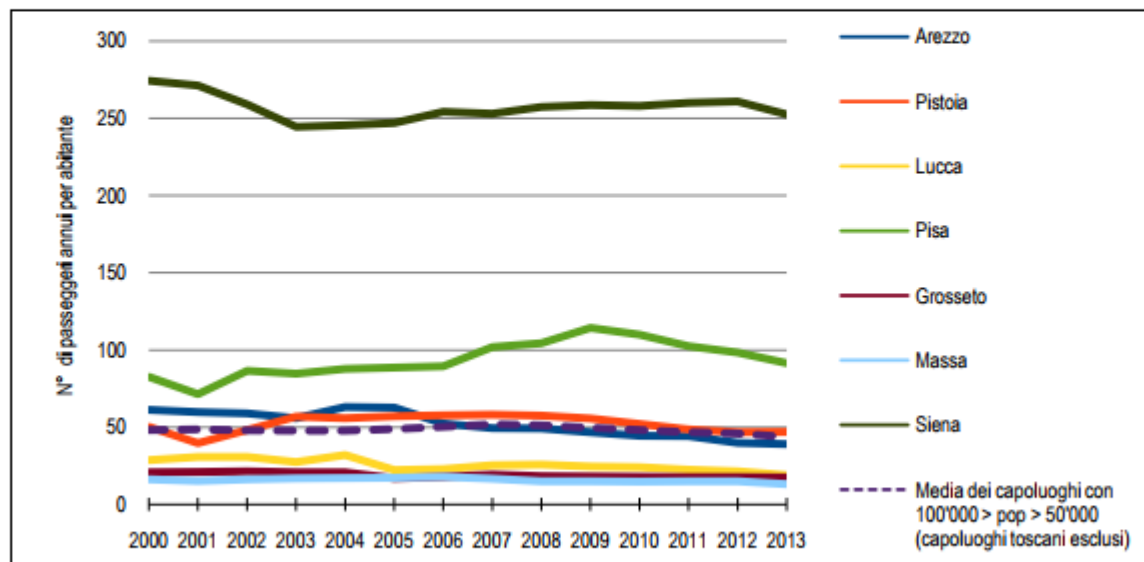
- Ricavi titoli viaggio totali 2014 – 2011 = - 11,5%
- Ricavi titoli viaggio urbani 2014 – 2011 = - 7,6%

Passeggeri trasportati comune di Pisa

Rapporto Iripet

Il trasporto pubblico locale: minori risorse per maggiore efficienza

Grafico 8
PASSEGGERI TRASPORTATI ANNUALMENTE DAL TPL (BUS, TRAMVIE, FILOVIE E METROPOLITANE). 2000-2013



SINTESI

- ❑ Obiettivo strategico per sistema Paese: Non solo riconversione modale da trasporti privati a pubblici, ma soprattutto riconversione modale del trasporto pubblico nelle aree urbane dalla gomma al ferro.
- ❑ Obiettivo strategico per Pisa: realizzare un sistema integrato ferro - tranviario nell'area vasta costiera.



Associazione per gli studi
sulla Mobilità
ed i Trasporti in Toscana

Martedì 23 Gennaio 2018
Pisa. Palazzo Gambacorti, Sala Regia



**Politiche dei trasporti e delle infrastrutture
per una mobilità ecologica a Pisa e nell'area vasta.**

Dal tram-treno alla mobilità dolce.

Opportunità ferrotranviarie per l'area pisana

Ing. Andrea Spinosa

Direttore tecnico di Cityrailways.com

<http://www.amt.toscana.it/index.php/download/func-startdown/84/>



Linea	Lunghezza (km)	Fermate	Frequenza minima (minuti)	Corse totali al giorno	Domanda giornaliera (2020)	Offerta di posti per giorno	Tempo di viaggio (minuti)	Velocità commerciale (km/h)	Parco rotabile	Costo capitale (in euro)
Linea 1	6.5	12	15	136	9,319	34,000	22.1	17.6	4	71,164,325
Linea 2	5.2	9	15	136	11,507	34,000	16.8	18.6	4	61,920,725
Linea 3	10.5	16	15	136	10,428	34,000	30.6	20.6	6	105,036,911
Linea 1+	31.1	23	15	136	20,978	34,000	53.6	34.8	10	191,127,663
Linea 2+	28.2	13	20	102	30,019	25,500	36.7	46.2	6	155,523,364
Linea 3+	32.9	24	15	136	40,708	34,000	56.2	35.1	10	217,630,480
Linea 4	20.6	6	20	102	19,784	25,500	21.4	57.6	4	78,253,003

Progetto di rete ferroviaria leggera

sintesi economica degli interventi



Scenario	Linea	Sviluppo (km)	Bacino densità per km ²		Plateau spostamenti		Passeggeri per giorno feriale
			Residenti	Addetti e turisti	Residenti	Addetti e turisti	
Sole linee urbane	Pisa T1	5.60	33,119	42,602	83,898	267,541	9,319
	Pisa T2	5.20	16,606	40,088	42,065	251,752	11,507
	Livorno T3	10.55	26,643	10,115	67,562	63,521	10,428
	Totale rete urbana	21.35	31,254	31,254	31,254	31,254	31,254

Scenario	Linea	Sviluppo (km)	Bacino densità per km ²		Plateau spostamenti		Passeggeri per giorno feriale
			Residenti	Addetti e turisti	Residenti	Addetti e turisti	
Linee urbane integrate con sezione extraurbane	Pisa T1	31.05	49,484	49,117	125,057	308,456	20,978
	Pisa T2	28.20	28,154	42,976	71,646	269,889	30,019
	Livorno T3	32.85	41,651	28,285	117,393	177,630	28,708
	Viareggio T4	22.34	9,979	15,561	24,663	97,725	24,665
	Totale rete extraurbana	114.44	129,268	135,939	338,759	853,700	104,370

Sola rete urbana: 31,250 passeggeri per giorno feriale

Rete integrata tra città: 104,370 passeggeri per giorno feriale +253%



Costo di esercizio e manutenzione

tram urbano	1.011	euro per posto offerto
tram extraurbano	0.824	euro per posto offerto
treno	0.774	euro per posto offerto
bus urbano	0.615	euro per posto offerto
bus extraurbano	0.584	euro per posto offerto
Ricavo da tariffa urbana	0.548	per passeggero
Ricavo da tariffa extraurbana	0.880	per passeggero
Costo sanitario base risparmiato	0.865	euro per ogni residente/km ²

il bacino è definito entro un buffer di 1 km per lato dalla linea

Costo stimato	191,127,663
Domanda stimata per giorno ferialo	20,978
Rateo TPL: ante	9%
Rateo TPL: post	40%
Densità corridoio (ab/km ²)	1,594
lunghezza linea (km)	31.1
Massimo riempimento	63%
Offerta di posti necessaria	33,470
Ricavo giornaliero	15,679
Costo giornaliero di servizio	-27,585
Rapporto di copertura costi di esercizio	57%

Vita media utile (anni) 40

Tasso di interesse 2.50%

Tasso di sconto 5.50%

Tempo di capitalizzazione (anni) 15

Montante -262,800,536

Ammortamento giornaliero -18,250

Scarto domanda 16,250

Passeggeri bus scenario zero 6,183

Massimo riempimento 55%

Quota suppletiva di posti bus 11,243

Costo giornaliero di servizio evitato 6,566

Spesa sanitaria giornaliera evitata 85,737

Totali costi giornalieri -45,835

Ricavo giornaliero 107,983

Guadagno giornaliero 62,148

Payload time (anni) 13

Spese totali a 20 anni -565,312,870

Entrate totali a 20 anni 712,686,046

VANF a 20 anni 119,421,528

TIRF a 20 anni 26.07%

Spese totali a 40 anni -867,825,204

Entrate totali a 40 anni 1,425,372,092

VANF a 40 anni 487,943,090

TIRF a 40 anni 64.25%

i costi sono espressi in euro

Pisa-Pontedera

Linea 1+

Stazione FS-Cisanello-Pontedera

31.050 metri di lunghezza, 23 fermate

Payload time 13 anni

TIR economico 26% (a 20 anni)



Associazione per gli studi
sulla Mobilità
ed i Trasporti in Toscana

Politiche dei trasporti e delle infrastrutture per una mobilità ecologica a Pisa e nell'area vasta
Pisa, Palazzo Gambacorti, 23 gennaio 2018
Opportunità ferrotranviarie per l'area pisana - ing. Andrea Spinosa



Costo di esercizio e manutenzione

tram urbano	1.011	euro per posto offerto
tram extraurbano	0.824	euro per posto offerto
treno	0.774	euro per posto offerto
bus urbano	0.615	euro per posto offerto
bus extraurbano	0.584	euro per posto offerto

Ricavo da tariffa urbana 0.548 per passeggero

Ricavo da tariffa extraurbana 0.880 per passeggero

Costo sanitario base risparmiato 0.577 euro per ogni residente/km²

il bacino è definito entro un buffer di 1 km per lato dalla linea

Costo stimato 191,127,663

Domanda stimata per giorno ferial 20,978

Rateo TPL: ante 7%

Rateo TPL: post 39%

Densità corridoio (ab/km²) 1,594

lunghezza linea (km) 31.1

Massimo riempimento 63%

Offerta di posti necessaria 33,470

Ricavo giornaliero 15,679

Costo giornaliero di servizio -27,585

Rapporto di copertura costi di esercizio 57%

Vita media utile (anni) 40

Tasso di interesse 2.50%

Tasso di sconto 5.50%

Tempo di capitalizzazione (anni) 15

Montante -262,800,536

Ammortamento giornaliero -18,250

Scarto domanda 17,210

Passeggeri bus scenario zero 4,970

Massimo riempimento 54%

Quota suppletiva di posti bus 9,269

Costo giornaliero di servizio evitato 5,413

Spesa sanitaria giornaliera evitata 57,158

Totali costi giornalieri -45,835

Ricavo giornaliero 78,251

Guadagno giornaliero 32,416

Payload time (anni) 25

Spese totali a 20 anni -565,312,870

Entrate totali a 20 anni 516,455,434

VANF a 20 anni -56,882,340

TIRF a 20 anni -8.64%

Spese totali a 40 anni -867,825,204

Entrate totali a 40 anni 1,032,910,867

VANF a 40 anni 135,335,355

TIRF a 40 anni 19.02%

i costi sono espressi in euro

Pisa-Lucca

Linea 2+

Stazione FS-Pietrasantina-Lucca

28,240 metri di lunghezza, 13 fermate

Payload time 25 anni

TIR economico 19% (a 40 anni)



Associazione per gli studi sulla Mobilità ed i Trasporti in Toscana

Politiche dei trasporti e delle infrastrutture per una mobilità ecologica a Pisa e nell'area vasta
Pisa, Palazzo Gambacorti, 23 gennaio 2018
Opportunità ferroviarie per l'area pisana - ing. Andrea Spinosa



Costo di esercizio e manutenzione

tram urbano	1.011	euro per posto offerto
tram extraurbano	0.824	euro per posto offerto
treno	0.774	euro per posto offerto
bus urbano	0.615	euro per posto offerto
bus extraurbano	0.584	euro per posto offerto
Ricavo da tariffa urbana	0.548	per passeggero
Ricavo da tariffa extraurbana	0.880	per passeggero
Costo sanitario base risparmiato	0.865	euro per ogni residente/km ²

il bacino è definito entro un buffer di 1 km per lato dalla linea

Costo stimato	217,630,480
Domanda stimata per giorno feriale	28,708
Rateo TPL: ante	11%
Rateo TPL: post	46%
Densità corridoio (ab/km ²)	1,268
lunghezza linea (km)	32.9
Massimo riempimento	65%
Offerta di posti necessaria	44,400
Ricavo giornaliero	21,457
Costo giornaliero di servizio	-36,593
Rapporto di copertura costi di esercizio	59%

Vita media utile (anni)	40
Tasso di interesse	2.50%
Tasso di sconto	5.50%
Tempo di capitalizzazione (anni)	15
Montante	-299,241,911
Ammortamento giornaliero	-20,781
Scarto domanda	21,840
Passeggeri bus scenario zero	9,267
Massimo riempimento	58%
Quota suppletiva di posti bus	16,104
Costo giornaliero di servizio evitato	9,405
Spesa sanitaria giornaliera evitata	72,040
Totali costi giornalieri	-57,374
Ricavo giornaliero	102,902
Guadagno giornaliero	45,528
Payload time (anni)	20
Spese totali a 20 anni	-677,910,936
Entrate totali a 20 anni	679,154,980
VANF a 20 anni	-13,669,290
TIRF a 20 anni	0.18%
Spese totali a 40 anni	-1,056,579,962
Entrate totali a 40 anni	1,358,309,959
VANF a 40 anni	256,303,041
TIRF a 40 anni	28.56%

i costi sono espressi in euro

Livorno-Pisa

Linea 3+

Livorno-Tirrenia-Pisa

22.370 metri di lunghezza, 24 fermate

Payload time 20 anni

TIR economico 28% (a 40 anni)



Associazione per gli studi
sulla Mobilità
ed i Trasporti in Toscana

Politiche dei trasporti e delle infrastrutture per una mobilità ecologica a Pisa e nell'area vasta
Pisa, Palazzo Gambacorti, 23 gennaio 2018
Opportunità ferroviarie per l'area pisana - ing. Andrea Spinosa



Costo di esercizio e manutenzione		
tram urbano	1.011	euro per posto offerto
tram extraurbano	0.824	euro per posto offerto
treno	0.774	euro per posto offerto
bus urbano	0.615	euro per posto offerto
bus extraurbano	0.584	euro per posto offerto
Ricavo da tariffa urbana	0.548	per passeggero
Ricavo da tariffa extraurbana	0.880	per passeggero
Costo sanitario base risparmiato	0.577	euro per ogni residente/km ³

il bacino è definito entro un buffer di 1 km per lato dalla linea

Costo stimato	78,253,003
Domanda stimata per giorno feriale	19,784
Rateo TPL: ante	8%
Rateo TPL: post	37%
Densità corridoio (ab/km ²)	1,380
lunghezza linea (km)	20.6
Massimo riempimento	62%
Offerta di posti necessaria	31,750
Ricavo giornaliero	17,417
Costo giornaliero di servizio	-26,168
Rapporto di copertura costi di esercizio	67%

Vita media utile (anni)	40
Tasso di interesse	2.50%
Tasso di sconto	5.50%
Tempo di capitalizzazione (anni)	15
Montante	-107,597,879
Ammortamento giornaliero	-7,472
Scarto domanda	15,500
Passeggeri bus scenario zero	5,518
Massimo riempimento	54%
Quota suppletiva di posti bus	10,166
Costo giornaliero di servizio evitato	5,937
Spesa sanitaria giornaliera evitata	32,777
Totali costi giornalieri	-33,640
Ricavo giornaliero	56,131
Guadagno giornaliero	22,491
Payload time (anni)	15
Spese totali a 20 anni	-329,619,617
Entrate totali a 20 anni	370,465,465
VANF a 20 anni	31,381,114
TIRF a 20 anni	12.39%
Spese totali a 40 anni	-551,641,356
Entrate totali a 40 anni	740,930,930
VANF a 40 anni	164,750,738
TIRF a 40 anni	34.31%

i costi sono espressi in euro

Pisa-Viareggio

Linea 4
Pisa-Migliarino-Viareggio
22.470 metri di lunghezza, 6 fermate

Payload time 15 anni
TIR economico 12% (a 20 anni)



Il ritorno del tram a Pisa, Livorno, Lucca e Viareggio
è possibile:

**la chiave per un investimento efficace e sostenibile
non è nella realizzazione di reti distinte**

**ma in sistemi integrati con soluzioni progettuali che
sfruttino tutte le potenzialità del sistema tram**





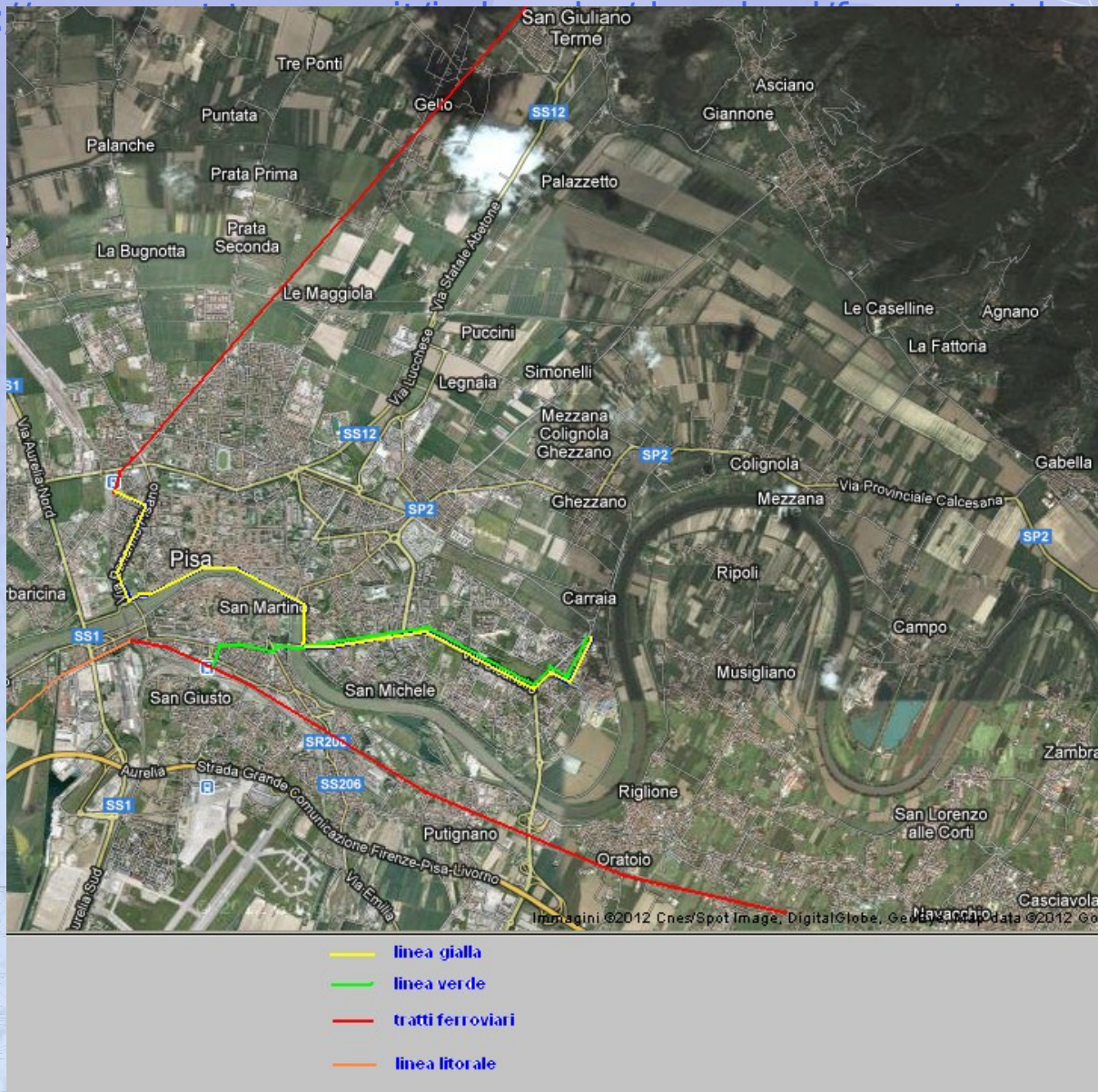
Costo del biglietto (in Euro)

Attrattività del collegamento per l'aeroporto di Pisa



Quadro d'insieme proposta stralcio

<http://www.comune.pisa.it/it/area-tematica/urbanistica/urbanistica/86/>



Conclusioni



- Il piano comunale di Pisa per la riduzione del traffico e dell'inquinamento deve ruotare intorno a un trasporto pubblico efficiente, in grado di aumentare la produttività del servizio, sottraendo quote di trasporto al mezzo privato.
- Superare l'approccio localistico, con una pianificazione di area vasta.
- L'armatura portante di un'area vasta è la mobilità, quindi occorre pianificare il sistema dei trasporti (Pisa - Lucca - Livorno - Pontedera).
- Il nuovo Sindaco di Pisa dovrà prendere un'iniziativa politica, convocando una Conferenza di Servizi a livello di area vasta con all'ordine del giorno il coordinamento delle politiche dei trasporti e la pianificazione del trasporto pubblico.
- Il confronto tecnico - economico tra le varie soluzioni infrastrutturali deve comprendere anche le moderne modalità tranviarie, valutando in particolare le opportunità di integrazione ferro - tranviaria consentite dalla tecnologia del tram - treno.