



Effetti potenziali del cambiamento nel regime italiano dei diritti di accesso ferroviari sui servizi passeggeri

Potential effects of changes in the Italian railway access charge regime on passenger services

Gabriele MALAVASI^(*)
Stefano RICCI^(*)
Luca RIZZETTO^(*)
Francesco ROTOLI^(**)
Eva VALERI^(**)

Dichiarazione: Le opinioni espresse sono puramente quelle degli autori e non possono in nessun caso essere considerate come una posizione ufficiale della Commissione europea.

Dal marzo 2017 Eva VALERI è impiegata presso l'Autorità di Regolazione dei Trasporti, ma questo articolo presenta i risultati di precedenti ricerche e non rappresenta il punto di vista dell'Autorità.

Sommario - Un adeguato regime dei diritti di accesso rappresenta la base per garantire una concorrenza equa e leale nel settore ferroviario. In conformità con le recenti legislazioni europee e nazionali, il gestore dell'infrastruttura ferroviaria italiana ha recentemente presentato un nuovo schema tariffario con un migliore orientamento ai costi e una segmentazione del mercato basata sulla capacità di pagare (c.d. *ability to pay*). Questo contributo descrive e confronta in dettaglio il nuovo regime e il precedente, presentando un caso di studio su due corridoi italiani (Milano-Bologna e Bologna-Ancona). Per ogni coppia OD (Origin-Destinazione) sono stati definiti e valutati diversi parametri (con entrambi i regimi, ove rilevante). A seconda del particolare scenario, tali parametri sono stati selezionati come input o output al fine di classificare, tramite un metodo di valutazione dell'efficienza di alternative decisionali (Data Envelopment Analysis -DEA), l'efficienza dei segmenti ferroviari dal punto di vista delle diverse parti interessate, quali il gestore dell'infrastruttura (GI), le imprese ferroviarie (IF) e il regolatore dei trasporti.

In generale, i risultati mostrano variabilità tra i diversi scenari e con i due schemi di tariffazione dell'accesso. In particolare, conformemente al modo in cui sono stati de-

Disclaimer: The views expressed are purely those of the authors and may not in any circumstances be regarded as stating an official position of the European Commission.

Since March 2017 Eva VALERI is employed at Autorità di Regolazione dei Trasporti (the Italian Transport Regulation Authority), but this article presents the results of former research and does not represent the views of the Authority.

Summary - An appropriate access charges regime represents the basis for guaranteeing fair competition in the rail sector. In accordance with the recent European and national legislations, the Italian rail infrastructure manager has lately presented a new charges scheme with a better cost orientation and deeper market segmentation based on the ability to pay. This contribution describes and compares in detail the new and the previous regimes, presenting an empirical case study on two selected Italian corridors (Milan-Bologna and Bologna-Ancona). For each OD (Origin - Destination) couple, several parameters have been defined and evaluated (with both the regimes, whether relevant). According to the particular scenario, such parameters have been selected as inputs or outputs in order to rank, by means of a decision support method (DEA - Data Envelopment Analysis), the efficiency of the rail segments taking into account the points of view of the different stakeholders, such as Infrastructure Management (IM), Railway Operators (ROs) and Transport Regulator.

In general, the outcomes show variability across scenarios and access charge schemes. In particular, based on how the scenarios were set, the results show that HS services bet-

^(*) Università di Roma "La Sapienza", Dipartimento in Ingegneria Civile, Edile e Ambientale.

^(**) Commissione Europea, Centro Comune di Ricerca - Energia, Trasporti e Clima (Direzione C), Unità di Economia del Cambio Climatico, Energia e Trasporti (JRC.C.6).

^(*) Sapienza University of Rome, Department of Civil, Building and Environmental Engineering.

^(**) European Commission, Joint Research Centre, Energy, Transport and Climate Directorate, JRC.C6 Unit.

finiti gli scenari, i risultati mostrano che i servizi AV rispondono meglio alle esigenze del GI o del regolatore ferroviario, mentre, con il nuovo regime tariffario dal punto di vista delle IF appaiono più efficienti i collegamenti brevi con treni regionali. Questo tipo di analisi potrebbe aiutare le autorità di concorrenza e di regolazione nonché le altre parti interessate a comprendere dove e in che modo i benefici possano essere ottenuti o persi e da chi.

1. Introduzione

La Commissione Europea sta fortemente cercando di implementare un mercato ferroviario libero caratterizzato da una concorrenza leale, considerato come un elemento chiave per lo sviluppo di un sistema di trasporto europeo più sostenibile e integrato. I processi di liberalizzazione e privatizzazione degli ultimi anni mirano a stimolare la concorrenza anche in questo settore, tradizionalmente caratterizzato da monopoli pubblici [2]. Se, da una parte, ciò ha indubbiamente favorito l'apertura del mercato [20], dall'altra si sono verificati comportamenti anticoncorrenziali da parte dei principali attori del settore ferroviario [35]. Questi risultati hanno evidenziato la necessità di ulteriori interventi legislativi e una più profonda riorganizzazione del settore ispirata al principio di accesso libero e trasparente al mercato, evitando interpretazioni non univoche del quadro normativo. Vale la pena notare che l'Italia è un caso particolarmente interessante e unico in Europa, grazie alla presenza sul mercato ad AV di due operatori ferroviari (Trenitalia - Nuovo Trasporto Viaggiatori).

In questo contesto, i costi per l'utilizzo dell'infrastruttura [21] rappresentano fattori sensibili e importanti per garantire un accesso equo e non discriminatorio a tutte le IF, pur perseguendo l'equilibrio economico dei gestori dell'infrastruttura ([4], [13], [23]). La recente direttiva UE 34/2012 [9] che istituisce uno spazio ferroviario europeo unico (SERA) pone solide fondamenta in tal senso, dettando, tra l'altro, la necessità di istituire adeguate autorità dei trasporti responsabili dell'analisi e della regolamentazione del mercato, dei diritti di accesso all'infrastruttura e delle procedure di assegnazione della capacità. In particolare, nell'ambito dei diritti di accesso, il recente regolamento di esecuzione (UE) 2015/909 della Commissione del 12 giugno 2015 [10] definisce gli orientamenti per definire le modalità di calcolo da parte degli organismi nazionali di regolamentazione ferroviaria dei costi direttamente sostenuti per l'erogazione del servizio ferroviario (tariffe per il pacchetto minimo di accesso all'infrastruttura). Questo documento cerca di analizzare il problema da diverse prospettive:

- distinguendo i punti di vista del regolatore ferroviario, dei GI e delle IF;
- segmentando i servizi di trasporto ferroviario [27].

Come sottolineato infatti nella quarta relazione presentata dalla Commissione Europea al Consiglio e al Parlamento sul monitoraggio dello sviluppo del settore ferro-

ter respond to the needs of IM or Rail Regulator while, especially with the new charges scheme, the considered ROs perspective ranks better short connections by regional trains. Such kind of analysis could help competition and regulatory authorities or railway stakeholders to identify where and how benefits could be gained or lost and by whom.

1. Introduction

The European Commission is intensely pursuing an open railway market with a fair competition, being a key element for the development of a more sustainable and integrated European transport system. The processes of liberalization and privatization of the last years aim to stimulate competition also in this sector, traditionally characterized by public monopolies [2]. If, on the one side, this has undoubtedly promoted the opening of the market [20], on the other side, several anticompetitive conducts of the main rail stakeholders have been detected [35]. These findings highlighted the need for further legislative interventions and a deeper reorganization of the railway industry, inspired by the principles of free and transparent market access, avoiding the not univocal interpretation of the regulatory framework. It is worth noting that Italy is quite a particular case in Europe, due to the on-track competition between High Speed rail operators (Trenitalia and Italo Nuovo Trasporto Viaggiatori).

In this context, the infrastructure usage charges [21] represent sensitive and important factors to guarantee fair and non-discriminatory access to all the Rail Operators while pursuing the economic balance of the Infrastructure Managers ([4], [13], [23]). The recent EU Directive 34/2012 [9] establishing a Single European Railway Area (SERA) lays solid foundations in this sense, dictating, beside others, the need of establishing appropriate Transport Authorities responsible for the analysis and the regulation of the rail market, the access charges and the capacity allocation procedures. Particularly, in the access charges context, the recent Commission Implementing Regulation (EU) 2015/909 of 12 June 2015 [10] sets out the guidelines to define the calculation modes of the cost directly incurred because of operating the train service by the national rail regulation bodies (charges for the minimum access package and the access to the infrastructure connecting service facilities). This paper tries to analyse this issue from different perspectives:

- *by distinguishing the points of view of Rail Regulators, Infrastructure Managers or Rail Operators;*
- *by segmenting the rail transport services [27].*

Indeed, as underlined in the fourth report presented by the European Commission (2014) to the Council and Parliament on monitoring the development of the rail sector [8], infrastructure charges impact market segments differently. In particular, rail freight is reputedly the most sensitive to variations of track access charges.

The mentioned rail report has been produced accordingly to art. 15 of the Recast of the First Rail Package (Directive

viario (2014) [8], gli oneri infrastrutturali incidono in modo diverso sui diversi segmenti di mercato. In particolare, il trasporto merci su rotaia è reputato il più sensibile alle variazioni dei canoni di accesso all'infrastruttura.

La richiamata relazione è stata prodotta conformemente all'art. 15 della rielaborazione del primo pacchetto ferroviario (direttiva 2012/34 /UE) per conformarsi alla necessità di monitorare le condizioni tecniche ed economiche e gli sviluppi del mercato per il trasporto ferroviario in ciascuno Stato membro e a livello dell'Unione. Oltre ad altre informazioni, il rapporto fornisce utili statistiche per paese su domanda e quote di mercato, sull'evoluzione dei prezzi e sui canoni di accesso all'infrastruttura; questi ultimi sono differenziati per segmento di mercato e classificati anche a livello di paese (Fig. 1).

Una dettagliata panoramica europea e un'analisi delle strutture dei sistemi di tariffazione sono stati presentati in uno studio recente dell'Unione Internazionale delle Ferrovie [34]. Gli schemi di addebito sono stati classificati per tipo di sistema (additivo, moltiplicativo, ecc., Fig. 2) e sono stati confrontati (discutendo anche i loro specifici limiti per il trasporto merci).

Lo studio UIC [34] mostra come la rete ferroviaria europea sia segmentata in diversi regimi di tariffazione. L'analisi sui corridoi merci europei fornisce anche un chiaro quadro della complessità e delle differenze nei regimi di accesso per i percorsi internazionali, ponendo l'attenzione anche sul fatto che alcuni GI ricavano più di altri, e quindi del potenziale problema di diversi vantaggi/costi associati

2012/34/EU) to comply with the necessity of monitoring technical and economic conditions and market developments for rail transport in each Member State and at Union level. Beside other useful information, the report provides extremely worth figures per country of demand and market share, evolution of the prices and track access charges; these latter are differentiated by market segment and also ranked at country level (Fig. 1).

A detailed European overview and analysis of the charging system structures is proposed in a recent study by the International Union of Railways [34]. Charging schemes have been classified by system type (additive, multiplicative, etc., Fig. 2) and they have been compared (also discussing their specific limitations for freight).

The UIC study [34] shows how the European railway network is segmented into different charging regimes. The analysis along the European freight corridors provides also a good picture of both the complexity and the differences of the schemes along international paths, raising the issue of some Infrastructure Managers recovering more than others, and thus the potential issue of different benefits/costs associated to different stakeholders. In addition, the study underlines that innovative concepts (on which to base the access charging scheme) are emerging, such as noise, energy recovery, etc..

Also the scientific literature in the last years has treated the problem at different geographical scale and from different perspectives. [6] and [21], for instance, examine the infrastructure charges in European countries, while [22] fo-

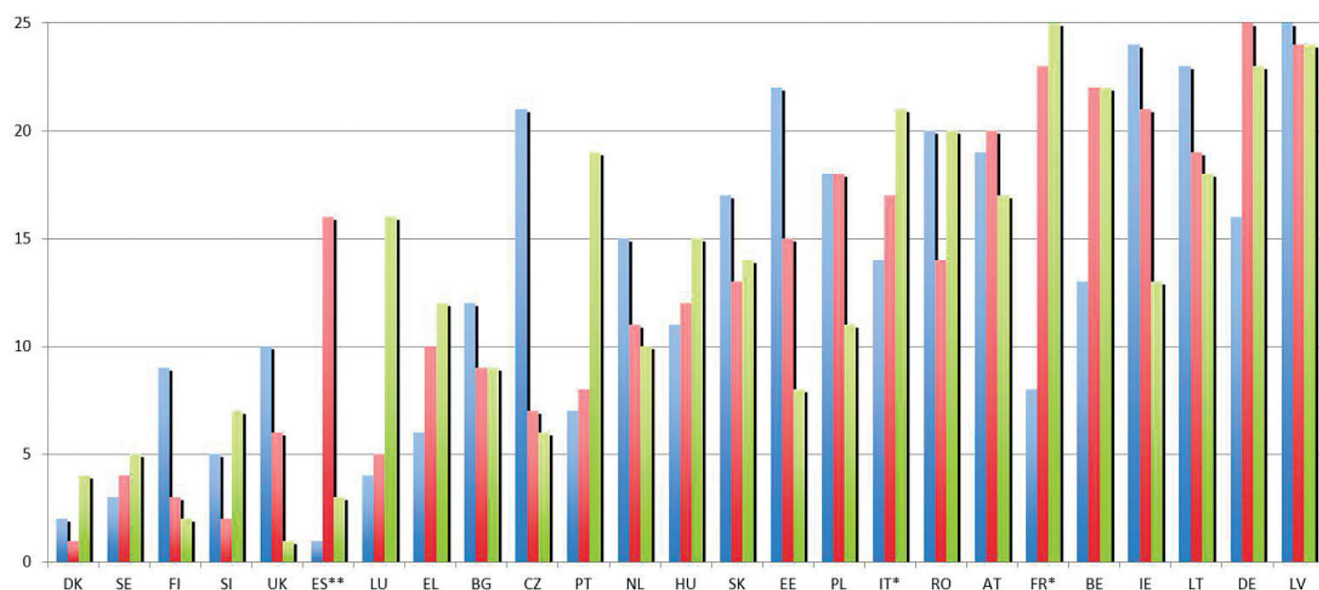


Fig. 1 - Classifica in tutti gli Stati membri dei canoni di accesso a partire dai più bassi [8]. Note: i servizi Intercity e Alta Velocità sono rappresentati in rosso; i servizi merci in blu; i servizi suburbani in verde. In ordinate sono indicate le posizioni in classifica.

Fig. 1 - Ranking across Member States based on the lowest track access charges [8]. Notes: Intercity and High-Speed services are represented in red; Freight services in blue; Suburban services in green.

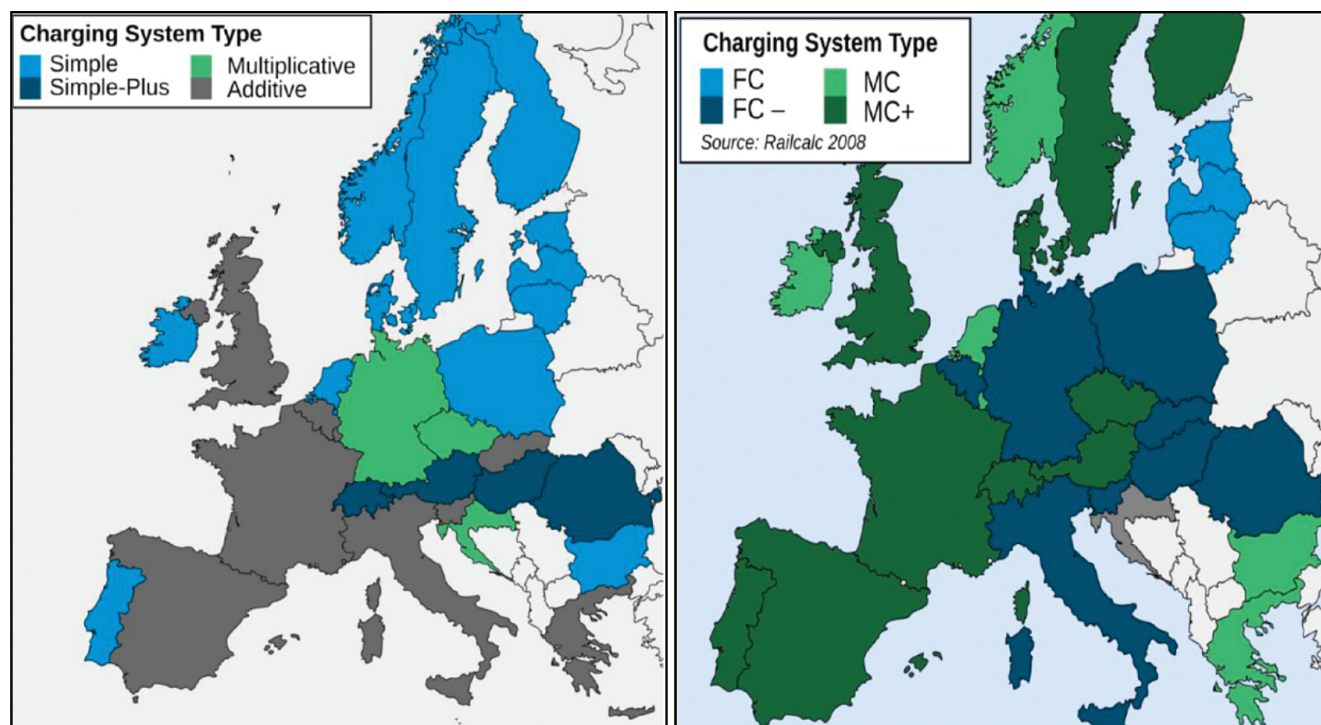


Fig. 2 - Classificazione dei canoni di accesso all'infrastruttura per paese [34]. Note: nella mappa a destra, FC indica i costi totali; FC- indica i costi totali meno gli sconti; MC indica costo marginale; MC + indica i costi marginali più le aggiunte.
 Fig. 2 - Charging system classification per country [34]. Notes: in the right map, FC indicates Full Costs; FC- indicates Full Costs minus discounts; MC indicates Marginal Cost; MC+ indicates Marginal Costs plus additions.

alle diverse parti interessate. Inoltre, dallo studio emerge altresì che sempre più compaiono concetti innovativi su cui basare il sistema di tariffazione dell'accesso, come rumore, recupero di energia, ecc.

Anche la letteratura scientifica negli ultimi anni ha trattato il problema a diversa scala geografica e da diverse prospettive. [6] e [21], ad esempio, esaminano i costi di accesso all'infrastruttura nei Paesi europei, mentre [22] si concentra solo su Bulgaria, e lo studio di TALEBIAN et al. [32] analizza il continente australiano. [28] esplora l'impatto dei canoni di accesso sulla competitività dei servizi AV in Europa, mentre [17] esamina i modelli di regolamentazione delle ferrovie per 20 paesi di tutto il mondo.

In relazione al presente articolo, il nostro caso di studio si concentra sull'Italia, poiché l'Autorità Italiana di Regolazione dei Trasporti (ART) ha recentemente adottato il regolamento di esecuzione (UE) 2015/909 della Commissione, accettando altresì il nuovo regime dei diritti di accesso proposto dal GI italiano - Rete Ferroviaria Italiana (RFI).

Dopo aver illustrato una panoramica aggiornata e un'analisi comparativa tra il precedente e il nuovo sistema tariffario di accesso all'infrastruttura, viene presentata un'analisi puntuale sulle informazioni raccolte, quali i costi dei biglietti e i canoni di accesso. Inoltre, la successiva fase dell'analisi utilizza la Data Envelopment Analysis

cuses only on Bulgaria and [32] analyses the Australian continent. [28] explores the impacts of access charges on the competitiveness of high speed services in Europe while finally [17] reviews the railways regulation models for 20 countries worldwide.

Back to this contribution, our case study focuses on Italy, since the Italian Transport Regulation Authority (ART) has recently adopted the Commission Implementing Regulation (EU) 2015/909 and accepted the new access charge regime proposed by the Italian Infrastructure Manager Rete Ferroviaria Italiana (RFI).

After presenting an updated overview and a comparison analysis between the previous and the new Italian access charges schemes, a reasoned and scientific examination of the main insights is carried out, by analysing the intrinsic patterns governing both the ticket and the access pricing frameworks. Furthermore, the research proposes a Data Envelopment Analysis (DEA) with the aim of ranking the efficiency of several Italian railway lines' sections based on selected parameters. In particular, the case study focuses also on the HS competition on the lines Milano-Bologna and Bologna-Ancona, trying to rank the efficiency of the different lines' sections from the point of view of a rail undertaking.

The outcomes may help to have a better and more detailed overview and understanding of the most profitable or

(DEA) con l'obiettivo di classificare l'efficienza di diverse sezioni di linee ferroviarie italiane sulla base di selezionati parametri. Il caso di studio presentato si concentra anche sulla competizione AV lungo le linee Milano-Bologna e Bologna-Ancona, cercando di classificare le diverse sezioni di linea dal punto di vista di una IF.

I risultati possono offrire interessanti spunti al fine di avere una comprensione più dettagliata del livello di redditività delle singole linee/servizi per singolo stakeholder, delle principali modifiche apportate dall'introduzione del nuovo regime dei canoni di accesso ecc. Inoltre essi, forniscono utili informazioni su come e dove possono essere intraprese azioni finalizzate all'apertura del mercato, alla concorrenza e/o alla soddisfazione degli utenti.

2. Dati e metodologia

Sono stati analizzati i listini prezzi dei biglietti di entrambi gli operatori Trenitalia (operatore ferroviario storico) e NTV (nuovo operatore ferroviario AV) per il 2016, estraendo i prezzi base dei biglietti di seconda classe (trascurando eventuali offerte speciali) per tutti i treni con servizio AV, Intercity (IC) e regionali (Reg). Sono state considerate solo le OD con stazioni servite almeno da IC, poiché su piccoli nodi o collegamenti serviti solo da treni regionali, non sarebbe stato possibile effettuare un confronto adeguato tra i segmenti di mercato considerati (AV, IC e Reg).

La Fig. 3 riporta i prezzi dei biglietti in funzione delle distanze percorse, segmentati per tipologia di treni (AV, IC, Reg), relativi solo a Trenitalia. Come atteso, la figura mostra chiaramente gli andamenti tipici dei biglietti ferroviari, ovvero la tendenza al ribasso dei prezzi marginali, il costo iniziale superiore a zero, e i prezzi più alti per i treni AV seguiti dai servizi IC e infine i treni regionali. Per quanto riguarda quest'ultima categoria, il costo del biglietto è calcolato in base alla distanza percorsa; anche se è improbabile che passeggeri affrontino viaggi più lunghi di 300-400 km con treni regionali, solo per confronto, abbiamo riportato anche il caso di viaggi più lunghi (ovviamente utilizzando più coincidenze tra treni diversi).

L'esercizio si è concentrato su due principali corridoi italiani (Milano-Bologna e Bologna-Ancona) e ha considerato per ciascuna sezione ferroviaria i seguenti dati:

- le tipologie di servizi pianificati con indicazione delle distanze percorse e dei prezzi dei biglietti (tariffe complete, trascurando promozio-

costly lines/services, of the worst connections from different stakeholders' point of view, of the main changes related to the introduction of the new Italian charges regime, etc., providing useful insights on how and where actions may be taken to improve open market, competition and/or users' satisfaction.

2. Data and methodology

We have analysed the tickets price list of both Trenitalia (incumbent) and Italo – Nuovo Trasporto Viaggiatori - NTV (newcomer) operators for 2016, extracting the full base prices of the second class tickets (neglecting special offers) for all the High Speed (HS), Intercity (IC) and Regional (Reg). We have focused only on the stations served at least by ICs, since on small nodes or links served only by regional trains, no proper comparison would have been feasible among of the considered market segments (i.e. HS, IC and Reg).

Fig. 3 reports the ticket prices in function of the travelled distances, segmented by typology of trains (HS, IC, Reg), related only to Trenitalia. As expected, it clearly shows the typical patterns of rail costs/prices, such as the downward trend of the marginal prices, the initial cost higher than zero, and prices higher for HS trains followed by IC services and finally regional trains. Regarding this last category, the tickets cost is calculated based on the travelled distance; even if it is unlikely that customers would face travels longer

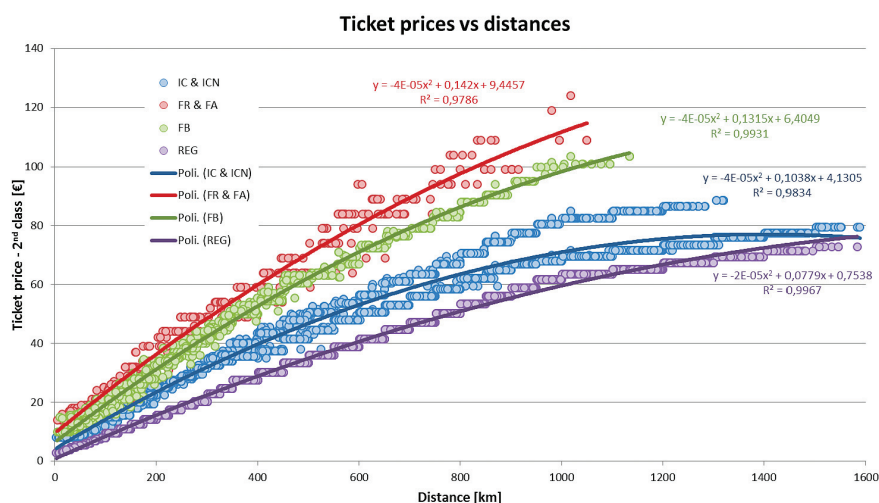


Fig. 3 - Prezzi dei biglietti (di 2^a classe) in funzione delle distanze percorse per tutti i servizi di Trenitalia tra stazioni servite da IC, classificati per tipologia di treno. Note: IC e ICN, indicano i servizi InterCity e InterCity Night; FR & FA, indicano i servizi FrecciaRossa e FrecciArgento AV; FB, indica treni FrecciaBianca AV; REG, indica i treni regionali; Poli, indica la linea di tendenza polinomiale. Fig. 3 - Ticket prices (2nd class) versus travelled distances for all the Trenitalia services between stations served by ICs, classified by typology of train. Notes: IC & ICN, i.e. InterCity and InterCity Night services; FR & FA, i.e. FrecciaRossa and FrecciArgento HS services; FB, i.e. FrecciaBianca HS trains; REG, i.e. Regional trains; Poli, indicates the polynomial trend line.

ni speciali o sconti); tali dati sono accessibili nelle Condizioni del servizio per il 2016 a cura di Trenitalia⁽¹⁾ [33] e sul sito di NTV⁽²⁾.

- il numero e la frequenza dei servizi e i relativi tempi di percorrenza per ciascuna sezione della linea e quindi per ciascuna coppia considerata OD (che rappresentano proxies dei livelli di servizio di cui godono i passeggeri con costi variabili per i GI. Tali informazioni sono pubblicamente disponibili negli “orari ufficiali”⁽³⁾).
- i diritti di accesso come calcolati dal decreto ministeriale 43/T/2000 [16] con la nuova procedura introdotta dalla Decisione ART 96/2015⁽⁴⁾ [14] (che rappresentano un costo per le IF e una fonte di reddito per il GI).

2.1. Canoni di accesso precedentemente in vigore

Prima del luglio 2016 (Decisione ART 80/2016 con cui si approva la nuova procedura proposta da RFI), le tariffe di accesso erano calcolate seguendo il Decreto Ministeriale 43/T/2000 [16]. La formula di calcolo era costituita dalla somma di più componenti:

Un costo fisso per l'utilizzo di specifiche linee (58.5846 euro per la linea Milano-Bologna e 55.9240 euro per la linea Bologna-Ancona) e per l'uso di alcuni nodi ferroviari complessi (53.2634 euro per Milano e Bologna, mentre non era fissato alcun costo per Ancona). Il costo di accesso è stato calcolato per ogni specifica coppia OD considerando il totale dei costi fissi, anche se il servizio è più lungo; ad esempio, alla relazione Milano-Modena sul corridoio Milano-Bologna, è stato assegnato un costo fisso di € 58.5846 (linea) + 53.2634 (nodo di Milano). In particolare, il costo di ogni relazione è stato valutato come se fosse un nuovo servizio singolo, senza considerare le economie di scala relative a servizi più lunghi e quindi alla condivisione dei costi fissi per le diverse relazioni.

Una componente a tempo variabile per predefiniti nodi ferroviari complessi ($\text{€ } 1.0312 \cdot 4 = \text{€ } 4.1248$ al minuto sia per Milano che per Bologna, nessun costo per Ancona e altre stazioni intermedie).

Una tariffa variabile basata sui km per le linee italiane della rete principale (entrambi i corridoi considerati fanno parte della rete principale). In particolare, questa ali-

than 300-400 km by regional trains, just for comparison, we have reported also the case of longer trips (of course with several interchanges by different trains).

The empirical application has focused on two Italian main corridors (Milan-Bologna and Bologna-Ancona) and has made use for each elementary section of the following data:

- the typologies of planned services with indication of travelled distances and tickets' prices (full tariffs, neglecting special promotions or discounts); such data are publicly available in the Service's Conditions for 2016 edited by Trenitalia⁽¹⁾ [33] and on the website⁽²⁾ of Italo – Nuovo Trasporto Viaggiatori (NTV).
- the number and frequency of the services and the related travel times for each section of line and thus for each considered OD (Origin-Destination) couple (representing proxies of the service levels enjoyed by passengers with varying costs for Infrastructure Managers. These data are publicly available in the official timetables⁽³⁾).
- the access charges as calculated by the Ministerial Decree 43/T/2000 [16] and by the new procedure introduced by the Decision ART 96/2015⁽⁴⁾ [14] (which represent an effort for Rail Operators and a source of income for Infrastructure Manager RFI).

2.1. Access charge regime previously in force

Before July 2016 (Decision ART 80/2016 approving the new procedure proposed by RFI), the access fees were calculated by following the Ministerial Decree 43/T/2000 [16]. The calculation formula was constituted by the sum of several components:

1. A fixed cost for the use of specific lines (€58.5846 for the line Milan-Bologna and € 55.9240 for the line Bologna-Ancona) and for the use of few complex railway nodes (€ 53.2634 for Milan and Bologna, while no fixed cost for Ancona). In particular, we have calculated the cost of the access charge for each specific couple OD, considering the total of the fix fees, even if the service is longer; i.e. to the relation Milan-Modena on the corridor Milan-Bologna, we have assigned a fixed cost of € 58.5846 (line) + 53.2634 (Milan node). Practically, we are evaluating the cost of each relation as it was a new single service, without considering economies of scale related to longer services and so to the sharing of the fixed costs for different relations.

⁽¹⁾ Accessibile a: <http://www.trenitalia.com/tcom/Informazioni/Condizioni-Generali-di-trasporto/Condizioni-Generali-di-trasporto>.

⁽²⁾ Accessibile a: <http://www.italotreno.it/en>. Per ulteriori dettagli sulla competizione Trenitalia e NTV, si veda anche [36] per il corridoio Roma-Milano e [3] per il corridoio Milano-Ancona.

⁽³⁾ Accessibili sui siti web di Trenitalia e NTV.

⁽⁴⁾ Accessibile a: <http://www.autorita-trasporti.it/indice-delibere/>.

⁽¹⁾ Accessibile at: <http://www.trenitalia.com/tcom/Informazioni/Condizioni-Generali-di-trasporto/Condizioni-Generali-di-trasporto>.

⁽²⁾ Accessibile at: <http://www.italotreno.it/en>. For further details on the Trenitalia and NTV competition see [36] for the Rome-Milan corridor and [3] for the Milan-Ancona corridor.

⁽³⁾ Accessibile on the Trenitalia and NTV websites.

⁽⁴⁾ Accessibile at: <http://www.autorita-trasporti.it/indice-delibere/>.

quota del canone di accesso viene calcolata con la seguente formula:

$$P_{km} \cdot \sum^n \sum^s km \cdot (\alpha_1 \cdot P_{speed} + \alpha_2 \cdot P_{density} + \alpha_3 \cdot P_{wear}) \quad (1)$$

dove:

- P_{km} è la tariffa base per km (€ 1.0312);
 - n è il numero delle diverse linee principali utilizzate e s rappresenta le diverse fasce orarie durante il giorno (il vecchio regime assume tre diverse fasce orarie: 6-9, 9-22 e / o 22-6);
 - km rappresenta la distanza percorsa;
 - $\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = 0.33$ (pesi uguali per le 3 componenti);
 - P_{speed} è funzione della velocità commerciale effettiva (V_c) e di un valore predefinito di velocità per linea e fascia oraria (V_o), $P_{speed} = |V_c - V_o| / V_o$;
 - $P_{density}$ è una proxy della densità sulla linea, predefinita per linea e banda di viaggio;
 - P_{wear} è una proxy calcolato in funzione della velocità, del peso e del numero di pantografi del treno, rispetto ai valori di riferimento predefiniti nel D.M. 43/T;
4. Una componente variabile con i km percorsi per tenere conto del consumo energetico, data dal prodotto dei chilometri percorsi per un valore unitario predefinito (0.3320 euro / km).

L'algoritmo descritto considera diverse fasce orarie e alcune caratteristiche tecniche/differenze tra linee e stazioni; tuttavia, non considera la capacità di pagare dei diversi servizi di mercato (merci, passeggeri, AV, lunga distanza, regionali ecc.). Inoltre, non garantisce l'equilibrio per il GI dei costi sostenuti nella gestione dei servizi ferroviari.

2.2. Nuovo regime dei diritti di accesso

A seguito del regolamento di esecuzione (UE) 2015/909 della Commissione e della decisione ART 96/2015, il GI italiano (RFI) ha definito la nuova procedura per la determinazione degli oneri di accesso all'infrastruttura, dettagliata nella bozza finale del "Prospetto Informativo Rete - PIR" 2018 [25].

Il nuovo schema di tariffazione si basa sul principio di orientamento ai costi. Le tariffe per il pacchetto di accesso minimo (Minimum Access Package - MAP) all'infrastruttura ferroviaria sono correlate ai costi pertinenti ed efficienti, assicurando che il funzionamento dei servizi MAP (in condizioni efficienti e al netto dei contributi pubblici) non sia fonte di squilibrio economico e finanziario per il GI e di un uso improprio di tali canoni per coprire costi inefficienti o non rilevanti.

L'articolo 13 della Direttiva 2012/34/UE [9] stabilisce che i gestori dell'infrastruttura forniscano a tutte le imprese ferroviarie, in modo non discriminatorio, il pacchetto minimo di accesso di cui all'allegato II, punto 1. Tale pun-

2. A variable time-based component for predefined complex railway nodes (€ 1.0312·4 per minute for both Milan and Bologna; no fees for Ancona and other intermediate stations).
3. A variable km-based fee for the Italian lines of the principal network (both the considered corridors are part of the principal network). In particular, this aliquot of the access charge is calculated by the following formula:

$$P_{km} \cdot \sum^n \sum^s km \cdot (\alpha_1 \cdot P_{speed} + \alpha_2 \cdot P_{density} + \alpha_3 \cdot P_{wear}) \quad (1)$$

where:

- P_{km} is the basic fare per km (€ 1.0312);
- n is the number of different principal lines utilized and s represents the different time-bands during the day (the old regime assumes three different time-bands: 6-9, 9-22 and/or 22-6);
- km represents the travelled distance;
- $\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = 0.33$ (equal weights for the 3 components);
- P_{speed} is function of the actual commercial speed (V_c) and of a predefined value of speed per line and time band (V_o), $P_{speed} = |V_c - V_o| / V_o$;
- $P_{density}$ is a proxy of the density on the line, predefined per line and travel band;
- P_{wear} is a proxy calculated in function of speed, weight and number of pantographs of the train, in comparison to reference values predefined in the D.M. 43/T;

A variable km-based component to take in account the energy consumption, given by the product of the travelled kilometres and a predefined unitary value (0.3320 euro/km).

The described algorithm takes into account different time-bands and some technical characteristics/differences among lines and stations; anyway, it does not consider a specific segmentation and different abilities to pay of the different market services (freight, passenger, HS, long distance, regional etc.). Moreover, it does not guarantee the balance for the IM of the costs incurred by operating the train services.

2.2. New access charge regime

Following the indication of the Commission Implementing Regulation (EU) 2015/909 and the Decision ART 96/2015, the Italian IM (RFI) has defined the new procedure for the determination of the infrastructure access charges, detailed in the final draft of the recently released "Prospetto Informativo Rete - PIR" (Network Statement) 2018 [25].

The new charging scheme is based on a cost-orientation principle. The charges for the Minimum Access Package (MAP) to the railway infrastructure are related to the relevant and efficient costs, ensuring that the operation of MAP services (under efficient conditions and net

POLITICA E ECONOMIA

to 1 (dell'allegato II alla stessa direttiva) specifica che il pacchetto minimo di accesso comprende:

- il trattamento delle richieste di capacità di infrastruttura ferroviaria;
- il diritto di usare la capacità concessa;
- l'uso dell'infrastruttura ferroviaria, compresi scambi e raccordi;
- il controllo dei treni, compresi segnalamento, regolazione, smistamento, nonché comunicazione e fornitura di informazioni sulla circolazione dei treni;
- l'uso del sistema di alimentazione elettrica per la corrente di trazione, ove disponibile;
- tutte le altre informazioni necessarie per la realizzazione o la gestione del servizio per il quale è stata concessa la capacità.

Le componenti del canone sono classificate come segue:

- Componente A (base)** - progettata per garantire che i relativi ricavi totali consentano il completo recupero

of public contributions) is not a source of economic and financial imbalance for the IM and preventing the misuse of such charges for covering inefficient or non-relevant costs.

Article 13 of Directive 2012/34/UE [9] establishes that infrastructure managers shall supply to all railway undertakings, in a non-discriminatory manner, the minimum access package laid down in point 1 of Annex II. Such point 1 (of Annex II of the same directive) specifies that the minimum access package shall comprise:

- handling of requests for railway infrastructure capacity;
- the right to utilise capacity which is granted;
- use of the railway infrastructure, including track points and junctions;
- train control including signalling, regulation, dispatching and the communication and provision of information on train movement;
- use of electrical supply equipment for traction current, where available;

Componente del canone	Descrizione componente	Criterio di tariffazione	Sub componente	Descrizione sub-componente e modulabilità	Limiti Peso	Variabili da considerare	
A	Costi Diretti	COST-BASED	A1	MASSA		50% min	Classi di massa complessiva convoglio
			A2	VELOCITA'		50% max	Classi di velocità di percorrenza della traccia oraria
			A3	LINEA DI CONTATTO ELETTRICA		50% max	Classi di materiale rotabile
B	Pieno recupero dei costi pertinenti efficienti del PMdA	MARKET-BASED	B1	SEGMENTI DI DOMANDA		50% min	Segmentazione della domanda: Binomi
			B2	TIPOLOGIA DI RETE		50% max	Segmentazione dell'offerta: Macro tipologie di rete
			B3	FASCE ORARIE		50% max	Segmentazione dell'offerta Fasce orarie
C	Esternalità	COST-BASED	C1	SCARSITA' DI CAPACITA'	n.a.	Tipologia di rete, fascia oraria e periodo	
			C2	EFFETTI AMBIENTALI	n.a.	Tipologia di materiale rotabile	
			C3	ETCS	n.a.	Tipologia di rete, tipologia di materiale rotabile	
			C4	COMPENSAZIONI REGIONALI	n.a.	Ambito territoriale	
Ulteriori componenti		Descrizione		Criterio	Variabili auspicabilmente da considerare		
D		Maggiorazioni del canone		MARKET-BASED	a) Segmentazione dell'offerta (tipologia di rete, fascia oraria) b) Segmentazione della domanda (tipologia di servizio, segmento di mercato)		

Fig. 4 - Possibili componenti del canone di accesso a seguito della decisione ART 96/2015.

Charge Component	Component description	Charging principle	Sub component	Description sub-component e modulation	Weight Limits	Variables to be considered	
A	Direct Costs	COST-BASED	A1	MASS		50% min	Classes of trainset overall mass
			A2	SPEED		50% max	Classes of path traffic speed
			A3	CONTACT WIRE		50% max	Classes of rolling stock
B	Full recovery of relevant and efficient costs of the Minimum Access Package	MARKET-BASED	B1	DEMAND SEGMENTS		50% min	Demand segmentation: Pairs
			B2	NETWORK TYPE		50% max	Supply segmentation: Network macro-types
			B3	TRAIN SLOTS		50% max	Supply segmentation: Train slots
C	Externalities	COST-BASED	C1	SCARCITY OF CAPACITY		n.a.	Type of network, slot and period
			C2	ENVIRONMENTAL EFFECTS		n.a.	Type of rolling stock
			C3	ETCS		n.a.	Type of network, type of rolling stock
			C4	REGIONAL OFFSETTING		n.a.	Territorial scope
Other components	Description			Criterion	Desirable variables to be considered		
D	Surcharges			MARKET-BASED	a) Segmentation of supply (time of network, time slot) b) Segmentation of demand (type of service, market segment)		

Fig. 4 - Possible components of the access charge following the Decision ART 96/2015.

dei costi diretti (costi direttamente sostenuti in conseguenza dell'espletamento dei servizi ferroviari) su base di rete. Questa componente è ulteriormente suddivisa in 3 sub-addendi, proponendo una modulazione dei costi medi in modo da tenere conto della diversa usura causata all'infrastruttura in relazione a tre parametri del servizio (massa, velocità e filo di contatto), come dettagliato in Fig. 4.

- **Componente B** - progettata in modo che i ricavi totali ad essa correlati siano tali da consentire, sommati alla componente A ed al netto dell'eventuale compensazione con le successive pertinenti componenti C, il recupero dei costi totali pertinenti ed efficienti, valutati con riferimento all'intera rete ed al netto dei pertinenti contributi statali. Questa componente è modulata sulla base di considerazioni di mercato al fine di tenere conto della capacità di pagare di ciascun segmento di mercato. In particolare, questa componente deve tenere conto della sostenibilità del mercato, applicare principi efficienti, trasparenti e non discriminatori, assicurare una competitività ottimale dei segmenti del mercato

- f) all other information required to implement or operate the service for which capacity has been granted.

The components of the charge can be classified in:

- A charge component (basic charge) – designed to guarantee that the related total revenues allow the full recovery of Direct Costs (cost directly incurred as a result of operating the train services) on a network-wide basis. This component is further divided into 3 sub-addends, proposing a modulation of the average costs so as to take into account the different wear and tear caused to the infrastructure in relation to three parameters of the service (mass, speed and contact wire), as detailed in Fig. 4.
- B charge component – designed to guarantee that the related total revenues allow, when added to the A component and net of any compensation with the following relevant C components, to obtain recovery of the relevant and efficient total costs, valued on a network-wide basis and net of relevant Government contributions. This component is modulated based on market considerations in order to take into account the ability to pay of

ferroviario e garantire che il sistema di tariffazione sia conforme agli aumenti di produttività raggiunti dalle imprese ferroviarie.

- **Componente C** - è rappresentata da fattori moltiplicativi con l'obiettivo di rimodulare i costi di accesso definiti dalle componenti A e B tenendo conto delle esternalità dei costi (come insufficienza di capacità per sezioni specifiche dell'infrastruttura durante le ore di punta, effetti ambientali correlati al rumore o alle vibrazioni, adozione di un Sistema Europeo di Controllo dei Treni (ETCS) su sezioni specifiche o eventuali riduzioni dei canoni per servizi forniti all'interno di specifiche regioni o province autonome) (Fig. 5).
- Infine, con la decisione ART 96/2015 [14] è stata disciplinata la possibilità per il GI (RFI) di adottare un'ulteriore componente (Componente D), basata sul mercato, al fine di recuperare i costi a lungo termine per il sistema ad Alta Velocità/Alta Capacità e altri specifici progetti di investimento (non considerati per l'equilibrio economico del GI).

Attualmente il nuovo schema di tariffazione (come dettagliato nel PIR 2018 [25] sopra menzionato) considera solo le componenti A e B, trascurando al momento le altre due componenti C e D. In particolare, la aliquota A è calcolata con la formula:

$$A = A_{mass} + A_{speed} + A_{wear} = km \cdot (T_{Amass} + T_{Aspeed} + T_{Awear}) \quad (2)$$

dove T_{Amass} , T_{Aspeed} e T_{Awear} rappresentano le tariffe unitarie per km definite in funzione della classe rispettivamente di peso e di velocità e della classe di usura della linea di contatto elettrica da parte del materiale rotabile.

I valori delle tariffe unitarie T_{Amass} , T_{Aspeed} e T_{Awear} per classi di peso, velocità e tipo di trazione, come definiti nel PIR 2018, sono riportati nella Tabella 1.

L'aliquota B è definita come:

$$B = km \cdot T_B \quad (3)$$

con T_B che rappresenta una tariffa unitaria per km in funzione del segmento di mercato definito in base alla classificazione della domanda e dell'offerta (Tabella 2).



Fig. 5 - Principali coppie di segmenti di domanda (vale a dire maggiore e minore capacità di pagamento) proposte dalla decisione 96/2015 dell'ART [14].

N.B. I servizi marittimi si riferiscono ai servizi di traghettiamento (e.g. sullo stretto di Messina), mentre i servizi tecnici si riferiscono all'invio di materiale, prove, etc. Fig. 5 - Main pairs of demand segmentations (i.e. greater and smaller abilities to pay) proposed by the Decision ART 96/2015 [14].

Note: The maritime services refer to ferry services (e.g. in the Strait of Messina) while the technical services refer to the empty trains/rolling stocks, tests, etc.

each market segment. In particular, to this component it is required to have regard of the sustainability for the market, to apply efficient, transparent and non-discriminatory principles, to ensure optimal competitiveness of rail market segments and to provide that the charging scheme complies with the productivity increases achieved by railway undertakings.

- **C charge component** – this is represented by multiplicative factors with the aim of re-modulating the access charges defined by components A and B taking into account cost externalities (such as scarcity of capacity for specific infrastructure sections during peak-hours, environmental effects related to noise or vibrations, adoption of European Train Control System (ETCS) on specific sections, or application of charge reductions for services provided within specific Regions or Autonomous Provinces).

Tabella 1 – Table 1

Tariffe unitarie T_{Amass} , T_{Aspeed} e T_{Awear} (€/km)
Unit charges T_{Amass} , T_{Aspeed} and T_{Awear} (€/km)

Classi di peso Classes of weight	T_{Amass} [€/km]
0 - 500 t	0.130
500 - 1000 t	0.378
1000 - 1500 t	0.626
> 1500 t	0.874
Classi di velocità di marcia Classes of speed	T_{Aspeed} [€/km]
0 - 100 km/h	0.119
100 - 150 km/h	0.196
150 - 200 km/h	1.073
Tipo di trazione Traction system	T_{Awear} [€/km]
Trazione elettrica Electric traction	0.023
Trazione diesel Diesel traction	0.000

Fonte - Source [25].

A queste due aliquote, poi, va aggiunto il costo per la fornitura di energia elettrica di trazione (incluso tra i servizi complementari e quindi non compreso in nessuna delle 4 componenti A, B, C o D su descritte), definito nel PIR 2018 attraverso un costo unitario per km, differenziato in due categorie: (1) servizi di libero mercato – AV e IC (1.069 € / km) e (2) servizi merci o sovvenzionati (0.434 € / km).

2.3. La Data Envelopment Analysis

La DEA è un metodo non parametrico per la valutazione dell'efficienza relativa di unità decisionali (DMU) ([7] o [24]); negli ultimi anni tale metodo è stato ampiamente applicato in diversi settori, compreso il settore dei trasporti (vedi ad esempio [1], [5], [12], [18], [19], [26], [29] o [37]). La metodologia consiste nell'ottenere, dai dati disponibili sulle unità decisionali (DMU), un'approssimazione della frontiera delle migliori pratiche utilizzando la programmazione lineare al fine di stimare le misure di efficienza come distanze da questa superficie. Per ogni DMU una serie di sotto-indicatori sono considerati quali input o

• Finally, in the Decision 96/2015 [14] the Italian Transport Regulation Authority proposes also the possibility to adopt a further charge component D, market-based, in order to recover the long-term costs for the High-Speed/High-Capacity system and other specific investment projects (not yet considered for the IM's economic equilibrium).

Up to now, the new charging scheme (as detailed in the above mentioned PIR 2018 [25]) considers only the components A and B, neglecting at the moment the other two components C and D. In particular, the component A is calculated by the formula:

$$A = A_{mass} + A_{speed} + A_{wear} = km \cdot (T_{Amass} + T_{Aspeed} + T_{Awear}) \quad (2)$$

where T_{Amass} , T_{Aspeed} and T_{Awear} represent unit charges per km defined as a function of the class respectively of weight, speed of the service and class of wear and tear of rolling stock contact wire.

The unit charges per km T_{Amass} , T_{Aspeed} and T_{Awear} based on the classes of weight, speed and traction system, as defined in the PIR 2018, are reported in the next table:

The B component, instead, is defined as:

$$B = km \cdot T_B \quad (3)$$

with T_B representing a unit charge per km as function of the

Tabella 2 – Table 2

Tariffa unitaria T_B (€ / km)
Unit charge T_B (€/km)

Tipo di servizio Type of service		T_B (€/km)
Premium	Top	5.267
	Top-S	4.335
	P-base	4.057
	P-light	3.939
Base Basic	Libero accesso - Nazionale - Base Open Access – National - Basic	3.332
Internazionale International	Libero accesso – Internazionale Open Access – International	4.014
Sovvenzionato – Lunga distanza Subsidied – Long Distance	Sovvenzionato – Lunga Distanza - Giorno Subsidied – Long Distance - Day	2.974
	Sovvenzionato – Lunga Distanza - Notte Subsidied – Long Distance - Night	1.199
Sovvenzionato - Regionale Subsidied – Regional	Node Hub-Sprint	3.005
	Node Hub	2.932
	Node Hub-Holy	2.608
	Node Ring	2.846
	Node Ring-Holy	2.538
	Not Node	1.687
Merci Freight	Not Node Holy	1.417
	Jo.Int. (International – Daily)	2.337

Fonte - Source [25].

output; il modello determina le DMU più efficienti (tramite un problema con obiettivi multipli di massimizzazione degli output e minimizzazione degli input) per individuare la frontiera della superficie. Le DMU che non si trovano alla frontiera sono inefficienti e la misura del grado di inefficienza è rappresentata dalla loro distanza da questo confine delle migliori pratiche (per maggiori dettagli su DEA, vedi [7] e [24]).

In sostanza, la DEA si basa su un'analisi comparativa dei valori osservati in relazione alle loro controparti. Anche se i metodi parametrici, come l'analisi di frontiera stocastica (SFA), consentono il controllo di *shock* casuali sugli errori di produzione e misurazione negli input e output (vedi [11] o [30]), si è optato per la DEA deterministica a causa del suo grande vantaggio di non richiedere alcuna forma funzionale specifica per la funzione di produzione né alcuna forma distributiva per termini di inefficienza (evitando quindi possibili errori di specifica). Nella presente analisi, le DMU sono rappresentate da 390 differenti coppie OD differenziate per tipologia di servizio; l'efficienza tecnica di ogni DMU₀ può essere calcolata così come proposto per la prima volta nel 1978 da CHARNES, COOPER e RHODES:

$$\text{Max } h_0 = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{r0}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{i0}} \quad (4)$$

con:

$$\frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \leq 1 \quad ; \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (5)$$

$$u_r, v_i \geq 0 \quad ; \quad r = 1, \dots, s \quad ; \quad i = 1, \dots, m \quad (6)$$

dove:

- y_{rj} e x_{ij} (tutti positivi) sono rispettivamente gli s output e gli m input della DMU j ;
- u_r e v_i sono i pesi variabili che devono essere determinati dalla soluzione di questo problema.

La misura di efficienza proposta per qualsiasi DMU è ottenuta come il massimo di un rapporto tra le uscite pesate e gli input pesati, a condizione che rapporti simili per ogni DMU siano inferiori o uguali all'unità.

La metodologia DEA può essere applicata con diverse prospettive agendo sui fattori di input e output e, quindi, imponendo la massimizzazione o la minimizzazione di diversi parametri; in particolare, ci si è concentrati sulle seguenti parti/operatori con i relativi obiettivi e preferenze:

- Gestore dell'infrastruttura: mira a massimizzare sia le tariffe di accesso che i livelli di servizio (ad esempio le

market segment defined based on the demand and supply classification (Table 2).

To these two components, then, it should be added the cost for the supply of traction electricity (considered among of the complementary services and thus not included in any of the four components A, B, C or D described above), defined in the PIR 2018 through a unit cost per km, differentiated in two categories: (1) open market services – HS e IC (1.069 € / km), and (2) freight or subsidized services (0.434 € / km).

2.3. The Data Envelopment Analysis

The DEA is a non-parametric method for evaluating the relative efficiency of Decision Making Units (DMUs) ([7] or [24]); in the last years it has been extensively applied in several sectors, and also in transportation (see for example [1], [5], [12], [18], [19], [26], [29] or [37]). The methodology consists in obtaining, from available data on Decision Making Units (DMUs), an approximation of the best-practice frontier using linear programming in order to evaluate efficiency measures as distances from this surface. For each DMU a set of sub-indicator values are considered as inputs or outputs; the model determines the most efficient DMUs (i.e. multiple objective problem of maximization of outputs and minimization of inputs) to individuate the frontier of the envelopment surface. DMUs not lying on the frontier are inefficient and the measurement of the grade of inefficiency is represented by their distance from this best-practice border (for more details on DEA, see [7] and [24]).

Practically, the DEA is based upon a comparative analysis of observed values in relation to their counterparts. Even if parametric methods, such as the Stochastic Frontier Analysis, allow controlling for random shocks to the production and measurement errors in the inputs and outputs (see [11] or [30]), we opted for the deterministic DEA due to its great advantage of not requiring any specific functional form for the production function neither distributional form for inefficiency terms (i.e. avoiding possible specification errors). In our analysis, the DMUs are represented by 390 different couples of OD differentiated by service typology; the technical efficiency of each DMU₀ can be calculated as proposed for the first time in 1978 by CHARNES, COOPER and RHODES:

$$\text{Max } h_0 = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{r0}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{i0}} \quad (4)$$

subject to:

$$\frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \leq 1 \quad ; \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (5)$$

frequenze) riducendo i tempi di viaggio, al fine di garantire un utilizzo della rete elevato ed efficiente;

- Operatori ferroviari: hanno l'obiettivo di massimizzare i prezzi dei biglietti e il numero di servizi (per aumentare le entrate), riducendo al minimo i costi di accesso e i tempi di viaggio (riducendo quindi tempi e costi operativi).
- Regolatore Ferroviario: mira a migliorare e bilanciare le condizioni del mercato, cercando di combinare, nel miglior modo possibile, il recupero dei costi direttamente sostenuti dal GI per la gestione dei treni (istituendo adeguati diritti di accesso) con convenienza e condizioni eque per gli operatori ferroviari (in particolare per le nuove imprese), migliorando nel contempo il livello dei servizi e le condizioni di trasporto per i passeggeri (ad esempio frequenza e comfort del servizio).

Pertanto, per ogni coppia OD, differenziata per servizio ferroviario, sono definiti e valutati diversi parametri: 1) il numero di treni, 2) una *proxy* per il comfort relativo alla categoria del servizio (Reg = 1, IC = 2, AV = 3), 3) il prezzo del biglietto per km, 4) il tempo di percorrenza per km, e 5) il canone di accesso all'infrastruttura per km percorso calcolato sia con il nuovo che con il vecchio approccio.

Quindi, sulla base degli obiettivi dei singoli *stakeholder* come sopra descritti, i richiamati parametri sono stati definiti come input o output al fine di ottenere, tramite la DEA, la classifica delle relazioni OD (connessioni ferroviarie differenziate per servizio) più efficienti per GI, IF e regolatore di trasporto (Tabella 3).

3. Risultati del caso di studio

Per semplicità di applicazione e analisi, il caso di studio si è concentrato su due linee ferroviarie italiane principali (in termini sia di domanda che di offerta): Milano-Bologna e Bologna-Ancona. Entrambi sono considerate "linee fondamentali" dal GI italiano; tra Milano e Bologna una nuova linea AV (utilizzata esclusivamente da servizi AV) corre parallela alla linea convenzionale che serve IC e treni regionali, mentre il corridoio tra Bologna e Ancona è caratterizzato da una maggiore eterogeneità di servizi (AV, IC e Reg). Inoltre, quest'ultima linea presenta un'ulteriore peculiarità interessante; come riportato da [3], a fine 2013 NTV avviava tre collegamenti di andata e ritorno tra Milano e Ancona, ma la competizione sull'intera sezione è durata solo un anno alla fine del quale NTV è uscito dal mercato in quella tratta. Nell'orario del 2015, NTV aveva già abbandonato i servizi tra Bologna e Ancona soste-

$$u_r, v_i \geq 0 \quad ; \quad r = 1, \dots, s \quad ; \quad i = 1, \dots, m \tag{6}$$

where:

- y_r and x_{ij} (all positive) are respectively the known s outputs and m inputs of the j^{th} DMU;
- u_r and v_i are the variable weights to be determined by the solution of this problem.

The proposed measure of efficiency for any DMU is obtained as the maximum of a ratio of weighted outputs to weighted inputs, subject to the conditions that the similar ratios for every DMUs are less than or equal to unity.

The DEA methodology can be approached from different perspectives by acting on the input and output factors and, thus, by imposing the maximization or minimization of different parameters; in particular, we focused on the following stakeholders with the related objectives and preferences:

- Infrastructure Manager: it aims to maximize both the access charges and the levels of services (i.e. frequencies) while reducing travel times, in order to guarantee high and efficient network utilization;
- Rail Operators: they seek to maximize the ticket's prices and the number of services (to rise the revenue), while minimizing the access charges and the travel times (reducing operational time and costs);
- Rail Regulator: it aims to improve and balance the conditions of the market, trying to combine, in the best possible way, the recovery of the costs directly incurred by the Infrastructure Manager for operating the trains (setting up appropriate access charges) with economic convenience and fair conditions for Rail Operators (particularly for newcomers), while improving the level of services and the transport conditions for passengers (i.e. frequency and comfort of the service).

Tabella 3 – Table 3

Parametri utilizzati negli scenari DEA
Parameters used in the DEA scenarios

Parametri DEA DEA Parameters	Autorità di regolazione Rail regulator	Gestore dell'Infrastruttura Infrastructure Manager	Impresa Ferroviaria Rail Operator
Canone di accesso Access charge	input	output	input
Prezzo dei biglietti Ticket price	input	–	output
Tempi di viaggio Travel time	input	input	input
Numero di servizi Number of train services	output	output	output
Livello di servizio Service level	output	–	–

Legenda: input = parametro da minimizzare; output = parametro da massimizzare.
Legenda: input = parameter to be minimized; output = parameter to be maximized.

nendo che il canone di accesso era troppo elevato e che il corridoio Milano-Roma era più redditizio. Le caratteristiche sopra descritte rendono di conseguenza le due linee selezionate particolarmente adatte all'analisi oggetto del presente lavoro.

3.1. Confronto degli schemi di addebito

Considerando sia gli esiti dell'analisi di cui alla precedente sezione, sia i contenuti della presentazione effettuata dal presidente dell'ART al Senato [15], è possibile individuare alcuni dei principali cambiamenti e impatti dovuti al nuovo schema di tariffazione.

Una prima differenza riguarda il costo recuperato dalle tariffe di accesso: nello schema precedentemente in vigore, i ricavi totali ottenuti con le tariffe di accesso, insieme a eventuali sovvenzioni pubbliche, erano destinati a bilanciare i costi operativi del GI, escludendo, tuttavia, i costi per il deprezzamento e la restituzione dei capitali investiti che sono invece conteggiati nel nuovo regime di tariffazione. Questo significativo cambiamento tenta di prendere in considerazione la possibilità che una parte dell'infrastruttura ferroviaria possa essere costruita dal GI utilizzando capitali propri o di debito anziché esclusivamente fondi statali; tali capitali dovrebbero essere recuperati dalle tariffe di accesso, tenendo conto della capacità di pagare e della competitività dei diversi segmenti ferroviari ed evitando tariffe eccessive e dirompenti che rischiano di limitare (invece di aiutare) il mercato.

Inoltre, i criteri stabiliti dall'Autorità per la modulazione tariffaria non si basano, come nel precedente sistema, sulla tipologia di rete (convenzionale o ad alta velocità), ma su una segmentazione più approfondita dei servizi e di mercato. I canoni di accesso per tutti i segmenti di mercato includono una "componente A" che riflette e recupera i costi diretti (direttamente sostenuti come risultato della gestione del servizio ferroviario) e un'aliquota B che tenta di ridistribuire i costi pertinenti ed efficienti secondo criteri che tengano in conto della capacità di pagare dei diversi segmenti e delle relative condizioni di mercato.

Ne consegue che alcuni segmenti di mercato contribuiscono alle entrate del GI meno che proporzionalmente alla loro quota di traffico: ad esempio, il segmento regionale contribuisce con il 46% al totale delle entrate del GI, anche se rappresenta il 56% del traffico totale. Anche il segmento del trasporto merci con il 14% del traffico totale contribuisce in misura del 10% alle entrate del GI. Al contrario, ad esempio, il servizio ferroviario AV ha una quota del 17% del traffico totale e contribuisce con il 32% al totale delle entrate [15].

Conformemente ai criteri dell'Autorità e coerentemente con la capacità di pagare, i valori medi del pedaggio unitario sono più elevati per i servizi alta velocità ed intercity mentre risultano più bassi per il trasporto merci e i servizi agevolati (ad esempio treni regionali e servizi notturni a lunga distanza).

Essentially, for each OD couple (differentiated by rail service), we have defined and evaluated several parameters: 1) the number of trains, 2) a proxy for the comfort related to the category of the service (Reg=1, IC=2, HS=3), 3) the ticket price per km travelled, 4) the travel time per km, and 5) the access charge per km travelled calculated with both the new and the old approach.

Then, based on the points of view of the different stakeholders as reported above, the parameters have been set as inputs or outputs in order to obtain, by means of the DEA, the ranking of the most efficient OD relations (rail connections differentiated by service) for the IM, ROs and Transport Regulator (see Table 3).

3. Results of the empirical application

For easiness of application and analysis, the empirical case study has focused on two Italian main (in terms of both demand and supply) rail lines: Milan-Bologna and Bologna-Ancona. Both are considered as principal lines ('linee fondamentali') by the Italian IM; between Milan and Bologna a new HS line (used exclusively by HS services) runs parallel to the conventional line serving ICs and regional trains, while the corridor between Bologna and Ancona is characterized by a higher heterogeneity of services being run by HS, IC and regional trains. Furthermore, the latter line presents another interesting peculiarity; as outlined by [3], at the end of 2013 NTV started three return connections between Milan and Ancona, but the competition on the whole section lasted only one year. In the 2015 timetable, NTV already dropped the Bologna-Ancona services claiming that the access charge was too high and that, of course, the Milan-Rome corridor was more profitable. The features above described make the two selected lines accordingly appealing for our analysis.

3.1. Charge schemes comparison

Based on our analysis and on the presentation of the access charge results given by the president of the ART to the Senate [15], it is possible to draw the main changes and impacts due to the new charging scheme.

A first macro difference regards the cost recovered by the access fees: in the scheme previously in force, the total revenues obtained with the access charges, together with eventual public subsidies, were intended to balance the operative costs of the IM, but excluding the costs for depreciation and return of invested capitals which are instead counted in the new charging regime. This significant change tries to take in account the possibility that part of the rail infrastructure could be built by the IM using own or debt capitals instead of exclusively state funds; such capitals should be recovered by the access charges, taking into account the ability to pay and the competitiveness of the rail segments and avoiding excessive and disruptive fees which risk to kill (instead of boosting) the market. Moreover, the criteria established by the Authority for the tariff modulation are based no longer,

Inoltre, il costo unitario per km per l'energia di trazione (non inclusa nel MAP ma necessaria per svolgere il servizio) nel nuovo schema è differenziato tra servizi alta velocità ed intercity (1.069 euro/km) o servizi di trasporto merci (0.434 euro/km), mostrando una migliore segmentazione; per tutti i servizi, è superiore al valore unico (0.3320 euro/km) suggerito nel vecchio regime (maggiore sensibilità ai problemi ambientali e di consumo energetico, due dei concetti innovativi descritti anche in [34]).

I risultati delle analisi oggetto del presente lavoro rinforzano quanto sopra riportato; dopo aver calcolato i costi di accesso all'infrastruttura applicando sia la vecchia che la nuova procedura per ciascuna delle coppie OD segmentate per tipo di servizio (AV, IC, Reg), si è proceduto a confrontarli al fine di evidenziare eventuali cambiamenti. In particolare, la Fig. 6 mostra che le differenze tra le tariffe unitarie, espresse in euro per km, sono piuttosto rilevanti per i treni a lunga percorrenza, mentre per i servizi regionali i due regimi sono quasi comparabili. Inoltre, la nuova procedura, con la differenziazione delle aliquote A e B, tiene maggiormente conto della capacità di pagare dei diversi segmenti di mercato e applica una tariffa per km chiaramente più elevata per i treni AV, seguiti da IC e, infine, dai treni regionali. Inoltre, tali nuove tariffe di accesso per km sono costanti, mentre prima diminuivano con la distanza percorsa (principalmente come conseguenza dei costi fissi).

In sostanza, i principali cambiamenti tra il regime dei diritti di accesso precedentemente in vigore e quello recentemente adottato possono essere sintetizzati come:

- l'obbligo e l'orientamento al pieno recupero dei costi pertinenti e rilevanti del GI;
- l'inclusione dei costi relativi all'ammortamento e al rendimento dei capitali investiti;
- una maggiore attenzione alla capacità di pagare dei diversi segmenti di mercato per la modulazione tariffaria.

3.2. Analisi dell'efficienza mediante DEA

Come già accennato, i dati raccolti sono stati ulteriormente analizzati tramite DEA. L'obiettivo è stato quello di esaminare la classifica di efficienza delle 390 relazioni OD (cioè tutte le connessioni ferroviarie tra coppie di stazioni servite da IC sui corridoi selezionati differenziate per categoria di treni) per ciascuna parte/operatore interessato in base alle proprie strategie di business.

La Tabella 4 mostra come le relazioni OD, classificate tramite DEA, differiscono tra i tre scenari analizzati, rispondenti ai punti di vista del Regolatore ferroviario, del GI-RFI (indicato con IM - Infrastructure Manager - in tabella), delle IF (indicate con ROs - Railway Operators - in tabella) e in che modo variano anche considerando il vecchio o il nuovo schema di addebito di accesso. Per limitazioni di spazio, sono riportate solo le prime 40 DMU

as in the previous system, on typology of network (conventional or high-speed), but on a deeper segmentation of the services markets. The access charge values for all the market segments include a "component A" which reflects and recovers the Direct Costs (directly incurred as a result of operating the train service) and an aliquot B which tries to redistribute the residual relevant and efficient costs in accordance with criteria taking into account the ability to pay of the different segments and the related market conditions.

It follows that some market segments contribute to the revenues of the IM less than proportionally to their share of traffic: for example, the regional segment contributes for the 46% to the total IM revenues, even though it represents the 56% of the total traffic. Also the freight segment is responsible for 14% of the total traffic but contributes in measure of 10% to the IM incomes from access charges. On the contrary, for example, the HS rail has a share of 17% of the total traffic and contributes with the 32% to the total revenues [15].

In accordance with the Authority criteria and coherently with the ability to pay, the average unit charge values are higher for the high speed and intercity services while they result lower for the freight and the subsidized services (e.g. regional trains and long distance services during the night).

Also, the unit cost per km for the traction energy (not included in the MAP but mandatory to operate a train) in the new scheme is differentiated between high speed and intercity services (1.069 euro/km) or subsidized and freight services (0.434 euro/km), showing a better segmentation; for all the segments, it is higher than the unique value (0.3320 euro/km) suggested in the old regime (higher sensibility to environmental and energy consumption issues, two of the innovative concepts also described in [34]).

Our calculations reinforce the above picture; after evaluating the access charges by applying both the old and the new procedure for each of the OD couples segmented by type of service (HS, IC, Reg), we have compared them to identify the major changes. In particular, Fig. 6 shows that the differences between the unitary fees, expressed in euro per km, under the two regimes are quite relevant for long distance trains while for regional services the two schemes are almost comparable. Moreover, the new procedure, with the differentiation in component A and B, takes better into account the ability to pay of the different market segments and it charges a fee per km clearly higher for HS trains, followed by ICs and finally by regional trains. Furthermore, such new access fees per km are constant, while before they decreased with the travelled distance (mainly as a consequence of the fixed costs).

Basically, the main changes between the access charge regime in force before and the one recently adopted can be synthesised by:

- the obligation and orientation to the full recovery of the relevant and efficient costs of the IM;
- the inclusion of the costs related to depreciation and return of invested capitals;
- a deeper consideration of the ability to pay of the different market segments for the tariff modulation.

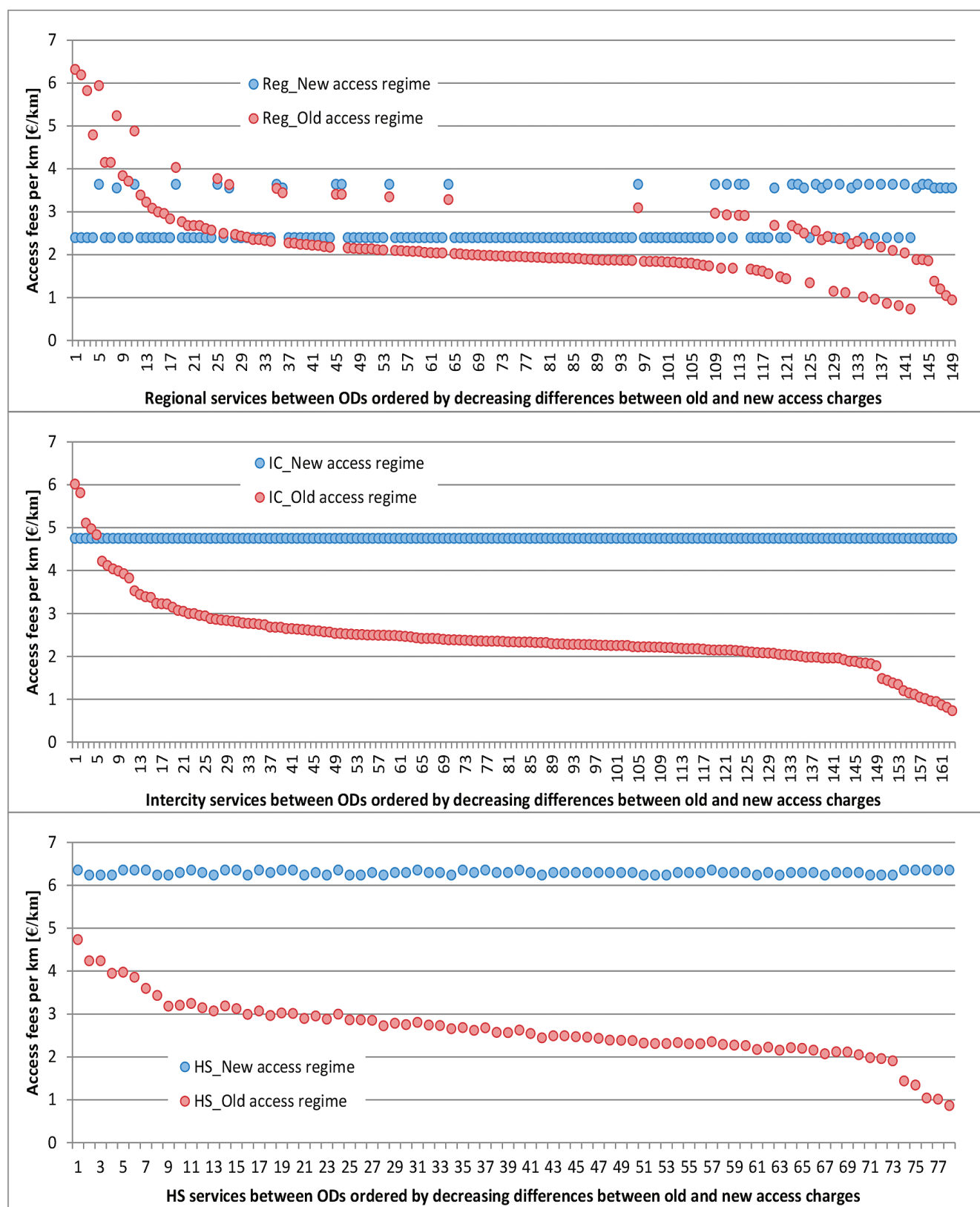


Fig. 6 - Tariffe di utilizzo dell'infrastruttura per km sui corridoi italiani analizzati.

Fig. 6 - Infrastructure usage charges per km on the analysed Italian corridors.

sul totale di 390. Il colore di sfondo della cella caratterizza le coppie OD per segmento di servizio/mercato (cioè AV, IC o Reg).

Le DMU sono classificate in base ai punteggi ottenuti in termini di efficienza e, nel caso in cui siano sulla frontiera, anche in base al numero delle altre unità per le quali rappresentano un riferimento di efficienza. Pertanto, le OD classificate nella parte superiore della Tabella 4 risultano più efficienti rispetto alle OD classificate nella parte inferiore della stessa.

In particolare, la Tabella 4 evidenzia che dal punto di vista del regolatore ferroviario (massimizzazione del numero di servizi e della *proxy* per il comfort, riducendo al contempo i diritti di accesso, i prezzi dei biglietti e i tempi di viaggio), indipendentemente dallo schema dei diritti di accesso, i servizi AV sono i più efficienti, mentre le prospettive di GI o IF sono leggermente diverse; entrambi gli scenari con il vecchio canone di accesso presentano uno schema meno chiaro, con un mix piuttosto eterogeneo di OD e servizi nelle prime posizioni della classifica di efficienza. L'introduzione del nuovo schema di tariffazione, invece, con la sua migliore segmentazione (tariffe di accesso più elevate per i treni AV, seguiti da IC e, quindi, con vantaggi per i servizi regionali e sovvenzionati), modifica i risultati e li rende più chiari ed evidenti.

In particolare, mentre i treni AV rispondono meglio alle esigenze del GI (massimizzazione del numero di servizi e tariffe di accesso e riduzione dei tempi di viaggio), i servizi regionali (in particolare tra destinazioni vicine), con i nuovi costi ridotti per l'utilizzo dell'infrastruttura e la loro alta frequenza, risultano più alti in classifica nello scenario IF, nonostante la relativa minore velocità e i prezzi dei biglietti inferiori che comunque su brevi distanze hanno impatti complessivi inferiori.

Oltre al quadro generale sopra riportato, è possibile formulare ulteriori considerazioni. La Tabella 4 mostra che mentre i servizi AV tra Milano e Bologna sono ai primi posti in tutti gli scenari e con entrambi i sistemi di tariffazione, i risultati per le connessioni AV tra Ancona e Bologna sono variabili.

Più in dettaglio, la connessione Ancona-Bologna tramite servizi AV è classificata:

- 3^a nello scenario del regolatore ferroviario applicando il nuovo regime di accesso mentre 29^a nello stesso scenario applicando il vecchio regime di tariffazione;
- 34^a (nuovo regime) o 125^a (vecchio regime) secondo lo scenario Gestore dell'infrastruttura;
- 107^a (nuovo regime) o 34^a (vecchio regime) dal punto di vista delle Imprese Ferroviarie.

I risultati della Tabella 4 mostrano che i servizi AV tra Ancona e Bologna sono meno redditizi per le IF rispetto a molti altri lungo i corridoi selezionati, anche se a livello di sistema (regolatore ferroviario) risultano tra le OD più efficienti.

3.2. Efficiency analysis by using the Data Envelopment Analysis

As already mentioned, we have further analysed the collected data by means of DEAs. The aim is to examine the efficiency ranking of the 390 OD relations (i.e. all the rail connections between couples of stations served by ICs, on the selected corridors, differentiated by category of trains) for each stakeholder based on their business strategies.

In Table 4 we show how the OD relations, ranked by the DEAs, differ across the three analysed scenarios, and how they also vary by considering the old or the new access charge scheme; we report only the first 40 best-ranked DMUs (out of 390 in total) due to space limitations. The background colour of the cell differentiates the OD couples by service/market segment (i.e. HS, IC or Reg).

The DMUs are ranked based on their efficiency scores and, in case they are on the frontier, also on the number of times they result peers for other units. Therefore, the OD ranked at the top of Table 4 are more efficient than those OD ranked in the lower part of the mentioned table.

Specifically, Table 4 points out that for the Rail Regulator point of view (maximization of the number of services and of the proxy for the comfort, while reducing access charges, ticket prices and travel times), independently by the access fees procedure, the HS services are the most efficient, while the IM or the ROs perspectives are slightly different; both the scenarios with the old access regime present a less clear pattern, with a quite heterogeneous mix of ODs and services in the top-ranked positions. The introduction of the new charge scheme, instead, with its better segmentation (higher access fees for HS trains, followed by ICs and, thus, with advantages for regional and subsidized services), modifies the patterns and makes them more clear and evident.

In particular, while HS trains respond better to the needs of the IM (maximization of number of services and access fees and minimization of travel times), regional services (especially between close destinations), with the new reduced infrastructure usage costs and their usual high frequency, are better ranked in the ROs scenario, despite the relative slower speed and the lower ticket prices which anyway on short distances have lower overall impacts.

Besides the above general picture, further detailed considerations can be formulated. Table 4 shows that while the HS services between Milan and Bologna are top-ranked in all the scenarios and with both the access charge schemes, the results for the HS connections between Ancona and Bologna are variable.

In more detail, the connection Ancona-Bologna by HS services is ranked:

- 3rd in the rail regulator scenario by applying the new access charges regime while 29th in the same scenario by applying the previous one;
- 34th (new regime) or 125th (previous regime) according to the Infrastructure Manager scenario;

Tabella 4 – Table 4

Migliori 40 OD classificate tramite DEA per ogni scenario (differenziate per servizio)
 Top-40 ODs ranked by the DEAs for each scenario (differentiated by service)

Rank	Scenario rail regulator				Scenario RFI (IM)				Scenario ROs			
	New regime		Old regime		New regime		Old regime		New regime		Old regime	
	DMU	ScorePeers	DMU	ScorePeers	DMU	ScorePeers	DMU	ScorePeers	DMU	ScorePeers	DMU	ScorePeers
1	Bologna C - Pesaro	1,000 195	Ancona - Parma	1,000 234	Milano R - Reggio E AV	1,000 361	Milano R - Reggio E AV	1,000388	Riccione - Rimini	1,000 361	Faenza-Forlì	1,000 379
2	Bologna C - Milano C	1,000 154	Bologna C - Milano C	1,000 214	Bologna C - Milano C	1,000 100	Bologna C - Milano C	1,00056	Lodi - Milano R	1,000 226	Bologna C - Milano C	1,000 376
3	Ancona - Bologna C	1,000 103	Bologna C - Milano R	1,000 80	Bologna C - Milano R	0,823 0	Bologna C - Milano R	0,7570	Bologna C - Milano C	1,000 179	Bologna C - Reggio E AV	1,000 11
4	Ancona - Parma	1,000 85	Ancona - Piacenza	1,000 75	Milano C - Reggio E AV	0,779 0	Bologna C - Reggio E AV	0,7530	Bologna C - Reggio E AV	1,000 144	Milano R - Reggio E AV	1,000 9
5	Bologna C - Rimini	1,000 64	Lodi - Milano R	1,000 43	Bologna C - Reggio E AV	0,729 0	Milano C - Reggio E AV	0,7330	Ancona - Falconara M	1,000 141	Cesena-Forlì	0,957 0
6	Modena - Parma	1,000 29	Pesaro - Piacenza	1,000 36	Milano PG - Reggio E AV	0,681 0	Lodi - Milano R	0,7140	Faenza-Forlì	1,000 63	Riccione - Rimini	0,948 0
7	Lodi - Milano R	1,000 12	Milano C - Rimini	1,000 35	Lodi - Milano R	0,665 0	Lodi - Milano R	0,7060	Milano R - Reggio E AV	1,000 17	Pesaro - Rimini	0,933 0
8	Milano R - Reggio E AV	1,000 10	Ancona - Faenza	1,000 15	Bologna C - Milano PG	0,639 0	Fidenza - Parma	0,5700	Cattolica S.G.G. - Riccione	0,995 0	Fano-Pesaro	0,900 0
9	Milano C - Rimini	1,000 9	Ancona - Forlì	1,000 4	Parma - Piacenza	0,545 0	Modena - Reggio E	0,5600	Fano - Pesaro	0,972 0	Milano C - Reggio E AV	0,871 0
10	Bologna C - Milano R	1,000 6	Milano R - Reggio E AV	1,000 1	Piacenza - Reggio E	0,484 0	Parma - Reggio E	0,5520	Fano - Pesaro	0,954 0	Cesena - Faenza	0,849 0
11	Modena - Reggio E	1,000 5	Ancona - Milano C	0,999 0	Modena - Piacenza	0,468 0	Milano PG - Reggio E AV	0,5410	Riccione - Rimini	0,927 0	Faenza-Forlì	0,847 0
12	Pesaro - Piacenza	1,000 5	Faenza - Piacenza	0,993 0	Reggio E AV - Rimini	0,465 0	Fidenza - Piacenza	0,5260	Faenza - Forlì	0,900 0	Bologna C - Milano R	0,835 0
13	Ancona - Cesena	1,000 0	Ancona - Cesena	0,990 0	Parma - Reggio E	0,463 0	Bologna C - Faenza	0,5100	Fidenza - Parma	0,889 0	Cesena - Forlì	0,816 0
14	Ancona - Faenza	1,000 0	Milano PG - Reggio E AV	0,987 0	Bologna C - Rimini	0,453 0	Bologna C - Milano PG	0,5090	Modena - Reggio E	0,885 0	Lodi - Milano R	0,815 0
15	Ancona - Forlì	1,000 0	Faenza - Milano C	0,983 0	Ancona - Reggio E AV	0,450 0	Parma - Piacenza	0,5050	Cesena - Forlì	0,846 0	Modena - Reggio E	0,808 0
16	Ancona - Milano C	1,000 0	Bologna C - Parma	0,979 0	Bologna C - Faenza	0,448 0	Modena - Reggio E	0,5030	Milano C - Reggio E AV	0,838 0	Cesena - Rimini	0,773 0
17	Ancona - Pesaro	1,000 0	Ancona - Rimini	0,976 0	Forlì - Reggio E AV	0,445 0	Fidenza - Parma	0,4740	Cesena - Forlì	0,833 0	Faenza - Rimini	0,760 0
18	Ancona - Rimini	1,000 0	Ancona - Reggio E	0,975 0	Modena - Parma	0,443 0	Lodi - Milano L	0,4680	Parma - Reggio E	0,830 0	Fano - Senigallia	0,741 0
19	Bologna C - Cesena	1,000 0	Cesena - Milano C	0,968 0	Modena - Reggio E	0,438 0	Parma - Reggio E	0,4660	Modena - Reggio E	0,819 0	Parma - Reggio E	0,736 0
20	Bologna C - Faenza	1,000 0	Bologna C - Milano PG	0,965 0	Ancona - Pesaro	0,435 0	Bologna C - Modena	0,4600	Lodi - Piacenza	0,802 0	Forlì - Rimini	0,735 0
21	Bologna C - Forlì	1,000 0	Milano C - Reggio E AV	0,963 0	Milano C - Rimini	0,432 0	Lodi - Milano C	0,4490	Faenza-Forlì	0,799 0	Ancona - Rimini	0,721 0
22	Cesena - Faenza	1,000 0	Pesaro - Reggio E AV	0,963 0	Forlì - Milano C	0,430 0	Lodi - Milano L	0,4480	Bologna C - Milano R	0,798 0	Forlì - Rimini	0,718 0
23	Cesena - Forlì	1,000 0	Forlì - Milano C	0,962 0	Bologna C - Piacenza	0,427 0	Bologna C - Faenza	0,4440	Cattolica S.G.G. - Pesaro	0,784 0	Pesaro - Riccione	0,714 0
24	Cesena - Pesaro	1,000 0	Ancona - Modena	0,961 0	Piacenza - Rimini	0,427 0	Lodi - Milano C	0,4290	Fidenza - Piacenza	0,773 0	Pesaro - Rimini	0,694 0
25	Cesena - Rimini	1,000 0	Piacenza - Rimini	0,959 0	Falconara M - Pesaro	0,423 0	Milano R - Piacenza	0,4280	Fano - Senigallia	0,770 0	Ancona - Senigallia	0,693 0
26	Faenza - Forlì	1,000 0	Faenza - Pesaro	0,957 0	Falconara M - Rimini	0,423 0	Bologna C - Modena	0,4250	Modena - Parma	0,770 0	Cesena - Faenza	0,685 0
27	Faenza - Pesaro	1,000 0	Milano C - Pesaro	0,955 0	Milano C - Parma	0,423 0	Parma - Reggio E	0,4230	Parma - Reggio E	0,745 0	Cesena - Rimini	0,684 0
28	Faenza - Rimini	1,000 0	Forlì - Piacenza	0,954 0	Pesaro - Reggio E AV	0,423 0	Modena - Parma	0,4210	Cesena - Faenza	0,735 0	Cesena - Faenza	0,678 0
29	Falconara M - Pesaro	1,000 0	Ancona - Bologna C	0,953 0	Ancona - Milano C	0,421 0	Fano - Pesaro	0,4200	Fidenza - Parma	0,720 0	Ancona - Pesaro	0,676 0
30	Falconara M - Rimini	1,000 0	Cesena - Piacenza	0,953 0	Bologna C - Forlì	0,421 0	Fano - Pesaro	0,4170	Cesena - Rimini	0,719 0	Fidenza - Parma	0,673 0

(segue... - follows...)

(continua tabella - continue table)

31	Forlì - Pesaro	1,000 0	Modena - Rimini	0,950 0	Faenza - Piacenza	0,420 0	Faenza-Forlì	0,4080	Cattolica S.G.G. - Rimini	0,692 0	Ancona-Fano	0,666 0
32	Forlì - Rimini	1,000 0	Parma-Pesaro	0,947 0	Milano C - Modena	0,420 0	Piacenza-Reggio E	0,4060	Pesaro - Senigallia	0,690 0	Cesena - Riccione	0,656 0
33	Parma - Reggio E	1,000 0	Parma-Rimini	0,945 0	Milano C - Reggio E	0,418 0	Modena-Reggio E	0,4040	Cesena-Forlì	0,687 0	Forlì-Pesaro	0,652 0
34	Pesaro-Rimini	1,000 0	Reggio E - Rimini	0,945 0	Ancona - Bologna C	0,417 0	Modena - Parma	0,4010	Ancona - Senigallia	0,683 0	Ancona-Bologna C	0,650 0
35	Faenza-Piacenza	0,999 0	Bologna C - Pesaro	0,939 0	Ancona - Piacenza	0,413 0	Bologna C - Forlì	0,3890	Fano-Senigallia	0,674 0	Pesaro-Senigallia	0,649 0
36	Ancona-Piacenza	0,998 0	Milano C - Modena	0,927 0	Forlì-Piacenza	0,413 0	Riccione - Rimini	0,3880	Forlì - Rimini	0,674 0	Cesena-Pesaro	0,641 0
37	Faenza-Milano C	0,998 0	Bologna C - Piacenza	0,925 0	Bologna C - Pesaro	0,411 0	Bologna C - Rimini	0,3870	Pesaro - Riccione	0,665 0	Faenza-Rimini	0,641 0
38	Ancona-Reggio E	0,997 0	Bologna C - Piacenza	0,921 0	Modena-Rimini	0,411 0	Milano C - Piacenza	0,3870	Parma - Piacenza	0,661 0	Faenza-Fano	0,630 0
39	Cesena-Milano C	0,997 0	Modena-Pesaro	0,920 0	Parma-Rimini	0,411 0	Cattolica S.G.G. - Riccione	0,3800	Faenza - Rimini	0,649 0	Ancona-Faenza	0,629 0
40	Forlì - Milano C	0,996 0	Cesena - Parma	0,919 0	Pesaro-Piacenza	0,410 0	Forlì-Reggio E AV	0,3790	Fidenza - Reggio E	0,624 0	Modena - Piacenza	0,627 0

Nota: I servizi AV sono indicati con un colore di sfondo verde, i servizi Intercity con un colore di sfondo giallo e i servizi regionali con un colore di sfondo rosa.

Notes: HS services are indicated with a green background colour, Intercity services with a yellow background colour and Regional services with a pink background colour.

Confrontando, infatti, le relazioni AV Milano-Bologna e Bologna-Ancona, nonostante una lunghezza simile (circa 200 km), la prima presenta prezzi dei biglietti standard più elevati, un numero più elevato di servizi pianificati (entrambi i fattori sono legati a un buon livello di domanda), tempi di viaggio più brevi e costi di accesso leggermente inferiori; la seconda è caratterizzata, invece, da prezzi e livelli di servizio più bassi (anche come conseguenza della minore domanda influenzata dalla struttura urbana dispersa della costa adriatica, come suggerito da [3]) e da infrastrutture meno performanti. Lungo questo secondo corridoio, inoltre, le ultime due colonne della Tabella 4 indicano migliori efficienze per connessioni AV brevi, ad es. tra Forlì e Faenza (principalmente a causa del più alto valore relativo dei prezzi dei biglietti), ma naturalmente questi risultati perdono rilevanza se analizzati congiuntamente alla limitata domanda da/per queste destinazioni e all'efficienza complessiva dell'intero corridoio.

Per analizzare ulteriormente la competizione AV lungo le linee Milano-Bologna e Bologna-Ancona e i servizi AV su questi due corridoi, è stato sviluppato un secondo esercizio applicando la DEA per ottenere una classifica di efficienza dei 78 possibili collegamenti AV su questi 2 corridoi dal punto di vista di una IF. I risultati riportati nella Tabella 5 mostrano che, con l'applicazione del nuovo canone, le relazioni AV lungo il corridoio Milano-Bologna, risultano più efficienti rispetto alle connessioni lungo la linea Bologna-Ancona, come evidenziato anche nell'ultima colonna, che riporta la variazione nella classifica DEA (applicando il vecchio o il nuovo schema di calcolo dei diritti di accesso) per ciascuno di essi.

– 107th (new regime) or 34th (previous regime) from the Rail Operators' point of view.

The above Table. 4 show that such HS services offered for the Ancona-Bologna connection are less profitable for rail operators than many others along the selected corridors, even if at system level (Rail Regulator) they are placed much better in the efficiency ranking.

Indeed, by comparing the HS relations Milan-Bologna and Bologna-Ancona, despite a similar length (around 200 km), the first presents higher standard tickets prices, higher number of planned services (both factors are linked to a good demand level), shorter travel times and slightly smaller access charges; the latter is characterized, instead, by lower prices and levels of service (also as a consequence of the lower demand influenced by the scattered urban structure of the Adriatic coast, as suggested by [3]) and by less performing infrastructure. On this corridor, moreover, the last two columns of Table 4 indicate better efficiencies for really short HS connections, e.g. between Forlì and Faenza (mainly due to the higher relative value of the tickets prices), but of course these results lose relevance when analysed jointly with the limited demand from/to these destinations and with the overall efficiency of the entire corridor.

Trying to further focus on the HS competition on the lines Milano-Bologna and Bologna-Ancona and to analyse the HS services on these two corridors, we have carried out a second exercise applying the DEA in order to rank the efficiency of the 78 possible HS connections on these 2 lines from the point of view of a rail undertaking. The results reported in Table 5 show that with the application of the new access regime the HS relations along the corridor Milano-

Tabella 5 – Table 5

Classifica di efficienza tramite DEA delle relazioni AV sui corridoi Milano-Bologna e Bologna-Ancona dal punto di vista di una IF (sulla base dei prezzi e orari 2016)

Ranking by DEA of the HS relations on the corridors Milano-Bologna and Bologna-Ancona from the point of view of a rail undertaking (based on tickets prices and timetable for 2016)

	Old charge Scheme					New charge Scheme					ΔRank
	Crste	Peers	Line section	km	Rank	crste	Peers	Line section	km	Rank	
1	1	22	35 FAENZA-FORLI	16	1	1	13	35 FAENZA-FORLI	16	1	0
2	1	14	16 BOLOGNA CENTRALE-MILANO CENTRALE	219	2	1	11	61 MILANO ROGOREDO-REGGIO EMILIA AV	158	2	1
3	1	2	61 MILANO ROGOREDO-REGGIO EMILIA AV	158	3	1	3	16 BOLOGNA CENTRALE-MILANO CENTRALE	219	3	-1
4	1	0	24 BOLOGNA CENTRALE-REGGIO EMILIA AV	63	4	1	0	24 BOLOGNA CENTRALE-REGGIO EMILIA AV	63	4	0
5	0,957	0	27 CESENA-FORLI	18	5	0,893	0	27 CESENA-FORLI	18	5	0
6	0,933	1	74 PESARO-RIMINI	34	6	0,838	0	58 MILANO CENTRALE-REGGIO EMILIA AV	158	6	1
7	0,871	0	58 MILANO CENTRALE-REGGIO EMILIA AV	158	7	0,819	0	65 MODENA-REGGIO EMILIA	25	7	3
8	0,849	0	26 CESENA-FAENZA	34	8	0,798	0	18 BOLOGNA CENTRALE-MILANO ROGOREDO	221	8	1
9	0,835	57	18 BOLOGNA CENTRALE-MILANO ROGOREDO	221	9	0,745	0	69 PARMA-REGGIO EMILIA	29	9	3
10	0,808	0	65 MODENA-REGGIO EMILIA	25	10	0,683	1	74 PESARO-RIMINI	34	10	-4
11	0,773	0	34 CESENA-RIMINI	29	11	0,617	0	19 BOLOGNA CENTRALE-MODENA	37	11	21
12	0,736	0	69 PARMA-REGGIO EMILIA	29	12	0,59	0	34 CESENA-RIMINI	29	12	-1
13	0,735	0	52 FORLI-RIMINI	47	13	0,579	0	26 CESENA-FAENZA	34	13	-5
14	0,721	0	12 ANCONA-RIMINI	93	14	0,565	0	17 BOLOGNA CENTRALE-MILANO PORTA GARIBALDI	221	14	13
15	0,652	0	48 FORLI-PESARO	80	15	0,558	0	60 MILANO PORTA GARIBALDI-REGGIO EMILIA AV	158	15	19
16	0,65	0	1 ANCONA-BOLOGNA CENTRALE	204	16	0,534	0	68 PARMA-PIACENZA	58	16	22
17	0,641	0	31 CESENA-PESARO	62	17	0,51	0	62 MODENA-PARMA	53	17	25
18	0,641	0	42 FAENZA-RIMINI	62	18	0,482	18	14 BOLOGNA CENTRALE-FAENZA	50	18	37
19	0,629	11	3 ANCONA-FAENZA	155	19	0,482	0	52 FORLI-RIMINI	47	19	-6
20	0,617	0	8 ANCONA-PESARO	60	20	0,475	0	8 ANCONA-PESARO	60	20	0
21	0,61	35	4 ANCONA-FORLI	140	21	0,463	0	43 FALCONARA MARITTIMA-PESARO	51	21	16
22	0,602	32	73 PESARO-REGGIO EMILIA AV	208	22	0,449	67	25 BOLOGNA CENTRALE-RIMINI	112	22	22
23	0,596	30	9 ANCONA-PIACENZA	351	23	0,445	0	23 BOLOGNA CENTRALE-REGGIO EMILIA	62	23	31
24	0,593	0	2 ANCONA-CESENA	122	24	0,426	0	12 ANCONA-RIMINI	93	24	-10
25	0,589	0	70 PARMA-RIMINI	202	25	0,424	0	56 MILANO CENTRALE-PIACENZA	72	25	45
26	0,574	0	67 PARMA-PESARO	235	26	0,422	0	75 PIACENZA-REGGIO EMILIA	86	26	31
27	0,571	0	17 BOLOGNA CENTRALE-MILANO PORTA GARIBALDI	221	27	0,42	0	64 MODENA-PIACENZA	110	27	21
28	0,565	0	6 ANCONA-MODENA	241	28	0,412	0	1 ANCONA-BOLOGNA CENTRALE	204	28	-12
29	0,565	0	21 BOLOGNA CENTRALE-PESARO	145	29	0,41	0	15 BOLOGNA CENTRALE-FORLI	65	29	35
30	0,564	0	10 ANCONA-REGGIO EMILIA	266	30	0,385	0	20 BOLOGNA CENTRALE-PARMA	90	30	26
31	0,562	0	71 PESARO-PIACENZA	292	31	0,385	0	54 MILANO CENTRALE-PARMA	129	31	18
32	0,561	0	19 BOLOGNA CENTRALE-MODENA	37	32	0,384	0	51 FORLI-REGGIO EMILIA AV	128	32	44
33	0,56	0	7 ANCONA-PARMA	294	33	0,378	0	21 BOLOGNA CENTRALE-PESARO	145	33	-4
34	0,559	0	60 MILANO PORTA GARIBALDI-REGGIO EMILIA AV	158	34	0,378	0	73 PESARO-REGGIO EMILIA AV	208	34	-12
35	0,557	0	39 FAENZA-PESARO	96	35	0,378	0	77 REGGIO EMILIA AV-RIMINI	175	35	37
36	0,556	0	72 PESARO-REGGIO EMILIA	207	36	0,368	0	11 ANCONA-REGGIO EMILIA AV	267	36	24
37	0,555	0	43 FALCONARA MARITTIMA-PESARO	51	37	0,362	0	57 MILANO CENTRALE-REGGIO EMILIA	157	37	13
38	0,553	0	68 PARMA-PIACENZA	58	38	0,358	0	31 CESENA-PESARO	62	38	-21
39	0,539	0	55 MILANO CENTRALE-PESARO	364	39	0,358	0	42 FAENZA-RIMINI	62	39	-21
40	0,535	0	5 ANCONA-MILANO CENTRALE	423	40	0,357	0	22 BOLOGNA CENTRALE-PIACENZA	147	40	5
41	0,533	0	78 REGGIO EMILIA-RIMINI	174	41	0,354	0	70 PARMA-RIMINI	202	41	-16
42	0,531	0	62 MODENA-PARMA	53	42	0,348	0	72 PESARO-REGGIO EMILIA	207	42	-6
43	0,522	0	63 MODENA-PESARO	182	43	0,345	0	48 FORLI-PESARO	80	43	-28
44	0,518	0	25 BOLOGNA CENTRALE-RIMINI	112	44	0,344	0	44 FALCONARA MARITTIMA-RIMINI	85	44	18
45	0,517	0	22 BOLOGNA CENTRALE-PIACENZA	147	45	0,342	0	53 MILANO CENTRALE-MODENA	182	45	7
46	0,509	0	59 MILANO CENTRALE-RIMINI	331	46	0,339	0	63 MODENA-PESARO	182	46	-3
47	0,506	0	66 MODENA-RIMINI	149	47	0,336	0	46 FORLI-MODENA	102	47	11
48	0,503	0	64 MODENA-PIACENZA	110	48	0,336	0	67 PARMA-PESARO	235	48	-22
49	0,499	0	54 MILANO CENTRALE-PARMA	129	49	0,336	0	76 PIACENZA-RIMINI	259	49	12
50	0,498	0	57 MILANO CENTRALE-REGGIO EMILIA	157	50	0,336	0	78 REGGIO EMILIA-RIMINI	174	50	-9
51	0,492	0	32 CESENA-PIACENZA	230	51	0,335	0	66 MODENA-RIMINI	149	51	-4
52	0,488	0	53 MILANO CENTRALE-MODENA	182	52	0,333	0	55 MILANO CENTRALE-PESARO	364	52	-13
53	0,486	0	49 FORLI-PIACENZA	212	53	0,333	0	59 MILANO CENTRALE-RIMINI	331	53	-7
54	0,485	0	23 BOLOGNA CENTRALE-REGGIO EMILIA	62	54	0,332	0	5 ANCONA-MILANO CENTRALE	423	54	-14
55	0,482	0	14 BOLOGNA CENTRALE-FAENZA	50	55	0,33	0	6 ANCONA-MODENA	241	55	-27
56	0,481	0	20 BOLOGNA CENTRALE-PARMA	90	56	0,325	0	9 ANCONA-PIACENZA	351	56	-33
57	0,471	0	75 PIACENZA-REGGIO EMILIA	86	57	0,325	0	13 BOLOGNA CENTRALE-CESENA	83	57	8
58	0,47	0	46 FORLI-MODENA	102	58	0,324	0	10 ANCONA-REGGIO EMILIA	266	58	-28
59	0,468	0	47 FORLI-PARMA	155	59	0,318	0	71 PESARO-PIACENZA	292	59	-28

(segue... - follows...)

(continua tabella - continue table)

60	0,467	0	11	ANCONA-REGGIO EMILIA AV	267	60	0,316	0	7	ANCONA-PARMA	294	60	↓	-27
61	0,461	0	76	PIACENZA-RIMINI	259	61	0,312	0	41	FAENZA-REGGIO EMILIA	112	61	↑	5
62	0,454	0	44	FALCONARA MARITTIMA-RIMINI	85	62	0,301	0	37	FAENZA-MODENA	87	62	↑	16
63	0,452	0	50	FORLI-REGGIO EMILIA	127	63	0,298	0	50	FORLI-REGGIO EMILIA	127	63	→	0
64	0,449	0	15	BOLOGNA CENTRALE-FORLI	65	64	0,297	0	47	FORLI-PARMA	155	64	↓	-5
65	0,447	0	13	BOLOGNA CENTRALE-CESENA	83	65	0,296	0	4	ANCONA-FORLI	140	65	↓	-44
66	0,447	0	41	FAENZA-REGGIO EMILIA	112	66	0,293	0	3	ANCONA-FAENZA	155	66	↓	-47
67	0,443	0	38	FAENZA-PARMA	140	67	0,293	0	45	FORLI-MILANO CENTRALE	285	67	↑	6
68	0,44	0	40	FAENZA-PIACENZA	197	68	0,288	0	29	CESENA-MODENA	120	68	↑	3
69	0,434	0	30	CESENA-PARMA	173	69	0,287	0	2	ANCONA-CESENA	122	69	↓	-45
70	0,433	0	56	MILANO CENTRALE-PIACENZA	72	70	0,285	0	49	FORLI-PIACENZA	212	70	↓	-17
71	0,429	0	29	CESENA-MODENA	120	71	0,282	0	38	FAENZA-PARMA	140	71	↓	-4
72	0,429	0	77	REGGIO EMILIA AV-RIMINI	175	72	0,282	0	39	FAENZA-PESARO	96	72	↓	-37
73	0,428	0	45	FORLI-MILANO CENTRALE	285	73	0,279	0	32	CESENA-PIACENZA	230	73	↓	-22
74	0,427	0	28	CESENA-MILANO CENTRALE	302	74	0,265	0	33	CESENA-REGGIO EMILIA	145	74	↑	1
75	0,418	0	33	CESENA-REGGIO EMILIA	145	75	0,265	0	40	FAENZA-PIACENZA	197	75	↓	-7
76	0,413	0	51	FORLI-REGGIO EMILIA AV	128	76	0,264	0	30	CESENA-PARMA	173	76	↓	-7
77	0,408	0	36	FAENZA-MILANO CENTRALE	269	77	0,254	0	28	CESENA-MILANO CENTRALE	302	77	↓	-3
78	0,39	0	37	FAENZA-MODENA	87	78	0,254	0	36	FAENZA-MILANO CENTRALE	269	78	↓	-1

Nota: I servizi AV sulla tratta Milano-Bologna sono indicati con un colore di sfondo blu e i servizi AV sulla tratta Bologna-Ancona con uno sfondo rosa. La scala di grigio è indicativa della lunghezza della tratta, mentre i colori e le frecce nell'ultima colonna indicano la variazione nella posizione in classifica.

Notes: The HS services on the Milan-Bologna route are indicated with a blue background color and the HS services between Bologna and Ancona with a pink background. The gray scale is indicative of the sections' length, while the colors and arrows in the last column indicate the variation in the ranking.

4. Conclusioni

Questo articolo analizza la delicata questione dei canoni per l'utilizzo dell'infrastruttura ferroviaria, descrivendo e confrontando lo schema di tariffazione in vigore in Italia prima del luglio 2016 con quello recentemente adottato.

Per presentare un caso di studio reale, l'applicazione si concentra su due corridoi ferroviari principali (ovvero Milano-Bologna e Bologna-Ancona).

I risultati mostrano che, conformemente ai criteri di cui alla decisione ART 96/2015 e coerentemente con una migliore segmentazione del mercato, esistono chiare differenze tra i due schemi di tariffazione. In particolare, il nuovo regime mostra un migliore orientamento al pieno recupero dei costi pertinenti e rilevanti del GI, compresi quelli concernenti il deprezzamento e il rendimento dei capitali investiti. Inoltre, presenta una maggiore attenzione alla capacità di pagare dei diversi segmenti di mercato.

I valori medi del canone unitario sono chiaramente più elevati per i servizi AV e IC mentre risultano inferiori per i servizi merci e agevolati (ad esempio treni regionali e servizi notturni di lunga distanza).

Interessanti spunti di riflessione vengono forniti applicando la DEA per ottenere una classifica dell'efficienza delle OD considerate (differenziate per servizio) dai diversi punti di vista di GI, IF o regolatore ferroviario.

In generale, i risultati mostrano variabilità nella classifica di efficienza delle relazioni OD tra i diversi punti di vista e con i diversi canoni di accesso. In particolare, in base a come gli scenari sono stati impostati (e quindi alla scelta delle variabili riportate in Tabella 3), i servizi AV rispondo-

Bologna are better ranked than the connections along the line Bologna-Ancona, as highlighted also in the last column of the Table 5, reporting the variation in the DEA ranking (applying the old or the new access scheme) for each of them.

4. Conclusions

This article analyses the sensitive issue of the infrastructure usage charges, by describing and comparing the Italian scheme in force before July 2016 with the recently adopted one.

In order to carry out a real case study, the empirical application focuses on two main rail corridors (i.e. Milan-Bologna and Bologna-Ancona).

The results show that, in accordance with the criteria established by the Decision ART 96/2015 and coherently with a better market segmentation, there are clear differences between the two infrastructure usage schemes. In particular, the new access charge regime shows a better orientation to the full recovery of the relevant and efficient costs of the IM, including those related to the depreciation and return of invested capitals. Moreover, it implies a deeper consideration of the ability to pay of the different market segments. The average unit charge values are clearly higher for HS and IC services, while they result lower for the freight and subsidized services (e.g. regional trains and long distance services during the night).

We provide further insights by applying DEAs with the aim of ranking the efficiency of the considered ODs (differentiated by service) from the points of view of the IM, ROs or Rail Regulator.

In general, the outcomes show variability in ranking the OD relations across points of view and access charge

no meglio alle esigenze di GI o del regolatore ferroviario; con il nuovo schema tariffario, collegamenti brevi da parte dei treni regionali sembrerebbero invece più efficienti dal punto di vista delle imprese ferroviarie.

Il caso di studio proposto permette di fornire anche un'ulteriore analisi dell'utilità della metodologia nell'indagare segmenti OD (efficienti e non) per ogni parte/operatore interessato. Per quanto riguarda, ad esempio, il corridoio Bologna-Ancona, i risultati mostrano che la connessione AV lungo questo corridoio appare meno efficiente di quella lungo la tratta Milano-Bologna. Questo tipo di risultato può essere rilevante per le autorità di regolazione dei trasporti e, in generale, per tutte le parti interessate, al fine di promuovere e garantire un adeguato grado di concorrenza nel mercato, verificando gli impatti *ex-ante* e *ex-post* dell'impatto regolatorio.

Future ricerche potrebbero migliorare taluni aspetti metodologici. In particolare, il caso di studio potrebbe essere esteso all'intera rete ferroviaria nazionale, ai servizi di trasporto merci e alle tariffe passeggeri di prima classe. Dati e/o considerazioni su livelli di domanda e possibilmente su fattori di carico per treno (o medi per linea) renderebbe l'analisi e i suoi risultati più accurati. Sarebbe utile altresì considerare l'impatto degli abbonamenti mensili e annuali in relazione ai servizi offerti con treni regionali; i pendolari giornalieri possono rappresentare un'alta percentuale di passeggeri su questi treni, riducendo notevolmente il costo medio dei biglietti per km.

Infine, da un punto di vista metodologico, oltre all'applicazione anche dell'Analisi di Frontiera Stocastica (applicata dall'ART al mercato delle autostrade - cfr. Decisioni 45/2005 e 1/2016), la DEA, come proposta, potrebbe essere modificata ad esempio come segue:

- includendo parametri aggiuntivi come input e output;
- stimando i punteggi di efficienza tecnica corretti come proposto da [31];
- aggiungendo ulteriori scenari per rappresentare il punto di vista di altre parti interessate, come gli utenti o l'Autorità garante della concorrenza;
- considerando le economie di scala nel classificare le copie OD.

schemes. In particular, we found that, based on how we set the scenarios (i.e. according to the variables reported in Table 3), HS services better respond to the needs of IM or Rail Regulator while, especially with the new charges scheme, the considered ROs perspective ranks better short connections by regional trains.

The proposed case study provides also a deeper empirical evidence of the usefulness of the methodology aimed at investigating (un)efficient OD segments for each Rail Stakeholder. For instance, regarding the Bologna – Ancona corridor, the analysis shows that the HS connection along this corridor appears less efficient than the HS connection along the Milano-Bologna route. Such kind of results may be of some interest to the Transport Regulators, and in general railway stakeholders, in promoting and guaranteeing a proper degree of competition in the market, verifying the ex-ante and the ex-post impacts of the access regulation at OD level and per stakeholder.

Future researches could further refine the empirical part of the analysis. In particular, the case study could be extended to include the whole rail national network, the freight services and/or the first class passenger fares. Data and/or considerations on demand levels and possibly on load factors per train (or average per line) would improve the analysis and its results. It would be worth also to consider the impact (percentage) of the monthly and yearly tickets on the regional trains; daily commuters may represent a high percentage of passengers on these trains, thus reducing notably the average ticket prices per km.

Finally, from a methodological point of view, beside the application also of the Stochastic Frontier Analysis (as applied by the Italian Transport Regulation Authority to the motorways market – see Decisions 45/2005 and 1/2016), the proposed DEA could be modified for instance as follow:

- including additional parameters as inputs and outputs;
- estimating bias-corrected technical efficiency scores as proposed by [31];
- adding further scenarios to represent the point of view of other stakeholders, such as the users or the Italian Competition Authority;
- considering economics of scale in ranking the OD couples.

BIBLIOGRAFIA - REFERENCES

- [1] BARNUM D.T., MCNEIL S., HART J., 2007, "Comparing the Efficiency of Public Transportation Subunits Using Data Envelopment Analysis", *Journal of Public Transportation*, Vol. 10, No. 2 33 (Part 1), pp 9-42.
- [2] BENACCHIO M., 2008, "Consolidation in the air transport sector and antitrust enforcement in Europe", *European Journal of Transport and Infrastructure Research*, 8, 2, pp. 91-116.
- [3] BERIA P., REDONDI R., & MALIGHETTI P., 2016, "The effect of open access competition on average rail prices". *The case of Milan-Ancona*, *Journal of Rail Transport Planning & Management*, 6(3), 271-283.
- [4] CALVO F., DE OÑA J., 2012, "Are rail charges connected to costs?", *Journal of Transport Geography*, vol. 22, pp 28-33.
- [5] CANTOS P., PASTOR J.M., SERRANO L. (2013), "Evaluating European railway deregulation using different approaches", *Transport Policy*, Volume 24, 67-72.

- [6] CIUFFINI F., RICCI S., SITONGIA G.R. (2012), "Track access charge algorithms in EU railways: a dynamic benchmarking", 2nd International Conference on Road and Rail Infrastructure CETRA, Dubrovnik.
- [7] Coelli T.J., Rao D.S.P., O'Donnell C.J., Battese G.E., 2005, "An introduction to efficiency and productivity analysis", 2nd edn. Springer, New York.
- [8] European Commission 2014, *Report from the Commission to the Council and the European Parliament - Fourth report on monitoring development of the rail market*, Brussels, 13 June 2014.
- [9] European Union 2012, *Directive 2012/34/EU of the European Parliament and of the Council of 21 November 2012 establishing a single European railway area (recast)*.
- [10] European Union 2015, *Commission Implementing Regulation (EU) 2015/909 on the modalities for the calculation of the cost that is directly incurred as a result of operating the train service*.
- [11] GONG B.H., & SICKLES R.C., 1992, "Finite sample evidence on the performance of stochastic frontiers and data envelopment analysis using panel data", *Journal of Econometrics*, vol. 51(1-2), pp 259-284.
- [12] GROWITSCH C., & WETZEL H. (2009), "Testing for Economies of Scope in European Railways: An Efficiency Analysis", *Journal of Transport Economics and Policy*, 43(1), 1-24.
- [13] IRG-Rail, 2015, "Review of charging practices in Europe", available at <http://www.irk-rail.eu/public-documents/2015/>.
- [14] Italian Transport Regulation Authority (ART) 2015, *Delibera n. 96, 2015 – Criteri per la determinazione dei canoni di accesso e utilizzo dell'infrastruttura ferroviaria*, (Decision 96/2015 – Criteria for the determination of the charges for the access and the use of the railway infrastructure)
- [15] Italian Transport Regulation Authority (ART) 2016, *Report of the Presentation of the results of the access charges measures given by the President of the Italian Transport Regulation Authority to the Senate*, <http://www.autorita-trasporti.it/wp-content/uploads/2013/11/Documento-di-audizione-26-ott-2016.pdf>
- [16] Italian Transport and Infrastructure Minister, 2000. *DM 43T/200 - Determinazione dei criteri del canone di utilizzo dell'infrastruttura ferroviaria*, (Ministerial Decree MD43T/2000 - Criteria for the determination of the charges for the usage of the rail infrastructure).
- [17] LAURINO A., RAMELLA, F. & BERIA, P. (2015), "The economic regulation of railway networks: A worldwide survey", *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 77, 202-212.
- [18] LOZANO S, GUTIÉRREZ E, SALMERÓN J.L., 2009, "Network DEA models in transportation. Application to airports", German Aviation Research Society Seminar on Airport Benchmarking, Berlin, 20-21 November 2009.
- [19] LUPI M. & DANESI A., "An application of Data Envelopment Analysis (DEA) to evaluate technical and scale efficiency of Italian Airport", *Methods and Models for Planning the Development of Regional Airport Systems*, Franco Angeli, 2008, 86-97.
- [20] MARCUCCI E., (2002), "The process of railway de-verticalisation in Italy: state of the art and possible evolutions", *Trasporti Europei*, Special Issue, n° 20/21, pp. 25-33, ISSN: 1129-5627.
- [21] NASH C.A. (2005), "Rail infrastructure charges in Europe", *Journal of Transport Economics and Policy*, 39 (3), pp. 259-278.
- [22] NIKOLOVA C. (2008), "User charges for the railway infrastructure in Bulgaria", *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 42(3), 487-502.
- [23] OECD-ITF, 2008, *Charges for the Use Rail Infrastructure of 2008*, Organisation for Economic Cooperation and Development, International Transport Forum, Paris.
- [24] OECD-JRC, 2008, *Handbook on constructing composite indicators: methodology and user guide*. Organisation for Economic Cooperation and Development, Paris.
- [25] Rete Ferroviaria Italiana – RFI, 2016, *Prospetto Informativo Rete 2018* (Network Statement), available at: http://www.rfi.it/cms-file/allegati/rfi_2014/PIR_2018_Bozza_finale.pdf
- [26] ROTOLI F., CAWOOD E.N., CHRISTIDIS P., 2015, "A Data Envelopment Analysis approach for accessibility measures: Simulating operational enhancement scenarios for railway across Europe", *European Transport Research Review*, vol. 7(2), pp 1-18.
- [27] ROTOLI F., VALERI E., RICCI S., RIZZETTO L., MALAVASI G. (2018), "An analysis of the railway access charges regime in the Italian context", *Transport Policy*, May 2018, Vol. 64, pp. 20-28.

- [28] SANCHEZ-BORRAS M., NASH C., ABRANTES P., & LOPEZ-PITA A. (2010), "Rail access charges and the competitiveness of high speed trains", *Transport Policy*, 17(2), 102-109.
- [29] SCHAAR D., 2010, "A method for stakeholder-based comparative benchmarking of airports", Dissertation submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy at George Mason University.
- [30] SENA V., 2003, "The frontier approach to the measurement of productivity and technical efficiency", *Economic Issues*, vol. 8.2, pp 71-98.
- [31] SIMAR L., WILSON P.W., 1998, "Sensitivity analysis of efficiency scores: how to bootstrap in nonparametric frontier models", *Management Science*, Vol.44, pp.49-61.
- [32] TALEBIAN M., SAVELSBERGH M., & MOFFIET C. (2016), "A new rail access charging policy: Hunter Valley coal chain case study", *Transport Policy*, 46, 101-108.
- [33] Trenitalia, 2016, *Condizioni Generali di Trasporto* (Service's Conditions for 2016), <http://www.trenitalia.com/tcom/Informazioni/Condizioni-Generali-di-trasporto/Condizioni-Generali-di-trasporto>
- [34] UIC, 2015, *Track access charges in EU. Railway Costing & Pricing*, Paris.
- [35] VALERI E., (2011), "Analysis of the evolution of the Italian Antitrust discipline: comparing air and rail transport markets", in "Performance and Governance in Railway markets", (21 May 2011), Conference, 2nd European Rail Transport Regulation Forum, jointly organized by European University Institute, EPFL and Florence School of Regulation, Florence.
- [36] VALERI E., (2013), "Air and rail transport in the Rome-Milan corridor: competition policy implications based on a discrete choice analysis", DEAMS, University of Trieste, PhD thesis, available at: <https://www.openstarts.units.it/dspace/handle/10077/9507>.
- [37] YU M.M., LIN E.T.J., 2008, "Efficiency and effectiveness in railway performance using a multi-activity network DEA model", *Omega – The International Journal of Management Science*, N. 36, 1005-1017.

IL SEGNALEMENTO DI MANOVRA NELLA IMPIANTISTICA FS STANDARD FUNZIONALI E APPLICAZIONE CONVENZIONALE

Con questo volume il CIFI intende colmare la lacuna relativa alla mancanza nella letteratura di testi sul segnalamento di manovra, spesso considerato complementare al segnalamento "alto" pur non essendo meno importante.

Questo primo volume sugli apparati convenzionali, insieme al secondo in preparazione sugli apparati statici, è indirizzato ai progettisti del segnalamento e ai cultori di impianti ferroviari che vi troveranno una completa "biblioteca" storica e tecnica in materia, per il numero e l'eshaustività degli argomenti trattati.

Contenuti del libro: standard del segnalamento di manovra; la logica circuitale; piani schematici di riferimento; tabelle delle condizioni; circuiti elettrici; condizioni operative.

296 pagine in formato A4, ricco di schemi e circuiti. Prezzo di copertina € 30,00. Per sconti, spese di spedizione e modalità di acquisto consultare la pagina "Elenco di tutte le pubblicazioni CIFI" sempre presente nella Rivista.



RELE' SERIE FERROVIA



CONFORMI

EN61810-1 | EN61810-3 | EN61810-7
EN60077 | EN50155 | EN61373 | EN45545-2



I relè con contatti a guida forzata sono utilizzati nei circuiti di sicurezza.

Un contatto NO non potrà mai assumere lo stesso stato di un contatto NC.

contatti a

GUIDA FORZATA

per applicazioni di sicurezza



CONFORMI

EN61810-3 Tipo A

Tel. 039 2457545 | info@amra-chauvin-arnoux.it | www.amra-chauvin-arnoux.it

CONDIZIONI DI ASSOCIAZIONE AL CIFI QUOTE SOCIALI ANNO 2019

- Soci Ordinari e Aggregati (con entrambe le riviste periodiche da scegliere tra cartaceo e online)	€/anno	85,00
- Soci Ordinari e Aggregati under 35 (con entrambe le riviste periodiche da scegliere tra cartaceo e online)	€/anno	60,00
- Soci Junior (che hanno già maturato 3 anni di iscrizione e under 28 , con entrambe le riviste periodiche solo online)	€/anno	25,00
- Nuovi Associati (under 35, per i primi 3 anni "considerati in modo retroattivo", con entrambe le riviste periodiche solo online)	€/anno	00,00
- Soci Collettivi (con entrambe le riviste periodiche: IF una copia online più una copia cartacea – TP una copia cartacea)	€/anno	600,00

Tutti i Soci hanno diritto ad avere uno sconto del 20% sulle pubblicazioni editte dal CIFI, ad usufruire di eventuali convenzioni con Enti esterni ed a partecipare alle varie manifestazioni (convegni, conferenze, corsi) organizzati dal Collegio.

Il modulo di associazione è disponibile sul sito internet www.cifi.it alla voce "ASSOCIARSI" e l'iscrizione decorre dopo il versamento della quota tramite:

- c.c.p. 31569007 intestato al CIFI – Via Giolitti, 48 – 00185 Roma;
- bonifico bancario sul c/c n. 000101180047 – Unicredit Roma, Ag. Roma Orlando – Via Vittorio Emanuele Orlando, 70 – 00185 Roma - IBAN IT29 U 02008 05203 000101180047 - BIC: UNCRITM 1704;
- pagamento online, collegandosi al sito www.cifi.it;
- in contanti o tramite Carta Bancomat.

Per il personale FSI, RFI, TRENITALIA, FERSERVIZI e ITALFERR è possibile versare la quota annuale, con trattenuta a ruolo compilando il modulo per la delega disponibile sul sito.

Le associazioni, se non disdette, vengono rinnovate d'ufficio; le disdette debbono pervenire entro il 30 settembre di ciascun anno.

Le associazioni devono essere rinnovate entro il 31 dicembre.

Per ulteriori informazioni: Segreteria Generale – tel. 06/4882129 – FS 26825 – E mail: areasoci@cifi.it