

Analisi dei ritardi e delle prestazioni della linea Como Lago - Saronno - Milano Cadorna

Daniele Grechi^{1 *}

¹ *Dipartimento di Diritto, Economia e Culture, Università degli Studi dell'Insubria – Via S. Abbondio 12, 22100 Como*

Il pendolarismo ferroviario è centrale per la mobilità e lo sviluppo economico delle aree metropolitane, in quanto permette agli individui di accedere a opportunità di lavoro e studio. È un elemento chiave per la connettività e la vitalità di queste regioni ed è alla base dello spostamento giornaliero di milioni di persone. Questo studio esamina la situazione dei ritardi e delle prestazioni della linea ferroviaria che collega Como Lago, Saronno e Milano Cadorna, in Lombardia. Il focus è basato sull'effettivo orario di arrivo del treno a destinazione, valutando gli aspetti critici della linea, passando per le problematiche emerse sulla rete ferroviaria della Regione Lombardia. La performance delle corse è influenzata per la presenza di tratti a binario unico e da numerosi passaggi a livello, che incidono sulle prestazioni in entrambe le direzioni. Nel lavoro si cerca di analizzare il fenomeno da un punto di vista descrittivo ed inferenziale, cercando di valutare l'andamento in un'ottica intertemporale, basandosi su due mesi comparabili nel corso dell'anno 2024, avendo cura di analizzare le corse in entrambe le direzioni e con un focus finale sulle fasce pendolari, dove il numero di passeggeri è maggiore. I risultati di questa analisi possono essere utilizzati per guidare interventi mirati, volti a ottimizzare l'operatività della linea e a migliorare l'esperienza quotidiana dei pendolari che utilizzano questa linea ferroviaria.

Parole Chiave: Pendolarismo Ferroviario, Ritardo, Lombardia, Analisi delle performance

1 Introduzione e literature review

La mobilità ha un ruolo centrale nel sistema socioeconomico attuale ed è una forza trainante nello sviluppo globale e locale di un territorio con il fine di interconnetterlo con altri, per avere flussi di viaggiatori e merci in una certa zona geografica (Banister, 2008). Per fare questo, considerando il focus del presente paper, è importante sottolineare il ruolo di un sistema ferroviario efficiente. Esso è un elemento vitale per lo sviluppo delle attività economiche, degli scambi economici, per lo sviluppo del commercio e la possibilità di migliorare le comunicazioni (Vickerman, 2021; Ponti & Beria, 2007). Inoltre, rappresenta un'opportunità chiave per la mobilità

* Corresponding author: grechi.daniele@uninsubria.it

sostenibile e la decarbonizzazione. In questo contesto, è fondamentale introdurre il concetto di puntualità, elemento alla base della qualità del servizio di trasporto pubblico su ruota e rotaia.

In una prospettiva più ampia, Rahman e Rahman (2009) hanno identificato la puntualità come una delle otto caratteristiche di qualità del servizio del trasporto pubblico, Chen et al., (2009) hanno considerato l'indice di puntualità come una misura dell'affidabilità dei veicoli pubblici per analizzare la qualità del servizio degli autobus urbani. La puntualità si definisce come la conformità tra gli orari effettivi e quelli pianificati di arrivo, partenza e transito di un mezzo di trasporto in punti specifici della rete (Goverde, 2005). La gestione delle deviazioni da questi tempi prestabiliti rappresenta un elemento critico nella pianificazione e nell'esecuzione del servizio di trasporto, sia nel settore pubblico che in quello privato (Schöbel et al., 2009). Il ritardo può essere definito come la deviazione tra il tempo di arrivo/partenza programmato (t_s) e il tempo di arrivo/partenza reale (t_r) (Chebotarev et al., 2018) e le deviazioni dal tempo programmato di arrivo riducono il livello del servizio (König, 2020; Monsuur et al., 2017; Wang & Work, 2015; Nagy & Csiszár 2015; Olsson & Haugland 2004). Una delle potenziali cause, ad esempio, è rappresentata dall'uso condiviso della stessa infrastruttura da parte di diversi servizi ferroviari (alta velocità, trasporto merci e servizio locale), con diversa origine e destinazione, velocità e modelli di sosta che, secondo Vromans et al. (2006), risultano essere la principale ragione della propagazione dei ritardi attraverso la rete. Come sostenuto da Goverde (2005), il miglioramento della puntualità ferroviaria può aiutare a promuovere il cambio modale da parte di una parte degli utenti.

In conclusione, è possibile affermare che robustezza, affidabilità e puntualità sono indicatori chiave della qualità operativa, traducendo le aspettative tecniche aziendali nelle concrete esigenze di mobilità del passeggero. Questi attributi definiscono l'esperienza di viaggio, determinando la percezione di sicurezza e la fiducia nel servizio, influenzando direttamente la propensione dell'utente a scegliere il mezzo pubblico come soluzione di spostamento (Tirachini et al., 2022).

2 Linea e gestione

Ferrovienord (Gruppo FNM S.p.A.) gestisce 319 km di rete ferroviaria e 120 stazioni, utilizzate principalmente da Trenord. È organizzata nei rami Milano e Iseo, che servono linee regionali lombarde. Si occupa di infrastrutture e dell'acquisto di materiale rotabile per i servizi di trasporto regionale, operati esclusivamente da Trenord (Fnm, 2024) ¹.

La linea Saronno-Como, rappresenta una rilevante arteria ferroviaria lombarda nata dall'unione di due progetti distinti di fine Ottocento. Il tracciato, completato nel 1898, si sviluppa inizialmente a doppio binario da Saronno fino a Como Camerlata, per poi proseguire su binario singolo fino al capolinea di Como Nord Lago. Elettrificata nel 1937, la linea attraversa numerosi centri abitati della provincia comasca, tra cui Rovello Porro, Lomazzo e Fino Mornasco, prima di scendere verso il capoluogo lariano, dove il tracciato urbano interseca la città fino a raggiungere la stazione terminale sul lungolago (Cornolò, 1979). Il servizio è regionale a cadenza semi oraria, con alcuni treni di rinforzo di tipo Regioexpress nelle fasce più utilizzate dall'utenza (Trenord 2024, Linea Como - Milano).

Bisogna sottolineare che la prima parte di tracciato considerata per l'analisi, da Milano Cadorna a Saronno (46km circa), è composta da 4 binari (due per le relazioni suburbane e due per i treni regionali, Regioexpress ed Espressi)².

¹ La rete è gestita da Ferrovienord, il servizio passeggeri è operato da Trenord sulla base di un contratto di servizio stipulato con la Regione Lombardia.

² La Linea Milano Cadorna – Saronno è utilizzata anche dai treni da e per Laveno M. Lago, Varese Nord, Novara Nord e per l'aeroporto di Malpensa.

3 Metodologia e obiettivi della ricerca

L'utilizzo della statistica descrittiva e inferenziale è ampiamente applicato in numerosi ambiti di ricerca, offrendo strumenti indispensabili per l'analisi e l'interpretazione dei dati. Per approfondimenti sul tema, si rimanda a Paruolo (1999) oppure a Morrison (2009). Nel presente studio, i dati utilizzati sono stati raccolti dal sito <https://www.trainstats.altervista.org/>, che a sua volta attinge automaticamente da Viaggiatreno.it e dalle principali app legate alla società Trenord. Questi strumenti registrano le performance dei treni, includendo informazioni come il numero del treno, la stazione di partenza e di arrivo, la categoria del treno (in questo caso sempre regionale), il ritardo alla partenza e quello all'arrivo. Nonostante il database consideri in parte anche le corse soppresse, i dati disponibili non hanno permesso di analizzare in modo esaustivo quest'ultimo aspetto. L'analisi condotta permette di valutare le variazioni delle performance complessive della linea ferroviaria selezionata, con particolare attenzione alle fasce orarie dedicate ai pendolari nei due mesi considerati. Attraverso la verifica delle ipotesi, è stato possibile comprendere se le variazioni registrate negli orari di arrivo siano statisticamente significative e in quale direzione, ovvero se si sia osservato un miglioramento o un peggioramento delle performance. Infine, risulta importante sottolineare che, dal punto di vista tecnico, Trenord considerava fino ad inizio 2024 come puntuali i treni che arrivano a destinazione con un ritardo inferiore ai 5 minuti mentre da marzo 2024 questo livello è stato innalzato a 15 minuti³.

4 Analisi Descrittiva

Sono state rilevate 802 corse da Milano a Como nel mese di marzo e 759 nel mese di ottobre. Nella direzione opposta, si contano 806 corse per marzo e 729 per ottobre. La leggera differenza tiene conto delle soppressioni, che non sempre sono registrate dal sito, e dei lavori presso la stazione di Como Borghi⁴.

La scelta dei mesi di marzo e ottobre non è casuale: sono infatti gli unici due mesi privi di festività, in cui tutte le settimane lavorative presentano una distribuzione regolare, senza variazioni significative nel flusso pendolare. In altri mesi dell'anno, invece, si sarebbero potute riscontrare influenze potenzialmente rilevanti, come la chiusura delle scuole nei mesi estivi, le vacanze natalizie, i ponti (ad esempio durante Pasqua) che comportano dei flussi non costanti di utenti del servizio ferroviario.

Tuttavia, le numerosità rimangono molto elevate e non inficiano l'analisi, che è prettamente basata sulla prospettiva del consumatore, ovvero del soggetto che usufruisce del servizio, pianificando l'arrivo a destinazione all'orario previsto.

La presenza di lavori, considerando le tabelle orarie proposte dall'azienda ferroviaria, non ha comportato variazioni significative nei tempi di viaggio, ma solo alcune piccole modifiche di destinazione o partenza del treno (come Como Camerlata o Como Borghi) e queste variazioni interessano un numero molto limitato di corse all'interno campione utilizzato. Di seguito sono presentate le principali misure descrittive dal punto di vista delle performance, in entrambe le direzioni, complessive o solamente per i treni considerati di fascia pendolare.

³ Considerando questi valori, si richiamano i lavori di Cartmell (2016) e Grechi e Maggi, (2018) per avere una overview complessiva dei livelli di puntualità considerati in Europa. Inoltre, risulta fondamentale ricordare che il concetto dell'arrivo in ritardo è legato solamente alla destinazione finale. Infatti, il sistema non considera i ritardi nelle stazioni intermedie che saranno oggetto di analisi descrittive in questo lavoro, precisamente nella seconda parte del paragrafo 4.

⁴ In aggiunta, si segnala che nei giorni 23-24 marzo 2024 e nei giorni 12-13 ottobre 2024 si è avuto uno sciopero dell'operatore ferroviario.

Tabella 1 Analisi complessiva delle prestazioni

Periodo e Itinerario	Variabile	Partenza Maggiore di 5'	Ritardo Maggiore di 15'	Arrivo Maggiore di 5'	Ritardo Maggiore di 15'
Nord Marzo	Numero corse	33	4	163	23
	% sul totale	4%	0%	20%	3%
Nord Ottobre	Numero corse	31	3	256	28
	% sul totale	4%	0%	34%	4%
Sud Marzo	Numero corse	115	4	129	11
	% sul totale	14%	0%	16%	1%
Sud Ottobre	Numero corse	168	5	201	15
	% sul totale	23%	1%	28%	2%

La Tabella 1 descrive l'andamento delle corse in riferimento agli itinerari Nord (da Milano a Como) e Sud (da Como a Milano) per i mesi di marzo e ottobre, distinguendo tra partenze e arrivi con ritardi superiori a 5 e 15 minuti. Nell'itinerario Nord, la percentuale di ritardi in partenza sopra i 5 minuti è stabile al 4% in entrambi i mesi, mentre i ritardi sopra i 15 minuti sono marginali. Tuttavia, si nota un incremento nei ritardi all'arrivo: dal 20% di marzo al 34% di ottobre per ritardi oltre 5 minuti, e dal 3% al 4% per quelli oltre 15 minuti. Al contempo, per l'itinerario Sud, i ritardi sono più frequenti e si denota un aumento nei due periodi considerati. Le partenze con ritardi superiori a 5 minuti passano dal 14% al 28%, mentre i ritardi in partenza oltre i 15 minuti rimangono trascurabili. Anche gli arrivi mostrano un incremento: dal 16% al 28% per ritardi oltre 5 minuti, e dall'1% al 2% per quelli sopra 15 minuti.

Nel complesso, la crescita complessiva dei ritardi, più marcata nell'itinerario Sud, evidenzia una criticità da approfondire, soprattutto negli arrivi.

Tabella 2 Analisi delle prestazioni in fascia pendolare

Periodo e Itinerario	Variabile	Partenza Ritardo Maggiore di 5'	Partenza Ritardo Maggiore di 15'	Arrivo Ritardo Maggiore di 5'	Arrivo Ritardo Maggiore di 15'
Sera Pendolari Marzo	Numero corse	1	0	34	5
	% sul totale	1%	0%	41%	6%
Sera Pendolari Ottobre	Numero corse	2	0	42	5
	% sul totale	2%	0%	48%	6%
Mattina Pendolari Marzo	Numero corse	6	0	15	0
	% sul totale	8%	0%	19%	0%
Mattina Pendolari Ottobre	Numero corse	26	3	40	5
	% sul totale	30%	3%	45%	6%

In Tabella 2 si ripropone la stessa analisi già svolta in tabella 1 a livello complessivo, però basata esclusivamente sui treni in fascia pendolare, considerando esclusivamente l'itinerario Sud, al mattino, e verso Nord, alla sera. Per le corse pendolari serali, i ritardi in partenza superiori a 5 minuti sono minimi anche se si denota un leggero aumento da marzo (1%) a ottobre (2%). Dall'altro lato, le performance in arrivo hanno ritardi significativi; quelli superiori a 5 minuti sono

aumentati dal 41% di marzo al 48% di ottobre mentre i ritardi superiori a 15 minuti sono rimasti pari al 6% per entrambi i mesi.

Al mattino, il decadimento delle performance è più evidente: in marzo, solo l'8% dei viaggi ha avuto ritardi superiori a 5 minuti, mentre gli arrivi hanno avuto il 19% dei treni in ritardo superiore a 5 minuti. In ottobre si è registrato il 30% delle partenze in ritardo di oltre 5 minuti e il 45% degli arrivi in ritardo di oltre 5 minuti con anche una piccola percentuale di partenze (3%) in ritardo di oltre 15 minuti.

Un altro aspetto molto rilevante è dato dalla verifica dell'eventuale ritardo nelle stazioni intermedie. Considerando la linea oggetto del presente lavoro, si è deciso di prendere in considerazione le stazioni di Saronno, sia per l'itinerario Nord che per l'itinerario Sud, e le stazioni di Camerlata per l'itinerario Nord e Milano Bovisa per l'itinerario Sud.

È molto importante, come sostenuto dall'Autorità di Regolazione dei Trasporti (RFI, 2024), comprendere se il ritardo della prestazione di una corsa ferroviaria sia costante durante il tragitto oppure se sia mitigato da una traccia oraria che consente un recupero nelle stazioni di destinazione finale.

Considerando questi aspetti, nella Tabella 3 sono riportate le analisi descrittive delle corse considerate per i mesi di marzo e ottobre.

Tabella 3 Analisi delle prestazioni - destinazioni intermedie

Itinerario Nord	Destinazione intermedia	Variabile	Arrivo Ritardo Maggiore di 5'	Arrivo Ritardo Maggiore di 15'
Marzo	Camerlata	Numero corse	145	22
		% sul totale	18%	3%
	Saronno	Numero corse	62	9
		% sul totale	8%	1%
Ottobre	Camerlata	Numero corse	255	25
		% sul totale	32%	3%
	Saronno	Numero corse	129	5
		% sul totale	16%	1%
Itinerario Sud	Destinazione intermedia	Variabile	Arrivo Ritardo Maggiore di 5'	Arrivo Ritardo Maggiore di 15'
Marzo	Saronno	Numero corse	145	11
		% sul totale	18%	1%
	Bovisa	Numero corse	145	11
		% sul totale	18%	1%
Ottobre	Saronno	Numero corse	239	12
		% sul totale	30%	1%
	Bovisa	Numero corse	244	14
		% sul totale	30%	2%

Dal confronto tra la Tabella 2 e la Tabella 3 non emerge una differenza rilevante nella percentuale di treni in arrivo con ritardo di 5 o 15 minuti tra la stazione di fine corsa e le stazioni intermedie considerate. Per quanto riguarda l'itinerario Nord, si nota un aumento del ritardo nella fascia dei 5 minuti tra Saronno e Camerlata per entrambi i mesi considerati. I risultati sono comunque in linea con il campione complessivo. Per l'itinerario Sud, il recupero è minimo e si attesta a un miglioramento costante del 2%. I ritardi maggiori di 15 minuti non presentano evidenze rilevanti in entrambi gli itinerari. In conclusione, per quanto concerne l'analisi descrittiva, sia a livello generale che parziale, è possibile osservare che le performance delle corse relative alla linea ferroviaria Como Lago-Milano Cadorna, in entrambi gli itinerari, hanno registrato un peggioramento tra il mese di marzo e il mese di ottobre. Non si riscontra invece una rilevanza significativa per quanto riguarda le fermate intermedie ed i ritardi ad esse collegati. In questo caso specifico, verso Nord, a causa del binario unico tra Como Camerlata e Como Lago, non si verifica alcuna mitigazione del ritardo finale. Verso Sud, si registra un lieve miglioramento che però non risulta particolarmente rilevante ai fini della discussione dell'analisi. Di conseguenza, è possibile affermare che il ritardo dell'utente intermedio è paragonabile a quello dell'utente che si reca alla destinazione finale della corsa, in entrambe le direzioni, ed è peggiorato complessivamente tra marzo ed ottobre.

5 Analisi inferenziale delle performance della linea

Nelle seguenti tabelle sono riportati i risultati di test d'ipotesi volti a verificare la differenza tra le performance medie dei treni, a destinazione, nelle due direzioni. Questi test sono stati condotti sia utilizzando l'intero set di dati (Tabelle 4 e 5), sia concentrandosi esclusivamente sui treni delle fasce pendolari. I treni della fascia pendolare del mattino (Tabella 7) si riferiscono ai convogli provenienti da Como e diretti a Milano nella fascia oraria 6:00-8:00. In Tabella 6, invece, sono riportati i treni della fascia pendolare pomeridiana, ovvero quelli da Milano a Como nella fascia oraria 17:00-19:00. Come è già stato precisato, il ritardo è calcolato esclusivamente per la stazione di destinazione finale del treno (da origine a destinazione) e, di conseguenza, non si considerano i ritardi intermedi nelle stazioni.

Tabella 4 Test differenza medie Nord (arrivo)

Variabili	Marzo	Ottobre
Media	3.48	4.90
Varianza	18.95	21.13
Numerosità	801	758
Test	-6.23	
<i>P- Value < 0.001</i>		

Tabella 5 Test differenza medie Sud (arrivo)

Variabili	Marzo	Ottobre
Media	2.58	4.22
Varianza	15.28	19.75
Numerosità	805	728
Test	-7.64	
<i>P- Value < 0.001</i>		

Tabella 6 Test Differenza Serale pendolari (arrivo)

Variabili	Marzo	Ottobre
Media	5.52	5.58
Varianza	29.81	19.79
Numerosità	83	88
Test	-0.081	
P-Value 0.9354		

Tabella 7 Test Differenza Mattina pendolari (arrivo)

Variabili	Marzo	Ottobre
Media	3.05	6.56
Varianza	9.04	35.21
Numerosità	78	88
Test	-4.88	
P- Value < 0.001		

I risultati riportati nelle tabelle precedenti evidenziano, per quanto riguarda il complesso delle corse considerate (Tabelle 4 e 5), un peggioramento delle performance ferroviarie sia in direzione Nord che in direzione Sud. Nello specifico, il ritardo medio aumenta da 3,48 minuti a 4,90 verso Nord e da 2,58 minuti a 4,22 verso Sud ed i test d'ipotesi risultano statisticamente significativi. Analizzando le tabelle 6 e 7, si osserva che, per quanto riguarda il flusso pendolare da Milano a Como (corse serali), il valore medio del ritardo pari a 5,5 minuti è rimasto stabile. Di conseguenza, le performance non hanno subito variazioni significative, ed il test conseguentemente non è statisticamente significativo. Differente è il risultato del test relativo al flusso pendolare del mattino, da Como a Milano, il test riportato in tabella 7 mostra una forte significatività statistica, con un peggioramento delle performance superiore a tre minuti in media.

Infine, è possibile fornire un dato relativo alle soppressioni rilevate in fascia pendolare che sono passate da 9 a 4 in fascia serale, mentre in fascia mattutina sono diminuite da 11 a 4.

6 Conclusione

Lo studio sulla linea ferroviaria che collega Como Lago, Saronno e Milano Cadorna offre un'analisi approfondita delle performance del servizio di trasporto ferroviario. L'indagine, condotta nei mesi di marzo e ottobre, ha selezionato due periodi privi di festività per garantire un'analisi obiettiva e comparabile. I risultati evidenziano un significativo incremento dei ritardi in entrambe le direzioni, con un peggioramento più accentuato nel flusso mattutino da Como a Milano.

Il lavoro è stato svolto principalmente dal punto di vista dell'utente finale, ovvero il pendolare o viaggiatore occasionale che utilizza questo mezzo di trasporto per raggiungere una determinata destinazione. La presenza di lavori o variazioni di orario, considerate molto contenute, non sono state esaminate in modo diretto. Dopo questa premessa, i risultati sono eloquenti: i ritardi superiori a 5 minuti sono aumentati dal 20% al 34% nell'itinerario Nord e dal 16% al 28% in direzione Sud. Particolarmente rilevante è la situazione delle corse pendolari mattutine, dove si

è registrato un deterioramento significativo: i ritardi in partenza sono passati dall'8% al 30% e gli arrivi in ritardo dal 19% al 45%. I test d'ipotesi mostrano un peggioramento complessivo, in entrambe le direzioni e anche per le corse verso Milano del mattino. L'unica stima immutata è il ritardo medio delle corse pendolari serali, già oltre i 5 minuti medi a marzo 2024. Alla luce dei dati emersi dallo studio, si possono identificare diverse implicazioni di policy significative, in quanto la crescita sistematica dei ritardi, sia nelle fermate intermedie che per la destinazione finale, richiede interventi su più livelli. Innanzitutto, è necessaria una valutazione delle tracce orarie, considerando i vincoli infrastrutturali esistenti, come il binario unico tra Como Camerlata e Como Lago. È inoltre cruciale valutare investimenti mirati all'eliminazione dei passaggi a livello, che rappresentano una potenziale fonte di ritardi derivanti da guasti dell'infrastruttura o dal comportamento degli automobilisti in transito. Un aspetto importante è la comunicazione nei confronti dell'utente finale: risulta cruciale, in tempo reale, fornire tutte le informazioni utili per il viaggio al fine di gestire le problematiche. Infine, si raccomanda l'introduzione di un sistema più rigoroso di monitoraggio delle performance, potenzialmente con penali più incisive per il gestore del servizio in caso di mancato rispetto degli standard qualitativi.

7 Limiti e sviluppi futuri

Per quanto riguarda i limiti di questo studio, pensato con una struttura di case study, è importante sottolineare che l'analisi è stata condotta su un periodo di soli due mesi, con l'obiettivo di fornire una rappresentazione immediata e puntuale del fenomeno, al fine di valutare se le prestazioni della linea abbiano subito variazioni significative. Utilizzando le stesse tecniche, si potrebbe ipotizzare come sviluppo futuro del lavoro, un'estensione dell'analisi a periodi temporali più ampi, subordinatamente alla disponibilità dei dati necessari, i quali al momento rilevano solo parzialmente i dati delle soppressioni complete e parziali che al momento sono state considerate solamente per l'analisi puntuale nella fascia pendolare per limiti di rilevazione dati software. L'opportunità di approfondire l'argomento dipende anche dalla possibilità di instaurare un dialogo chiaro ed efficiente con il management dell'impresa ferroviaria e con i gestori della linea. Questi ultimi, infatti, dispongono di una serie di informazioni che potrebbero essere utili per classificare i ritardi in diverse tipologie. Tale approccio consentirebbe, sia dal punto di vista scientifico che da quello delle politiche pubbliche, di sviluppare studi più complessi, non limitati esclusivamente alla misurazione del numero di minuti di eventuale ritardo di ciascuna corsa, ma anche ad una comprensione più approfondita del fenomeno.

Riferimenti bibliografici

- Banister, D. (2008). The sustainable mobility paradigm. *Transport policy*, 15(2), 73-80.
- Cartmell, J. (2016). Study on the prices and quality of rail passenger services (No. MOVE/B2/2015-126).
- Chebotarev, V., Davydov, B., & Kablukova, K. (2018). Probabilistic model of delay propagation along the train flow. *Probabilistic Modeling in System Engineering*, 171-193.
- Chen, X., Yu, L., Zhang, Y., & Guo, J. (2009). Analyzing urban bus service reliability at the stop, route, and network levels. *Transportation research part A: policy and practice*, 43(8), 722-734.
- Cornolò, G. (1979). *Cento anni di storia... delle Ferrovie Nord Milano*. Globo.
- Fnm 2024. https://www.fnmgroup.it/chi_siamo/
- Goverde, R. M. (2005). Punctuality of railway operations and timetable stability analysis (pp. 104-122). Delft, The Netherlands: Netherlands TRAIL Research School.
- Grechi, D., & Maggi, E. (2018). The importance of punctuality in rail transport service: an empirical investigation on the delay determinants. *European Transport-Trasporti Europei*, 70, 1-23.
- König, E. (2020). A review on railway delay management. *Public Transport*, 12(2), 335-361.

Monsuur, F., Enoch, M., Quddus, M., & Meek, S. (2017). Impact of train and station types on perceived quality of rail service. *Transportation Research Record*, 2648(1), 51-59.

Morrison, J. (2009). *Statistics for engineers: An introduction*. John Wiley & Sons.

Nagy, E., & Csiszár, C. (2015). Analysis of delay causes in railway passenger transportation. *Periodica Polytechnica: Transportation Engineering*, 43(2), 73-80.

Olsson, N. O., & Haugland, H. (2004). Influencing factors on train punctuality—results from some Norwegian studies. *Transport policy*, 11(4), 387-397.

Paruolo, P. (1999). *Elementi di statistica* (pp. 1-306). Carocci.

Ponti, M., & Beria, P. (2007). La rotaia arrugginita e il vagone del futuro. *il Mulino*, 56(6), 1028-1041.

Rahaman, K. R., & Rahaman, M. A. (2009). Service quality attributes affecting the satisfaction of railway passengers of selective route in southwestern part of Bangladesh. *Theoretical and Empirical Researches in Urban Management*, 4(3 (12)), 115-125.

RFI 2024, https://www.rfi.it/content/dam/rfi/offerta/offertaaccessorete/prospetto-informativo-della-rete/comunicazioni-ai-richiedenti/pacr/Proposta_di_revisione_PACR_vers_marzo_2024.pdf

Schöbel, A., Rüger, B., Nash, A., Zajicek, J., Turk, M., & Dannenberg, H. (2009, February). The potential for saving energy by more precisely calculating station dwell times on commuter rail service. In *3rd International Seminar on Railway Operations Modelling and Analysis: Rail-Zurich2009 Conference*, Zürich, Schweiz.

Tirachini, A., Godachevich, J., Cats, O., Muñoz, J. C., & Soza-Parra, J. (2022). Headway variability in public transport: A review of metrics, determinants, effects for quality of service and control strategies. *Transport Reviews*, 42(3), 337-361.

Trainstats. <https://www.trainstats.altervista.org/>

Trenord 2024, Linea Como- Milano. https://www.trenord.it/linee-e-orari/circolazione/le-nostre-linee/como-saronno-milano-re/?code=RE_7

Vickerman, R. (2021). *International Encyclopedia of Transportation*. Elsevier.

Vromans, M. J., Dekker, R., & Kroon, L. G. (2006). Reliability and heterogeneity of railway services. *European Journal of Operational Research*, 172(2), 647-665.

Wang, R., & Work, D. B. (2015, September). Data driven approaches for passenger train delay estimation. In *2015 IEEE 18th International Conference on Intelligent Transportation Systems* (pp. 535-540). IEEE.

Ringraziamenti e Fondi

Questa ricerca è realizzata nell'ambito del progetto NODES, finanziato dal MUR sui fondi M4C2 - Investimento 1.5 Avviso "Ecosistemi dell'Innovazione", nell'ambito del PNRR finanziato dall'Unione europea - NextGenerationEU (Grant agreement Cod. n.ECS00000036)

L'autore ringrazia il Comitato Viaggiatori TPL Nodo di Saronno, nella persona dell'Ing. Andrea Mazzucotelli e il sito <https://www.trainstats.altervista.org/>, nella persona di Emanuele Rodà, per il supporto e le informazioni.