



Trasporto ferroviario notturno e servizio auto al seguito in Italia: fattibilità e prospettive di sviluppo

Night rail transport and motorail service in Italy: feasibility and development prospects

Simone CANNARSA ^(*)

Roberto MAJA ^(**)

(<https://www.medra.org/servlet/view?lang=it&doi=10.57597/IF.01.2025.ART.1>)

Sommario - L'ampliamento dei servizi ferroviari notturni in Italia rappresenta un'opportunità per i viaggi a lunga percorrenza nazionali e internazionali. Questo studio analizza la fattibilità di un servizio nazionale notturno lungo l'asse Nord-Sud e il possibile ripristino del servizio "auto al seguito", sospeso da Trenitalia nel 2011. È stato sviluppato un modello di scelta modale Logit multinomiale per analizzare la domanda, considerando anche fattori come il comfort di viaggio. Un'indagine compiuta su oltre 800 rispondenti ha mostrato un forte interesse turistico per un servizio notturno di qualità. L'applicazione del modello ha permesso di stimare i volumi di passeggeri sulle tratte proposte. La ricerca identifica anche i requisiti infrastrutturali e i servizi necessari per attivare i collegamenti, con interventi sui terminali e a bordo. Infine, l'analisi economica evidenzia costi e benefici, delineando le opportunità e le criticità per le imprese ferroviarie interessate.

1. Introduzione

Negli ultimi anni, il treno è diventato una scelta sempre più popolare per i viaggi a medio-lunga distanza in Europa, con circa 81 milioni di passeggeri potenzialmente interessati a spostarsi su rotaia anziché in aereo per tratte tra 800 e 1500 km [1].

In questo contesto, il treno notturno rappresenta un'interessante alternativa sostenibile per ridurre l'impatto ambientale dell'aviazione e della mobilità privata, attirando chi cerca un'esperienza di viaggio più confortevole. Questa modalità offre opzioni flessibili, come sedili reclinabili, cuccette e compartimenti letto, adattandosi a diverse esigenze di comfort. Alcuni operatori ferroviari, come ÖBB in Austria e VR in Finlandia, hanno di recente investito in nuove vetture per migliorare l'esperienza a bordo e rispondere alla domanda di un servizio di qualità (Fig. 1) [2][3]. In Italia, i treni notturni stanno registrando un crescente successo, con una domanda in aumento del 50% annuo su

Summary- The expansion of night train services in Italy present an opportunity for long-distance travel, both domestic and international. This study examines the feasibility of a national overnight service along the North-South axis, as well as the potential reinstatement of the «motorail» service, discontinued by Trenitalia in 2011. A multinomial Logit model of modal choice was developed to analyze demand, taking into account factors such as travel comfort. A survey of over 800 respondents revealed strong tourist interest in a high-quality night train service. The application of the model enabled the estimation of passenger volumes on the proposed routes. The research also identifies the infrastructure and service requirements needed to activate the connections, including terminal and onboard interventions. Finally, the economic analysis highlights costs and benefits, outlining opportunities and challenges for interested railway operators.

1. Introduction

In recent years, rail travel has become an increasingly popular choice for medium- to long-distance journeys in Europe, with approximately 81 million passengers potentially opting for rail instead of air for trips ranging between 800 and 1500 km [1]. In this context, night trains offer a compelling and sustainable alternative to reduce the environmental impact of aviation and private mobility, appealing to travelers seeking a more comfortable journey experience. This mode provides flexible options such as reclining seats, couchettes, and sleeper compartments, catering to diverse comfort requirements. Several railway operators, including ÖBB in Austria and VR in Finland, have recently invested in new carriages to enhance onboard experiences and meet the demand for high-quality services (Fig. 1) [2][3]. In Italy, night trains are experiencing growing success, with demand increasing by 50% annually on certain key routes. In 2023, the Intercity Notte service carried 1.9 million passengers (+23%

^(*) Ingegnere Civile - Laurea Magistrale in Ingegneria Civile - Infrastrutture di Trasporto presso il Politecnico di Milano.

^(**) Professore di Ingegneria dei Trasporti del Politecnico di Milano - Laboratorio Mobilità e Trasporti.

^(*) Civil Engineer - Master's Degree in Civil Engineering - Transport Infrastructure at Politecnico di Milano.

^(**) Professor of Transport Engineering at Politecnico di Milano - Mobility and Transport Laboratory.

alcune tratte principali. Nel 2023, gli Intercity Notte hanno trasportato 1,9 milioni di passeggeri (+23% rispetto al 2022), e nel primo semestre del 2024 si è osservato un ulteriore incremento del 7%. Trenitalia prevede di superare i 2 milioni di passeggeri entro la fine dell'anno [4]. L'integrazione del trasporto ferroviario con la possibilità di portare con sé veicoli privati ("autozug" in tedesco, "motorail" in inglese) rappresenta un'opzione intermodale di grande interesse, unendo i vantaggi della mobilità privata e collettiva. Questo sistema, diffuso in molti Paesi europei, permette ai passeggeri di caricare i propri veicoli su carri bisarca apposti tramite rampe, viaggiando comodamente in carrozze dello stesso treno, di tipo Intercity o Intercity Notte. La soluzione consente di evitare le fatiche dei lunghi viaggi in auto, riducendo stress e costi di pernottamento, oltre a garantire maggiore flessibilità per il trasporto di bagagli e un accesso migliorato anche a destinazioni meno servite dalla rete ferroviaria (Fig. 2). I veicoli ammessi comprendono automobili, motocicli, scooter, trikes e quads. Inoltre, è possibile spedire un proprio veicolo delegando un'altra persona al ritiro presso lo scalo di arrivo.

Il servizio offerto da Trenitalia è stato sospeso nel 2011, ma alcune imprese ferroviarie internazionali lo hanno riproposto negli ultimi anni per collegamenti periodici, anche verso mete italiane come Verona o Livorno (Fig. 3). L'interruzione del servizio è stata giustificata dalla scarsa domanda al di fuori dei periodi festivi e dall'elevato costo di gestione. I treni con veicoli al seguito, per loro natura, richiedono infrastrutture specifiche, carrozze dedicate e personale specializzato, con costi difficilmente sostenibili nel contesto di una domanda irregolare. Tuttavia, questa decisione ha sollevato numerose critiche tra i viaggiatori, in particolare famiglie e turisti. La mancanza di un'alternativa adeguata nell'offerta di trasporto ha evidenziato una significativa lacuna, costringendo molti a ricorrere a lunghi spostamenti su strada. Inoltre, il servizio treno+auto non era esente da limiti relativi ai livelli di comfort e ai servizi offerti a bordo, profondamente distanti rispetto alle aspettative dell'utenza moderna. La rapidità e l'efficienza nelle operazioni di carico e scarico dei veicoli, ad esempio, non erano adeguate, causando ritardi e disagi, così come la qualità di viaggio a bordo delle carrozze. Questa mancanza di aggiornamento ha contribuito a ridurre l'attrattiva del servi-



Figura 1 - Interni delle nuove carrozze Nightjet ÖBB.
Figure 1 - Interiors of the new ÖBB Nightjet carriages.



Figura 2 - Servizio "auto al seguito" espletato in Austria.
Figure 2 - "Motorail" service in operation in Austria.

compared to 2022), with an additional 7% growth observed in the first half of 2024. Trenitalia projects surpassing 2 million passengers by the end of the year [4]. The integration of rail transport with the ability to carry private vehicles—referred to as «autozug» in German and «motorail» in English—represents a highly attractive intermodal option, combining the advantages of both private and collective mobility. This system, widely implemented in several European countries, allows passengers to load their vehicles onto specialized car transport wagons via ramps while traveling comfortably in Intercity or IntercityNotte coaches on the same train. This solution eliminates the fatigue associated with long car journeys, reduces stress and overnight costs, and provides greater flexibility for luggage transport and improved access to destinations less served by the rail network (Fig. 2). The vehicles eligible for transport include cars, motor-

zio, penalizzando la competitività rispetto ad altre opzioni di trasporto. Lo studio fornisce un punto di partenza per valutare eventuali potenzialità di sviluppo della mobilità a lunga distanza, analizzando preferenze dei viaggiatori e vincoli tecnici ed economici per la possibile riattivazione del servizio. Gli obiettivi iniziali della ricerca possono essere sintetizzati nelle seguenti domande:

- esiste un segmento di mercato nazionale interessato a questo tipo di servizio?
- quali sono i problemi tecnici, normativi e infrastrutturali che devono essere affrontati per l'eventuale reintroduzione del servizio di trasporto di veicoli al seguito?
- quanto incide sulla scelta del servizio di trasporto la possibilità di trasportare il proprio veicolo a bordo del treno?
- quali sono i principali costi che un'azienda ferroviaria dovrebbe sostenere per riattivare il servizio?



Figura 3 - Pubblicità Ferrovie dello Stato – “VIAGGIA IN CORSIA PREFERENZIALE CON LA TUA AUTO SUL TRENO” (Area Trasporto – Divisione Passeggeri – Anno 1994/95).

Figure 3 - Advertising of the State Railways – «TRAVEL IN THE FAST LANE WITH YOUR CAR ON THE TRAIN» (Transport Area – Passenger Division – Year 1994/95).

cycles, scooters, trikes, and quads. Additionally, passengers may ship their vehicles while delegating another individual to retrieve them at the destination terminal.

The service offered by Trenitalia was suspended in 2011, but some international railway companies have reintroduced it in recent years for periodic connections, including to Italian destinations such as Verona or Livorno (Fig. 3). The interruption of the service was justified by low demand outside holiday periods and high management costs. Trains With vehicles on board, by their nature, requires specific infrastructure, dedicated carriages, and specialized personnel, with costs that are difficult to sustain in the context of irregular demand. However, This decision has raised numerous criticisms among travelers particularly families and tourists. The lack of an adequate alternative in the transport offer highlighted a significant gap, forcing many to resort to long road journeys. Moreover, the train + car service was not exempt from limitations related to levels of comfort and onboard services, which were far below the expectations of modern users. The speed and efficiency of vehicle loading and unloading operations, for example, were inadequate, causing delays and inconvenience, as well as impacting the travel quality aboard the carriages. This lack of updating contributed to reducing the service's attractiveness, penalizing its competitiveness compared to other transport options.

The study provides a starting point for evaluating the potential development of long-distance mobility, analyzing travelers' preferences and the technical and economic constraints for the possible reactivation of the service.

The initial research objectives can be summarized in the following questions:

- *Is there a national market segment interested in this type of service?*
- *What are the technical, regulatory, and infrastructural issues that need to be addressed for the possible reintroduction of vehicle transport services?*
- *How much does the possibility of transporting one's vehicle aboard the train influence the choice of transport service?*
- *What are the main costs that a railway company would have to bear to reactivate the service?*
- *Can a combined train + car service be economically sustainable in the Italian context?*

The research was based on an extensive consultation of data and pre-existing studies, including those from TRASPOL at the Politecnico di Milano ([5][6][7][8]). Methodological approaches were also taken from the study by ROMÁN, ESPINO, and MARTÍN on the Madrid-Barcelona high-speed rail ([9]) and other research by BIEGER et al. ([10]), LEGRAIN et al. ([11]), and STOILOVA ([12]). The study also integrated technical reports, market research, and theses, with particular attention to methodological contributions from PEREGO ([13]), PROCOPIO ([14]), TUMMINELLO ([15]) (Politecnico di Milano), DRNEC (Czech Technical University) ([16]), and HEUFKE KANTELAAR et al. (TU Delft) ([17]).

- un servizio combinato treno+auto può essere economicamente sostenibile nel contesto italiano?

La ricerca si è basata su un'ampia consultazione di dati e studi preesistenti, tra cui quelli del TRASPOL del Politecnico di Milano ([5][6][7][8]). Sono stati anche usati approcci metodologici tratti dallo studio di ROMAN, ESPINO e MARTIN sull'Alta Velocità Madrid-Barcellona ([9]), e da altre ricerche di BIEGER *et al.* ([10]), LEGRAIN *et al.* ([11]) e STOILOVA ([12]). La ricerca ha integrato anche rapporti tecnici, ricerche di mercato e tesi, con particolare attenzione ai contributi metodologici di PEREGO [13], PROCOPIO [14], TUMMINELLO [15] (Politecnico di Milano), DRNEC (Czech Technical University) [16] e HEUFKE KANTELAAR *et al.* (TU Delft) [17].

2. Analisi della domanda e della scelta modale

Lo studio effettuato considera, in questa prima analisi, i soli viaggi di piacere, i quali interessano dunque turisti (famiglie e giovani), ciclisti, motociclisti interessati al trasporto del proprio veicolo e utenti aventi una seconda residenza, come studenti e lavoratori fuori sede. Non si esclude che, con un'opportuna programmazione degli orari e un'offerta di servizi a bordo adeguata, sia possibile attrarre anche un'utenza interessata a viaggi di lavoro/business.

Per la stima della domanda potenziale, poiché il servizio non è attualmente operativo, si è deciso di simulare il processo scelta degli utenti di fronte a possibili scenari progettuali formulando e calibrando un modello comportamentale di utilità probabilistica. Data la struttura del problema si è ritenuta adeguata la formulazione Logit multinomiale considerando tre alternative principali [18][19][20]:

- veicolo individuale;
- servizio ferroviario notturno, con o senza veicolo al seguito;
- servizio aereo, distinguendo tra una partenza al mattino presto e una la sera precedente.

Sono stati esclusi i servizi ferroviari diurni poiché non pertinenti all'ambito di questo studio, e i servizi automobilistici notturni, in quanto offrono una qualità del viaggio significativamente diversa rispetto ai treni notturni. Questa distinzione è confermata dalle statistiche ISTAT ed EUROSTAT, che evidenziano come in Italia i veicoli individuali rimangono il principale modo di trasporto per i viaggi interni, coprendo circa sei spostamenti su dieci. Questa preferenza riflette le maggiori praticità e flessibilità offerte dai veicoli privati. A grande distanza seguono l'aereo e il treno, utilizzati rispettivamente per circa il 20% e il 10% dei viaggi interni. I servizi di trasporto automobilistico collettivo, invece, occupano un ruolo marginale, rappresentando appena il 5% dei viaggi interni complessivi [21][22]. Per definire gli attributi del modello si è focalizzata l'attenzione sui trasporti nel fine settimana, considerando una distanza ipotetica di circa 1000 km, con partenze tra

2. Demand Analysis and Modal Choice

The study conducted focuses, in this initial analysis, solely on leisure travel, targeting tourists (families and young people), cyclists, motorcyclists interested in transporting their vehicles, and users with a secondary residence, such as students and workers living away from home. It is not excluded that, with appropriate scheduling and an adequate onboard service offering, the service could also attract users interested in business or work-related travel. To estimate potential demand, since the service is currently not operational, a simulation of users' choice processes in response to potential project scenarios was performed. This involved formulating and calibrating a probabilistic utility behavioral model. Given the structure of the problem, a Multinomial Logit formulation was deemed appropriate, considering three main alternatives ([18][19][20]):

- private vehicle;
- night train service, with or without accompanying vehicle;
- air service, distinguishing between early morning and evening departures.

Daytime rail services were excluded as they are not relevant to this study, and nighttime car services were omitted due to their significantly different travel quality compared to night trains. This distinction is supported by ISTAT and EUROSTAT statistics, which show that, in Italy, private vehicles remain the predominant mode of transport for domestic travel, accounting for approximately six out of ten trips. This preference reflects the greater convenience and flexibility offered by private vehicles. Air and rail services follow at a considerable distance, used for about 20% and 10% of domestic trips, respectively. Collective road transport services, on the other hand, play a marginal role, representing only 5% of total domestic trips ([21][22]). To define the model attributes, the study focused on weekend transportation, assuming a hypothetical distance of approximately 1000 km, with departures between Friday evening and Saturday morning, as confirmed by previous studies, including that of PEREGO ([13]). Based on a series of considerations regarding variables commonly used in behavioral models and the availability of data, the systematic utility of the model was structured around three attributes:

- service quality and the internal environment of the carriages;
- travel time;
- service price.

The resulting function expresses the probability of choosing alternative j among all available alternatives (1, 2, ... j, ... m) for user q:

$$p^q[j] = \frac{e^{\frac{\sum_k \beta_k X_{kj}}{\theta}}}{\sum_{i=1}^m e^{\frac{\sum_k \beta_k X_{ki}}{\theta}}} \quad (1)$$

where:

- m indicates the number of available alternatives;
- X_k are the attributes of transportation alternative j;

venerdì sera e sabato mattina, come confermato da studi precedenti, tra cui quello di PEREGO [13]. A seguito di una serie di considerazioni relative alle variabili normalmente usate nei modelli comportamentali e alla disponibilità dei dati, l'utilità sistematica del modello è stata strutturata su tre attributi:

- qualità del servizio e dell'ambiente interno alle vetture;
- tempo di viaggio;
- prezzo del servizio.

Si è dunque ottenuta la seguente funzione che esprime la probabilità di scelta dell'alternativa j fra tutte le alternative $(1, 2, \dots, j, \dots, m)$ disponibili all'utente q :

$$p^q[j] = \frac{e^{\frac{\sum_k \beta_k X_{kj}}{\theta}}}{\sum_{i=1}^m e^{\frac{\sum_k \beta_k X_{ki}}{\theta}}} \quad (1)$$

in cui:

- m indica il numero di alternative disponibili;
- X_k sono gli attributi dell'alternativa di trasporto j ;
- β_k e θ sono i parametri da determinare nella successiva fase di calibrazione.

3. Calibrazione del modello

Il modello è stato calibrato progettando e svolgendo un'indagine alle preferenze dichiarate (Stated Preference - SP), mirata a esplorare i possibili comportamenti degli utenti potenziali in un contesto ipotetico, costituito da due categorie principali di servizio [21][22]:

- viaggi per soggiorni prolungati, tipicamente una settimana, scegliendo tra l'uso del veicolo privato, un viaggio in aereo con noleggio di un veicolo a destinazione e un viaggio notturno in treno con il trasporto del proprio veicolo al seguito;
- viaggi per soggiorni brevi, tipicamente un fine settimana, scegliendo tra le sole alternative del servizio aereo e del treno notturno, escludendo la necessità di usare un autoveicolo individuale per spostarsi nell'area di destinazione.

Gli attributi di scelta sono stati quantificati su diversi livelli di variazione per analizzare il loro impatto sul comportamento decisionale e sulla sensibilità dei viaggiatori rispetto ai singoli attributi, stimando infine la variazione della probabilità di scelta dell'alternativa al variare di ciascun fattore. Questo approccio permette di identificare gli attributi che influenzano maggiormente le decisioni. Nel caso dell'automobile, sono stati considerati i costi variabili, determinati dal prezzo del carburante e dei pedaggi, e i tempi di viaggio, escludendo i costi fissi, per esempio l'assicurazione e l'ammortamento. Per l'aereo, pur caratterizzato da tempi di volo brevi (meno di 1:30 h), si è tenuto conto dei "tempi morti" legati ai check-in e ai trasferimenti, oltre al prezzo del biglietto. Il treno notturno è stato valutato considerando una velocità commerciale media di

- β_k and θ are the parameters to be determined in the subsequent calibration phase.

3. Model Calibration

The model was calibrated by designing and conducting a Stated Preference (SP) survey aimed at exploring potential user behaviors in a hypothetical context, consisting of two main categories of service [21][22]:

- Trips for extended stays, typically one week, with users choosing between the use of a private vehicle, air travel with car rental at the destination, and a night train journey with the transport of their own vehicle.
- Trips for short stays, typically a weekend, with users choosing between only air service and night train service, excluding the need to use a private vehicle for mobility at the destination.

The choice attributes were quantified across various levels of variation to analyze their impact on decision-making behavior and the sensitivity of travelers to individual attributes. The analysis then estimated the variation in the probability of choosing an alternative based on the change in each factor. This approach allows for the identification of the attributes that most significantly influence decisions. In the case of private cars, variable costs, determined by fuel prices and tolls, and travel times were considered, excluding fixed costs such as insurance and depreciation. For air travel, despite the short flight times (less than 1:30 hours), "dead times" related to check-ins and transfers, as well as ticket prices, were taken into account. The night train was evaluated considering an average commercial speed of 80-100 km/h, travel times of 10-12 hours, and three comfort levels differentiated by prices and services offered, as shown in Tab. 1.

An additional cost item for loading the vehicle on the train was also considered, in order to assess the influence of this surcharge and to distinguish between those traveling with or without a vehicle. The attribute values, summarized below, have been used to define the various modal choice scenarios, considering different combinations of the attributes (Tab. 2, Tab. 3).

After defining the value of the attributes of the different service options, the likelihood function was maximized using numerical algorithms to optimize the model and estimate the unknown coefficients. The Comprehensive Factorial Plan (PFC) of the survey consists of 324 scenarios divided into 54 blocks of 6 scenarios each to be submitted to respondents to improve the model's ability to estimate the parameters of the utilities associated with each attribute. To calibrate the multinomial Logit model and detect the preferences of the interviewees, a survey was carried out using a questionnaire distributed exclusively online. The decision to adopt exclusively this method of dissemination was motivated by the need to reach a large number of respondents quickly. This approach made it possible to collect a wide range of information on travel opinions and preferences, presenting respondents with a range of decision-making scenarios. By varying the trans-

80-100 km/h, tempi di percorrenza di 10-12 ore e tre livelli di comfort differenziati secondo i prezzi e i servizi offerti indicati nella Tab. 1.

Si è inoltre considerata una voce di costo aggiuntiva per il carico del veicolo sul treno, al fine di valutare l'influenza di questo sovrapprezzo e di distinguere fra coloro che viaggiano con o senza veicolo al seguito. I valori degli attributi, di seguito sintetizzati, sono stati usati per definire i vari scenari di scelta modale, considerando diverse combinazioni degli attributi (Tab. 2, Tab. 3).

Dopo aver definito il valore degli attributi delle diverse opzioni di servizio, si è proceduto alla massimizzazione della funzione di verosimiglianza usando algoritmi numerici per ottimizzare il modello e stimare i coefficienti incogniti. Il Piano Fattoriale Completo (PFC) dell'indagine consiste in 324 scenari ripartiti in 54 blocchi da 6 scenari ciascuno da sottoporre agli intervistati per migliorare la capacità del modello di stimare i parametri delle utilità associate a ciascun attributo. Per calibrare il modello Logit multinomiale e rilevare le preferenze degli intervistati, è stata realizzata un'indagine che si è avvalsa di un questionario diffuso esclusivamente online. La scelta di adottare esclusivamente questa modalità di diffusione è stata motivata dalla necessità di raggiungere un ampio numero di rispondenti in tempi rapidi. Questo approccio ha consentito di raccogliere un ampio numero di informazioni sulle opinioni e le preferenze di viaggio, presentando agli intervistati una serie di scenari decisionali. Variando gli attributi di trasporto su diversi livelli, è stato possibile generare un campione diversificato di combinazioni di scelta, conferendo al modello la capacità di stimare i parametri delle utilità associate a ciascun attributo. I questionari, proponendo agli intervistati scenari differenziati secondo le variazioni degli attributi delle diverse alternative di viaggio, hanno permesso di rilevare l'effetto delle opzioni ugualmente desiderabili ma tra loro contrastanti di evidenziare quanto gli utenti siano disposti a sacrificare un attributo per migliorarne un altro, per esempio pagando un prezzo più alto per ridurre i tempi di viaggio o aumentare il livello di comfort.

L'obiettivo iniziale consisteva nella raccolta di risposte da un campione variegato, evitando di limitarsi a specifiche fasce di età, condizioni occupazionali o livelli di red-

Tabella 1 – Table 1

Servizi offerti per ogni livello di comfort
Services offered for each level of comfort

Attributo Attribute	Base Base	Medio Medium	Elevato Elevated
Tipo di sistemazione Type of accommodation	Sedile Seat	Cuccetta Berth	Cabina letto Sleeping cabin
Capacità dei compartimenti Compartment Capacity	-	4 persone 4 people	2 persone 2 people
Privacy Privacy	No	Sì Yes	Sì Yes
Servizio di ristoro Refreshment service	No	Sì Yes	Sì Yes
Servizi igienici Toilets	Condivisi Shared	Condivisi Shared	Privati Private

Tabella 2 – Table 2

Quantificazione definitiva attributi: scenari comprendenti l'opzione veicolo al seguito

Final quantification of attributes: scenarios including the following vehicle option

Alternativa di servizio Service Alternative	Attributo Attribute	Livelli di variazione Levels of variation		
Auto Car	Costo [€] Cost [€]	200	250	-
	Tempo [hh:mm] Time [hh:mm]	10:00	11:30	-
Aereo Airplane	Costo [€] Cost [€]	70	85	-
	Tempo [€] Time [€]	04:30	-	-
Treno Train	Costo [€] Cost [€]	40	80	160
	Tempo [hh:mm] Time [hh:mm]	12:45	14:45	-
	Costo veicolo [€] Vehicle cost [€]	90	150	-
	Comfort [*] Comfort [*]	1	3	5

port attributes on different levels, it was possible to generate a diverse sample of choice combinations, giving the model the ability to estimate the parameters of the utilities associated with each attribute. The questionnaires, by proposing to the interviewees differentiated scenarios according to the variations in the attributes of the different travel alternatives, made it possible to detect the effect of equally desirable but contrasting options and to highlight how much users are willing to sacrifice one attribute to improve another, for example by paying a higher price to reduce travel times or increase the level of comfort.

The initial objective was to collect responses from a varied sample, avoiding limiting oneself to specific age groups, employment conditions, or income levels. At the same time, several regional Tourism Boards, such as Piedmont, Lombardy,

Tabella 3 – Table 3

Quantificazione definitiva degli attributi: scenari non comprendenti l'opzione veicolo al seguito

Final quantification of attributes: scenarios not including the accompanying vehicle option

Alternative di servizio Service alternatives	Attributo Attribute	Livelli di variazione Levels of variation		
Aereo (mattina) Plane (morning)	Costo [€] Cost [€]	70	85	-
	Tempo [hh:mm] Time [hh:mm]	04:30	-	-
Aereo (sera) Plane (evening)	Costo [€] Cost [€]	70	85	-
	Tempo [hh:mm] Time [hh:mm]	04:30	-	-
Treno notturno Night train	Costo [€] Cost [€]	40	80	160-
	Tempo [hh:mm] Time [hh:mm]	11:15	13:15	-
	Comfort [*]	1	3	5

dito. Contestualmente, sono stati coinvolti diversi Enti del Turismo regionali, quali Piemonte, Lombardia, Veneto, Puglia e Calabria, grazie ai quali è stato possibile ampliare ulteriormente la diffusione del questionario attraverso i loro canali ufficiali. L'indagine ha consentito di raccogliere un totale di 821 risposte. Di queste, 108 sono state escluse per incoerenze o errori nella compilazione del questionario. È importante notare infatti che, nonostante gli sforzi compiuti per raccogliere dati da una popolazione eterogenea, le modalità di raccolta delle informazioni online, senza la supervisione di un operatore, presentano limiti intrinseci legati alla dichiarazione delle preferenze. Le risposte dei partecipanti possono essere influenzate da elementi di distorsione come il contesto di compilazione del questionario, la mancanza di interazione diretta con l'operatore o l'interpretazione inappropriata delle domande. Per minimizzare questi limiti, sono state adottate misure come la formulazione di domande chiare e precise, in modo da ridurre l'ambiguità e favorire una migliore accuratezza delle risposte. Inoltre, l'uso di una piattaforma di indagine online con accesso diretto a un ampio numero di partecipanti ha contribuito a ottenere un campione variegato, seppur non completamente casuale, mitigando parzialmente gli effetti delle preferenze dichiarate. Infine, è stato necessario verificare la coerenza delle risposte, tenendo conto che gli intervistati potrebbero non riflettere sempre il loro comportamento reale, ma piuttosto farsi influenzare da valutazioni emotive ed estemporanee. Per contenere questa possibile distorsione, il questionario è stato progettato formulando domande che riducessero il rischio di essere male interpretate; inoltre, esso è stato "collaudato" svolgendo alcune prove preliminari.

L'indagine condotta offre una visione sufficientemente approfondita del profilo degli utenti potenzialmente interessati a un servizio ferroviario notturno, e permette

Veneto, Puglia and Calabria, were involved, thanks to which it was possible to further expand the dissemination of the questionnaire through their official channels. The survey made it possible to collect a total of 821 responses. Of these, 108 were excluded due to inconsistencies or errors in filling in the questionnaire. It is important to note that, despite the efforts made to collect data from a heterogeneous population, the methods of collecting information online, without the supervision of an operator, have intrinsic limitations related to the declaration of preferences. Participants' responses may be influenced by bias elements such as the context of filling out the questionnaire, lack of direct interaction with the operator, or inappropriate interpretation of questions. To minimize these limitations, measures have been taken such as the formulation of clear and precise questions, in order to reduce ambiguity

and promote better accuracy of the answers. In addition, the use of an online survey platform with direct access to a large number of participants contributed to obtaining a varied, albeit not completely random, sample, partially mitigating the effects of the declared preferences. Finally, it was necessary to verify the consistency of the answers, taking into account that the interviewees may not always reflect their real behavior, but rather be influenced by emotional and impromptu evaluations. To contain this possible bias, the questionnaire was designed by formulating questions that would reduce the risk of being misinterpreted; moreover, it has been 'tested' by carrying out some preliminary tests.

The survey conducted offers a sufficiently in-depth view of the profile of users potentially interested in a night train service, and allows their preferences to be analyzed based on demographic factors and travel motivations. The sample examined includes only adults, among whom the 31-45 age group stands out in particular, representing over 30% of respondents. However, a significant number of young people between 18 and 30 years old have shown interest, probably attracted by sustainability and innovative solutions in transport. The age variety among the participants can be interpreted as a positive element, allowing the preferences of different groups with different needs to be observed. With regard to travel motivations, most of the interviewees said they travel for leisure, confirming ISTAT data that identify tourism as the main driver of long-distance travel in Italy. Other reasons were studying, work, and family visits. This subdivision has made it possible to outline three main categories of travelers: for leisure, for professional/educational reasons, and for family reasons. In particular, travelers traveling for family reasons could represent a significant market segment for night rail service, considering mobility between Southern and Northern Italy. In addition, almost all respondents confirmed that they have a driving license (97%) and

di analizzarne le preferenze in base a fattori demografici e motivazioni di viaggio. Il campione esaminato include soltanto maggiorenni, tra i quali emerge in particolare la fascia di età 31÷45 anni, che rappresenta oltre il 30% dei rispondenti. Tuttavia, un numero significativo di giovani tra i 18 e i 30 anni ha mostrato interesse, probabilmente attratti dalla sostenibilità e dalle soluzioni innovative nel trasporto. La varietà di età tra i partecipanti può essere interpretata come un elemento positivo, permettendo di osservare le preferenze di diversi gruppi caratterizzati da esigenze differenti. Relativamente alle motivazioni di viaggio, la maggior parte degli intervistati ha dichiarato di viaggiare per svago, confermando i dati dell'ISTAT che identificano il turismo come il principale motore dei viaggi a lunga distanza in Italia. Altri motivi sono risultati lo studio, il lavoro e le visite familiari. Questa suddivisione ha permesso di delineare tre principali categorie di viaggiatori: per svago, per motivi professionali/educativi e per motivi familiari. In particolare, i viaggiatori che si spostano per motivi familiari potrebbero rappresentare una fascia di mercato significativa per il servizio ferroviario notturno, considerando la mobilità tra il Sud e il Nord Italia. Inoltre, quasi tutti i rispondenti hanno confermato di possedere una patente di guida (97%) e un veicolo privato (93%), evidenziando la forte propensione degli italiani verso l'uso del trasporto individuale. Sorprende la scarsa preferenza dell'autobus a lunga percorrenza, con solo quattro risposte favorevoli, suggerendo che questa alternativa viene considerata principalmente per spostamenti più brevi o per esigenze diverse. I principali risultati emersi dall'analisi dei dati riguardano:

- risparmio sull'alloggio: il viaggio con il treno notturno consente di risparmiare sui costi di pernottamento, arrivando a destinazione al mattino (Fig. 4);
- condivisione degli spazi: è emersa una criticità sulla condivisione degli spazi nelle vetture letto, suggerendo la necessità di riprogettare gli ambienti per garantire maggiori livelli di comodità e di privacy (Fig. 5);
- prezzo del trasporto dei veicoli: i costi elevati per il carico dei veicoli sono stati visti come un limite significativo, indicando la necessità di includere questo fattore nei modelli di analisi della domanda (Fig. 6);

Un dato interessante emerso dall'indagine riguarda l'elevata disponibilità degli intervistati a modificare le proprie abitudini di viaggio in favore di soluzioni più sostenibili. Più del 90% degli intervistati ha mostrato interesse per il servizio "auto al seguito", indicando che un piano ben strutturato per il rilancio di questa offerta potrebbe attrarre un vasto numero di viaggiatori. In sintesi, gli esiti dell'indagine si possono ritenere molto positivi e incoraggianti e forniscono utili spunti per la progettazione di un servizio che rientri il più possibile nelle aspettative degli utenti. Successivamente alla verifica e all'elaborazione delle risposte provenienti dall'indagine, si è svolta la calibrazione del modello. Questa operazione permette di attribuire ai parametri incogniti del modello (β , θ) i valori che lo rendono più prossimo alla realtà descritta rappre-

a private vehicle (93%), highlighting the strong propensity of Italians towards the use of individual transport. The low preference for the long-distance bus is surprising, with only four favorable responses, suggesting that this alternative is mainly considered for shorter journeys or for different needs. The main results that emerged from the analysis of the data concern:

- savings on accommodation: travelling by night train saves on overnight accommodation costs, arriving at your destination in the morning (Fig. 4);
- sharing of spaces: a critical issue emerged on the sharing of spaces in sleeping cars, suggesting the need to redesign the environments to ensure greater levels of comfort and privacy (Fig. 5);

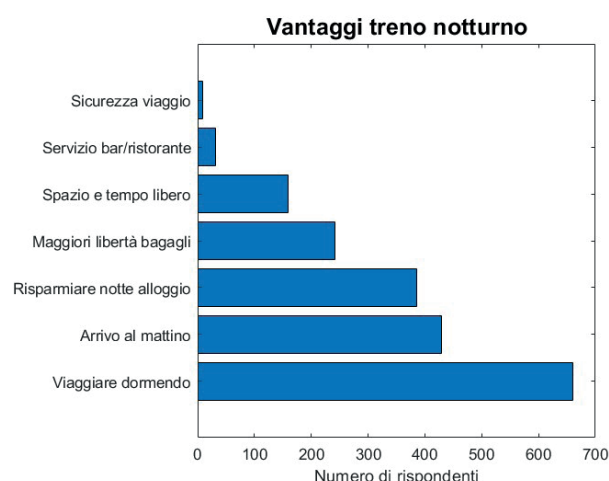


Figura 4 - Vantaggi di un servizio ferroviario notturno secondo gli intervistati.

Figure 4 - Advantages of a night train service according to the respondents.

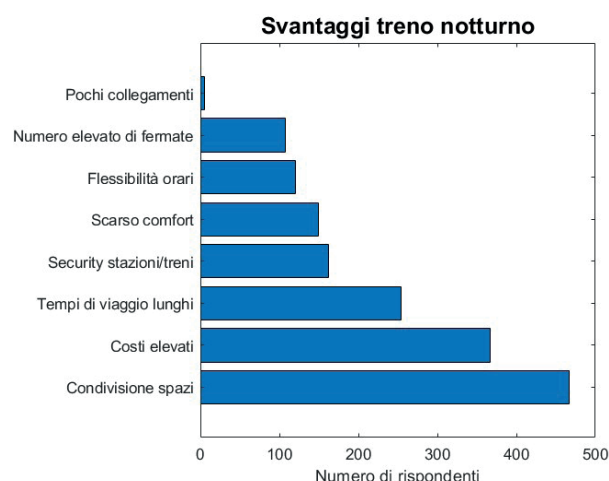


Figura 5 - Svantaggi di un servizio ferroviario notturno secondo gli intervistati.

Figure 5 - Disadvantages of a night train service according to respondents.

sentata dalle indagini SP; si tratta dunque di un problema di ottimizzazione che consiste nella ricerca del punto di massimo di una funzione di verosimiglianza che, nella sua forma più generale, è così espressa:

$$L(\beta, \theta) = \prod_{q=1}^n p_q[i(q)](X_q, \beta, \theta) \quad (2)$$

dove:

- $L(\beta, \theta)$: funzione di verosimiglianza;
- β, θ : coefficienti incogniti da stimare;
- $i(q)$: alternativa scelta dall'utente q ;
- $p_q[i(q)]$: probabilità che l'utente q scelga l'alternativa i ;
- Q : numero di decisori.

Si può dimostrare che la funzione di verosimiglianza ottenuta da osservazioni indipendenti associata a un modello Logit multinomiale è convessa; pertanto, esiste una sola combinazione di valori delle incognite che la rende massima. Per agevolare la ricerca del massimo la funzione L è stata convertita con una trasformazione logaritmica ottenendo la seguente funzione di log-verosimiglianza:

$$l(\beta, \theta) = \ln L(\beta, \theta) = \sum_{q=1}^Q \ln p_q[i(q)](X_q, \beta, \theta) \quad (3)$$

La funzione è stata massimizzata con un algoritmo numerico che ha ricercato la minima differenza tra i valori ottenibili dal modello e i dati osservati. Dato che tra i k coefficienti incogniti soltanto $k-1$ sono indipendenti, i coefficienti β sono stati sostituiti dai coefficienti α così espressi: $\alpha_k = \beta_k / \theta$. La massimizzazione della funzione (3) ha consentito di ottenere gli stimatori di massima verosimiglianza, cioè la combinazione dei coefficienti rendono massima la probabilità che il modello rappresenti la realtà descritta dall'indagine. I coefficienti α_i stimati rappresentano l'importanza relativa delle variabili indipendenti incluse nel modello; i loro valori sono sintetizzati nelle Tab. 4 e Tab. 5. Per ciascuna tabella, è riportata l'equazione usata per calcolare la probabilità di scelta del servizio ferroviario in (4) e (5):

$$\frac{e^{(-1.493 \cdot X_{Ct} - 0.523 \cdot X_{Tt} + 1.063 \cdot X_{COMt} - 0.362 \cdot X_{CVt})}}{e^{(-0.167 \cdot X_{Cau} + 0 \cdot X_{Tau})} + e^{(-1.493 \cdot X_{Ct} - 0.523 \cdot X_{Tt} + 1.063 \cdot X_{COMt} - 0.362 \cdot X_{CVt})} + e^{(-0.531 \cdot X_{Ca} + 0 \cdot X_{Ta})}} \quad (4)$$

$$p_T = \frac{e^{(-2.032 \cdot X_{Ct} - 0.760 \cdot X_{Tt} + 0.937 \cdot X_{COMt})}}{e^{(-2.032 \cdot X_{Ct} - 0.760 \cdot X_{Tt} + 0.937 \cdot X_{COMt})} + e^{(-1.133 \cdot X_{Cam} + 0 \cdot X_{Tam})} + e^{(-1.892 \cdot X_{Cas} + 0 \cdot X_{Tas})}} \quad (5)$$

I coefficienti degli attributi che indicano la percezione di una disutilità risultano correttamente negativi, mentre il coefficiente relativo al comfort è emerso positivo. I parametri associati al tempo di viaggio, per il veicolo individuale e il servizio aereo, sono risultati quasi nulli, probabilmente perché il tempo non viene percepito come un fattore significativo rispetto ad altri aspetti. Inoltre, dai risultati dell'indagine, appare probabile che situazioni specifiche, come il trasporto di bagagli o la presenza di famiglie con bambini, possano giustificare scelte che

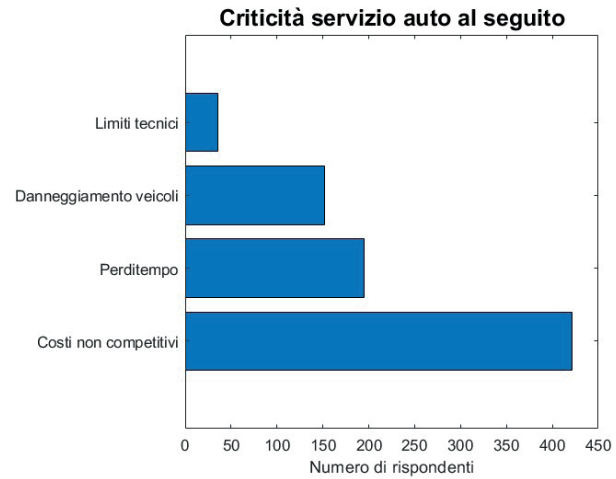


Figura 6 - Maggiori criticità di un servizio auto al seguito secondo i risultati delle interviste.

Figure 6 - Major critical issues of a car service according to the results of the interviews.

- vehicle transport price: the high costs for loading vehicles were seen as a significant limitation, indicating the need to include this factor in demand analysis models (Fig. 6).

An interesting fact that emerged from the survey concerns the high willingness of respondents to change their travel habits in favor of more sustainable solutions. More than 90% of respondents showed interest in the 'motorail' service, indicating that a well-structured plan to relaunch this offer could attract a large number of travelers. In summary, the results of the survey can be considered very positive and encouraging and provide useful ideas for the design of a service that falls as much as possible within the expectations of users. After the verification and processing of the responses from the survey, the calibration of the model took place. This operation allows us to attribute to the unknown parameters of the model (β, θ) the values that make it closer to the reality described and represented by the SP investigations; it is therefore an optimization problem that consists in the search for the maximum point of a likelihood function, which, in its most general form, is expressed as follows:

$$L(\beta, \theta) = \prod_{q=1}^n p_q[i(q)](X_q, \beta, \theta) \quad (2)$$

where:

- $L(\beta, \theta)$: likelihood function;
- β, θ : unknown coefficients to be estimated;
- $i(q)$: alternative chosen by user q ;
- $p_q[i(q)]$: probability that user q will choose alternative i ;
- Q : Number of decision makers.

It can be shown that the likelihood function obtained from independent observations associated with a multinomial Logit model is convex; therefore, there is only one combination of values of the unknowns that makes it maximum. To facilitate the search for the maximum, the L func-

sembrano irrazionali, come la preferenza per il veicolo privato anche per percorrere lunghe distanze. Il comfort è emerso come l'attributo più influente per incentivare lo spostamento dal servizio privato o dall'aereo al servizio ferroviario notturno, seguito dal prezzo, che rappresenta un elemento critico: i viaggiatori accettano di pagare un prezzo elevato soltanto se associato a servizi di alto livello. Nei soggiorni brevi, il prezzo del viaggio assume un'importanza ancora maggiore, inducendo gli utenti a privilegiare soluzioni più economiche anche a discapito di una parte del comfort. Questo spiega la preferenza di molti per opzioni come i voli aerei con partenza al mattino presto, che consentono di ridurre i costi e massimizzare il tempo disponibile a destinazione. Una sintesi è riportata nelle Tab. 6 e Tab. 7.

Lo svolgimento di un'analisi di sensibilità sui singoli attributi ha permesso di individuare quelli che manifestano un'influenza rilevante sulle scelte degli utenti:

- prezzo del viaggio: gli utenti potenziali sono disposti a pagare un prezzo più alto se percepiscono che il comfort sia adeguato alle proprie aspettative, con una probabilità di scelta del treno notturno che si mantiene intorno al 10% anche alle tariffe più alte; da ciò si può dedurre che un buon equilibrio tra comfort e tariffa potrebbe rendere il servizio competitivo;
- tempo di viaggio: fino a 12 ore, il treno notturno è competitivo, soprattutto se offre elevati livelli di comfort; oltre questa soglia, la preferenza si orienta sull'aereo, ma l'uso dell'auto privata rimane una scelta popolare per la sua flessibilità; l'opzione treno+auto è apprezzata da chi preferisce evitare lunghi spostamenti in auto;
- prezzo del servizio: i viaggiatori potenziali sono disposti a pagare un prezzo aggiuntivo per il trasporto del proprio veicolo, purché l'organizzazione delle operazioni di carico e scarico sia agevole; in passato, uno dei motivi che ha determinato la soppressione del servizio per lo scarso numero di utenti è stato in effetti la complessità e dalla durata di queste operazioni.

È stato infine ipotizzato il valore delle tariffe di riferimento di ciascuna categoria di servizio ferroviario, tenendo conto dei ricavi attesi e della capacità delle singole vetture, che tende a dimi-

tion has been converted with a logarithmic transformation to obtain the following log-likelihood function:

$$l(\beta, \theta) = \ln L(\beta, \theta) = \sum_{q=1}^Q \ln p_q[i(q)](X_q, \beta, \theta) \quad (3)$$

The function was maximized with a numerical algorithm that searched for the minimum difference between the values obtainable from the model and the observed data. Since among the unknown k coefficients only $k-1$ are independent, the coefficients β have been replaced by the coefficients α expressed as follows: $\alpha_k = \beta_k / \theta$. The maximization of the function (3) has made it possible to obtain the maximum likelihood estimators, i.e. the combination of the coefficients maximizes the probability that the model represents the reality described by the investigation. The coefficients α_k estimates represent the relative importance of the independent variables included in the model; their values are summarized in Tab. 4 and Tab. 5. For each table, the equation used

Tabella 4 – Table 4

Valori calcolati con il criterio della verosimiglianza per i soli scenari comprendenti l'alternativa "Treno+auto"
Values calculated using the criterion of likelihood only for the scenarios including the «Train+car» alternative

Parametro Parameter	Descrizione Description	Valore calcolato Calculated value
α_{Cau}	Coefficiente associato alla variabile "Costo viaggio con veicolo individuale" Coefficient associated with the variable "Cost of travel with individual vehicle"	-0,167
α_{Tau}	Coefficiente associato alla variabile "Tempo viaggio con veicolo individuale" Coefficient associated with the variable "Travel time with individual vehicle"	0
α_{Ct}	Coefficiente associato alla variabile "Costo viaggio con treno notturno" Coefficient associated with the variable "Cost of travel by night train"	-1,493
α_{Tt}	Coefficiente associato alla variabile "Tempo viaggio con treno notturno" Coefficient associated with the variable "Travel time by night train"	-0,523
α_{COMt}	Coefficiente associato alla variabile "Comfort viaggio treno notturno" Coefficient associated with the variable "Night train travel comfort"	1,063
α_{CVt}	Coefficiente associato alla variabile "Costo aggiuntivo di carico del veicolo individuale sul treno notturno" Coefficient associated with the variable "Additional cost of loading the individual vehicle on the night train"	-0,362
α_{Ca}	Coefficiente associato alla variabile "Costo viaggio con aereo" Coefficient associated with the variable "Cost of travel by plane"	-0,531
α_{Ta}	Coefficiente associato alla variabile "Tempo viaggio con aereo" Coefficient associated with the variable "Travel time by plane"	0

nuire con l'aumentare del livello di comfort. I prezzi indicativi dei diversi livelli di sistemazione a bordo sono i seguenti:

- 70 € per una seduta reclinabile;
- 100 € per una cuccetta o mini-suite;
- 200 € per una cabina letto;
- 90 € per il trasporto di un veicolo privato.

È importante sottolineare che a questo stadio dell'analisi non sono stati considerati eventuali sconti o promozioni che potrebbero influire sulla riduzione dei prezzi e quindi sull'aumento della probabilità di scelta. L'analisi di sensibilità ha permesso di osservare le variazioni della ripartizione modale al variare del prezzo di trasporto del veicolo privato. Per il livello di servizio elevato, si è ipotizzata una tariffa più alta per bilanciare il minor numero di posti disponibili sulle vetture di lusso a capacità

to calculate the probability of choosing the train service is shown (4) and (5)

$$\frac{e^{(-1.493 \cdot X_{C_t} - 0.523 \cdot X_{T_t} + 1.063 \cdot X_{COM_t} - 0.362 \cdot X_{CV_t})}}{e^{(-0.167 \cdot X_{C_{au}} + 0 \cdot X_{T_{au}})} + e^{(-1.493 \cdot X_{C_t} - 0.523 \cdot X_{T_t} + 1.063 \cdot X_{COM_t} - 0.362 \cdot X_{CV_t})} + e^{(-0.531 \cdot X_{C_a} + 0 \cdot X_{T_a})}} \quad (4)$$

$$p_T = \frac{e^{(-2.032 \cdot X_{C_t} - 0.760 \cdot X_{T_t} + 0.937 \cdot X_{COM_t})}}{e^{(-2.032 \cdot X_{C_t} - 0.760 \cdot X_{T_t} + 0.937 \cdot X_{COM_t})} + e^{(-1.133 \cdot X_{C_{am}} + 0 \cdot X_{T_{am}})} + e^{(-1.892 \cdot X_{C_{as}} + 0 \cdot X_{T_{as}})}} \quad (5)$$

The coefficients of the attributes that indicate the perception of a disutility are correctly negative, while the coefficient relating to comfort was positive. The parameters associated with travel time, for the individual vehicle and the air service, were found to be almost zero, probably because time is not perceived as a significant factor compared to other aspects. Furthermore, from the results of the survey, it seems likely that specific situations, such as the transport of luggage or the presence of families with children, may justify choices that seem irrational, such as the preference for private vehicles even to travel long distances. Comfort emerged as the most influential attribute for incentivizing travel from private service or air to night train service, followed by price, which is a critical element: travelers only accept to pay a high price when combined with high-level services. In short stays, the price of the trip takes on even greater importance, inducing users to favor cheaper solutions even at the expense of part of comfort. This explains the preference of many for options such as flights departing early in the morning, which allow you to reduce costs and maximize the time available at your destination. A summary is given in Tab. 6 and Tab. 7.

Tabella 5 – Table 5

Valori calcolati con il criterio della verosimiglianza per i soli scenari non comprendenti l'alternativa "Treno+auto"

Values calculated using the criterion of likelihood for only scenarios not including the «Train+car» alternative

Parametro Parameter	Descrizione Description	Valore calcolato Calculated value
α_{C_t}	Coefficiente associato alla variabile "Costo viaggio con treno notturno" Coefficient associated with the variable "Cost of travel by night train"	-2,032
α_{T_t}	Coefficiente associato alla variabile "Tempo viaggio con treno notturno" Coefficient associated with the variable "Travel time by night train"	-0,76
α_{COM_t}	Coefficiente associato alla variabile "Comfort viaggio treno notturno" Coefficient associated with the variable "Night train travel comfort"	0,937
$\alpha_{C_{am}}$	Coefficiente associato alla variabile "Costo viaggio con aereo e partenza al mattino presto" Coefficient associated with the variable "Cost of travel by plane and early morning departure"	-1,133
$\alpha_{T_{am}}$	Coefficiente associato alla variabile "Tempo viaggio con aereo e partenza al mattino presto" Coefficient associated with the variable "Travel time by plane and early morning departure"	0
$\alpha_{C_{as}}$	Coefficiente associato alla variabile "Costo viaggio con aereo e partenza la sera" Coefficient associated with the variable "Cost of travel by plane and departure in the evening"	-1,892
$\alpha_{T_{as}}$	Coefficiente associato alla variabile "Tempo viaggio con aereo e partenza la sera" Coefficient associated with the variable "Travel time by plane and departure in the evening"	0

The performance of a sensitivity analysis on the individual attributes made it possible to identify those that manifest a significant influence on users' choices:

- price of the journey: potential users are willing to pay a higher price if they perceive that comfort is adequate to their expectations, with a probability of choosing the night train remaining around 10% even at the highest fares; from this, it can be deduced that a good balance between comfort and fare could make the service competitive;
- travel time: up to 12 hours, the night train is competitive, especially if it

limitata confidando sulla disponibilità a pagare per questo servizio risultante dall'analisi di sensibilità. Si riportano, infine, i risultati finali della ripartizione modale, individuando le percentuali di scelta ottenute dal modello per i singoli livelli di comfort (Tab. 8, Tab. 9).

4. Pianificazione del servizio

I risultati della ricerca hanno rivelato l'esistenza di una domanda insoddisfatta dai collegamenti ferroviari notturni attuali, evidenziando un'opportunità di mercato che si può ritenere significativa e incoraggiante. La scelta del servizio di trasporto è fortemente influenzata dalla disponibilità di servizi aggiuntivi offerti a bordo, per rendere il viaggio piacevole e attrattivo è dunque essenziale comprendere le esigenze del viaggiatore. A seconda della fascia di mercato dell'utenza, alcuni elementi fondamentali per un servizio ferroviario di successo dovrebbero includere:

- sistemazioni adeguate: disponibilità di spazi diversificati per soddisfare le esigenze di vari tipi di utenti, come sedili reclinabili per viaggi economici, cuccette per famiglie, mini-compartimenti per chi viaggia solo e compartimenti accessibili per passeggeri a mobilità ridotta;
- spazi per i bagagli: appositi vani da ricavare in luoghi agevoli per riporre valigie e altri oggetti personali;
- servizi igienici e docce: bagni privati per i livelli di servizio più elevati e servizi condivisi per quelli più economici, con soluzioni specifiche per famiglie e passeggeri a mobilità ridotta;
- biancheria da letto: corredi confortevoli e di qualità, forniti per ogni viaggio notturno;
- ristorazione: opzioni che includono distributori automatici, carrelli minibar e, in alcuni casi, una carrozza ristorante per un'esperienza completa;
- privacy a bordo: accesso ai compartimenti garantito tramite tecnologie moderne come NFC, QR code o codici numerici personalizzati;
- sicurezza: sistemi di videosorveglianza, impianti antincendio e misure di protezione per i veicoli trasportati;
- accessibilità: porte automatiche, corridoi sufficientemente

offers high levels of comfort; beyond this threshold, the preference is oriented towards the plane, but the use of the private car remains a popular choice for its flexibility. The train + car option is appreciated by those who prefer to avoid long car journeys;

- price of the service: Potential travelers are willing to pay an additional price for the transport of their vehicle, provided that the organization of loading and unloading operations is easy. In the past, one of the reasons for

Tabella 6 – Table 6

Confronto tra segni attesi e segni ottenuti per i singoli coefficienti ricavati per la ramificazione comprendente la scelta "Treno+auto"
Comparison between expected signs and signs obtained for the individual coefficients obtained for the branching including the «Train+car» choice

Parametro Parameter	Aspettativa Expectation	Segno atteso Expected sign	Segno ottenuto Sign obtained	Rilevanza Relevance
α_{Tau}	↑ Tempo, ↑ Disutilità ↑ Time, ↑ Disutility	-	0	Nulla Nothing
α_{Ti}	↑ Tempo, ↑ Disutilità ↑ Time, ↑ Disutility	-	-	Media Average
α_{Ta}	↑ Tempo, ↑ Disutilità ↑ Time, ↑ Disutility	0	0	Nulla Nothing
α_{Cau}	↑ Costo, ↑ Disutilità ↑ Time, ↑ Disutility	-	-	Bassa Low
α_{Ct}	↑ Costo, ↑ Disutilità ↑ Time, ↑ Disutility	-	-	Alta High
α_{CVt}	↑ Costo, ↑ Disutilità ↑ Time, ↑ Disutility	-	-	Bassa Low
α_{Ca}	↑ Costo, ↑ Disutilità ↑ Time, ↑ Disutility	-	-	Media Average
α_{COMt}	↑ Comfort, ↑ Utilità ↑ Time, ↑ Disutility	+	+	Alta High

Tabella 7 – Table 7

Confronto tra segni attesi e segni ottenuti per i singoli coefficienti ricavati per la ramificazione non comprendente la scelta "Treno+auto"
Comparison between expected signs and signs obtained for the individual coefficients obtained for the branching not including the «Train+car» choice

Parametro Parameter	Aspettativa Expectation	Segno atteso Expected sign	Segno ottenuto Sign obtained	Rilevanza Relevance
α_{Ti}	↑ Tempo, ↑ Disutilità ↑ Time, ↑ Disutility	-	-	Media Average
α_{Tam}	↑ Tempo, ↑ Disutilità ↑ Time, ↑ Disutility	0	0	Nulla Nothing
α_{Tas}	↑ Tempo, ↑ Disutilità ↑ Time, ↑ Disutility	0	0	Nulla Nothing
α_{Ct}	↑ Costo, ↑ Disutilità ↑ Cost, ↑ Disutility	-	-	Alta High
α_{Cam}	↑ Costo, ↑ Disutilità ↑ Cost, ↑ Disutility	-	-	Alta High
α_{Cas}	↑ Costo, ↑ Disutilità ↑ Cost, ↑ Disutility	-	-	Alta High
α_{COMt}	↑ Comfort, ↑ Utilità ↑ Comfort, ↑ Utility	+	+	Media Average

Tabella 8 – Table 8

Percentuali di scelta modale per il caso studio comprensivo di trasporto del veicolo privato
Percentages of modal choice for the case study including private vehicle transport

Livello di comfort treno Train comfort level	Auto Car	Treno + Auto Train + Car	Aereo Airplane
*	43%	23%	35%
***	36%	35%	31%
*****	47%	14%	39%

Tabella 9 – Table 9

Percentuali di scelta modale per il caso studio non comprensivo di trasporto del veicolo privato
Percentages of modal choice for the case study not including private vehicle transport

Livello di comfort treno Train comfort level	Treno Train	Aereo (mattina) Plane (morning)	Aereo (sera) Plane (evening)
*	36%	53%	11%
***	44%	47%	9%
*****	9%	77%	15%

mente ampi e attrezzature specifiche per passeggeri con mobilità ridotta;

- trasporto di biciclette: aree dedicate alla sistemazione di biciclette e altri oggetti voluminosi per evitare l'ingombro negli spazi comuni;
- intrattenimento: monitor a bordo che forniscano aggiornamenti di viaggio e informazioni turistiche utili;
- altri servizi: connessione Wi-Fi, prese elettriche, aria condizionata e porte USB disponibili in ogni seduta per un comfort ottimale.

Per migliorare i collegamenti lungo l'asse nazionale Nord-Sud, si è ipotizzata l'introduzione del servizio combinato treno+auto. Un'impresa ferroviaria eventualmente interessata al progetto dovrà, come prima fase, selezionare una tratta ferroviaria che soddisfi determinati criteri strategici:

- pubblicità del servizio: la stipula di accordi commerciali con gli operatori turistici è fondamentale per aumentare l'opportunità di penetrazione nel mercato. Per rendere il servizio attrattivo e competitivo soprattutto nei confronti della mobilità turistica è opportuno offrire pacchetti completi comprendenti, per esempio, l'alloggio e la ristorazione in esercizi convenzionati, sconti per l'ingresso nei musei, noleggio di biciclette e di auto, e altre opportunità a prezzi agevolati; questi provvedimenti possono favorire la sostenibilità finanziaria nella produzione del servizio;

the cancellation of the service due to the low number of users has been the complexity and duration of these operations. Finally, the value of the reference tariffs for each category of railway service was assumed, taking into account the expected revenues and the capacity of the individual cars, which tends to decrease with the increase in the level of comfort. The indicative prices of the different levels of accommodation on board are as follows:

- €70 for a reclining seat;
- 100 € for a couchette or mini-suite;
- 200 € for a sleeping cabin;
- 90 € for the transport of a private vehicle.

It is important to underline that at this stage of the analysis any discounts or promotions that could affect the reduction of prices and therefore the increase in the probability of choice have not been considered. The sensitivity analysis made it possible to observe the variations in the modal split as the transport price of the private vehicle varies. For the high level of service, a higher rate was assumed to balance the lower number of seats available on limited capacity luxury cars, relying on the willingness to pay for this service resulting from the sensitivity analysis. Finally, the final results of the modal split are reported, identifying the percentages of choice obtained by the model for the individual levels of comfort (Tab. 8, Tab. 9).

4. Service planning

The results of the research revealed the existence of unmet demand from current night rail connections, highlighting a market opportunity that can be considered significant and encouraging. The choice of transport service is strongly influenced by the availability of additional services offered on board; to make the journey pleasant and attractive, it is therefore essential to understand the needs of the traveler. Depending on the market segment of the user, some key elements for a successful rail service should include:

- Adequate accommodation: Availability of diversified spaces to meet the needs of various types of users, such as reclining seats for economy travel, family berths, mini-compartments for solo travellers, and accessible compartments for passengers with reduced mobility.
- Luggage spaces: Special compartments to be located in easy places to store suitcases and other personal items.
- Toilets and showers: Private bathrooms for the highest levels of service and shared services for the cheapest ones, with specific solutions for families and passengers with reduced mobility.
- Bed linen: Comfortable and quality kits, provided for every night trip.
- Dining: options that include vending machines, minibar carts, and in some cases, a dining car for a complete experience;
- privacy on board: access to compartments guaranteed through modern technologies: Such as NFC, QR codes,

- domanda potenziale significativa: una tratta caratterizzata da un elevato volume di traffico passeggeri rappresenta una base solida per giustificare l'investimento. Tale domanda garantisce che il servizio possa generare un ritorno economico adeguato grazie alla maggiore occupazione dei posti disponibili;
- basso livello di visibilità con possibilità di inserimento di nuove tracce orarie: scegliere una direttrice con un'offerta di trasporto limitata può risultare vantaggioso poiché l'introduzione di un nuovo servizio consente di colmare una lacuna di mercato, attirando nuovi passeggeri e aumentando la competitività. Queste condizioni offrono l'opportunità di conquistare una posizione di rilievo nel segmento del trasporto passeggeri a lunga percorrenza, specialmente su linee non coinvolte in progetti di potenziamento legati all'Alta Velocità (AV/AC).

Per rendere più completa la proposta si è sviluppato il caso studio di un collegamento tra Nord e Sud Italia considerando il corridoio adriatico, individuando due relazioni verso la Puglia, regione che offre una molteplicità di attrazioni di tipo culturale, paesaggistico e balneare:

- Torino-Bari-Lecce;
- Verona-Bari-Lecce.

Nell'analisi si sono esaminate le infrastrutture necessarie per supportare il servizio, concentrandosi sull'individuazione e la riqualificazione delle aree delle stazioni destinate a servizi combinati treno+auto. Gli impianti di Verona Porta Nuova (Fig. 7), Torino Porta Nuova (Fig. 8) e Bari Centrale (Fig. 9) sono stati identificati come punti di partenza per il servizio di veicoli al seguito. Queste stazioni dovrebbero essere equipaggiate e organizzate per gestire il flusso di viaggiatori e veicoli, integrando funzionalità logistiche e infrastrutturali adeguate. La scelta di Bari Centrale come destinazione del servizio con auto al seguito è stata preferita rispetto a Lecce in quanto offre un punto di accesso più equilibrato e baricentrico, ideale per i viaggiatori provenienti da diverse direzioni con il proprio veicolo.

Inoltre, è stata condotta un'analisi dei flussi turistici tra le diverse regioni e province italiane oggetto di studio, concentrandosi in particolare sui movimenti dalle aree di Torino e Verona verso la Puglia.

Per questo studio, sono state individuate tre macroaree, così caratterizzate.

- Area Nord Ovest: Area metropolitana di Torino e Provincia di Alessandria.
- Area Nord Est: Provincia di Verona e Provincia Autonoma di Trento.
- Area Sud Est: Regione Puglia.

Analizzando i flussi turistici (Tab. 10) ricavati dai portali regionali (Osservatorio del Turismo Regione Puglia, Ufficio di Statistica Regione Veneto, Sistema Piemonte - Osservatorio del Turismo, Istituto di Statistica della

or personalized numerical codes. modern technologies such as NFC, QR codes or personalized numerical codes;

- *Security:* Video surveillance systems, fire-fighting systems, and protective measures for transported vehicles.
- *Accessibility:* Automatic doors, sufficiently wide corridors, and specific equipment for passengers with reduced mobility.
- *Transport of bicycles:* Areas dedicated to the storage of bicycles and other bulky objects to avoid clutter in common areas.
- *Entertainment:* On-board monitors that provide travel updates and useful tourist information.
- *Other services:* Wi-Fi connection, electrical outlets, air conditioning, and USB ports available in each seat for optimal comfort.

To improve connections along the national North-South axis, the introduction of the combined train + car service has been hypothesized. A railway undertaking that may be interested in the project shall, as a first step, select a railway section that meets certain strategic criteria:

- *advertising of the service:* the stipulation of commercial agreements with tour operators is essential to increase the opportunity for market penetration. To make the service attractive and competitive, especially with regard to tourist mobility, it is advisable to offer complete packages including, for example, accommodation and catering in affiliated establishments, discounts for admission to museums, bicycle and car rental, and other opportunities at discounted prices; these measures can promote financial sustainability in the production of the service;
- *significant potential demand:* A route with a high volume of passenger traffic provides a solid basis for justifying the investment. This demand ensures that the service can generate an adequate economic return thanks to the greater occupancy of the available places;
- *low level of visibility with the possibility of inserting new*



Figura 7 - Stazione di Verona Porta Nuova con annesso terminal di carico e scarico veicoli.

Figure 7 - Verona Porta Nuova station with adjoining vehicle loading and unloading terminal.

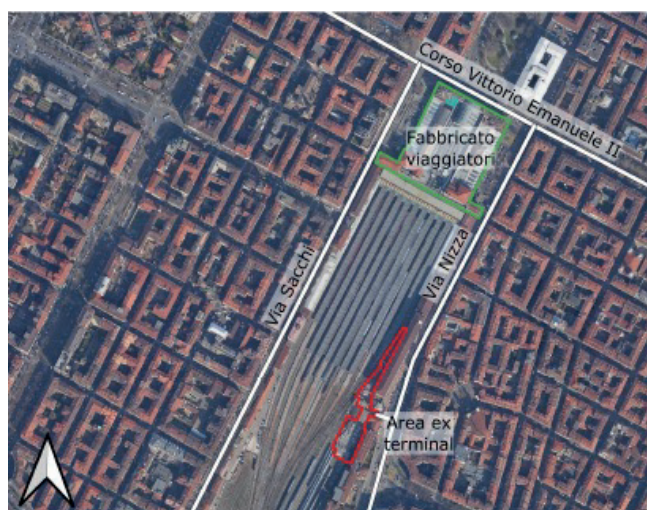


Figura 8- Stazione di Torino Porta Nuova con area dell'ex terminal evidenziata.

Figure 8 - Turin Porta Nuova station with the area of the former terminal highlighted.

Provincia Autonoma di Trento, ISPAT) e impiegando strumenti GIS, sono stati stimati i possibili flussi turistici tra le O/D considerate in modotale da ottenere una matrice di dati aggregati, identificando, inoltre, le aree d'influenza dei terminal e i periodi di maggiore affluenza.

I risultati evidenziano che i maggiori flussi di traffico si registrano da nord verso sud, principalmente verso le località balneari del meridione. La tratta che collega la Puglia a Verona presenta un grande potenziale, grazie alla sua forte vocazione turistica legata all'area del Lago di Garda e alle vicine località alpine del Trentino.

Le percentuali di scelta modale, applicate ai flussi annuali ricavati, determinano un'utenza potenziale di circa 28.000 passeggeri/anno/direzione per ognuna delle due linee considerate, con variazioni dipendenti dal livello di comfort offerto. Sebbene il trasporto aereo e il veicolo privato risultino ancora molto attrattivi, il servizio ferroviario ha mostrato di possedere una discreta popolarità. In base a queste stime, viene proposta la seguente pianificazione:

- Verona-Bari-Lecce e Torino-Bari-Lecce: ogni Mercoledì, Venerdì e Domenica.
- Lecce-Bari-Verona e Lecce-Bari-Torino: ogni Lunedì, Giovedì e Sabato.

Su base annuale, questa pianificazione sarebbe così caratterizzata:

- 312 treni verso Nord (156 verso Verona P.N. e 156 verso Torino P.N.).

312 treni verso Sud (Lecce come unico capolinea per entrambi i collegamenti, Bari Centrale come unico terminale per lo scarico dei veicoli al seguito).

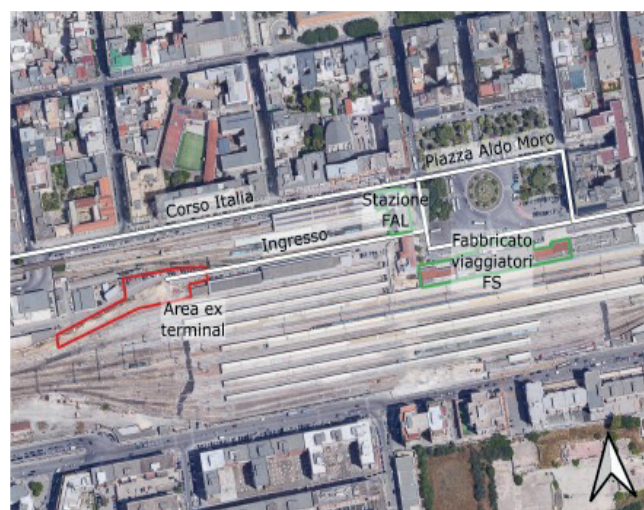


Figura 9 - Stazione di Bari Centrale con annesso terminal di carico e scaricoveicoli.

Figure 9 - Bari Central Station with adjoining vehicle loading and unloading terminal.

train paths: Choosing a route with a limited transport offer can be advantageous as the introduction of a new service fills a market gap, attracting new passengers and increasing competitiveness. These conditions offer the opportunity to gain a leading position in the long-distance passenger transport segment, especially on lines not involved in high-speed (HS/HC) upgrade projects.

To make the proposal more complete, the case study of a connection between Northern and Southern Italy was developed considering the Adriatic corridor, Identifying two relationships towards Puglia, a region that offers a multiplicity of cultural, landscape and seaside attractions:

- Turin-Bari-Lecce;
- Verona-Bari-Lecce.

The analysis examined the infrastructures necessary to support the service, focusing on the identification and re-development of the station areas intended for combined train+car services. The Verona Porta Nuova (Fig. 7), Turin Porta Nuova (Fig. 8), and Bari Centrale (Fig. 9) plants have been identified as starting points for the service of vehicles. These stations should be equipped and organized to manage the flow of passengers and vehicles, integrating adequate logistical and infrastructural functionalities. The choice of Bari Centrale as the destination of the car-driven service was preferred over Lecce as it offers a more balanced and barycentric access point, ideal for travelers coming from different directions with their own vehicle.

In addition, an analysis of tourist flows between the different Italian regions and provinces under study was conducted, focusing in particular on movements from the areas of Turin and Verona to Puglia.

For this study, three macro-areas were identified, characterized as follows:

5. Analisi finanziaria

Uno degli aspetti da considerare nella valutazione di un nuovo servizio ferroviario a lunga percorrenza riguarda le analisi finanziarie preliminari che un'eventuale impresa ferroviaria interessata dovrà effettuare per stimare i costi e i ricavi potenziali. A tal fine, sono stati identificati due principali ambiti di valutazione:

- i costi delle infrastrutture necessarie per la riattivazione del servizio ferroviario con auto al seguito;
- i costi capitali e operativi a carico dell'impresa ferroviaria, relativi all'acquisto del materiale rotabile e alla gestione e al funzionamento del servizio.

6. Realizzazione delle infrastrutture

La costruzione di un terminale per il trasporto di veicoli varia in base a fattori come la posizione e la complessità; si è presa in considerazione anche la possibilità di impiegare più economiche rampe mobili, per un attrezzaggio più rapido delle aree di manovra dei veicoli privati. Nel caso italiano, andrebbe valutata la disponibilità di ex-impianti a oggi abbandonati o adibiti a parcheggi. Per il caso studio analizzato, i costi più rilevanti riguarderebbero i due terminali di Torino e Bari, in quanto quello di Verona risulta tutt'oggi attivo e non dovrebbe necessitare di investimenti significativi. Prendendo spunto da analoghe realizzazioni in ambito europeo, i costi principali che, generalmente, devono essere inclusi nell'analisi sono dati da:

- costruzione dei fabbricati se non sono già disponibili: aree check-in, sale d'attesa, uffici del personale, attività commerciali, uffici del turismo per l'accoglienza dei viaggiatori, bagni pubblici, biglietteria ecc;
- eventuale esproprio dei terreni destinati al terminale;
- acquisto di rampe mobili o costruzione di nuove rampe fisse;
- rifacimento delle aste di carico destinate ad accogliere i carri bisarca;
- realizzazione di eventuali banchine adiacenti alle aste di carico;
- realizzazione delle vie di accesso al terminale, dei parcheggi e della segnaletica stradale;
- realizzazione dei sistemi di illuminazione e di piantumazione opere a verde.

Per contestualizzare l'ordine di grandezza delle spese coinvolte, si osserva che i costi di realizzazione di un terminale semplice a singola rampa, come quello inaugurato nel 2014 presso la stazione centrale ŽST di Bratislava, si attestano intorno ai 50.000 €. Diversamente, per infrastrutture di maggiori dimensioni, caratterizzate dalla presenza di più rampe e strutture edilizie, i costi possono raggiungere circa 20.000.000 €. Tra gli esempi più significativi si annoverano i terminali di nuova generazione presso le stazioni di Helsinki-Pasila e Vienna Centrale, oltre alla struttura attualmente

Tabella 10 – Table 10

Flussi turistici tra le macroaree considerate
Tourist flows between the macro-areas considered

	Area SE	Area NE	Area NO	Totale
Area SE	-	113.380	119.790	233.170
Area NE	159.709	-	-	-
Area NO	117.205	-	-	-
Totale Total	276.914	-	-	-

- North-West Area: Metropolitan Area of Turin and Province of Alessandria;
- North-East Area: Province of Verona and Autonomous Province of Trento;
- South East Area: Puglia Region.

By analyzing the tourist flows (Tab. 10) obtained from the regional portals (Osservatorio del Turismo Regione Puglia, Ufficio di Statistica Regione Veneto, Sistema Piemonte - Osservatorio del Turismo, Istituto di Statistica della Provincia Autonoma di Trento, ISPAT) and using GIS tools, the possible tourist flows among the O/D considered in a way were estimated such as to obtain a matrix of aggregated data, also identifying the areas of influence of the terminals and the periods of greatest affluence.

The results show that the greatest traffic flows are recorded from north to south, mainly towards the seaside resorts of the south. The section that connects Puglia to Verona has great potential, thanks to its strong tourist vocation linked to the Lake Garda area and the nearby alpine resorts of Trentino.

The modal choice percentages obtained from the model applied to the annual flows indicate a potential user base of about 28,000 passengers/year/direction for each of the two lines considered, with variations depending on the level of comfort offered. Although air travel and private vehicles are still very attractive, the train service has shown to be quite popular. Based on these estimates, the following schedule is proposed:

- Verona-Bari-Lecce and Turin-Bari-Lecce: every Wednesday, Friday and Sunday.
- Lecce-Bari-Verona and Lecce-Bari-Turin: every Monday, Thursday and Saturday.

On an annual basis, this planning would be characterized as follows:

- 312 trains to the North (156 to Verona P.N. and 156 to Turin P.N.).
- 312 trains to the South (Lecce as the only terminus for both connections, Bari Centrale as the only terminal for the unloading of vehicles).

5. Financial analysis

One of the aspects to be considered when assessing a new long-distance rail service concerns the preliminary financial

in fase di realizzazione presso la stazione di Amburgo-Eidelstedt (Fig. 10). Le aree individuate per la realizzazione dei terminali sono frutto di una proposta elaborata sulla base della loro attuale destinazione d'uso. Tuttavia, sono necessarie ulteriori valutazioni e consultazioni con i soggetti che gestiscono effettivamente queste aree, al fine di determinare se esse siano già destinate ad altri scopi.

7. Acquisizione del materiale rotabile

Le imprese ferroviarie che intendono migliorare i servizi di treni notturni devono affrontare l'acquisto di materiale rotabile moderno ed efficiente, essenziale per garantire comfort, sicurezza, interoperabilità e ottimizzazione dei costi di gestione [15]. Le opzioni disponibili sul mercato sono tre:

- acquisto di nuovo materiale;
- acquisto e rinnovamento di materiale usato;
- stipula di contratti di noleggio o leasing.

Un primo aspetto critico riguarda le locomotive: focalizzandosi sulle sole locomotive passeggeri attualmente in circolazione, una piccola impresa ferroviaria potrebbe incontrare difficoltà nella disponibilità di veicoli, dovendo rivolgersi al mercato dell'usato o al noleggio. Per le grandi e strutturate imprese ferroviarie nazionali, tuttavia, il problema non si pone, in quanto i nuovi collegamenti pianificati potrebbero essere effettuati con mezzi già a disposizione. I costi per l'acquisto delle locomotive variano notevolmente: una nuova unità può costare tra i 3 e i 4 milioni di euro, mentre una usata si aggira intorno ai 2 milioni. Tra i modelli adatti ai treni notturni sono presenti le E.402, le E.403 e le E.464 di Trenitalia, già in uso per i collegamenti Intercity Notte. Un'altra sfida riguarda le vetture passeggeri, molte delle quali sono obsolete e non soddisfano gli standard di comfort richiesti. Le piccole e medie imprese non possono permettersi l'acquisto di nuove carrozze, mentre le grandi aziende non sembrano intenzionate a investire nel settore. Trenitalia, però, ha già avviato il rinnovo del parco veicoli Intercity Notte, con l'acquisto di 70 carrozze notte di ultima generazione, grazie ai fondi del PNRR, con un investimento di 140 milioni di euro entro il 2026. Questo evidenzia come il volume degli ordini possa rappresentare una leva strategica per superare le difficoltà, incentivando i produttori a investire in ricerca e sviluppo e a beneficiare delle economie di scala per ridurre i costi complessivi. Alcuni produttori, come Siemens Mobility, Stadler e CAF, offrono carrozze notturne moderne e interoperabili con la rete italiana, con costi che possono aggirarsi intorno a 1.500.000 euro per ogni vettura. Inoltre, la carenza di carri per il trasporto veicoli, dovuta alla demolizione del materiale rotabile disponibile in passato, potrebbe richiedere l'acquisto di carri nuovi o usati dal mercato estero. In Italia, attualmente esistono solo due tipi di carri ferroviari omologati per il trasporto di autovetture:

- carri tipo "DDm" marcati RIC o furgoni con ammissione tecnica RFI;

analyses that any railway undertaking concerned will have to carry out in order to estimate potential costs and revenues. To this end, two main areas of assessment have been identified:

- *The costs of the infrastructure necessary for the reactivation of the railway service with cars in tow.*
- *The capital and operating costs borne by the railway undertaking, relating to the purchase of rolling stock and the management and operation of the service.*

6. Infrastructure construction

The construction of a vehicle transport terminal varies according to factors such as location and complexity. The possibility of using more economical mobile ramps was also considered, for faster equipping of the manoeuvring areas of private vehicles. In the Italian case, the availability of former facilities that are currently abandoned or used as parking lots should be assessed. For the case study analyzed, the most significant costs would concern the two terminals of Turin and Bari, as the one in Verona is still active today and should not require significant investments. Taking a cue from similar achievements in Europe, the main costs that generally must be included in the analysis are given by:

- *construction of buildings if they are not already available: check-in areas, waiting rooms, staff offices, commercial activities, tourist offices for the reception of travelers, public toilets, ticket office, etc.;*
- *possible expropriation of the land intended for the terminal;*
- *purchase of mobile ramps or construction of new fixed ramps;*
- *reconstruction of the loading rods intended to accommodate car transporter wagons;*
- *construction of any docks adjacent to the loading rods;*
- *construction of access roads to the terminal, parking lots and road signs;*
- *construction of lighting systems and planting of green works.*

To put the costs involved in context, it can be seen that the costs of building a simple single-ramp terminal, such as the one inaugurated in 2014 at Bratislava's ŽST central station, are around €50.000. On the other hand, for larger infrastructures, characterized by the presence of several ramps and building structures, the costs can reach around € 20.000.000. The construction of a vehicle transport terminal varies according to factors such as location and complexity. The possibility of using more economical mobile ramps was also considered, for faster equipping of the manoeuvring areas of private vehicles. In the Italian case, the availability of former facilities that are currently abandoned or used as parking lots should be assessed. For the case study analyzed, the most significant costs would concern the two terminals of Turin and Bari, as the one in Verona is still active today and should not require significant investments. Taking a cue from similar achievements in Europe, the main costs that generally must be included in the analysis are given by:



Figura 10 - Esempi di terminal adibiti al trasporto veicoli al seguito di recente realizzazione; Bratislava, Helsinki-Pasila, Vienna, Amburgo-Eidelstedt.

Figure 10 - Examples of recently built vehicle transport terminals; Bratislava, Helsinki-Pasila, Vienna, Hamburg-Eidelstedt.

- carri chiusi specializzati tipo “Hbccqs”.

Per comprendere gli ordini di grandezza legati all’acquisto di carri ferroviari per il trasporto di veicoli stradali leggeri, si possono analizzare alcuni esempi significativi:

- carri DDm 915 (ÖBB): con una lunghezza di 26 metri e una capacità di 18 veicoli (auto e moto), il loro costo indicativo è di circa 100.000 € per unità [23];
- carri nuovi per il mercato finlandese: sebbene inadatti alla rete italiana a causa delle loro dimensioni, questi carri hanno un costo unitario di circa 400.000 €, secondo i dati forniti dall’azienda VR;
- carri DDm usati: una stima effettuata dalle ferrovie slovacche (ŽSSK), porta a considerare costi pari a circa 50.000 € per unità; tuttavia, questi carri richiedono spesso interventi di manutenzione straordinaria, con conseguente aumento dei costi;
- carri noleggiati: per servizi charter, è possibile noleg-

7. Acquisition of rolling stock

Railway undertakings wishing to improve night train services are faced with the purchase of modern and efficient rolling stock, which is essential to ensure comfort, safety, interoperability, and optimization of operating costs [15]. There are three options available on the market:

- *purchase of new equipment,*
- *purchase and renovation of used material;*
- *stipulation of rental or leasing contracts.*

A first critical aspect concerns locomotives: by focusing only on passenger locomotives currently in circulation, a small railway company could encounter difficulties in the availability of vehicles, having to turn to the second-hand market or rental. For the large and structured national railway companies, however, the problem does not arise, as the planned new connections could be carried out with

giare carri da aziende specializzate, con un costo medio stimato di 150 €/giorno per carro.

Pur trattandosi di una premessa piuttosto conservativa, si è ipotizzata la formazione di convogli da dedicare esclusivamente a queste relazioni, cioè il caso più oneroso. Naturalmente, nella realtà, sarà necessario ottimizzare i costi minimizzando i tempi di fermo dei veicoli, per massimizzare l'efficienza operativa. L'analisi prevede l'impiego di due convogli, con una riserva pari al 20-25% del materiale rotabile. Il parco rotabili può essere composto da:

- due locomotive;
- cinque carrozze letto, quattro in servizio, una di riserva;
- dieci carrozze con cuccette, otto in servizio, due di riserva;
- cinque carrozze con sedili reclinabili, quattro in servizio, una di riserva;
- dieci carri porta veicoli, otto in servizio, due di riserva.

I valori riportati in Tab. 11 sono da considerarsi indicativi, ma forniscono un riferimento utile per stimare, in modo preliminare, le spese che un'impresa dovrebbe sostenere relativamente al solo materiale rotabile. Questi costi rientrano nella categoria dei CAPEX, ovvero l'insieme delle spese di investimento a lungo termine di un'azienda finalizzate ad aumentare la capacità produttiva o a migliorare la qualità dei prodotti e servizi offerti. Nel contesto del presente studio, sono state formulate le seguenti ipotesi di spesa, che costituiscono la base per ulteriori analisi più approfondite:

Un convoglio tipo includerebbe:

- una locomotiva;
- otto vetture passeggeri, due con sedili reclinabili, quattro con cuccette e due con compartimenti letto;
- quattro carri per il trasporto dei veicoli al seguito.

È importante notare che la presenza dei carri limita il numero di vetture, a causa dei vincoli infrastrutturali, come la lunghezza dei binari nelle stazioni, che deve essere sufficiente per accogliere l'intero convoglio e garantire la sicurezza dei passeggeri. Pertanto, è stata considerata una lunghezza minima della banchina di 400 metri per tutte le stazioni coinvolte nel servizio, tale da permettere l'accoglienza completa del convoglio.

8. Costi operativi

I costi operativi di un servizio ferroviario comprendono le spese di gestione quotidiana, come la manutenzione, l'affitto delle aree di manutenzione, l'acquisto delle tracce orarie, l'approvvigionamento energetico, la manovra dei convogli, la movimentazione dei veicoli al seguito, la sosta del materiale rotabile, il ristoro a bordo, la pulizia dei treni, il rifornimento idrico e lo scarico dei reflui. Questi

means already available. The costs for the purchase of locomotives vary greatly: a new unit can cost between 3 and 4 million euros, while a used one is around 2 million. Among the models suitable for night trains are Trenitalia's E.402, E.403, and E.464, already in use for Intercity Night connections. Another challenge is passenger cars, many of which are outdated and do not meet the required comfort standards. Small and medium-sized enterprises cannot afford to buy new carriages, while large companies do not seem willing to invest in the sector. Trenitalia, however, has already started the renewal of the Intercity Night vehicle fleet, with the purchase of 70 latest-generation night carriages, thanks to PNRR funds, with an investment of 140 million euros by 2026. This highlights how order volume can be a strategic lever to overcome difficulties, incentivizing manufacturers to invest in research and development and to benefit from economies of scale to reduce overall costs. Some manufacturers, such as Siemens Mobility, Stadler, and CAF, offer modern night carriages that are interoperable with the Italian network, with costs that can be around 1,500,000 euros for each car. In addition, the shortage of wagons for transporting vehicles, due to the demolition of available rolling stock in the past, may require the purchase of new or used wagons from the foreign market. In Italy, there are currently only two types of railway wagons approved for the transport of cars:

- «DDm» type wagons marked RIC or vans with RFI technical admission;
- specialized closed wagons type «Hbccqs».

To understand the orders of magnitude related to the purchase of railway wagons for the transport of light road vehicles, some significant examples can be analyzed:

- DDm 915 wagons (ÖBB): with a length of 26 meters and a capacity of 18 vehicles (cars and motorcycles), their approximate cost is around € 100,000 per unit [23];
- new wagons for the Finnish market: although unsuitable for the Italian network due to their size, these wagons have a unit cost of around €400,000, according to data provided by the VR company;
- used DDm wagons: An estimate made by the Slovak railways (ŽSSK) suggests costs of around € 50,000 per unit. However, these wagons often require extraordinary maintenance, resulting in increased costs;
- chartered wagons: For charter services, it is possible to rent wagons from specialized companies, with an estimated average cost of €150/day per wagon.

Although this is a rather conservative premise, it has been hypothesized that convoys will be formed to be dedicated exclusively to these relationships, i.e. the most expensive case. Of course, in reality, it will be necessary to optimize costs by minimizing vehicle downtime, to maximize operational efficiency. The analysis involves the use of two trains, with a reserve of 20-25% of the rolling stock. The rolling stock can consist of:

- two locomotives;
- five sleeping cars, four in service, one reserve;

Tabella 11 – Table 11
 Riassunto dei costi indicativi della flotta
 Summary of indicative fleet costs.

Parco rotabili Rolling stock	Quantità Quantity	Costo unitario [ml €] Unit cost [ml €]	Costo totale [ml €] Total cost [ml €]
Vetture pax Pax cars	16 + 4	1,5	30
E.402B	2	2	4
Carri Wagons	8 + 2	0,1	1
TOTALE TOTAL			35 ml €

costi operativi (OPEX) sono legati al modello di esercizio, che dipende dal numero dei treni, dalla frequenza delle corse e dal numero delle operazioni giornaliere. In questa fase, si è fatto riferimento a quanto riportato nel Prospetto Informativo Rete (PIR) di RFI, essenziale anche per regolare i patti commerciali tra il gestore e le imprese, e contenente informazioni sulle prestazioni della rete, le tariffe, le agevolazioni e le indicazioni del Ministero delle Infrastrutture e dei trasporti. Nella Tab.12 sono sinteticamente riportate le voci di costo operativo considerate.

9. Previsione dei ricavi

Per l'analisi dei ricavi del servizio ferroviario notturno si sono prese in considerazione variabili relative ai livelli di servizio offerti e alla stagionalità. Nell'analisi si sono considerate le corse identificate per stimare le entrate generate dall'impresa in relazione al nuovo collegamento proposto. Il calcolo dei ricavi si basa sulla quota di viaggiatori attratta dall'alternativa ferroviaria, con prezzi differenziati a seconda dei livelli di servizio disponibili: sedute reclinabili, cuccette e scompartimenti letto. Si è calcolato un ricavo per viaggio per ogni livello di servizio, questo valore è stato poi moltiplicato per il numero di corse annuali per ottenere il ricavo complessivo annuale del collegamento. I prezzi sono stati calcolati sulla base delle tariffe standard proposte dall'impresa, escludendo promozioni, abbonamenti o carnet di viaggio. Non sono state considerate variazioni tariffarie legate al periodo di prenotazione e non sono state ipotizzate fermate intermedie, dato che il servizio è stato pianificato per limitare il numero di soste e favorire la velocità commerciale. Le tariffe definite al termine del Capitolo 2 sono state applicate in maniera uniforme su entrambe le direttrici, considerando che eventuali differenze sarebbero marginali e poco significative a livello di pianificazione iniziale. Il calcolo delle entrate annuali si basa sulle tariffe e sui flussi di viaggiatori previsti, definiti in precedenza. I ricavi evidenziano una netta stagionalità, con picchi nei mesi estivi e un calo significativo nel primo e nell'ultimo trimestre dell'anno. Nel contesto di una finestra temporale annuale, sono stati inizialmente previsti ricavi complessivi pari a circa 11,5 milioni di euro per il primo anno di esercizio. Tuttavia,

- ten carriages with berths, eight in service, two in reserve;
- five carriages with reclining seats, four in service, one reserve;
- ten vehicle wagons, eight in service, two in reserve.

The values shown in Tab. 11 are to be considered indicative, but they provide a useful reference for estimating, in a preliminary way, the expenses that an undertaking would have to incur in relation to rolling stock alone. These costs fall into the category of CAPEX, i.e., the set of long-term investment expenses of a company aimed at increasing produc-

tion capacity or improving the quality of the products and services offered. In the context of this study, the following expenditure assumptions have been formulated, which form the basis for further in-depth analyses:

A typical train would include:

- a locomotive;
- eight passenger cars, two with reclining seats, four with berths, and two with sleeping compartments;
- four wagons for the transport of the accompanying vehicles.

It is important to note that the presence of wagons limits the number of cars, due to infrastructural constraints, such as the length of the tracks in the stations, which must be sufficient to accommodate the entire convoy and ensure the safety of passengers. Therefore, a minimum platform length of 400 meters was considered for all stations involved in the service, such as to allow the complete reception of the train.

8. Operating costs

The operating costs of a railway service included day-to-day running costs, such as maintenance, rental of maintenance areas, purchase of train paths, energy supply, shunting of trains, movement of vehicles, parking of rolling stock, refreshments on board, cleaning of trains, water supply and discharge of wastewater. These operating costs (OPEX) are linked to the operating model, which depends on the number of trains, the frequency of runs and the number of daily operations. At this stage, reference was made to what is reported in RFI's Network Information Prospectus (PIR), which is also essential for regulating commercial agreements between the operator and companies, and containing information on network performance, tariffs, concessions and indications from the Ministry of Infrastructure and Transport. Tab. 12 summarizes the operating cost items considered.

9. Revenue forecasting

For the analysis of the revenues of the night train service, variables relating to the levels of service offered and seasona-

Tabella 12 - Table 12

Riassunto delle principali voci di costo operativo considerate annualmente
Summary of the main operating cost items considered yearly

Voce di costo Cost item	Descrizione Description	Costo unitario Unit cost	Costo annuale (€) Annual cost (€)
Manutenzione Maintenance	Manutenzione leggera e pesante dei convogli Light and heavy maintenance of trains	5 €/km	3.311.880 €
Affitto delle aree di manutenzione Rental of maintenance areas	Aree coperte per le operazioni di manutenzione (25,12 €/m ² per 3600 m ²) Covered areas for maintenance operations (25.12 €/m ² for 3600 m ²)	25,12 €/m ²	90.432
Acquisto delle tracce orarie e dell'alimentazione elettrica Purchase of train paths and power supply	Pedaggio per l'uso della rete ferroviaria Toll for the use of the railway network	4,57 €/km (OA) / 2,23 €/km (OSP-LP-Notte) 4,57 €/km (OA) / 2,23 €/km (OSP-LP-Night)	3.024.409 € (OA) 1.479.086 € (OSP-LP-Notte) 3.024.409 € (OA) 1.479.086 € (OSP-LP-Night)
Manovra nelle stazioni Manoeuvring in stations	Aggancio e sgancio dei veicoli nelle stazioni Coupling and uncoupling of vehicles at stations	380 €/manovra 380 €/manoeuvre	474.240 €
Gestione del carico/scarico dei veicoli Vehicle loading/unloading management	Movimentazione dei veicoli al seguito Handling of vehicles	1.500 €/viaggio €1,500/trip	936.000 €
Sosta del materiale rotabile Parking of rolling stock	Ricovero dei treni tra l'arrivo e la partenza Train storage between arrival and departure	0,071 €/minuto 0.071 €/minute	31.899 €
Servizio ristoro a bordo [15] Onboard Refreshment [15]	Distributori automatici e minibar Vending machines and minibars	400 €/viaggio 400 €/trip	249.600 €
Pulizia dei treni Cleaning trains	Interventi quotidiani, settimanali e a bordo dei treni durante il servizio Daily, weekly and on-board interventions on trains during service	1000€/viaggio €1,000/trip	624.000 €
Rifornimento idrico e scarico dei reflui Water supply and wastewater discharge	Interventi quotidiani Daily interventions	0,0122 €/km (idrico) 0.0122 €/km (water)	8.081 € (idrico)/ 7.864 € (scarico reflui) 8.081 € (water)/ €7,864 (wastewater discharge)
Personale [15] Personal [15]	Stipendi del personale di condotta e di accompagnamento Salary of the driving and accompanying staff	Dettagli riportati all'interno dell'elaborato di tesi Details reported in the thesis	2.609.600 €

per essere più cautelativi, questo valore è stato ridotto per evitare una sovrastima del rendimento del servizio nei primi mesi. Infatti, è probabile che i ricavi non raggiungano subito le aspettative, poiché il servizio dovrà guadagnare la fiducia dei passeggeri e farsi conoscere da coloro che non sono informati su questa opzione di trasporto. Successivamente, si prevede un aumento della domanda, anch'esso stimato in modo conservativo, in linea con quanto riportato nello studio di TUMMINELLO [15]. Nonostante ciò,

lity were taken into consideration. The analysis considered the trips identified to estimate the revenue generated by the company in relation to the proposed new connection. The calculation of revenues is based on the share of passengers attracted by the rail alternative, with differentiated prices depending on the levels of service available: reclining seats, couchettes, and sleeping compartments. A revenue per trip was calculated for each service level, and this value was then multiplied by the number of annual trips to obtain the total annual revenue of

si può ipotizzare un incremento della domanda dovuto a fattori come la pubblicità e altre azioni promozionali, senza modificare necessariamente il numero di corse. Con queste ipotesi, i ricavi per il primo anno sono stati stimati in circa otto milioni di euro. A partire dal secondo anno, si prevede che i ricavi tornino a crescere a pieno regime, grazie a fattori quali:

- maggiore conoscenza e pubblicizzazione del servizio;
- vantaggi competitivi rispetto ad altri servizi di trasporto;
- offerte promozionali e collaborazioni con operatori turistici;
- aumento del turismo nelle regioni servite e collaborazioni con strutture ricettive ed Enti locali.

Per la vendita dei biglietti, sono previste diverse modalità, tra cui l'acquisto online, la sottoscrizione di eventuali accordi con Trenitalia per l'uso dei suoi canali di distribuzione e la collaborazione con agenzie di viaggio convenzionate e operatori turistici per la promozione di pacchetti di viaggio-soggiorno. Un'attenzione particolare deve essere riservata all'acquisto del biglietto per il trasporto del veicolo, con la possibilità di specificare le sue caratteristiche (marca, modello, dimensioni) per velocizzare le operazioni di check-in e velocizzare la preparazione del convoglio.

10. Flusso di cassa

Per la costruzione del flusso di cassa, è stata mantenuta l'ipotesi di un servizio con tre coppie di treni settimanali per ogni direttrice. Sebbene gli ingenti investimenti iniziali comportino un disavanzo considerevole, si prevede che, nel tempo, i ricavi aumenteranno grazie alla crescita della domanda, permettendo, secondo le stime, di raggiungere il pareggio di bilancio tra il quindicesimo e il ventesimo anno di servizio, oltre il quale si inizierà a ottenere un profitto. Questi risultati sono indicativi e derivano da uno studio semplificato, con alcune precisazioni:

- tra i costi si considerano soltanto quelli direttamente legati al servizio, senza valutare le spese specifiche dell'impresa ferroviaria;
- i ricavi sono stati calcolati assumendo che tutti i viaggiatori percorrano l'intero tragitto; sarebbe invece opportuno prevedere una tariffa a chilometro per i passeggeri che salgono o scendono in eventuali fermate intermedie;
- la domanda, particolarmente elastica, può variare notevolmente a seconda dei periodi dell'anno;
- un servizio giornaliero non appare ancora sostenibile, in quanto i costi sarebbero stati eccessivi rispetto al flusso prevedibile dei viaggiatori.

Eventuali ulteriori entrate possono provenire dalla stipula di convenzioni con le associazioni di categoria degli albergatori, dei ristoratori e di altre attività che po-

the connection. Prices have been calculated on the basis of the standard rates proposed by the company, excluding promotions, season tickets, or travel booklets. No fare changes related to the booking period were considered, and no intermediate stops were hypothesized, given that the service was planned to limit the number of stops and favor commercial speed. The tariffs defined at the end of Chapter 2 have been applied uniformly on both lines, considering that any differences would be marginal and insignificant at the initial planning level. The calculation of annual revenue is based on the expected fares and traveler flows, defined above. Revenues show a clear seasonality, with peaks in the summer months and a significant drop in the first and last quarter of the year. In the context of an annual time window, total revenues of approximately 11.5 M€ were initially expected for the first year of operation. However, to be more cautious, this value has been reduced to avoid an overestimation of service performance in the first few months. Indeed, it is likely that revenues will not reach expectations right away, as the service will have to gain the trust of passengers and make itself known to those who are not informed about this transport option. Subsequently, an increase in demand is expected, also conservatively estimated, in line with what was reported in Tumminello's study [15]. Despite this, an increase in demand can be assumed due to factors such as advertising and other promotional actions, without necessarily changing the number of trips. With these assumptions, revenues for the first year have been estimated at around eight million euros. Starting from the second year, revenues are expected to return to full growth, thanks to factors such as:

- *greater knowledge and publicity of the service;*
- *competitive advantages compared to other transport services;*
- *promotional offers and collaborations with tour operators;*
- *increase in tourism in the regions served and collaborations with accommodation facilities and local authorities.*

For the sale of tickets, there are different methods, including online purchase, the signing of any agreements with Trenitalia for the use of its distribution channels and collaboration with affiliated travel agencies and tour operators for the promotion of travel-stay packages. Particular attention must be paid to the purchase of the ticket for the transport of the vehicle, with the possibility of specifying its characteristics. (make, model, dimensions) to speed up check-in operations and speed up the preparation of the train.

10. Cash flow

For the construction of cash flow, the hypothesis of a service with three pairs of weekly trains for each route has been maintained. Although the large initial investments involve a considerable deficit, it is expected that, over time, revenues will increase thanks to the growth in demand, allowing, according to estimates, to break even between the fifteenth and

trebbero beneficiare di un aumento della propria clientela grazie all'incremento della mobilità turistica derivante dai nuovi servizi ferroviari. In conclusione, sebbene i risultati siano preliminari, essi offrono una prima panoramica sugli aspetti finanziari che un'impresa potrebbe affrontare per un servizio ferroviario notturno con trasporto di veicoli al seguito, un argomento ancora poco trattato in letteratura.

11. Conclusioni

Lo studio ha permesso di rispondere alle domande poste all'inizio del lavoro.

- Esiste un segmento di mercato nazionale interessato a questo tipo di servizio?

Sì, è stata individuata una nicchia di mercato interessata a questo servizio. Più di nove intervistati su dieci hanno espresso curiosità e interesse, sottolineando come la crescente attenzione alla sostenibilità possa contribuire alla rinascita di questo servizio. Grazie al modello di scelta modale si è potuta stimare la percentuale degli utenti potenziali, che, come si visto, dipende in larga parte dal livello di comfort a bordo e dai costi di viaggio, ma risulta sempre compresa tra il 15% e il 35% della domanda totale di trasporto. Dalle analisi di sensibilità si è compreso, inoltre, come gli utenti potenziali provengano principalmente dal trasporto stradale individuale.

- Quali sono le problematiche tecniche, normative e infrastrutturali che devono essere affrontate per la reintroduzione del servizio di trasporto di veicoli al seguito?

Le principali criticità comprendono la necessità di aggiornare le infrastrutture di carico e scarico, l'acquisizione di nuovo materiale rotabile e la gestione dell'accesso all'infrastruttura ferroviaria da parte di più operatori in un'ottica di liberalizzazione del mercato ferroviario.

- Quanto incide sulla scelta modale la possibilità di caricare a bordo del treno il proprio veicolo?

Questa possibilità è percepita come un valore aggiunto, ma risulta appetibile soltanto con un buon rapporto qualità-prezzo. Le promozioni per famiglie o gruppi potrebbero aumentarne l'attrattività.

- Quali sono i principali costi che un'azienda ferroviaria dovrebbe sostenere per riattivare il servizio?

I costi principali riguardano:

- l'acquisto di nuovo materiale rotabile: locomotive, carrozze letto e carri bisarca;
- la gestione delle operazioni logistiche e di movimentazione dei veicoli al seguito.

I costi operativi del servizio risultano significativamente più elevati per i collegamenti notturni, specialmente se includono il trasporto di veicoli. Questo è dovuto all'incremento delle spese per il personale e per le operazioni

twentieth years of service, beyond which a profit will begin to be made. These results are indicative and derive from a simplified study, with some clarifications:

- *only those directly related to the service are considered among the costs, without assessing the specific expenses of the railway undertaking;*
- *revenues have been calculated assuming that all travelers travel the entire journey; instead, it would be appropriate to provide a kilometer fare for passengers who get on or off at any intermediate stops;*
- *demand, which is particularly elastic, can vary considerably depending on the time of year;*
- *a daily service does not yet appear sustainable, as the costs would have been excessive compared to the foreseeable flow of travelers.*

Any additional income may come from the stipulation of agreements with the trade associations of hoteliers, restaurateurs, and other activities that could benefit from an increase in their clientele, thanks to the increase in tourist mobility resulting from the new railway services. In conclusion, although the results are preliminary, they offer a first overview of the financial aspects that a company could face for a night train service with vehicle transport, a topic still little covered in the literature.

11. Conclusions

The study made it possible to answer the questions posed at the beginning of the work.

- *Is there a national market segment interested in this type of service?*

Yes, a niche market interested in this service has been identified. More than nine out of ten respondents expressed curiosity and interest, underlining how the growing attention to sustainability can contribute to the rebirth of this service. Thanks to the modal choice model, it was possible to estimate the percentage of potential users, which, as we have seen, depends largely on the level of comfort on board and travel costs, but is always between 15% and 35% of the total transport demand. The sensitivity analyses also showed that potential users come mainly from individual road transport.

- *What are the technical, regulatory and infrastructural problems that must be addressed for the reintroduction of the transport service of accompanying vehicles?*

The main critical issues include the need to upgrade loading and unloading infrastructure, the acquisition of new rolling stock and the management of access to railway infrastructure by multiple operators with a view to liberalising the railway market.

- *How much does the possibility of loading one's own vehicle on board the train affect the modal choice?*

This possibility is perceived as an added value, but it is only attractive with a good quality-price ratio. Promotions for families or groups could increase their attractiveness.

di carico e scarico, aggravato dalla minore capacità dei convogli rispetto ai servizi diurni analoghi.

- Un servizio treno+auto può rivelarsi finanziariamente sostenibile nel contesto italiano?

Il servizio si rivolge a una nicchia di mercato presente ma comunque limitata; pertanto, sembra improbabile che un'impresa ferroviaria possa dedicarsi esclusivamente a questa attività. Tuttavia, per un'azienda ben strutturata, questi collegamenti potrebbero risultare sostenibili nel contesto italiano, soprattutto valorizzandone l'importanza sociale e turistica. Ciò potrebbe favorire il coinvolgimento di operatori del settore e delle attività ricettive e commerciali presenti nelle aree interessate, che potrebbero fornire un ulteriore supporto finanziario per promuovere la mobilità legata al tempo libero.

Un esempio concreto di evoluzione del trasporto ferroviario notturno è rappresentato dalla società Treni Turistici Italiani, che ha avviato nuovi servizi improntati su sostenibilità, tradizione e qualità, con l'intento di reintrodurre il trasporto di veicoli al seguito. A partire dalla fine del 2023, l'impresa ha lanciato servizi sia diurni che notturni, caratterizzati da carrozze d'epoca restaurate, riuscendo a combinare comfort, sostenibilità e un'attenzione particolare all'esperienza del viaggiatore. Questi sviluppi indicano come il trasporto ferroviario notturno possa evolversi, superando le criticità precedenti relative a qualità del viaggio, velocità commerciale e fruibilità, offrendo una valida alternativa per i viaggi a lunga distanza. Lo studio svolto fornisce una base di partenza per ulteriori approfondimenti, in particolare per quanto riguarda gli aspetti finanziari, che sono fondamentali per la fattibilità e la sostenibilità del progetto a lungo termine. Le implicazioni pratiche riguardano, tra l'altro, la progettazione e l'industrializzazione di nuovi carri per il trasporto dei veicoli, con capacità e velocità superiori per rispondere alla crescente domanda di efficienza e sostenibilità. Inoltre, l'integrazione tra il trasporto ferroviario e la mobilità elettrica privata potrebbe rappresentare una sinergia importante, incentivando lo sviluppo di soluzioni ecologiche per gli spostamenti Intercity e contribuendo alla riduzione dell'uso dei veicoli privati sulle lunghe distanze, con un'riduzione complessiva dell'impatto ambientale del servizio. Un altro elemento cruciale riguarda la competitività del trasporto ferroviario notturno, soprattutto su tratte internazionali. Investire nell'aumento della velocità media dei treni è fondamentale per coprire distanze di circa 2000 km durante la notte, sebbene i costi elevati e le difficoltà di reperimento dei finanziamenti possano ostacolare l'introduzione di treni notturni ad alta velocità in Europa. In parallelo, l'espansione dei collegamenti ferroviari notturni anche su altre tratte nazionali risulta essenziale per soddisfare la crescente domanda e migliorare i collegamenti tra il Sud Italia e i principali centri del Nord. Inoltre, un possibile sviluppo futuro dell'analisi potrebbe concentrarsi sui servizi a bordo treno, indagando sui fattori che influiscono maggiormente sulle scelte degli utenti in termini di qualità del viaggio.

- What are the main costs that a railway company would have to incur to reactivate the service?

The main costs concern:

- the purchase of new rolling stock: locomotives, sleeping cars and car transporters;
- the management of logistics operations and the handling of accompanying vehicles.

The operating costs of the service are significantly higher for night connections, especially if they include vehicle transport. This is due to the increase in personnel and loading and unloading expenses, aggravated by the lower capacity of the trains compared to similar daytime services.

- Can a train+car service prove to be financially sustainable in the Italian context?

The service is aimed at a niche market that is present but still limited; therefore, it seems unlikely that a railway undertaking would be able to engage exclusively in this activity. However, for a well-structured company, these connections could be sustainable in the Italian context, especially by enhancing their social and tourist importance. This could encourage the involvement of operators in the sector and accommodation and commercial activities present in the areas concerned, which could provide additional financial support to promote mobility related to leisure time.

A concrete example of the evolution of night rail transport is represented by the company Treni Turistici Italiani, which has launched new services based on sustainability, tradition, and quality, with the aim of reintroducing the transport of vehicles. As of the end of 2023, the company has launched both day and night services, featuring restored vintage carriages, managing to combine comfort, sustainability, and a focus on the traveler's experience. These developments indicate how night rail transport can evolve, overcoming previous challenges related to travel quality, commercial speed, and usability, offering a viable alternative for long-distance travel. The study carried out provides a starting point for further investigations, in particular with regard to the financial aspects, which are fundamental for the feasibility and sustainability of the project in the long term. The practical implications concern, among other things, the design and industrialization of new wagons for transporting vehicles, with higher capacities and speeds to meet the growing demand for efficiency and sustainability. In addition, the integration between rail transport and private electric mobility could represent an important synergy, encouraging the development of ecological solutions for intercity travel and contributing to the reduction of the use of private vehicles over long distances, with an overall reduction in the environmental impact of the service. Another crucial element concerns the competitiveness of night rail transport, especially on international routes. Investing in increasing the average speed of trains is crucial to cover distances of around 2000 km at night, although high costs and difficulties in finding finance may hinder the introduction of high-speed night trains in Europe. At the same time, the expansion of night rail connections on other national routes is essential to meet the growing demand and improve connections between Sou-

Questo aspetto potrebbe rivelarsi cruciale per incentivare l'adozione del servizio da parte dei viaggiatori, in quanto la qualità del viaggio è uno dei principali fattori decisionali nel trasporto ferroviario. È importante sottolineare che i treni notturni, sebbene rappresentino una nicchia nel settore ferroviario, incontrano notevoli difficoltà nell'attrarre investimenti, principalmente a causa degli elevati costi iniziali e della domanda limitata. Inoltre, la mancanza di un allineamento tra le politiche pubbliche e le decisioni politiche rappresenta un ostacolo significativo, riducendo le opportunità di crescita e sostenibilità. Sebbene esista una domanda forte da parte dei clienti, quest'ultima non è sufficiente a garantire il successo del servizio, soprattutto in un mercato che richiede ingenti risorse e una visione a lungo termine. Le opportunità di ricerca in questo ambito sono molteplici e, con il passare del tempo, i ritorni di esperienza generati dall'aumento dell'interesse verso questo tema saranno determinanti per migliorare la possibilità di sviluppare un servizio tanto desiderato quanto utile per la collettività.

thern Italy and the main centers of the North. In addition, a possible future development of the analysis could focus on on-board train services, investigating the factors that most influence users' choices in terms of journey quality. This aspect could prove crucial to incentivize the adoption of the service by travelers, as the quality of the journey is one of the main decision-making factors in rail transport. Importantly, night trains, although they represent a niche in the railway sector, face significant difficulties in attracting investment, mainly due to high initial costs and limited demand. In addition, the lack of alignment between public policies and policy decisions is a significant obstacle, reducing opportunities for growth and sustainability. While there is strong customer demand, this is not enough to ensure service success, especially in a market that requires significant resources and a long-term vision. There are many research opportunities in this area and, with the passage of time, the returns of experience generated by the increase in interest in this topic will be decisive in improving the possibility of developing a service that is as desired as it is useful for the collectivity.

BIBLIOGRAFIA - REFERENCES

- [1] Greenpeace (2021), "Trains: The Future of Transport in Europe". Ottobre. <https://www.greenpeace.org/static/planet4-eu-unit-stateless/2021/10/4bf6f8d5-obct-report-trains-final-oct2021.pdf>.
- [2] ÖBB Nightjet. Nightjet - The new generation. <https://www.nightjet.com/en/komfortkategorien/nightjet-neue-generation>
- [3] VR Group. VR procures new rolling stock for night train traffic from Škoda Transtech. <https://www.vrgroup.fi/en/vrgroup/news/vr-procures-new-rolling-stock-for-night-train-traffic-from-koda-transtech-180120230900/>
- [4] Il Sole 24 Ore (2024), "Treni notte, boom del 50% di viaggiatori: le tratte più gettonate e i costi". Settembre. <https://www.ilsole24ore.com/art/treni-notte-boom-50percento-viaggiatori-tratte-piu-gettonate-e-costi-AFE0IGtD>
- [5] BERIA P., BERTOLIN A.. (2016), "Il carpooling in Italia: Analisi dell'offerta. TRASPOL Report, 2:2016.
- [6] BERIA P., BERTOLIN A. (2019), "Evolving long-distance passenger services. Market concentration, fares and specialisation patterns in Italy". Research in Transportation Economics, 74:77-92.
- [7] BERIA, P., DEBERNARDI A., FERRARA E. (2017), "Measuring the long-distance accessibility of Italian cities". Journal of Transport Geography, 62:66-79, 2017.
- [8] GLEAVE S.D., BIRD G., COLLINS J., DA SETTIMO N., DUNMORE D., ELLIS S., KHAN M., KWOK M., LEACH T., PRETI Aet al.(2017), "Research for TRAN Committee - Passenger Night Trains in Europe: The End of the Line?".
- [9] ROMÁN C., ESPINO R., MARTÍN C. (2010), "Analyzing competition between the high-speed train and alternative modes: the case of the Madrid-Zaragoza-Barcelona corridor". Journal of Choice Modelling, 3(1):84-108, 2010.
- [10] BIEGER T., LAESSER C., (2001), "The role of the railway with regard to mode choice in medium-range travel". Tourism Review.
- [11] LEGRAIN A., ELURU N., M. EL-GENEIDY A. (2015), "Am stressed, must travel: The relationship between mode choice and commuting stress". Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour, 34:141-151.
- [12] STOILOVA S., KUNCHEV L. (2018), "Study of the efficiency of passengers' motorcar carriage by using multicriteria methods".
- [13] PEREGO A. (2021), "Analisi delle potenzialità del trasporto ferroviario notturno: caso studio Dusseldorf-Verona".
- [14] Procopio F. (2019), "Analisi della domanda per un servizio aereo Intercity".
- [15] TUMMINELLO M. (2010), "Ricerca e studio per l'avviamento all'esercizio ferroviario di una società di trasporto viaggiatori a lunga percorrenza".
- [16] DRNEC D. (2020), "Úloha autovlaků v dálkové železniční dopravě".

- [17] KANTELAAR M.H. *et al.* (2022), «Willingness to use night trains for long-distance travel». *Travel Behaviour and Society* 29: 339-349.
- [18] CASCETTA E. (2006), «*Modelli per i sistemi di trasporto: teoria e applicazioni*».
- [19] DE DIOS ORT ÑOZAR J., WILLUMSEN L.G. (2011), «*Modelling transport*». John Wiley & Sons.
- [20] FABBRI D., BOLETTIERI S. (2013), «*Confronto metodologico e applicativo tra diverse formulazioni di modelli di generazione e distribuzione*».
- [21] LOUVIERE J.J., HENSHER D.A., SWAIT J.D. (2000), «*Stated Choice Methods: Analysis and Applications*». Cambridge University Press.
- [22] MAJA R. (2020), «*Modellizzazione e simulazione dei sistemi di trasporto*». Laboratorio Mobilità e Trasporti - Dipartimento di Design, 2020.
- [23] Rail Baltica (2018), «Preparation of the Operational Plan of the Railway - Final Study Report». Novembre. https://www.railbaltica.org/wp-content/uploads/2019/05/RB_Operational_Plan_Final_Study_Report_final.pdf.

Avviso ai lettori

Si informano i gentili lettori che è disponibile su richiesta, come appendice del fascicolo di Febbraio di Ingegneria Ferroviaria, la raccolta di scritti dell'Ing. Luigi MISITI.

Se interessati alla versione cartacea chiedo cortesemente di inviare una mail a redazioneif@cifi.it con oggetto "Raccolta cartacea scritti Ing. MISITI" inserendo nome, cognome e indirizzo di spedizione.

Se interessati alla versione digitale potete inviare una mail allo stesso indirizzo con oggetto "Raccolta digitale scritti Ing. MISITI".

IF - Ingegneria Ferroviaria
La redazione
Editorial Board