

Gruppo di Lavoro sulla valutazione dei progetti

***Analisi costi-benefici della nuova linea AV/AC Milano – Venezia
Tratta Brescia-Padova***

Rapporto finale

Gruppo di lavoro:

Marco Ponti

Paolo Beria

Alfredo Drufuca

Riccardo Parolin

Francesco Ramella

Roma, Marzo 2019

Sommario

1.	Introduzione.....	5
2.	Sintesi delle stime di RFI	6
2.1	Le stime di offerta e di domanda	6
2.1.1	Servizi passeggeri	6
2.1.2	Servizi merci	6
2.2	Coerenza nella documentazione	7
2.3	Metodologia dell'analisi costi-benefici di RFI.....	7
2.3.1	Analisi delle alternative.....	7
2.3.3	Variazione del surplus del produttore	8
2.4	Risultati analisi costi-benefici di RFI	8
3.	Stime sull'offerta e la domanda di servizi.....	9
3.1	Stima delle distanze medie e dei load factor	9
3.1.1	Distanze medie dei passeggeri dei servizi di lunga percorrenza	9
3.1.2	Distanze medie passeggeri regionali.....	10
3.1.3	Distanze medie treni merci	10
3.1.4	Load Factor passeggeri.....	11
3.1.5	Load Factor merci.....	11
3.2	Servizi passeggeri	12
3.2.1	Domanda servizi di lunga percorrenza	12
3.2.2	Domanda servizi regionali.....	13
3.3	Servizi merci	13
3.3.1	Scenario 1.....	14
3.3.2	Scenario 2.....	15
4.	Metodologia dell'Analisi Costi-Benefici	17
4.1	Variazione del Surplus del consumatore.....	18
4.1.1	Modo ferroviario.....	19
4.1.2	Riduzione della congestione stradale	20
4.2	Variazione dei costi non percepiti.....	25
4.3	Variazione del Surplus del produttore	25
4.3.1	Gestore ferroviario.....	25
4.3.2	Gestori dei servizi ferroviari	25
4.3.3	Gestori autostradali e Stato	25

4.4	Benefici ambientali e di sicurezza	26
4.5	Costi di investimento.....	26
5.	Parametri adottati.....	27
5.1	Coefficiente di conversione del lavoro.....	27
5.2	Costo Marginale dei Fondi Pubblici (CMFP).....	27
5.3	Valore del tempo passeggeri.....	27
5.4	Costi non percepiti	28
5.5	Costo di consumo dell'infrastruttura stradale.....	28
5.6	Pedaggi autostradali.....	28
5.7	Carico medio per veicolo pesante.....	28
5.8	Passeggeri medi per auto	28
5.9	Accise sui carburanti.....	29
5.10	Costi esterni	29
5.11	Saggio sociale di sconto	30
6.	Stime dei costi e dei benefici	31
6.1	Variazione del surplus del consumatore	31
6.1.1	Benefici per i passeggeri ferroviari	31
6.1.2	Riduzione dei costi da congestione ferroviaria per i passeggeri	33
6.1.3	Benefici del trasporto merci	35
6.1.4	Riduzione dei costi da congestione ferroviaria per le merci	37
6.1.5	Benefici da riduzione della congestione stradale	39
6.2	Costi non percepiti	41
6.3	Surplus del produttore e impatti fiscali.....	41
6.3.1	Gestori dell'infrastruttura e dei servizi ferroviari	41
6.3.2	Gestori autostradali	42
6.3.3	Stato	43
6.4	Benefici ambientali e di incidentalità.....	44
6.4.1	Inquinamento atmosferico	44
6.4.2	Rumore.....	46
6.4.3	Riscaldamento globale	47
6.4.4	Incidentalità	49
6.5	Costi di investimento.....	49
6.6	Il flusso di benefici netti	50
6.7	Risultati della valutazione	52

8.	Conclusioni	54
9.	Riferimenti bibliografici.....	56

1. Introduzione

L'Analisi Costi Benefici contenuta nel presente documento è stata redatta utilizzando per quanto possibile le stime e le assunzioni della documentazione fornita dal proponente.

La documentazione acquisita e utilizzata è la seguente:

- RFI, Linea AV/AC Milano-Venezia: tratte Brescia- Verona e Verona-Padova - Analisi costi benefici, Giugno 2017.
- RFI e PWC, Studio di trasporto della linea AV/AC Milano – Venezia - Valutazioni preliminari, Settembre 2016
- RFI e PWC, Studio di trasporto della linea AV/AC Milano – Venezia - Valutazione della capacità residua sulle tratte Verona – Vicenza- Padova, Maggio 2017
- RFI e PWC, Studio di trasporto della linea AV/AC Milano – Venezia - Tratta Brescia-Verona – Relazione finale, Febbraio 2017
- RFI e PWC, Studio di trasporto della linea AV/AC Milano – Venezia - Confronto con studio del 1999 “Commissione interministeriale Torino-Venezia – Approfondimenti”, Marzo 2017

Poiché in RFI (2017) si afferma di far riferimento per gli scenari infrastrutturali e per le ipotesi di traffico allo «Studio di Trasporto della Linea AV/AC Milano-Venezia» (aggiornamento Maggio 2017) e si precisa che “anche le altre grandezze in comune a Studio di Trasporto e alla presente ACB sono state condivise al fine di rendere coerenti i due elaborati”, si è richiesta la disponibilità di tale Studio, che però sembra non esistere in quanto tale, ma solo come insieme degli elaborati sopra indicati.

Solo in parte è stato possibile utilizzare le stime di domanda contenute nella documentazione fornita dal proponente: la mancata esplicitazione di alcuni parametri (i.e. distanze medie, load factor, ecc.) ha infatti reso impossibile ricostruirne i processi di calcolo, mentre il documento relativo alla analisi costi-benefici si limita a riportare le sole variazioni tra la soluzione di progetto e quella di riferimento derivati dalla applicazione di un modello generale. Ciò ha reso difficile la ricostruzione delle stime effettuate nella ACB da RFI e, soprattutto, la valutazione di coerenza tra le variazioni nei costi di trasporto introdotte dal progetto e variazioni nella domanda previste dal modello.

Nei vari rapporti non è stato possibile rintracciare esplicite previsioni di domanda, né relative alla crescita fino all'anno di apertura, né per gli anni successivi, ma solo previsioni di offerta all'anno di apertura.

Una richiesta di maggiori informazioni e precisazioni a RFI è rimasta inizialmente senza risposta, né si è potuto operare test del modello di simulazione utilizzato da RFI e PWC. Solo recentemente sono stati forniti da RFI alcuni chiarimenti.

Perciò si è dovuti ricorrere necessariamente a nostre ipotesi e assunzioni ovvero all'utilizzo di fonti esterne quando disponibili.

2. Sintesi delle stime di RFI

2.1 Le stime di offerta e di domanda

2.1.1 Servizi passeggeri

Negli studi forniti non sono compaiono trend di crescita dell'offerta/domanda. Nella soluzione di progetto, all'anno di apertura, (2026) si assiste a un 'salto' nel numero di treni offerti (e, si presume, nella relativa domanda), che rimane poi costante nel tempo, come si evince dall'andamento dei costi che, appunto, restano costanti. Dato che i costi per treno Km sono fissi, si può dedurre che l'offerta di servizi sia ipotizzata anch'essa rimanere costante. Anche la domanda sembra essere stata mantenuta costante, come si può dedurre dalla invarianza dei costi veicolari passeggeri su strada cessanti con il progetto.

Domanda servizi di lunga percorrenza

L'offerta di servizi di lunga percorrenza è sinteticamente descritta nella successiva tabella.

Tab. 2.1 Offerta di servizi di lunga percorrenza

	Riferim.	Progetto
Volumi di traffico stato attuale (treni/giorno)	58	58
Volumi di traffico previsto al 2026 (treni/giorno)	65	78
Variazione Soluzione Rifer./stato attuale	12%	34%
Variazione media annua	1,1%	3,0%

Domanda servizi regionali

Lo studio RFI (2017) prevede all'anno di apertura il raddoppio dell'offerta di treni regionali in soluzione di riferimento rispetto all'offerta attuale, e, con la realizzazione del progetto, un ulteriore considerevole aumento dell'offerta (fino a raggiungere i 126 treni/giorno).

Tab. 2.2 Offerta di servizi regionali

	Riferim.	Progetto
Volumi di traffico stato attuale (treni/giorno)	40	40
Volumi di traffico previsto al 2026 (treni/giorno)	80	126
Variazione Soluzione Rifer./stato attuale	100%	215%
Variazione media annua	7,2%	12,2%

2.1.2 Servizi merci

La stima dell'offerta di servizi merci di RFI è sintetizzata nella seguente tabella. Anche per questi servizi nella soluzione di progetto è prevista una vistosa crescita dell'offerta.

Tab. 2.3 Offerta di servizi merci

	Riferim.	Progetto
Volumi di traffico stato attuale (treni/giorno)	42	42
Volumi di traffico previsto al 2026 (treni/giorno)	64	115
Variazione Soluzione Rifer./stato attuale	52%	174%
Variazione media annua	4,3%	10,6%

2.2 Coerenza nella documentazione

I rapporti PWC presentano i dati in termini di passeggeri e tonnellate/giorno totali *post operam*, e il documento relativo alla analisi costi-benefici di RFI in termini di incremento di passeggeri*km e tonnellate*km annui, sempre *post operam*. Molto scarse sono invece le informazioni sui valori *ante operam*, consistenti essenzialmente in numero giornaliero medio di treni effettuati.

RFI ha recentemente chiarito che i dati relativi alla domanda (le distanze percorse, il numero di passeggeri, ecc.) sono relativi all'intera area modellizzata e quindi non possono applicarsi direttamente ai servizi previsti sulla linea di progetto, espressi in treni/giorno.

Ciò premesso, restano alcuni interrogativi circa la plausibilità dei dati esposti, e in particolare:

- il traffico aggiuntivo passeggeri sulla linea nell' stato di progetto è tutto assunto nella ACB come deviato dalla strada mentre dovrebbe esistere una componente di crescita tendenziale oltre a una componente di traffico generato;
- lo stesso avviene per le merci, rispetto alle quale si afferma non esservi alcun miglioramento in termini di tempo di percorrenza; il nuovo traffico verrebbe quindi attratto dalla strada solo per la rimozione dei vincoli di capacità. Non è tuttavia dato sapere come questi vincoli –peraltro non attivi nello stato di fatto- sono stati rappresentati nella modellizzazione.

2.3 Metodologia dell'analisi costi-benefici di RFI

L'approccio metodologico non è quello indicato in gran parte della letteratura sull'Analisi Costi-Benefici. In seguito si indicano gli errori metodologici riscontrati.

2.3.1 Analisi delle alternative

Nell'analisi del progetto Brescia-Padova si rileva che non vi è una analisi delle alternative tecniche di progetto e l'unica soluzione analizzata è quella di una linea AV/AC, mentre in buona misura i benefici dell'opera dovrebbero essere riconducibili più all'aumento di capacità che alla velocizzazione vera e propria. Diverse opzioni di aumento della capacità avrebbero dovuto essere prese in considerazione esplicitamente nell'ACB. Tra queste, non solo interventi di tipo tecnologico, ma anche un quadruplicamento parziale nelle sole tratte sature.

2.3.2 Benefici degli utenti ferroviari

I benefici di tempo degli utenti di lunga percorrenza nell'ACB di RFI sono stimati correttamente, come variazione del surplus del consumatore. Ma, oltre i risparmi di tempo, agli utenti sottratti all'auto, RFI attribuisce anche i costi operativi cessanti dell'uso dell'auto, e ciò costituisce un grave errore metodologico in quanto i loro benefici sono già stati pienamente rappresentati nella variazione del surplus sul modo ferroviario, determinato unicamente, nel caso in oggetto, dai minori tempi di percorrenza.

Per quanto concerne i servizi regionali e merci, il progetto assume che i treni utilizzino la linea tradizionale con tempi di percorrenza uguali a quelli della soluzione di riferimento. Per quanto concerne i servizi regionali, tuttavia, i benefici derivano dalle variazioni dei tempi di attesa dovute all'aumento della frequenza del servizio, mentre per quanto riguarda i treni merci il beneficio deriva dai minori costi dovuti alla maggiore regolarità. Analogamente a quanto visto per i servizi LP tuttavia RFI attribuisce agli utenti acquisiti il beneficio dei costi stradali cessanti, incorrendo pertanto nel medesimo errore metodologico.

2.3.3 Variazione del surplus del produttore

La variazione del surplus del produttore è la variazione delle entrate e delle uscite dei gestori dei servizi e delle infrastrutture nel passaggio dalla situazione di riferimento a quella di progetto.

I soggetti che si sarebbero dovuti considerare erano: il gestore dell'infrastruttura ferroviaria, le imprese ferroviarie, le società autostradali e lo Stato.

L'analisi costi-benefici di RFI inserisce nella sua valutazione la variazione nei costi di esercizio delle infrastrutture ferroviarie e la variazione dei costi operativi dei servizi ferroviari. Considera quindi solo due dei quattro soggetti coinvolti. Ma soprattutto non prende in considerazione la variazione delle entrate tariffarie o da pedaggio di questi soggetti.

Per i gestori autostradali si sarebbero dovuti stimare da un lato il minore costo di consumo dell'infrastruttura stradale a causa del cambio modale, e dall'altro la riduzione dei pedaggi pagati dalle auto e dai camion.

Si sarebbe dovuto stimare la variazione delle entrate dello Stato, dovuta alla riduzione delle percorrenze stradali e al conseguente minore gettito delle accise, nonché le variazioni negli eventuali sussidi.

2.4 Risultati analisi costi-benefici di RFI

L'analisi costi-benefici di RFI ottiene un Valore Attuale Netto Economico (VANE) di 2.800,6 milioni di euro e un Saggio di Rendimento Interno Economico (SRIE) del 5,3%.

La composizione del VANE è la seguente:

	Milioni di Euro
Costi di Investimento al netto del Valore Residuo	-4.991,2
Manutenzione straordinaria al netto del Valore Residuo	-124,8
Costi gestione infrastruttura	-200,6
Costi esercizio ferroviario	-3.941,9
Benefici da Risparmi di costi operativi strada	10.433,4
Benefici da Risparmi di tempo utenti ferrovia	105,2
Benefici da Esternalità:	1.520,5
VANE	2.800,6

3. Stime sull'offerta e la domanda di servizi

Gli studi di trasporto prodotti a supporto dell'Analisi Costi-Benefici di RFI non rendono disponibili dati sufficienti sulla domanda prevista. L'unica informazione utile per desumerla è relativa all'offerta media di treni/giorno all'anno di apertura, per tipo di servizio.

Si sono dunque ipotizzati coefficienti di carico medio e di espansione all'anno e la domanda è stata stimata in funzione diretta dell'offerta.

Nello Scenario di riferimento l'infrastruttura ferroviaria viene potenziata con l'introduzione di sistemi avanzati di distanziamento che consentono un migliore sfruttamento della capacità delle linee (HD-ERTMS), sistemi che consentono un incremento di capacità dell'ordine del 10/15%.

RFI ipotizza che al 2026 (anno previsto di apertura della nuova infrastruttura) tutta la capacità della linea nella soluzione di riferimento sia sfruttata, e questo implica volumi di domanda significativamente superiori a quelli attuali.

3.1 Stima delle distanze medie e dei load factor

La stima delle distanze medie percorse su ferrovia dai passeggeri e dalle merci, nonché dei fattori di carico dei convogli, è necessaria per poter stimare, a partire dal numero di treni previsti circolare nei diversi scenari, le unità di traffico sulla cui base computare i benefici per gli utenti e la riduzione del traffico stradale.

3.1.1 Distanze medie dei passeggeri dei servizi di lunga percorrenza

In assenza di altri riferimenti, la stima utilizza la matrice dei viaggi di tipo occasionale ricavata nell'ambito di un lavoro svolto da Polinomia per conto di Ferrovie Nord Milano¹.

La matrice è qui riportata, espressa in termini di pesi percentuali, in forma aggregata attorno alle principali polarità.

La distanza media così ottenuta è risultata pari a 272 km.

Tab. 3.1 Matrice dei pesi

	Milano	Verona	Venezia	Torino	Bolzano	Trieste
Milano	0.00	10.50	7.19	0.00	4.41	1.62
Verona	10.33	0.00	2.20	2.37	0.00	2.75
Venezia	7.36	2.71	0.00	1.29	1.56	0.00
Torino	0.00	12.38	1.32	0.00	0.09	0.33
Bolzano	3.09	0.00	1.38	0.09	0.00	2.84
Trieste	9.08	10.89	0.00	0.33	3.89	0.00

¹ FNM "Quantificazione della domanda di mobilità di persone sulla direttrice Milano-Venezia" – Polinomia Srl 2008

Tab. 3.2 Matrice delle distanze

	Milano	Verona	Venezia	Torino	Bolzano	Trieste
Milano	0	148	259	150	298	414
Verona	148	0	111	298	150	266
Venezia	259	111	0	409	261	155
Torino	150	298	409	0	448	564
Bolzano	298	150	261	448	0	416
Trieste	414	266	155	564	416	0

3.1.2 Distanze medie passeggeri regionali

Si è utilizzata la matrice censuaria ISTAT dei viaggi pendolari su treno relativi agli spostamenti effettuati lungo il corridoio della BS-PD, di seguito riportata in termini di pesi percentuali, associando a ciascuna relazione le relative distanze ferroviarie e calcolando quindi la distanza media che è risultata pari a 52 km.

Tab. 3.3 Matrice dei pesi

	Milano	Brescia	Verona	Vicenza	Padova	Venezia
Milano	0.00	2.24	0.23	0.00	0.07	0.04
Brescia	12.75	0.00	2.81	0.03	0.60	0.10
Verona	1.03	1.64	0.00	2.29	6.80	1.79
Vicenza	0.06	0.08	4.10	0.00	17.06	6.31
Padova	0.11	0.08	1.15	2.72	0.00	17.98
Venezia	0.11	0.05	0.35	1.40	16.03	0.00

Tab. 3.4 Matrice delle distanze

	Milano	Brescia	Verona	Vicenza	Padova	Venezia
Milano	0	83	148	200	230	259
Brescia	83	0	65	117	147	176
Verona	148	65	0	52	82	111
Vicenza	200	117	52	0	30	59
Padova	230	147	82	30	0	29
Venezia	259	176	111	59	29	0

3.1.3 Distanze medie treni merci

In questo caso la stima deriva dalla distribuzione dei flussi tra le diverse relazioni che percorrono la tratta riportata nelle tabelle A.23 e A.25² che riportano rispettivamente i principali scambi su ferro tra le province italiane, e gli scambi dell'Italia con l'estero per nazione.

La matrice degli scambi interni consente di stimare direttamente la distanza media dei viaggi, distanza che risulta pari a 336 km.

² RFI "Studio di trasporto della linea AV/AC Milano-Venezia. Confronto con lo studio 1999 "Commissione interministeriale Torino-Venezia: approfondimenti" PWC, Marzo 2017

Ai fini dell'analisi, per ridurre la numerosità dei dati da trattare in assenza di un modello generale di simulazione, le provincie sono state aggregate in tre macrozone, il cui baricentro è stato scelto in modo tale da riprodurre la distanza media sopra riportata.

I centroidi sono stati identificati in Milano, Venezia e Roma. Il peso calcolato per ciascuna macrozona è risultato rispettivamente pari al 48%, 41% e 11%.

Per quanto riguarda gli scambi con l'estero, gli scambi sono stati prima attribuiti ai tre valichi di Modane, del Gottardo del Brennero e Triste, rispettandone l'attuale peso relativo, e sono poi stati ripartiti sul lato italiano secondo le percentuali prima elencate.

Note le distanze tra il baricentro di ciascuna nazione con il valico assegnato, e nota la distanza tra valico e macrozona interna, si è potuta calcolare la distanza media dei viaggi su ferro scambiati con l'esterno, risultata pari a 900 km. Di questa distanza la quota percorsa fuori dai confini italiani è pari a 590 km.

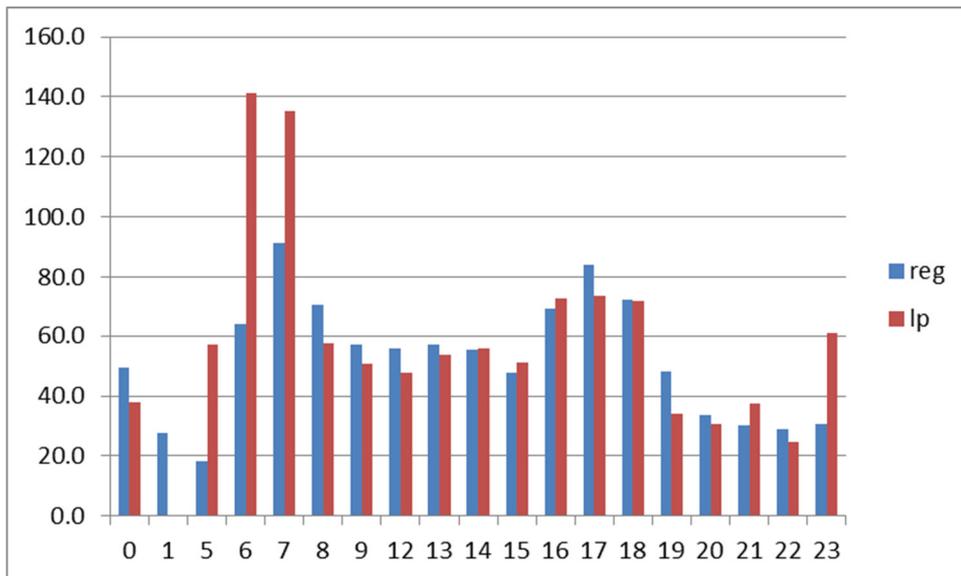
La distanza media generale (interni + scambi esterni) è infine pari a 885 km. La stessa distanza riferita alle sole tratte nazionali è invece pari a 580 km.

3.1.4 Load Factor passeggeri

Il calcolo del numero medio di passeggeri per convoglio deriva dai dati riportati nello studio PWC, e precisamente dai diagrammi di fig.4.3.

Tali diagrammi, di seguito riportati come valori medi dell'intera tratta Brescia-Padova, consentono di stimare un carico medio di 365 pax/treno per i servizi regionali e di 304 pax/treno per quelli di lunga percorrenza.

Fig. 3.1 Coefficienti di occupazione medi dei convogli LP e regionali (Fonte RFI e PWC)



3.1.5 Load Factor merci

Il valore deriva sempre dallo studio PWC che riporta per il 2026 la seguente tabella:

Tab. 3.5 Numero di treni e tonnellate trasportate al 2026 – Scenario di progetto (Fonte RFI e PWC)

	tonn/g	treni/giorno
Brescia-Verona	33.362	57
Verona-Brescia	33.935	58
Verona-Vicenza	27.819	48
Vicenza-Verona	26.137	45
Vicenza-Padova	22.483	38
Padova-Vicenza	22.658	39

Figura 4.2: volumi merci al 2026 nello scenario di progetto (valori per tratta)

La rielaborazione dei dati in tabella rimanda a un carico medio utile per l'intera tratta di 584 tonn/treno.

Tale valore coincide con il carico medio trasportabile assunto dallo studio di 650 tonn/treno (cfr.pag.42 studio PWC) a meno di una correzione del 10% operata per tener conto di “[...] una quota residuale di traffico dovuta alla presenza di treni vuoti”.

3.2 Servizi passeggeri

Negli studi forniti non sono esplicitate informazioni sulla variazione dell'offerta oltre la data di apertura del progetto.

3.2.1 Domanda servizi di lunga percorrenza

Applicando gli opportuni parametri ai volumi di traffico giornalieri previsti da RFI sono state stimate l'offerta e la domanda annua.

Tab. 3.6 Offerta e domanda di servizi di lunga percorrenza/anno (milioni) – Anno di apertura

	Treni/anno	Pass.Km/anno	Pass./anno
SR	0,02	1612,4	5,9
Progetto	0,02	1934,9	7,1

I treni/anno sono stati stimati sulla base dei treni/giorno applicando un coefficiente di espansione di 300 giorni.

La domanda è stata stimata in funzione diretta dell'offerta: i passeggeri-Km sono stimati applicando ai treni il coefficiente di carico medio di 304 passeggeri/treno all'anno di apertura e una percorrenza media di 272 chilometri. Per gli anni successivi a quello di apertura RFI non ha previsto né un aumento dell'offerta né un aumento del carico medio³. Qui si è invece assunto un aumento graduale del carico medio fino a raggiungere 378 passeggeri/treno nel 2050 (con un tasso medio annuo composto dell'1%).

³ Nei flussi di costi e benefici di RFI rimangono costanti dopo il 2028 sia i “Costi operativi servizi ferroviari passeggeri”, sia i “Risparmi di costi veicolari passeggeri su strada”.

3.2.2 Domanda servizi regionali

Lo studio RFI (2017) prevede all'anno di apertura il raddoppio dell'offerta di treni regionali in soluzione di riferimento rispetto all'offerta attuale, e, con la realizzazione del progetto, un ulteriore considerevole aumento dell'offerta (fino a raggiungere i 126 treni/giorno).

Nel rapporto di RFI (2017) si evidenzia che i servizi attualmente ipotizzati nella soluzione di progetto derivano dagli accordi quadro in via di definizione con gli Enti Locali, ma si afferma che essi "trovano conferma nei risultati delle simulazioni". A questo proposito si può ipotizzare che la domanda aggiuntiva per servizi ferroviari regionali possa essere motivata dalla riduzione dei tempi di attesa conseguenti all'aumento dell'offerta, dal momento che essa non troverebbe giustificazione nella variazione dei tempi di viaggio che rimangono uguali a quelli della soluzione di riferimento. Nel caso dei servizi regionali infatti non si riscontrano riduzioni dei tempi di percorrenza poiché si ipotizza, come già evidenziato in precedenza, che utilizzino la linea storica (RFI e PWC, 2017 a, p. 127).

Applicando gli opportuni parametri ai volumi di traffico giornalieri previsti da RFI sono state stimate l'offerta e la domanda annua.

Tab. 3.7 Offerta e domanda di servizi regionali/anno (milioni) – Anno di apertura

	Treni/anno	Pass.Km/anno	Pass./anno
SR	0,024	455,5	8,8
Progetto	0,038	717,4	13,8

Anche per i servizi regionali il coefficiente di espansione da giorno ad anno è di 300 giorni. I passeggeri-Km sono stimati applicando ai treni il coefficiente di carico medio di 365 passeggeri/treno e una percorrenza media di 52 chilometri.

L'aumento di offerta (e quindi di domanda, dato che è mantenuto costante il carico medio) ipotizzato da RFI nella soluzione di progetto all'anno di apertura (+215%) rispetto alla offerta attuale è di tale dimensione da far ritenere del tutto implausibile un ulteriore aumento di domanda negli anni successivi a quello di apertura.

3.3 Servizi merci

Nella soluzione di riferimento il volume di traffico previsto al 2026 è di 64 treni/giorno con un aumento rispetto al volume del traffico attuale del 52%.

Nello scenario di progetto l'offerta di servizi cresce del 174% (il numero di treni/giorno aumenta da 42 a 115 treni/giorno), pur in assenza di qualsivoglia miglioramento delle performance dei treni tali da giustificare tale salto.

Le previsioni di offerta dovrebbero ovviamente essere corrispondenti alle stime della domanda.

Purtroppo la stima della domanda di servizi merci non è documentata. Nella relazione relativa al modello utilizzato (RFI e PWC, 2017 b.), la calibrazione e validazione è disponibile solo per i modelli di generazione, ma non per la ripartizione modale, la distribuzione e l'assegnazione. Mancano inoltre le indispensabili indicazioni su quali basi è stata stimata la domanda futura nello scenario di progetto.

In assenza di motivazioni sufficienti a giustificare le previsioni di RFI, si è ritenuto necessario sviluppare due ipotesi nominate Scenario 1 e Scenario 2.

3.3.1 Scenario 1

Per quanto concerne **la soluzione di riferimento**, l'incremento tendenziale delle merci trasportate deriva molto semplicemente dall'applicazione del tasso di crescita annuo del 2,9%⁴ ai valori attuali di traffico, ripreso dallo studio sul *"Corridoio Mediterraneo"*, dove esso rappresenta il tasso medio di crescita dell'intero corridoio 4.

*"Il coefficiente di crescita adottato è stato desunto dalle previsioni di crescita riportate nello studio 2014 di DG MOVE sul "Corridoio Mediterraneo", facente parte della rete centrale TEN-T e al quale la linea Brescia –Verona appartiene. Tale studio riporta un valore di crescita inerziale annua della domanda merci pari al 2,9%, come valore medio per l'intera area interessata dal corridoio 4."*⁵

Nello studio di DG MOVE sul *"Corridoio Mediterraneo"*, i coefficienti di crescita della domanda globale sono stati ottenuti utilizzando *"formulazioni econometriche"* che collegano la domanda di merci e la crescita del PIL. Come base di tale stima, sono state utilizzate le previsioni a lungo termine del PIL prodotte dalla Commissione Europea (DG ECOFIN Ageing Report 2012).

Tuttavia le previsioni utilizzate (quelle del 2012) sono di molto superiori (almeno fino al 2040) a quelle più recenti (DG ECOFIN, Ageing Report 2018), come si può osservare nella tabella seguente.

Tab. 3.8 Prodotto Interno Lordo a prezzi costanti (tasso di crescita)

	2015/16	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Previsioni 2012	0,7	1,8	1,9	1,4	1,2	1,2	1,3	1,5
Previsioni 2018	-0,3(*)	0,5	0,6	0,3	0,3	0,5	1,1	1,3
Variazione	-146%	-71%	-70%	-80%	-73%	-58%	-15%	-13%

(*) Dato reale

Nello studio di RFI *"il rapporto tra domanda generata ed attratta considera come riferimento indicatori di natura macroeconomica, con particolare riferimento al valore del Prodotto Interno Lordo (PIL)"*. Ciò appare sostanzialmente corretto: è largamente accettato il rapporto tra domanda di trasporto merci e Prodotto Interno Lordo, con un'elasticità vicina all'unità.

Si può dedurre che il saggio di crescita della domanda del 2,9% (che appare comunque molto ottimistico) alla luce delle più recenti previsioni non è più credibile. Si è optato perciò per la costruzione di una nuova previsione di domanda che, sulla base delle più recenti previsioni, smorzi il tasso di crescita del 2,9%.

La stima è stata costruita assumendo che il nuovo tasso di crescita sia pari al tasso di crescita del 2,9% per il rapporto tra le previsioni del PIL del 2018 e quelle del 2012. Si è ritenuto cioè che potesse essere scorretto applicare direttamente i tassi di crescita previsti (tassi PIL, 2018) al volume di traffico dell'anno precedente. Il corridoio può effettivamente presentare una dinamica della domanda superiore: perciò si è assunto come base il tasso del 2,9%, smorzandolo. In DG ECOFIN Ageing Report, 2018, le stime sono fornite per ogni cinque anni: i tassi degli anni intermedi sono stati interpolati linearmente.

⁴ Una verifica del tasso di crescita tendenziale ha poi messo in luce che il saggio di variazione dei treni tra lo stato attuale e quello previsto al 2026 nella Soluzione di Riferimento è pari al 3,9% e non di quello dichiarato del 2,9%.

⁵ RFI, 2016, p.35.

Il risultato della stima, applicato al traffico in tonnellate del 2015, è riportato nella tabella seguente.

Tab. 3.9 Previsione della domanda futura nello Scenario 1

Anni	Variaz. PIL, 2012	Variaz. PIL, 2018	Rapporto PIL 2018/2012	Tasso di variazione	Ton/giorno	Treni/giorno
2015	0,72	-0,33			24234	41
2020	1,81	0,52	0,29	0,8%	24573	42
2025	1,88	0,56	0,30	0,9%	25632	43
2030	1,42	0,28	0,20	0,6%	26536	45
2035	1,22	0,32	0,27	0,8%	27449	46
2040	1,18	0,49	0,42	1,2%	28886	49
2045	1,26	1,07	0,85	2,4%	31821	54
2050	1,45	1,27	0,87	2,5%	35966	61

Come si può osservare, la nuova stima della crescita della domanda, per quanto ancora decisamente ottimistica, non giunge mai alla soglia di capacità di 64 treni/giorno.

Questo significa che non vi sono differenze nei volumi di traffico merci nello scenario di progetto rispetto a quello di riferimento, né si riscontrano riduzioni dei tempi di percorrenza. La previsione di crescita della domanda fino a corrispondere ai 115 treni/giorno al 2026 non può in ogni caso essere motivata dall'effetto di riduzioni dei tempi di percorrenza o di riduzione delle perturbazioni d'esercizio.

3.3.2 Scenario 2

Lo scenario alternativo 2 è stato considerato al fine di verificare la robustezza dei risultati economici dello scenario 1. Esso prevede che la domanda di trasporto merci cresca in media al tasso previsto da RFI (2,9%/anno). È opportuno notare che questo secondo scenario si allontana in una serie di assunzioni dalla regola "on the safe side".

In questo caso la crescita della domanda è tale da saturare la linea nella soluzione di riferimento.

I volumi serviti pertanto secondo questo scenario si differenziano dopo il 2030.

Negli anni successivi nella Soluzione di riferimento l'offerta di servizi rimane quindi costante, mentre nella soluzione di progetto essa cresce fino a raggiungere 111 treni/giorno nel 2050.

Le quantità di tonnellate e treni nella Soluzione di riferimento e in quella di progetto nel tempo sono riportate nella seguente tabella.

Tab. 3.10 Assunzioni sulla domanda merci nello Scenario 2

Anni	Soluzione di riferimento		Soluzione di progetto	
	tonn/die	treni/die	tonn/die	treni/die
2015	24234	41		
2016	24931	42		
2017	25647	43		
2018	26384	45		
2019	27143	46		
2020	27923	47		
2021	28725	49		

2022	29551	50		
2023	30401	52		
2024	31274	53		
2025	32173	55		
2026	33098	56	33098	56
2027	34049	58	34049	58
2028	35028	59	35028	59
2029	36035	61	36035	61
2030	37071	63	37071	63
2031	37071	63	38136	65
2032	37071	63	39232	67
2033	37071	63	40360	69
2034	37071	63	41520	71
2035	37071	63	42713	73
2036	37071	63	43941	75
2037	37071	63	45204	77
2038	37071	63	46503	79
2039	37071	63	47840	81
2040	37071	63	49215	84
2041	37071	63	50630	86
2042	37071	63	52085	89
2043	37071	63	53582	91
2044	37071	63	55122	94
2045	37071	63	56707	97
2046	37071	63	58337	99
2047	37071	63	60013	102
2048	37071	63	61738	105
2049	37071	63	63513	108
2050	37071	63	65339	111

4. Metodologia dell'Analisi Costi-Benefici

La metodologia adottata, del tipo costi-benefici sociali, è sostanzialmente quella delle “Linee Guida” del Ministero dei Trasporti, e comunque si basa sulla miglior prassi internazionale, se pur semplificata.

L'analisi economica valuta il contributo di un progetto al benessere economico complessivo. Lo scopo dell'analisi è quello di stabilire se la società nel suo complesso stia meglio con o senza il progetto.

L'analisi economica differisce da quella finanziaria, dal momento che il suo obiettivo è quello di misurare il valore **sociale** di un progetto. Nel valutare il valore sociale di un progetto, è importante considerare sia i vantaggi che gli svantaggi per tutte le parti coinvolte (in particolare gli utenti) e non solo quelle relative ai promotori dell'investimento.

La regola dell'analisi economica è che un investimento, per essere realizzato, debba essere vantaggioso per la collettività, il che significa che i benefici ottenibili dovrebbero essere più grandi dei costi sostenuti.

Il calcolo complessivo di base è riassunto qui di seguito:

Impatto economico complessivo	=	Variazione dei benefici degli utenti (Surplus del consumatore)	+	Variazione dei costi operativi e delle entrate (Surplus del produttore e impatti sullo Stato)	+	Variazione dei costi esterni (Ambientali, incidenti, etc.)	-	Costi di Investimento
-------------------------------	---	--	---	---	---	--	---	-----------------------

Fonte: HEATCO Project, *Deliverable 5 Proposal for Harmonised Guidelines*, 2006, p. 9

I benefici degli utenti sono misurati in termini di preferenze aggregate individuali, a loro volta rappresentate dalla disponibilità a pagare degli utenti.

La curva di domanda rappresenta la disponibilità a pagare dei consumatori e quindi rappresenta l'utilità (o il beneficio lordo) che gli utenti ottengono dal consumo. Il beneficio netto è la differenza tra il beneficio lordo e il prezzo pagato (incluse le componenti monetizzate come il tempo di viaggio). Questa differenza rappresenta il surplus del consumatore. La variazione del surplus del consumatore con e senza il progetto è la misura del beneficio degli utenti ottenibile dalla realizzazione del progetto.

Se, come normalmente accade, altri agenti sono coinvolti (produttori, Stato o non utilizzatori), la valutazione del progetto deve considerare anche i loro benefici (o costi), e questi dovrebbero essere sommati (con i segni appropriati) al surplus del consumatore.

Oltre ai costi di investimento del progetto, ai costi o benefici degli utenti e dei produttori e l'impatto sullo Stato, l'analisi deve tener conto anche dei cosiddetti effetti esterni, tra i quali i più importanti sono gli impatti ambientali e di sicurezza.

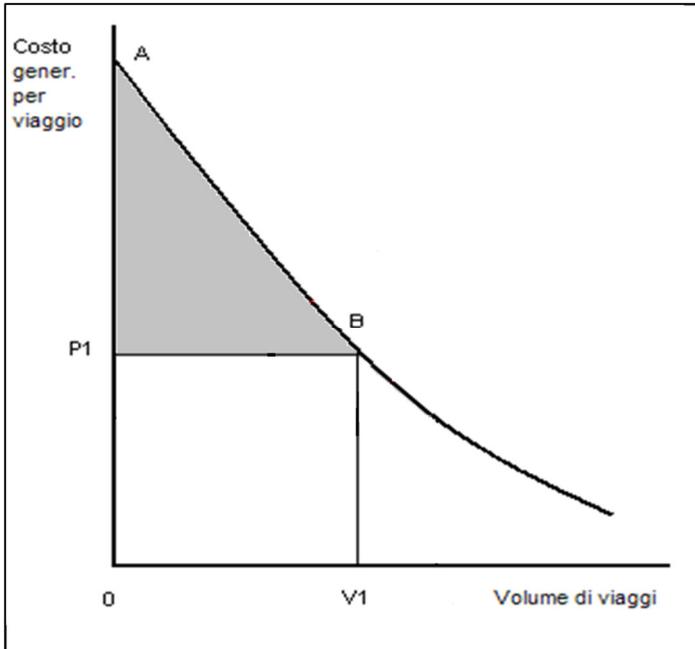
I valori marginali delle esternalità (valore della vita umana, costi dell'inquinamento, costo del CO₂), così come il saggio di attualizzazione, sono tratti dalle recenti Linee Guida del Ministero dei Trasporti (2017), che a sua volta fa riferimento all'Handbook 2014 della Commissione Europea (Korzhenevych et al., 2014).

Infine, i flussi di benefici e di costi devono essere distribuiti nel tempo al fine calcolare gli indicatori di performance economica del progetto.

4.1 Variazione del Surplus del consumatore

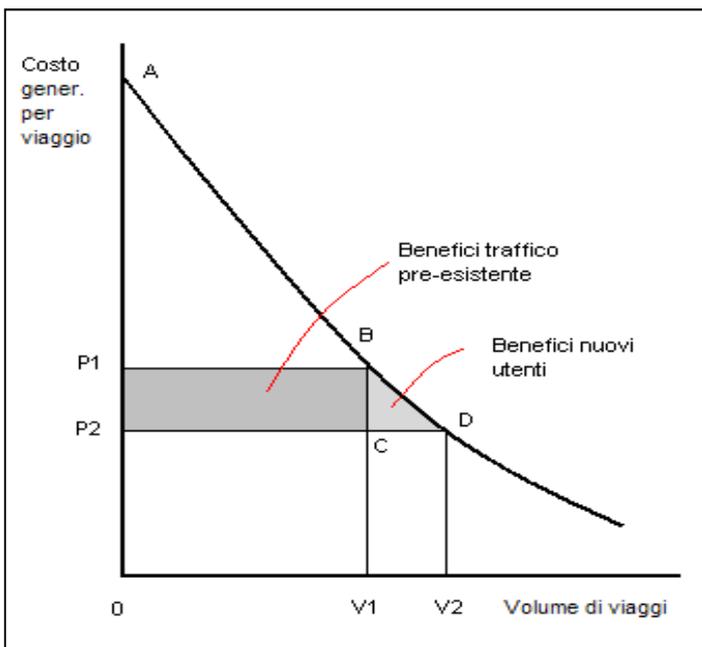
Il surplus del consumatore rappresenta la disponibilità a pagare degli utenti per viaggiare da A a B, su un certo modo di trasporto, meno il costo del viaggio (nella figura seguente l'area ombreggiata ABP_1).

Figura 4.1 Surplus del consumatore



Quando il costo generalizzato si riduce per effetto della realizzazione del progetto, la domanda aumenta e la variazione di surplus è rappresentata dalle aree P_1BCP_2 e BCD.

Figura 4.2 Variazione del surplus del consumatore



La variazione (tra soluzione di progetto e soluzione di riferimento) del surplus del consumatore può essere stimata attraverso la cosiddetta “regola della metà” (l’area del trapezio P_1BDP_2 in Figura 5.2):

$$\text{Benefici} = \frac{1}{2} * (V_1 + V_2) * (P_1 - P_2)$$

Si noti che la curva di domanda per ciascun modo di trasporto rappresenta la volontà di pagare per utilizzare quella modalità già tenendo conto delle caratteristiche del modo alternativo (ad esempio, il costo generalizzato dell’automobile influenza la disponibilità a pagare per il treno).

La curva di domanda della ferrovia comprende quindi tutte le caratteristiche del trasporto ferroviario relativamente al trasporto su strada, compresi i tempi, i costi di esercizio, i pedaggi, il comfort, ecc., e trasforma queste caratteristiche in una curva prezzo – quantità per il trasporto su ferrovia. È utile sottolineare che la coerenza tra i vari modi dovrebbe essere garantita dagli strumenti di modellistica dei trasporti utilizzati dagli estensori delle stime di domanda. La garanzia di un equilibrio tra le funzioni di costo e la possibilità di usare solo quella (nota) del modo di destinazione (qui quello ferroviario) sta dunque a monte dell’ACB, che può quindi lavorare in condizioni di staticità.

Pertanto, i benefici per i viaggiatori che si spostano al modo di trasporto migliorato (nel nostro caso la ferrovia) **non corrispondono** alla differenza tra i costi generalizzati della modalità utilizzata in precedenza (auto per esempio) e il costo generalizzato del nuovo modo. Poiché il costo generalizzato dei trasporti su strada contribuisce a definire la curva di domanda ferroviaria, quando il trasporto ferroviario è migliorato, la dimensione del beneficio degli utenti divertiti dalla strada è misurata solo dalle differenze tra i vecchi e i nuovi costi generalizzati sulla ferrovia⁶ e tra la domanda con progetto e senza progetto.

4.1.1 Modo ferroviario

La realizzazione della nuova linea produce la riduzione del costo generalizzato come effetto di:

- un aumento della velocità commerciale dei treni che la percorrono, e quindi una riduzione dei costi di tempo per gli utenti (solo LP);
- una riduzione dei tempi di attesa, grazie all’aumento dell’offerta di servizi passeggeri, sia sulla linea nuova che su quella storica, consentito dall’aumento di capacità (LP e regionali);
- una riduzione, dovuta ancora all’aumento di capacità consentita dalla soluzione di progetto, delle perturbazioni all’esercizio che si verificano nella soluzione di riferimento in prossimità della saturazione della linea storica, riduzione che si traduce in risparmi di tempo di viaggio per gli utenti.
- una riduzione dei costi di produzione dei servizi merci grazie alla riduzione delle perturbazioni all’esercizio. Si è assunto che questa riduzione dei costi transiti nel prezzo finale. In mercati competitivi si può infatti assumere che le riduzioni di costo di produzione siano riversate in corrispondenti riduzioni dei prezzi applicati.

Si determina anche uno spostamento di domanda dalla strada alla ferrovia. I benefici degli utenti sono rappresentati dalla variazione di surplus del consumatore e stimati con la “regola della metà”.

Come si è detto, per quanto concerne le merci che continuano a utilizzare la linea storica, non è previsto alcun cambiamento delle velocità commerciali né delle altre performance della linea, a parte un aumento dei costi dovuto alle irregolarità crescenti dell’esercizio. Tuttavia nello scenario

⁶ Cfr. per esempio Kidokoro (2004).

2 la domanda cresce in modo tale da determinare la saturazione della linea storica nello scenario di riferimento. La realizzazione del progetto produce quindi un beneficio per gli utenti che preferirebbero usare il trasporto ferroviario e che domandano servizi oltre i limiti di capacità della linea storica: essi sarebbero impossibilitati a ottenerli nello scenario di riferimento per i limiti di capacità della linea, mentre nello scenario di progetto ciò sarebbe possibile. In questo caso non si è in presenza di una variazione del surplus (il costo generalizzato non cambia). Il beneficio per tali utenti è costituito dal surplus intero (come nella Figura 4.1), che rappresenta la disponibilità a pagare per effettuare il viaggio proprio in ferrovia, al netto del costo generalizzato del viaggio.

Ciò ha posto innanzitutto la necessità di verificare la verosimiglianza delle stime di domanda offerte da RFI alla luce delle nuove previsioni di crescita del PIL italiano, e, in secondo luogo di costruire una stima del surplus senza disporre di un modello di simulazione calibrato e validato.

4.1.2 Riduzione della congestione stradale

Poiché il progetto produce una diversione della domanda dal trasporto stradale a quello ferroviario, si è stimata anche la variazione del surplus del consumatore sia sul collegamento autostradale parallelo, che in ambito urbano e metropolitano. La diversione modale può ridurre infatti gli eventuali fenomeni di congestione e il progetto può generare così ulteriori benefici.

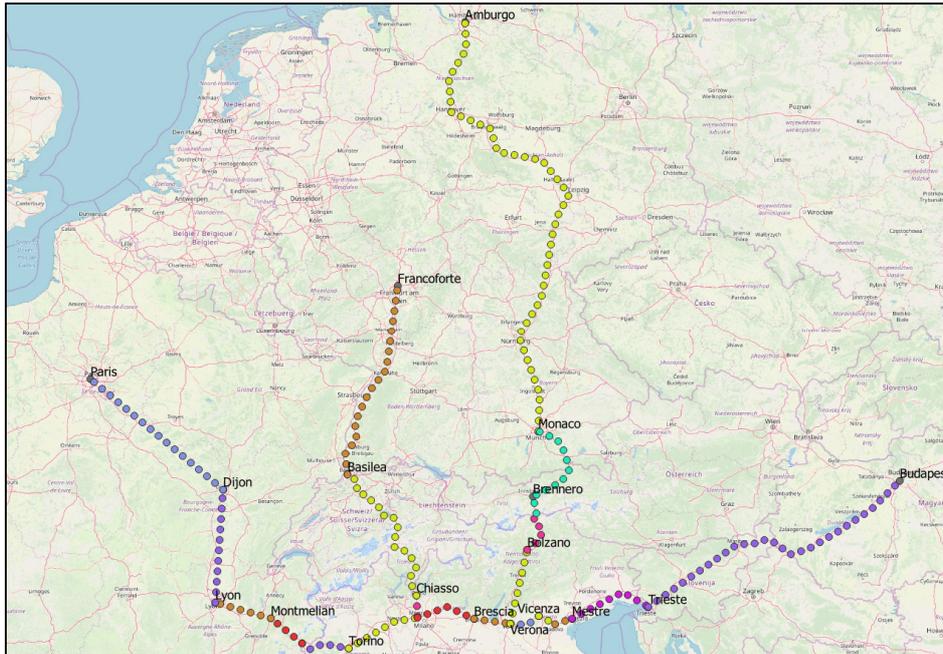
Gli studi di trasporto di RFI e PWC assumono che tutta la variazione di domanda in termini di unità di traffico sulla ferrovia provenga dal modo stradale. Se ciò può essere plausibile per il trasporto delle merci e almeno per larga parte del traffico passeggeri regionali (che viaggiano su una distanza media di 52 chilometri), non appare credibile per i passeggeri di lunga percorrenza (distanza media 272 chilometri). In assenza di altri riferimenti si sono assunte le seguenti quote di diversione modale dalla strada:

- trasporto merci 100%
- trasporto regionale 90%
- trasporto di lunga percorrenza 20%.

Rete autostradale

Il metodo utilizzato per il calcolo della riduzione dei tempi di percorrenza sulla rete stradale a seguito dell'acquisizione da parte della ferrovia di flussi di veicoli pesanti e di autovetture, limitatamente agli spostamenti di lunga percorrenza è del tutto innovativo e si basa sull'utilizzo dei dati relativi ai tempi di percorrenza sulle strade raccolti dai navigatori satellitari; nello specifico si è trattato dei dati forniti da Google.

I dati sono stati raccolti con riferimento alla rete che collega i baricentri teorici (centroidi) nei quali sono stati fittiziamente concentrate le origini/destinazioni dei flussi attraverso i tre istradamenti considerati del Fréjus, di Chiasso/Gottardo, del Brennero e di Trieste Opicina.



Corridoi stradali considerati nella stima degli effetti sulla congestione

Ciascun percorso analizzato è stato suddiviso in tratte omogenee dal punto di vista delle caratteristiche stradali (in particolare rispetto al numero di corsie/capacità).

Per ciascuna tratta si sono misurati, con ripetute interrogazioni, i tempi di percorrenza nel corso delle 24 ore, dalla cui distribuzione si sono individuati i tempi minimi, associati a condizioni di deflusso libero, e i tempi medi.

I dati così calcolati sono stati inseriti nella relazione fondamentale che lega portata, velocità e densità ($P=V*D$).

I parametri dei modelli PVD (Portata, Velocità, Densità) sono:

- la velocità di libero deflusso V_f ;
- la *jam density* D_j , cioè il numero di veic/km in condizioni di ‘paralisi’ della circolazione.

L’equazione che lega i 3 parametri del modello PVD è la seguente:

$$P = V * D_j - D_j / V_f * V^2 \quad (1)$$

In pratica, si è utilizzato il più semplice dei modelli PVD, quello di Greenshields, secondo il quale:

$$V_m = V_f / 2$$

$$D_m = D_j / 2$$

dove V_m e D_m sono rispettivamente la velocità e la densità in corrispondenza della portata efficace P_m .

Essendo noti V_f e P_m , si possono quindi calcolare i due valori di densità D_m e D_j : l’uso della equazione (1) consente quindi di calcolare la portata P corrispondente a una data velocità, nonché la velocità V data corrispondente a una data portata.

Applicando tale relazione si sono stimati i valori medi teorici di flusso, nonché le variazioni nei tempi di percorrenza conseguenti a variazioni di portata.

Si sottolinea come tale metodo abbia il grande vantaggio di operare su valori di tempi di percorrenza misurati, il che aggancia robustamente le stime delle variazioni dovute a variazioni marginali nei flussi di traffico.

Si sottolinea ancora come l'aver concentrato in pochi punti tutte le origini/destinazioni, e quindi aver concentrato i flussi deviati dalla strada su pochi corridoi, porti a una sovrastima dei benefici da riduzione della congestione.

Al fine di attribuire alle diverse relazioni stradali le quantità di traffico sottratte alla gomma per effetto della maggiore attrattività della ferrovia è anzitutto necessario ricostruire le matrici delle quantità trasportate lungo la tratta Bs-Pd.

Per quanto riguarda i passeggeri regionali e quelli di lunga percorrenza le matrici sono quelle già descritte nei paragrafi dedicati alla stima delle distanze medie.

Anche la matrice merci deriva dai dati utilizzati per la stima delle distanze (matrice dei flussi interprovinciali e vettore degli scambi con l'estero), ed è stata ottenuta ripartendo gli scambi ai valichi sulle zone esterne con l'applicazione di una formulazione di tipo gravitazionale avendo come impedenza la semplice distanza e ragguagliandola sino a riprodurre i carichi in tonnellate sulle due tratte Bs-Vr e Vr-Pd.

La matrice finale così ottenuta è la seguente:

	milano	verona	venezia	roma
milano	0	115	586	261
verona	153	8	0	0
venezia	2995	0	0	0
roma	234	96	134	0
modane	24511	712	2394	5247
chiasso	212304	1780	4153	8670
brennero	15564	1132	3802	5954
trieste	864	134	313	0

Le zone esterne raggiunte dai diversi valichi sono state posizionate lungo le direttrici prevalenti servite in modo tale da rispettare le lunghezze medie dei viaggi; tali zone sono state individuate in:

- Amburgo per il Brennero;
- Francoforte per Chiasso;
- Mantes La Ville (Paris) per Modane
- Budapest per Trieste/Tarvisio



Il calcolo analitico dei benefici di tempo conseguenti alla diversione modale dalla strada alla ferrovia ha tenuto conto di un incremento tendenziale del traffico sulla rete autostradale, incremento che amplifica l'effetto della riduzione del traffico. Infatti, a causa della forte non linearità della funzione velocità/traffico, una identica riduzione di veicoli ottiene una maggiore riduzione dei tempi in situazioni più congestionate rispetto a quelle che lo sono meno.

Il tasso di crescita annuo assunto è stato dell'1.5% a partire dal 2018. Al 2050 pertanto il traffico risulta aumentato del 61%.

Il calcolo dei ritardi da congestione ha riguardato l'intera estesa delle relazioni considerate, anche se nella valutazione dei benefici sono rientrati unicamente quelli misurati sulle tratte nazionali

Rete urbana

A differenza di quanto operato sulla rete autostradale, le esternalità da congestione sulla rete urbana seguono il più tradizionale approccio basato sulla applicazione alla riduzione dei veicoli*km di coefficienti diversificati per tipo rete –urbana/metropolitana- e per livello di congestione atteso, seguendo la classificazione adottata nella tabella dei coefficienti riportata a seguito.

Le categorie utilizzate sono quelle delle “Main roads” per quanto riguarda le aree metropolitane, mentre per le strade urbane si ipotizza che l'80% del percorso sia su “Main roads” e il restante 20% su “Other roads”.

Table 9: Efficient Marginal Congestion Costs, €ct per vkm, 2010, EU average*

Vehicle	Region	Road type	Free flow (€ct/vkm)	Near capacity	Over capacity
				(€ct/vkm)	(€ct/vkm)
Car	Metropolitan	Motorway	0.0	26.8	61.5
		Main roads	0.9	141.3	181.3
		Other roads	2.5	159.5	242.6
	Urban	Main roads	0.6	48.7	75.8
		Other roads	2.5	139.4	230.5
	Rural	Motorway	0.0	13.4	30.8
		Main roads	0.4	18.3	60.7
		Other roads	0.2	42.0	139.2
	Rigid truck	Metropolitan	Motorway	0.0	50.9
Main roads			1.8	268.5	344.4
Other roads			4.7	303.0	460.9
Urban		Main roads	1.2	92.5	144.1
		Other roads	4.7	264.9	438.0
Rural		Motorway	0.0	25.4	58.4
		Main roads	0.8	34.8	115.3
		Other roads	0.4	79.8	264.5
Articulated truck		Metropolitan	Motorway	0.0	77.6
	Main roads		2.7	409.8	525.6
	Other roads		7.2	462.5	703.5
	Urban	Main roads	1.8	141.1	219.9
		Other roads	7.2	404.4	668.6
	Rural	Motorway	0.0	38.8	89.2
		Main roads	1.2	53.1	176.0
		Other roads	0.6	121.9	403.8

Nella tabella seguente sono elencate le ipotesi adottate circa le distanze medie percorse relativamente ai diversi bacini di origine/destinazione.

		km
Milano	Urbano	3.5
	Metropolitano	5
Torino	Urbano	2.8
	Metropolitano	4.0
Ve-Bs-Vr-Ts-Pd	Urbano	1.3
	Metropolitano	1.9
Vi-Bz	Urbano	1.0
	Metropolitano	1.4
Altri esteri	Urbano	1.3
	Metropolitano	1.9

I veicoli merci sono supposti percorrere unicamente "Main road" in area metropolitana.

Per quanto riguarda i livelli di congestione attesi, si è utilizzata la seguente ripartizione:

	Deflusso libero	Vicino alla capacità	Sovra-saturo
Pendolari	10%	20%	70%
Passeggeri lunga percorrenza	20%	50%	30%
Merci	30%	50%	20%

4.2 Variazione dei costi non percepiti

Si è stimata la riduzione dei costi non percepiti dagli automobilisti trasferiti su treno: i costi percepiti sono già stati considerati dal consumatore quando ha scelto il treno. Per le merci tutti i costi sono percepiti e considerati nella scelta modale.

4.3 Variazione del Surplus del produttore

È rappresentata dalla variazione delle entrate e delle uscite di tutti gli stakeholder nel passaggio dalla situazione di riferimento a quella di progetto.

La variazione di surplus del produttore può diventare marginale nel caso in cui esso operi in un mercato concorrenziale e non distorto. In questo caso si può assumere che l'aumento di ricavi corrisponda all'aumento di costi e che dunque per il produttore non vi sia un surplus significativo.

4.3.1 Gestore ferroviario

Il surplus del produttore del gestore della rete ferroviaria è stato assunto nullo: si è ipotizzato che le sue entrate (inclusi i sussidi) coprano interamente i costi operativi, senza alcun margine di profitto, dato che RFI non può far profitti per legge.

4.3.2 Gestori dei servizi ferroviari

Si sono stimate le variazioni di entrate tariffarie e di costi di esercizio tra la soluzione di progetto e quella di riferimento dei passeggeri. Per le merci si è ipotizzato che le entrate coprano interamente i costi operativi, senza alcun margine di profitto, proprio per l'ipotesi di concorrenzialità descritta sopra.

4.3.3 Gestori autostradali e Stato

Va ricordato che i benefici e i costi di un progetto sono la differenza tra i costi e i benefici della soluzione di progetto (SP) e quelli della soluzione di riferimento (SR). Se si può sostenere che in ciascuno scenario le entrate corrispondono alle uscite così che è possibile annullarle, non è così quando si considera la variazione tra scenari. Quelli che nella SR erano utenti stradali (pagavano accise e pedaggi che erano incassati rispettivamente dallo Stato e dai gestori autostradali) nella SP non li pagano più e quindi lo Stato e i gestori autostradali non li incassano più. Se le tasse del trasporto ferroviario fossero uguali a quelle del trasporto stradale, il fatto che un certo numero di utenti stradali passi alla ferrovia non cambierebbe né gli esborsi in tasse, né le entrate fiscali, ma così non è: il prelievo fiscale del trasporto stradale è di gran lunga superiore a quello ferroviario.

Gestori autostradali

Da un lato è stato stimato il minore costo di consumo dell'infrastruttura stradale a causa del cambio modale e dall'altro è stata stimata la riduzione dei pedaggi autostradali.

Stato

È stata stimata la variazione delle entrate dello Stato relative al prelievo fiscale sui carburanti, dovuta alla riduzione delle percorrenze stradali.

4.4 Benefici ambientali e di sicurezza

Alle variazioni di traffico su strada e su ferrovia sono stati applicati i costi unitari desunti da Korzhenevych et al. (2014).

4.5 Costi di investimento

I costi economici di investimento sono stati stimati applicando ai costi finanziari della componente lavoro (assunta pari al 30% dell'investimento) un "prezzo ombra" (variabile negli anni) per tener conto dell'alta disoccupazione involontaria presente in Italia. A tal fine si è utilizzata la formula⁷:

$$SO = SM*(1-d)*(1-t),$$

dove: SO è il salario ombra; SM è il salario di mercato; d è il saggio di disoccupazione; t è la percentuale d'imposte sul reddito. Le fonti dei dati sono state: Ufficio Studi CGIA – Mestre, sul salario lordo e netto dei lavoratori manuali; EY, *Eurozone* sulle previsioni di disoccupazione in Italia.

⁷ European Commission, Guide to Cost-benefit Analysis of Investment Projects, 2014, Box: Shadow Wage: Shortcut for Estimation, .49

5. Parametri adottati

5.1 Coefficiente di conversione del lavoro

Ipotizzando un saggio di disoccupazione decrescente dal 10,6% al 8,8% tra il 2019 e il 2028 e una percentuale d'imposte sul reddito medio pari al 45,1%, il fattore di conversione del lavoro è risultato variare negli anni da 0,491 a 0,500.

5.2 Costo Marginale dei Fondi Pubblici (CMFP)

È stato adottato un fattore pari a 1,15, valore medio dell'intervallo (1 – 1,3) indicato nelle Linee Guida del MIT.

5.3 Valore del tempo passeggeri

RFI assume per i passeggeri di lunga percorrenza la seguente ripartizione per motivo di viaggio.

- spostamenti per motivi di lavoro: 6%
- spostamenti per pendolarismo: 71%
- spostamenti per altri motivi: 23%.

Ritenendo implausibile che gli spostamenti per pendolarismo possano rappresentare il 71% del totale su una distanza media di 272 chilometri, si sono assunte le seguenti quote percentuali dei motivi di viaggio.

Tab. 5.1 Valore del tempo al 2017 per i passeggeri ferroviari di lunga percorrenza

Motivi	Quota	Valore del tempo (Euro/ora)
Lavoro	10%	35
Pendolarismo.	10%	15
Altro	80%	20
Totale	100%	21

Fonte: Per le quote: nostre ipotesi; per i valori del tempo: MIT, 2017

La ripartizione per motivo di viaggio assunta da RFI è stata adottata invece per i servizi regionali.

Tab. 5.2 Valore del tempo al 2017 per i passeggeri ferroviari regionali

Motivi	Quota	Valore del tempo (Euro/ora)
Lavoro	6%	20,0
Pendolarismo.	71%	10,0
Altro	23%	15,0
Totale	100%	11,75

Fonte: Per le quote: RFI, 2017; per i valori del tempo: MIT, 2017. 6.4 Tasso annuo di crescita del valore del tempo e delle esternalità

Il valore del tempo è stato fatto variare con la variazione prevista del reddito pro-capite⁸.

⁸ Nel "2018 Ageing Report: Economic and Budgetary Projections for the EU Member States (2016-2070)" la variazione del PIL pro capite è la seguente:

5.4 Costi non percepiti

I risparmi dei lubrificanti e degli pneumatici sono stati calcolati proporzionalmente alla riduzione delle percorrenze dei veicoli, mentre quelli dipendenti dalla manutenzione e dall'ammortamento del veicolo sono stati assunti come funzione delle percorrenze solo per una quota del 50 per cento, in quanto non dipendono totalmente dalle distanze coperte.

Il costo non percepito assomma a 0,097 €/veicolo-km e rivede in aumento la stima contenuta nelle LL. GG. Della Regione Lombardia.

Tab. 5.3 Costi non percepiti (€/veicolo km).

	Auto
Ammortamento	0,041
Lubrificanti e pneumatici	0,020
Manutenzione	0,036
Totale	0,097

5.5 Costo di consumo dell'infrastruttura stradale.

Il minor costo di consumo dell'infrastruttura stradale dovuto al cambio modale è stato calcolato sulla base delle stime UE (Korzhenevych et al. (2014) ed è risultato pari a 3,30 €/ct/vkm in ambito autostradale per i veicoli pesanti (media EU per un HGV 32-40, 5 axles, autostrada) e a 0,2 €/ct/vkm (autostrada) per le autovetture.

5.6 Pedaggi autostradali

I pedaggi delle auto e dei camion sull'autostrada si sono assunti pari rispettivamente a 0,0678 e 0,1286 Euro/Veicolo Km. Il valore è quello applicato sull'autostrada A4. Poiché l'effetto dell'opera, soprattutto per la prevalente componente passeggeri, è essenzialmente interno al paese e si svolge su distanze relativamente brevi, i pedaggi non sono stati distinti tra italiani e quelli dei paesi confinanti.

5.7 Carico medio per veicolo pesante

Si è assunto un carico medio di 18 tonnellate.

5.8 Passeggeri medi per auto

Per il calcolo dei costi di congestione si usato il coefficiente medio di occupazione di 1,5 persone per auto, adottato da RFI.

Country	Avg 16-70	2016	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055	2060	2070
IT	1,0	-0,3	0,6	0,6	0,3	0,4	0,6	1,2	1,5	1,9	1,6	1,8

5.9 Accise sui carburanti

Si è fatto riferimento al più recente dato fornito dal MISE relativo alla "Struttura del prezzo medio nazionale dei prodotti petroliferi". Le imposte totali sulla benzina ammontano a 1,002 €/l e quelle sul gasolio a 0,881 €/l.

Tab. 5.4 Struttura del prezzo medio nazionale dei prodotti petroliferi

STRUTTURA DEL PREZZO MEDIO NAZIONALE DEI PRODOTTI PETROLIFERI						
17/12/2018						
Prezzi in €/lt.						
PRODOTTO	PREZZO AL CONSUMO	ACCISA	I.V.A. 22%	TOTALE IMPOSTE	PREZZO AL NETTO IMPOSTE	VARIAZIONE (**)
Benzina s. piombo	1,520	0,728	0,274	1,002	0,518	-0,014
Gasolio auto	1,461	0,617	0,263	0,881	0,580	-0,014
GPL auto	0,665	0,147	0,120	0,267	0,398	-0,009
Gasolio da Riscaldamento	1,247	0,403	0,225	0,628	0,619	0,000

Fonte: MISE, 2018

La normativa in vigore prevede che gli esercenti l'attività di autotrasporto merci con veicoli di massa massima complessiva pari o superiore a 7,5 t, limitatamente ai veicoli a standard Euro 3 o superiore un credito di imposta pari a € 214,2 per mille litri di prodotto equivalenti. Per queste tipologie di veicoli l'imposta netta risulta quindi pari a 0,666 €/l.

I parametri applicati sono presentati nella seguente tabella.

Tab. 5.5 Imposte per veicolo km

	Gasolio camion	Benzina auto	Gasolio auto
Litri/km	0,33 ⁽¹⁾	0,14	0,09
Euro/l	0,666	1,002	0,881
Euro/km	0,22	0,14	0,08

(1) Tutto Trasporti, Costi di esercizio, Gennaio 2019

5.10 Costi esterni

Per le merci, si è assunto come rappresentativo un camion EURO VI. Per i passeggeri il veicolo rappresentativo è un Euro VI.

Per la valorizzazione dei costi ambientali e di incidentalità si sono applicate le stime dei costi marginali per l'Italia prodotte da Korzhenevych et al. (2014). Tutti i costi sono stati fatti crescere nel tempo con la variazione media del reddito *per capita* prevista.

I parametri utilizzati sono presentati nelle tabelle che seguono.

Tab. 5.6 Costi marginali di inquinamento – Strada (Cent./VKm)

	Merci	Passeggeri
Anno 2028	0,44	0,22

Nota: Il costo di inquinamento dell'aria è diverso a seconda del tipo di alimentazione (a benzina o diesel). Per i veicoli passeggeri si è assunto il valore medio dei due.

Tab. 5.7 Costi marginali di inquinamento – Ferrovia (cent./Unità di Traffico)

	Treni Pass.	Treni AV	Treni Merci
Anno 2028	0,12	0,16	0,07

Tab. 5.8 Costi marginali di rumore (Euro/1000Vkm)

	Strada		Ferrovia	
	Pass.	Merci	Pass.	Merci
Anno 2028	0,1	1,6	15,1	30,1

Tab. 5.9 Costi marginali di cambiamento climatico (cent./VKm)

	Passeggeri	Merci
Anno 2028	1,757	7,359

Tab. 5.10 Costi marginali degli effetti degli incidenti (milioni di Euro)

	Anno 2028
Morti	1,916
Feriti (1/3 gravi, 2/3 leggeri)	0,095

5.11 Saggio sociale di sconto

È stato adottato il tasso di attualizzazione sociale fissato dall'Unione Europea nell'ambito del Regolamento di esecuzione (UE) n. 207/2015, che è attualmente pari al 3%.

6. Stime dei costi e dei benefici

6.1 Variazione del surplus del consumatore

6.1.1 Benefici per i passeggeri ferroviari

Non essendo nota tra soluzione di progetto e soluzione di riferimento l'eventuale variazione delle tariffe, la variazione di surplus è stata stimata solo relativamente ai risparmi di tempo su ferrovia.

Il risparmio di tempo medio è stimato da RFI in 11 minuti. I benefici per gli utenti dei servizi di lunga percorrenza sono presentati nella tabella che segue.

Tab. 6.1 Benefici di tempo di viaggio dei passeggeri dei servizi di lunga percorrenza

Anni	Variazione tempo viaggio monetizzato (Euro)	Variazione surplus del cons. (Milioni)
2028	4,07	26,5
2029	4,08	26,9
2030	4,10	27,3
2031	4,11	27,7
2032	4,12	28,1
2033	4,14	28,5
2034	4,15	28,9
2035	4,17	29,3
2036	4,19	29,7
2037	4,21	30,2
2038	4,23	30,7
2039	4,25	31,1
2040	4,28	31,6
2041	4,31	32,2
2042	4,34	32,7
2043	4,39	33,4
2044	4,44	34,1
2045	4,49	34,8
2046	4,55	35,6
2047	4,61	36,4
2048	4,68	37,3
2049	4,74	38,2
2050	4,82	39,1

Oltre ai benefici per la riduzione del tempo di viaggio si sono presi in considerazione quelli derivanti dalla riduzione dei tempi di attesa. Una riduzione dei tempi medi di attesa è infatti, sotto certe condizioni, funzione dell'aumento di offerta, e questa riduzione può beneficiare gli utenti (è

quello che è noto in letteratura come effetto Mohring⁹). Quali sono queste condizioni? La principale è che l'arrivo dei passeggeri alle stazioni sia distribuito casualmente nel tempo. L'esempio classico è relativo ai servizi pubblici urbani a frequenza: supponiamo che i passeggeri arrivino casualmente ad una fermata con frequenza del servizio di 20 minuti. Il tempo di attesa medio è di 10 minuti; se la frequenza raddoppia (aumenta a 10 minuti), il tempo medio di attesa scende a 5 minuti. Tuttavia per servizi come quelli ferroviari (servizi a orario e non a frequenza) l'arrivo casuale nel tempo appare un'ipotesi che può riguardare solo una parte limitata dell'utenza. Si può pensare però che con un aumento dell'offerta si abbia una maggior scelta di orario e aumentare la probabilità di arrivare all'ora desiderata.

Non avendo informazioni di alcun tipo si è optato per la stima più larga. Dato il numero di treni/giorno si è calcolata la frequenza media oraria (su un esercizio di 19 ore/giorno) sia per la soluzione di riferimento che per quella di progetto. Il tempo di attesa è stato stimato come metà dell'intertempo tra un treno e il successivo. Ciò ha consentito di stimare le corrispondenti variazioni del surplus del consumatore.

La variazione media dei tempi di attesa dei passeggeri dei treni di lunga percorrenza è di 5,8 minuti.

I benefici dei passeggeri dei servizi ferroviari regionali, per i quali non è prevista alcuna variazione dei tempi di viaggio, derivano dalla variazione dei tempi di attesa conseguenti all'aumento dell'offerta. La variazione del tempo di attesa medio è di 5,2 minuti.

Tab. 6.2 Benefici di tempo di attesa dei passeggeri (Milioni di euro)

Anni	Servizi regionali	Servizi lunga percorrenza
2028	21,7	14,1
2029	21,8	14,3
2030	21,9	14,5
2031	21,9	14,7
2032	22,0	14,9
2033	22,1	15,1
2034	22,2	15,4
2035	22,2	15,6
2036	22,3	15,8
2037	22,5	16,0
2038	22,6	16,3
2039	22,7	16,5
2040	22,8	16,8
2041	23,0	17,1
2042	23,2	17,4
2043	23,4	17,7
2044	23,7	18,1

⁹ Per effetto Mohring si intende la situazione per cui l'effetto di una domanda aggiuntiva alla quale si reagisca aumentando la frequenza di un servizio (ad esempio, il numero di autobus all'ora) è quello di ridurre il tempo di attesa di tutti i passeggeri (nuovi ed esistenti). (Cfr. Mohring 1972).

2045	24,0	18,5
2046	24,3	18,9
2047	24,6	19,4
2048	24,9	19,8
2049	25,3	20,3
2050	25,7	20,8

6.1.2 Riduzione dei costi da congestione ferroviaria per i passeggeri

Altri benefici del progetto derivano dall'evitare i costi di congestione che si verificano in soluzione di riferimento quando l'offerta di treni approssima la capacità della linea.

I ritardi nell'esercizio ferroviario derivano da molti fattori, ma tutti presentano una forte relazione con il grado di occupazione della capacità della linea, dato che all'aumentare delle tracce occupate diminuisce la possibilità di recuperare le irregolarità che si dovessero presentare.

Di conseguenza uno dei principali benefici attesi dal quadruplicamento è quello di una riduzione dei ritardi.

Si sono quindi recuperate ed elaborate le statistiche Trenitalia che forniscono il ritardo medio per ciascun treno (periodo 1/2/17-31/10/17).

Per quelli circolanti sulla tratta Brescia Padova il ritardo medio è risultato pari a circa 8', misurato sull'intera relazione servita; lo stesso dato riparametrato sulla sola tratta BS-PD è di circa 4' 30".

Tenuto conto del fatto che le due tratte di adduzione sono già attrezzate con quadruplicamenti (TO-MI-BS e PD-VE) e che a queste tratte si deve attribuire ovviamente un peso minore nella formazione dei ritardi, si può individuare in 6' un valore di ritardo ragionevolmente attribuibile alla tratta in esame.

Per quanto riguarda i treni regionali si dispone di una analoga rilevazione effettuata nel 2018, rilevazione che, oltre a confermare il dato Trenitalia per i treni Ip, fornisce un valore di 5,4'.

Questi ritardi sono riferiti alla situazione attuale, caratterizzata da un carico di circa 142 treni, e sono ovviamente destinati ad aumentare al crescere di tale carico quantomeno in assenza di modifiche delle modalità di gestione della circolazione dei convogli.

I ritardi sono stati assunti variare linearmente dalla situazione attuale sino al raggiungimento di una soglia critica che può essere individuata in 180 treni/die, oltre la quale i ritardi aumentano secondo una curva esponenziale.

L'introduzione del nuovo sistema di circolazione ERMTS avrà l'effetto di incrementare la capacità di un valore medio orientativo del 15%, riducendo i valori di ritardo medio con i carichi attuali e incrementando la soglia critica a circa 210 treni/giorno; in pratica si è semplicemente 'abbassata' la curva riportando la soglia critica a 210 treni/giorno.

Analogamente si è fatto nel caso del quadruplicamento dove, oltre all'effetto dell'ERMTS, un ulteriore importante incremento di capacità della linea deriverà dalla maggiore omotachicità dell'esercizio (+15%). Questo comporta il riposizionamento della soglia critica a un valore di 480 treni/giorno.

I ritardi stimati secondo il metodo descritto sono in definitiva riportati nella tabella che segue.

treni/die	rete attuale		rete attuale + ERTMS		quadruplicamento	
	lp	regio	lp	regio	lp	regio
100	4.14	3.72	3.55	3.19	1.54	1.39
110	4.55	4.10	3.90	3.51	1.70	1.53
120	4.97	4.47	4.26	3.83	1.85	1.67
130	5.38	4.84	4.61	4.15	2.00	1.80
140	5.79	5.21	4.97	4.47	2.16	1.94
150	6.21	5.59	5.32	4.79	2.31	2.08
160	6.62	5.96	5.67	5.11	2.47	2.22
170	7.03	6.33	6.03	5.43	2.62	2.36
180	7.45	6.70	6.38	5.75	2.78	2.50
190	8.30	7.47	6.74	6.07	2.93	2.64
200	9.11	8.20	7.09	6.38	3.08	2.78
210	10.08	9.07	7.45	6.70	3.24	2.91
220	11.21	10.09	9.85	7.09	3.39	3.05
230	12.55	11.30	11.05	7.55	3.55	3.19
240	14.13	12.72	11.89	8.08	3.70	3.33
250					3.86	3.47
260					4.01	3.61
270					4.16	3.75
280					4.32	3.89
290					4.47	4.02
300					4.63	4.16
310					4.78	4.30
320					4.93	4.44
330					5.09	4.58
340					5.24	4.72
350					5.40	4.86

Ovviamente i benefici sono lievemente diversi nei due scenari ipotizzati.

Tab. 6.3 Benefici da riduzione dei ritardi da congestione ferroviaria dei passeggeri nello Scenario 1

Anni	N. treni/giorno	Variaz. ritardi (minuti)		Benefici (milioni)		
		Lunga perc.	Regionali	Lunga perc.	Regionali	Totale
2028	189	3,81	3,43	9,2	14,3	23,5
2029	190	3,81	3,43	9,3	14,4	23,7
2030	190	3,81	3,43	9,5	14,4	23,9
2031	190	3,81	3,43	9,6	14,5	24,0
2032	191	3,82	3,44	9,8	14,6	24,3
2033	191	3,84	3,45	9,9	14,7	24,6
2034	191	3,85	3,46	10,1	14,8	24,9
2035	192	3,86	3,48	10,3	14,9	25,2
2036	192	3,88	3,49	10,5	15,0	25,5
2037	192	3,89	3,50	10,7	15,1	25,8
2038	193	3,90	3,51	10,9	15,2	26,1
2039	193	3,92	3,52	11,1	15,4	26,4
2040	194	3,93	3,53	11,3	15,5	26,8
2041	195	3,94	3,54	11,5	15,7	27,2

2042	196	3,96	3,55	11,8	15,8	27,6
2043	197	3,97	3,57	12,0	16,0	28,1
2044	198	3,98	3,58	12,3	16,3	28,6
2045	199	4,00	3,59	12,7	16,5	29,2
2046	200	4,01	3,60	13,0	16,8	29,8
2047	202	4,04	3,63	13,4	17,2	30,6
2048	203	4,08	3,66	13,8	17,6	31,4
2049	205	4,11	3,70	14,3	18,0	32,2
2050	206	4,14	3,73	14,7	18,4	33,1

Tab. 6.4 Benefici da riduzione dei ritardi da congestione ferroviaria dei passeggeri nello Scenario 2

Anni	N. treni/giorno	Variaz. ritardi (minuti)		Benefici (milioni)		
		Lunga perc.	Regionali	Lunga perc.	Regionali	Totale
2028	204	4,11	3,70	9,9	15,4	25,3
2029	206	4,16	3,74	10,2	15,7	25,9
2030	208	4,21	3,79	10,5	15,9	26,4
2031	208	4,21	3,79	10,6	16,0	26,6
2032	208	4,21	3,79	10,7	16,0	26,8
2033	208	4,21	3,79	10,9	16,1	27,0
2034	208	4,21	3,79	11,1	16,1	27,2
2035	208	4,21	3,79	11,2	16,2	27,4
2036	208	4,21	3,79	11,4	16,3	27,7
2037	208	4,21	3,79	11,6	16,4	27,9
2038	208	4,21	3,79	11,7	16,4	28,2
2039	208	4,21	3,79	11,9	16,5	28,4
2040	208	4,21	3,79	12,1	16,6	28,7
2041	208	4,21	3,79	12,3	16,7	29,0
2042	208	4,21	3,79	12,5	16,9	29,4
2043	208	4,21	3,79	12,8	17,0	29,8
2044	208	4,21	3,79	13,0	17,2	30,3
2045	208	4,21	3,79	13,3	17,5	30,8
2046	208	4,21	3,79	13,6	17,7	31,3
2047	208	4,21	3,79	13,9	17,9	31,9
2048	208	4,21	3,79	14,3	18,2	32,4
2049	208	4,21	3,79	14,6	18,4	33,0
2050	208	4,21	3,79	15,0	18,7	33,7

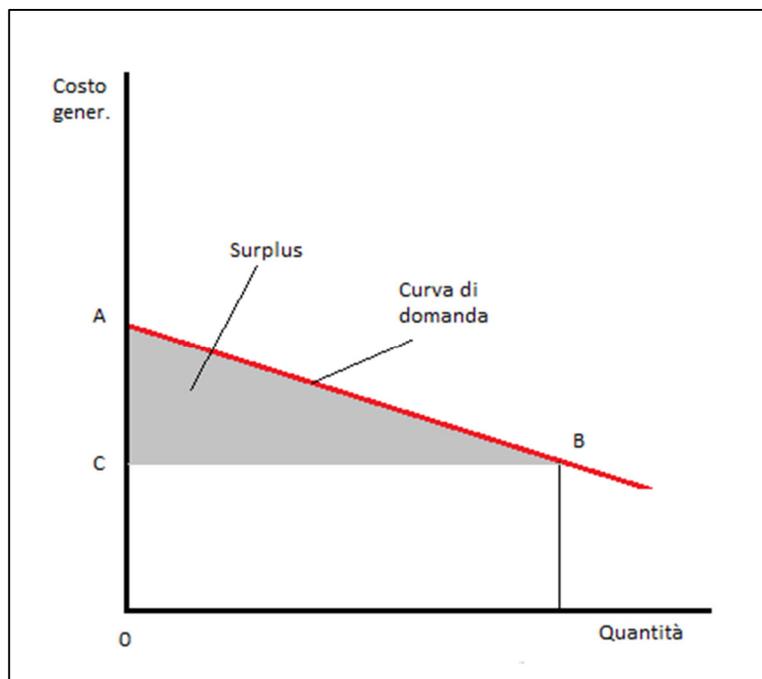
6.1.3 Benefici del trasporto merci

Nello scenario 1 la capacità della linea tradizionale non viene mai saturata nell'arco del periodo di analisi. I flussi di domanda in soluzione di riferimento e in quella di progetto sono uguali. Nella soluzione di progetto è comunque utilizzata la linea storica e non è previsto alcun cambiamento delle velocità commerciali. I benefici dei servizi di trasporto merci sono dunque nulli per tutto il periodo di analisi.

Nello scenario 2, i benefici del progetto sono definiti dal surplus che ottengono gli utenti dei treni aggiuntivi consentiti dalla realizzazione del progetto.

Disponendo di un modello di simulazione calibrato e validato i benefici degli utenti potrebbero essere calcolati attraverso il metodo d'integrazione numerica esposto in Nellthorp e Hyman (2001)¹⁰.

Fig. 6.1 Surplus del consumatore



Non disponendo di un modello di simulazione calibrato si è costretti a una stima di larga massima basata su semplificazioni e assunzioni.

La dimensione della tariffa corrispondente alla quantità non è nota (il punto C nella figura): le tariffe non sono pubbliche e dipendono dalla contrattazione tra cliente ed operatori e dalle eventuali economie di scala che i trasportatori riescono ad attuare sulle stesse relazioni. Tuttavia per una stima di larga massima si può supporre che esse corrispondano al costo marginale di produzione del servizio più il canone d'uso dell'infrastruttura, più un margine di profitto.

I costi finanziari per treno.km al netto del pedaggio di accesso ed utilizzo dell'infrastruttura ferroviaria sono stimati da RFI (2017) in 18,987 Euro. Si sono assunti inoltre un pedaggio di 2 Euro a treno.km e un margine di profitto del 10%. Il risultato è pari a 21,2 Euro/treno km. Dividendo per il carico medio per treno si ottiene una stima della tariffa media pari a 3,63 centesimi per Ton.Km.

L'assunzione base riguarda il punto in cui la curva di domanda incrocia l'asse delle ordinate (il punto A nella Figura 7.1) cioè la tariffa per la quale la quantità domandata si annulla. Si è ipotizzato che essa sia pari a 3 volte la tariffa media.

La stima ottenuta è riportata nella tabella seguente.

¹⁰ Nellthorp J., Hyman G. (2001), Alternatives to the RoH in Matrix based Appraisal. Proceedings of European Transport Conference 10-12 September 2001, Association of European Transport, London.

Tab. 6.5 Surplus dei treni aggiuntivi (milioni)

	TonKm aggiuntive	Surplus
2028	0	0,0
2029	0	0,0
2030	0	0,0
2031	362	13,1
2032	724	26,3
2033	1085	39,4
2034	1447	52,5
2035	1809	65,6
2036	2171	78,8
2037	2533	91,9
2038	2894	105,0
2039	3256	118,1
2040	3799	137,8
2041	4161	150,9
2042	4703	170,6
2043	5065	183,8
2044	5608	203,4
2045	6150	223,1
2046	6512	236,3
2047	7055	255,9
2048	7598	275,6
2049	8140	295,3
2050	8683	315,0

6.1.4 Riduzione dei costi da congestione ferroviaria per le merci

Differente rispetto a quello adottato per i passeggeri è stato l'approccio nel caso delle merci, per le quali il parametro del tempo medio risparmiato risulta non rappresentativo dei costi¹¹ generati dalla irregolarità ferroviaria, costi che nel caso della linea attuale sono stati stimati sulla base a interviste a esperti nell'ordine del 10%.

Adottando un meccanismo di calcolo simile a quello descritto nel caso dei passeggeri, si è potuto stimare a variazione lineare di tale extra-costo tra la situazione di partenza (140 treni/giorno) e quella limite (180 treni/giorno).

Nella tabella che segue sono riportati i valori di incremento percentuale nei costi di produzione dei treni merci in funzione del numero di treni complessivi programmati sulla linea nei tre scenari.

Treni/die	Rete attuale	Rete attuale + ERTMS	Quadruplicamento
140	10.0	7.4	3.8
180	12.9	11.1	4.8
210		12.9	5.6
340			9.1

¹¹ Si tratta essenzialmente di costi per il produttore di servizi di trasporto legati ai prolungamenti dei turni del personale viaggiante e al ritardo nella restituzione dei rotabili.

Anche in questo caso i benefici sono diversi seppure di pochissimo nei due scenari ipotizzati.

Tab. 6.6 Benefici da riduzione dei ritardi da congestione ferroviaria delle merci nello Scenario 1

Anni	N. Treni/giorno	Variaz. costi %		Benefici (milioni)
		Riferimento	Progetto	
2028	189	11,4%	4,9%	1,6
2029	190	11,4%	4,9%	1,6
2030	190	11,5%	5,0%	1,6
2031	190	11,6%	5,0%	1,6
2032	191	11,6%	5,0%	1,6
2033	191	11,7%	5,1%	1,6
2034	191	11,7%	5,1%	1,7
2035	192	11,8%	5,1%	1,7
2036	192	11,9%	5,1%	1,7
2037	192	11,9%	5,2%	1,8
2038	193	12,0%	5,2%	1,8
2039	193	12,1%	5,2%	1,8
2040	194	12,1%	5,3%	1,9
2041	195	12,2%	5,3%	1,9
2042	196	12,3%	5,3%	2,0
2043	197	12,3%	5,3%	2,1
2044	198	12,4%	5,4%	2,1
2045	199	12,5%	5,4%	2,2
2046	200	12,5%	5,4%	2,2
2047	202	12,6%	5,5%	2,3
2048	203	12,6%	5,5%	2,4
2049	205	12,7%	5,5%	2,5
2050	206	12,8%	5,5%	2,6

Tab. 6.7 Benefici da riduzione dei ritardi da congestione ferroviaria delle merci nello Scenario 2

Anni	N. Treni/giorno	Variaz. costi %		Benefici (milioni)
		Riferimento	Progetto	
2028	204	12,0%	5,2%	2,4
2029	206	12,2%	5,3%	2,5
2030	208	12,9%	5,6%	2,7
2031	208	12,9%	5,6%	2,7
2032	208	12,9%	5,6%	2,8
2033	208	12,9%	5,6%	2,8
2034	208	12,9%	5,6%	2,9
2035	208	12,9%	5,6%	2,9
2036	208	12,9%	5,6%	3,0
2037	208	12,9%	5,6%	3,0
2038	208	12,9%	5,6%	3,0
2039	208	12,9%	5,6%	3,1
2040	208	12,9%	5,6%	3,2
2041	208	12,9%	5,6%	3,2

2042	208	12,9%	5,6%	3,3
2043	208	12,9%	5,6%	3,3
2044	208	12,9%	5,6%	3,4
2045	208	12,9%	5,6%	3,4
2046	208	12,9%	5,6%	3,5
2047	208	12,9%	5,6%	3,5
2048	208	12,9%	5,6%	3,6
2049	208	12,9%	5,6%	3,7
2050	208	12,9%	5,6%	3,7

6.1.5 Benefici da riduzione della congestione stradale

Ipotesi 1

Nel primo scenario non vi sono differenze tra lo scenario e quello di progetto per quanto riguarda le merci movimentate: questo significa che la componente merci non produce benefici rispetto alla congestione stradale e viene pertanto ignorata.

I soli benefici derivano pertanto unicamente dalla riduzione delle auto.

I benefici da riduzione della congestione in ambito urbano/metropolitano ammontano a 42,15 milioni di euro/anno.

I benefici da riduzione della congestione sulla rete autostradale sono invece riassunti nella seguente tabella, nella quale si riportano i veicoli*h leggeri e pesanti risparmiati negli anni 2028 e 2050.

		veic*h/anno leggeri	v*h/anno pesanti
2028	RS	2'933'369	879'574
	SP	1'906'690	585'074
	Diff	- 1'026'680	- 294'499
2034	RS	5'671'500	1'698'613
	SP	4'455'183	1'349'869
	Diff	- 1'216'317	- 348'743
2051	RS	15'136'657	4'559'918
	SP	12'941'468	3'932'198
	Diff	- 2'195'189	- 627'720

Il flusso di benefici è rappresentato nella seguente tabella.

Tab. 6.8 Benefici da riduzione della congestione stradale nello Scenario 1

Anni	Extraurbano		Urbano	Totale
	Passeggeri	Merci		
2028	30,3	17,0	42,1	89,4
2029	31,3	17,5	42,3	91,1
2030	32,4	18,0	42,4	92,8
2031	33,4	18,5	42,6	94,5
2032	34,5	19,0	42,7	96,2
2033	35,5	19,6	42,9	98,0

2034	36,6	20,1	43,0	99,7
2035	38,6	21,1	43,2	102,9
2036	40,6	22,1	43,4	106,1
2037	42,7	23,1	43,6	109,4
2038	44,8	24,1	43,8	112,7
2039	46,9	25,1	44,1	116,1
2040	49,1	26,1	44,3	119,5
2041	51,3	27,1	44,6	123,1
2042	53,7	28,1	45,0	126,8
2043	56,2	29,1	45,4	130,7
2044	58,8	30,1	45,9	134,8
2045	61,5	31,1	46,5	139,1
2046	64,3	32,1	47,1	143,6
2047	67,2	33,1	47,8	148,1
2048	70,2	34,1	48,4	152,8
2049	73,4	35,2	49,1	157,7
2050	76,6	36,2	49,9	162,7

Ipotesi 2

L'ipotesi 2 si differenzia dalla 1 per la componente merci che, a partire dal 2034, cresce solo nella soluzione con progetto.

I benefici pertanto risultano identici a quelli dell'ipotesi 1 per gli anni 2028 e 2034, mentre aumentano per l'anno 2050.

		veic*h/anno leggeri	v*h/anno pesanti
2028	RS	2'933'369	879'574
	SP	1'906'690	585'074
	Diff	- 1'026'680	- 294'499
2034	RS	5'671'500	1'698'613
	SP	4'455'183	1'349'869
	Diff	- 1'216'317	- 348'743
2050	RS	19'527'036	5'815'359
	SP	15'673'756	4'697'976
	Diff	- 3'853'280	- 1'117'383

I benefici da riduzione della congestione in ambito urbano/metropolitano sono stimati in 69,58 milioni di euro/anno.

Il flusso di benefici è rappresentato nella seguente tabella.

Tab. 6.9 Benefici da riduzione della congestione stradale nello Scenario 2

Anni	Extraurbano		Urbano	Totale
	Passeggeri	Merci		
2028	30,3	17,0	69,6	116,8
2029	31,3	17,5	69,8	118,6
2030	32,4	18,0	70,0	120,4
2031	33,4	18,5	70,3	122,2

2032	34,5	19,0	70,5	124,0
2033	35,5	19,6	70,8	125,9
2034	36,6	20,1	71,0	127,7
2035	41,7	22,9	71,3	135,9
2036	46,9	25,6	71,6	144,2
2037	52,2	28,4	72,0	152,5
2038	57,5	31,2	72,3	161,0
2039	62,9	33,9	72,7	169,5
2040	68,4	36,7	73,1	178,2
2041	74,0	39,5	73,7	187,1
2042	79,8	42,2	74,3	196,3
2043	85,8	45,0	75,0	205,8
2044	92,1	47,8	75,8	215,7
2045	98,6	50,5	76,8	225,9
2046	105,3	53,3	77,8	236,4
2047	112,2	56,1	78,8	247,1
2048	119,4	58,8	79,9	258,2
2049	126,8	61,6	81,1	269,5
2050	134,5	64,4	82,4	281,3

6.2 Costi non percepiti

Essi sono relativi solo al trasporto passeggeri e variano nel tempo da 19,4 milioni di euro/anno nel 2028 a 20,4 milioni nel 2050.

6.3 Surplus del produttore e impatti fiscali

6.3.1 Gestori dell'infrastruttura e dei servizi ferroviari

La variazione del surplus del produttore dei servizi passeggeri (cioè la variazione delle entrate e delle uscite dei gestori dei servizi nel passaggio dalla situazione di riferimento a quella di progetto) è rappresentata nella tabella seguente.

Tab. 6.10 Variazione surplus del produttore dell'infrastruttura e dei servizi (milioni di euro)

Anni	Variazione entrate tariffarie		Variazione costi servizi		Costi esercizio infrastr.	Variazione surplus totale
	Regio.	Lunga Perc.	Regio.	Lunga Perc.		
2028	13,0	48,8	7,3	21,2	15,4	17,8
2029	13,0	49,4	7,3	21,2	15,4	18,3
2030	13,0	49,9	7,3	21,2	15,4	18,9
2031	13,0	50,4	7,3	21,2	15,4	19,4
2032	13,0	51,0	7,3	21,2	15,4	20,0
2033	13,0	51,5	7,3	21,2	15,4	20,5
2034	13,0	52,1	7,3	21,2	15,4	21,1
2035	13,0	52,6	7,3	21,2	15,4	21,6
2036	13,0	53,2	7,3	21,2	15,4	22,1
2037	13,0	53,7	7,3	21,2	15,4	22,7
2038	13,0	54,2	7,3	21,2	15,4	23,2

2039	13,0	54,8	7,3	21,2	15,4	23,8
2040	13,0	55,3	7,3	21,2	15,4	24,3
2041	13,0	55,9	7,3	21,2	15,4	24,9
2042	13,0	56,4	7,3	21,2	15,4	25,4
2043	13,0	57,0	7,3	21,2	15,4	25,9
2044	13,0	57,5	7,3	21,2	15,4	26,5
2045	13,0	58,0	7,3	21,2	15,4	27,0
2046	13,0	58,6	7,3	21,2	15,4	27,6
2047	13,0	59,1	7,3	21,2	15,4	28,1
2048	13,0	59,7	7,3	21,2	15,4	28,7
2049	13,0	60,2	7,3	21,2	15,4	29,2
2050	13,0	60,8	7,3	21,2	15,4	29,7

6.3.2 Gestori autostradali

Da un lato è stato stimato il minore costo di consumo dell'infrastruttura stradale a causa del cambio modale e dall'altro è stata stimata la riduzione dei pedaggi autostradali.

Tab. 6.11 Variazione surplus del produttore autostradale nello Scenario 1 (milioni di euro)

Anni	Riduzione del costo di consumo dell'infrastruttura			Riduzione pedaggi			Variazione surplus
	Veicoli merci	Veicoli pass.	Totale	Veicoli merci	Veicoli pass.	Totale	
2028	0,0	0,4	0,4	0,0	-13,6	-13,6	-13,2
2029	0,0	0,4	0,4	0,0	-13,6	-13,6	-13,2
2030	0,0	0,4	0,4	0,0	-13,6	-13,6	-13,2
2031	0,0	0,4	0,4	0,0	-13,7	-13,7	-13,3
2032	0,0	0,4	0,4	0,0	-13,7	-13,7	-13,3
2033	0,0	0,4	0,4	0,0	-13,7	-13,7	-13,3
2034	0,0	0,4	0,4	0,0	-13,8	-13,8	-13,4
2035	0,0	0,4	0,4	0,0	-13,8	-13,8	-13,4
2036	0,0	0,4	0,4	0,0	-13,8	-13,8	-13,4
2037	0,0	0,4	0,4	0,0	-13,9	-13,9	-13,5
2038	0,0	0,4	0,4	0,0	-13,9	-13,9	-13,5
2039	0,0	0,4	0,4	0,0	-13,9	-13,9	-13,5
2040	0,0	0,4	0,4	0,0	-14,0	-14,0	-13,5
2041	0,0	0,4	0,4	0,0	-14,0	-14,0	-13,6
2042	0,0	0,4	0,4	0,0	-14,0	-14,0	-13,6
2043	0,0	0,4	0,4	0,0	-14,1	-14,1	-13,6
2044	0,0	0,4	0,4	0,0	-14,1	-14,1	-13,7
2045	0,0	0,4	0,4	0,0	-14,1	-14,1	-13,7
2046	0,0	0,4	0,4	0,0	-14,2	-14,2	-13,7
2047	0,0	0,4	0,4	0,0	-14,2	-14,2	-13,8
2048	0,0	0,4	0,4	0,0	-14,2	-14,2	-13,8
2049	0,0	0,4	0,4	0,0	-14,3	-14,3	-13,8
2050	0,0	0,4	0,4	0,0	-14,3	-14,3	-13,9

Tab. 6.12 Variazione surplus del produttore autostradale nello Scenario 2 (milioni di euro)

Anni	Riduzione del costo di consumo dell'infrastruttura			Riduzione pedaggi			Variazione surplus
	Veicoli merci	Veicoli pass.	Totale	Veicoli merci	Veicoli pass.	Totale	
2028	0,0	0,4	0,4	0,0	-13,6	-13,6	-13,2
2029	0,0	0,4	0,4	0,0	-13,6	-13,6	-13,2
2030	0,0	0,4	0,4	0,0	-13,6	-13,6	-13,2
2031	0,4	0,4	0,8	-2,2	-13,7	-15,8	-15,0
2032	0,9	0,4	1,3	-4,3	-13,7	-18,0	-16,8
2033	1,3	0,4	1,7	-6,5	-13,7	-20,2	-18,5
2034	1,7	0,4	2,1	-8,7	-13,8	-22,4	-20,3
2035	2,2	0,4	2,6	-10,8	-13,8	-24,6	-22,0
2036	2,6	0,4	3,0	-13,0	-13,8	-26,8	-23,8
2037	3,0	0,4	3,5	-15,2	-13,9	-29,0	-25,6
2038	3,5	0,4	3,9	-17,3	-13,9	-31,2	-27,3
2039	3,9	0,4	4,3	-19,5	-13,9	-33,4	-29,1
2040	4,6	0,4	5,0	-22,7	-14,0	-36,7	-31,7
2041	5,0	0,4	5,4	-24,9	-14,0	-38,9	-33,5
2042	5,7	0,4	6,1	-28,1	-14,0	-42,2	-36,1
2043	6,1	0,4	6,5	-30,3	-14,1	-44,4	-37,9
2044	6,7	0,4	7,2	-33,6	-14,1	-47,7	-40,5
2045	7,4	0,4	7,8	-36,8	-14,1	-50,9	-43,1
2046	7,8	0,4	8,2	-39,0	-14,2	-53,1	-44,9
2047	8,5	0,4	8,9	-42,2	-14,2	-56,4	-47,5
2048	9,1	0,4	9,5	-45,5	-14,2	-59,7	-50,1
2049	9,8	0,4	10,2	-48,7	-14,3	-63,0	-52,8
2050	10,4	0,4	10,9	-52,0	-14,3	-66,3	-55,4

6.3.3 Stato

Le variazioni delle entrate dello Stato relative al prelievo fiscale sui carburanti, dovute alla riduzione delle percorrenze stradali sono presentate nelle tabelle seguenti.

Tab. 6.13 Variazione del surplus dello Stato nello Scenario 1 (milioni di euro)

Anni	Merci	Passeggeri	Totale
2028	0,0	-22,0	-22,0
2029	0,0	-22,0	-22,0
2030	0,0	-22,1	-22,1
2031	0,0	-22,1	-22,1
2032	0,0	-22,2	-22,2
2033	0,0	-22,2	-22,2
2034	0,0	-22,3	-22,3
2035	0,0	-22,3	-22,3
2036	0,0	-22,4	-22,4
2037	0,0	-22,4	-22,4
2038	0,0	-22,5	-22,5

2039	0,0	-22,6	-22,6
2040	0,0	-22,6	-22,6
2041	0,0	-22,7	-22,7
2042	0,0	-22,7	-22,7
2043	0,0	-22,8	-22,8
2044	0,0	-22,8	-22,8
2045	0,0	-22,9	-22,9
2046	0,0	-22,9	-22,9
2047	0,0	-23,0	-23,0
2048	0,0	-23,0	-23,0
2049	0,0	-23,1	-23,1
2050	0,0	-23,1	-23,1

Tab. 6.14 Variazione del surplus dello Stato nello Scenario 2 (milioni di euro)

Anni	Merchi	Passeggeri	Totale
2028	0,0	-22,0	-22,0
2029	0,0	-22,0	-22,0
2030	0,0	-22,1	-22,1
2031	-2,9	-22,1	-25,0
2032	-5,8	-22,2	-28,0
2033	-8,7	-22,2	-30,9
2034	-11,6	-22,3	-33,9
2035	-14,5	-22,3	-36,8
2036	-17,4	-22,4	-39,8
2037	-20,3	-22,4	-42,7
2038	-23,2	-22,5	-45,7
2039	-26,1	-22,6	-48,6
2040	-30,4	-22,6	-53,0
2041	-33,3	-22,7	-55,9
2042	-37,6	-22,7	-60,3
2043	-40,5	-22,8	-63,3
2044	-44,9	-22,8	-67,7
2045	-49,2	-22,9	-72,1
2046	-52,1	-22,9	-75,0
2047	-56,5	-23,0	-79,4
2048	-60,8	-23,0	-83,8
2049	-65,1	-23,1	-88,2
2050	-69,5	-23,1	-92,6

6.4 Benefici ambientali e di incidentalità

Ovviamente anche questi benefici sono diversi nei due scenari.

6.4.1 Inquinamento atmosferico

Scenario 1

Nello Scenario 1 la variazione di costi su strada rispetto alla Soluzione di riferimento è relativa solo alle automobili (la cui quantità è costante per tutto il periodo di analisi). L'offerta di servizi ferroviari aumenta rispetto alla Soluzione di riferimento e con essa aumentano i costi di inquinamento.

Tab. 6.15 Benefici di inquinamento atmosferico nello Scenario 1 (milioni di euro)

Anni	Variazione su strada	Variazione su ferro	Benefici
2028	0,4	0,4	0,0
2029	0,4	0,4	0,1
2030	0,4	0,4	0,1
2031	0,4	0,4	0,1
2032	0,4	0,3	0,1
2033	0,4	0,3	0,1
2034	0,4	0,3	0,1
2035	0,4	0,3	0,2
2036	0,4	0,3	0,2
2037	0,4	0,3	0,2
2038	0,5	0,2	0,2
2039	0,5	0,2	0,2
2040	0,5	0,2	0,2
2041	0,5	0,2	0,3
2042	0,5	0,2	0,3
2043	0,5	0,2	0,3
2044	0,5	0,1	0,3
2045	0,5	0,1	0,3
2046	0,5	0,1	0,3
2047	0,5	0,1	0,4
2048	0,5	0,1	0,4
2049	0,5	0,1	0,4
2050	0,5	0,0	0,4

Scenario 2

In questo scenario sia su strada che su ferrovia varia nel tempo la domanda e l'offerta di servizi merci. La variazione di costi da inquinamento è presentata nella tabella che segue.

Tab. 6.16 Benefici di inquinamento atmosferico nello Scenario 2 (milioni di euro)

Anni	Variazione su strada	Variazione su ferro	Benefici
2028	0,4	0,4	0,0
2029	0,4	0,4	0,1
2030	0,4	0,4	0,1
2031	0,5	0,5	0,0
2032	0,6	0,6	-0,1
2033	0,6	0,8	-0,2
2034	0,7	0,9	-0,3
2035	0,7	1,1	-0,3

2036	0,8	1,2	-0,4
2037	0,9	1,3	-0,5
2038	0,9	1,5	-0,6
2039	1,0	1,6	-0,7
2040	1,1	1,8	-0,8
2041	1,1	2,0	-0,9
2042	1,2	2,2	-1,0
2043	1,3	2,3	-1,1
2044	1,4	2,6	-1,2
2045	1,4	2,8	-1,3
2046	1,5	2,9	-1,4
2047	1,6	3,1	-1,6
2048	1,7	3,4	-1,7
2049	1,8	3,6	-1,8
2050	1,9	3,8	-1,9

6.4.2 Rumore

Scenario 1

La variazione di costi su strada rispetto alla Soluzione di riferimento è generata solo dal trasporto passeggeri. L'offerta di servizi ferroviari aumenta rispetto alla Soluzione di riferimento e con essa i costi di rumore.

Tab. 6.17 Benefici di rumore nello Scenario 1 (milioni di euro)

Anni	Variazione su strada	Variazione su ferro	Benefici
2028	0,02	0,26	-0,24
2029	0,02	0,26	-0,24
2030	0,02	0,26	-0,24
2031	0,02	0,26	-0,24
2032	0,02	0,26	-0,24
2033	0,02	0,26	-0,24
2034	0,02	0,26	-0,24
2035	0,02	0,26	-0,24
2036	0,02	0,26	-0,24
2037	0,02	0,26	-0,24
2038	0,02	0,26	-0,24
2039	0,02	0,26	-0,24
2040	0,02	0,26	-0,24
2041	0,02	0,26	-0,24
2042	0,02	0,26	-0,24
2043	0,02	0,26	-0,24
2044	0,02	0,26	-0,24
2045	0,02	0,26	-0,24
2046	0,02	0,26	-0,24
2047	0,02	0,26	-0,24
2048	0,02	0,26	-0,24

2049	0,02	0,26	-0,24
2050	0,02	0,26	-0,24

Scenario 2

La variazione di costi da rumore è presentata nella tabella che segue.

Tab. 6.18 Benefici di rumore nello Scenario 2 (milioni di euro)

Anni	Variazione su strada	Variazione su ferro	Benefici
2028	0,02	0,26	-0,24
2029	0,02	0,26	-0,24
2030	0,02	0,26	-0,24
2031	0,04	0,27	-0,23
2032	0,07	0,29	-0,22
2033	0,09	0,30	-0,21
2034	0,11	0,31	-0,20
2035	0,13	0,33	-0,20
2036	0,15	0,34	-0,19
2037	0,17	0,35	-0,18
2038	0,20	0,37	-0,17
2039	0,22	0,38	-0,16
2040	0,25	0,40	-0,15
2041	0,27	0,41	-0,14
2042	0,30	0,43	-0,13
2043	0,33	0,45	-0,12
2044	0,36	0,47	-0,11
2045	0,39	0,49	-0,10
2046	0,41	0,50	-0,09
2047	0,45	0,52	-0,08
2048	0,48	0,54	-0,06
2049	0,51	0,56	-0,05
2050	0,54	0,58	-0,04

6.4.3 Riscaldamento globale

Scenario 1

I benefici da riduzione del riscaldamento globale nello Scenario 1 sono presentati nella seguente tabella.

Tab. 6.19 Benefici da riduzione del riscaldamento globale nello Scenario 1 (milioni di euro)

Anni	Merci	Pass.	Totale
2028	0,0	3,5	3,5
2029	0,0	3,5	3,5
2030	0,0	3,5	3,5
2031	0,0	3,5	3,5
2032	0,0	3,6	3,6

2033	0,0	3,6	3,6
2034	0,0	3,6	3,6
2035	0,0	3,6	3,6
2036	0,0	3,6	3,6
2037	0,0	3,6	3,6
2038	0,0	3,6	3,6
2039	0,0	3,6	3,6
2040	0,0	3,6	3,6
2041	0,0	3,6	3,6
2042	0,0	3,6	3,6
2043	0,0	3,6	3,6
2044	0,0	3,7	3,7
2045	0,0	3,7	3,7
2046	0,0	3,7	3,7
2047	0,0	3,7	3,7
2048	0,0	3,7	3,7
2049	0,0	3,7	3,7
2050	0,0	3,7	3,7

Scenario 2

I benefici da riduzione del riscaldamento globale nello Scenario 2 sono naturalmente maggiori di quelli dello Scenario 1.

Tab. 6.20 Benefici da riduzione del riscaldamento globale nello Scenario 2 (milioni di euro)

Anni	Merci	Pass.	Totale
2028	0,0	3,5	3,5
2029	0,0	3,5	3,5
2030	0,0	3,5	3,5
2031	1,0	3,5	4,5
2032	1,9	3,6	5,5
2033	2,9	3,6	6,5
2034	3,9	3,6	7,4
2035	4,8	3,6	8,4
2036	5,8	3,6	9,4
2037	6,8	3,6	10,4
2038	7,8	3,6	11,4
2039	8,7	3,6	12,3
2040	10,2	3,6	13,8
2041	11,1	3,6	14,8
2042	12,6	3,6	16,2
2043	13,6	3,6	17,2
2044	15,0	3,7	18,7
2045	16,5	3,7	20,1
2046	17,4	3,7	21,1
2047	18,9	3,7	22,6
2048	20,4	3,7	24,0
2049	21,8	3,7	25,5

2050	23,3	3,7	27,0
------	------	-----	------

6.4.4 Incidentalità

Per la stima della variazione dei morti e dei feriti della Soluzione di progetto rispetto a quella di riferimento si è calcolata la media del numero di morti e di feriti per 100 milioni di veicoli km negli ultimi 10 anni sull'autostrada Brescia-Padova e tale media è stata applicata al differenziale di traffico previsto. A tali stime sono stati infine applicati i costi unitari definiti in Korzhenevych et al. (2014).

Le stime per gli Scenari 1 e 2 sono le seguenti.

Tab. 6.21 Benefici da riduzione dell'incidentalità (milioni di euro)

Anni	Scenario 1			Scenario 2		
	Morti	Feriti	Totale	Morti	Feriti	Totale
2028	1,2	2,0	3,2	1,2	2,0	3,2
2029	1,2	2,0	3,2	1,2	2,0	3,2
2030	1,2	2,0	3,2	1,2	2,0	3,2
2031	1,2	2,0	3,2	1,3	2,1	3,4
2032	1,2	2,0	3,2	1,4	2,3	3,7
2033	1,2	2,0	3,2	1,5	2,4	3,9
2034	1,2	2,0	3,3	1,6	2,5	4,1
2035	1,2	2,0	3,3	1,6	2,7	4,3
2036	1,2	2,0	3,3	1,7	2,8	4,5
2037	1,2	2,0	3,3	1,8	2,9	4,8
2038	1,3	2,0	3,3	1,9	3,1	5,0
2039	1,3	2,0	3,3	2,0	3,2	5,2
2040	1,3	2,0	3,3	2,1	3,4	5,5
2041	1,3	2,0	3,3	2,2	3,5	5,7
2042	1,3	2,1	3,3	2,3	3,7	6,1
2043	1,3	2,1	3,3	2,4	3,9	6,3
2044	1,3	2,1	3,3	2,5	4,1	6,6
2045	1,3	2,1	3,3	2,6	4,3	6,9
2046	1,3	2,1	3,3	2,7	4,4	7,1
2047	1,3	2,1	3,4	2,8	4,6	7,5
2048	1,3	2,1	3,4	3,0	4,8	7,8
2049	1,3	2,1	3,4	3,1	5,0	8,1
2050	1,3	2,1	3,4	3,2	5,2	8,4

6.5 Costi di investimento

I costi di investimento finanziari dell'opera ammontano a 8.644 milioni di euro. Nella analisi costi benefici di RFI essi sono lievemente diversi (8.689). Ai costi di investimento è stato applicato il Costo Opportunità Marginale dei Fondi Pubblici (COMFP) dell'1,5%. Nell'analisi di RFI i costi sono distribuiti su 13 anni e ripartiti anno per anno tra componenti (materiali, lavoro, trasporti). Ciò consente di applicare il prezzo ombra del lavoro, che tiene conto sia del livello di disoccupazione

involontaria sia di quello di prelievo fiscale. La ripartizione dell'investimento nel tempo è stata ridotta da 13 anni a 10.

Tab. 6.22 Costi di investimento finanziari con COMFP (milioni di euro)

Anni	Materiali	Lavoro	Trasporti	Totale
2019	499,6	338,2	121,6	959,4
2020	420,3	312,8	155,8	888,9
2021	567,0	500,6	249,2	1316,8
2022	654,0	610,5	305,2	1569,7
2023	500,3	500,3	250,1	1250,7
2024	372,5	372,5	186,3	931,3
2025	309,8	309,8	154,9	774,5
2026	260,8	260,8	130,4	652,1
2027	357,0	357,0	178,5	892,4
2028	281,9	281,9	140,9	704,7

Tab. 6.23 Costi di investimento economici (milioni di euro)

Anni	Fattore di conversione	Costi economici (milioni)			
		Lavoro	Materiali	Trasporti	Totale
2019	0,491	166,0	499,6	121,6	787,2
2020	0,492	154,0	420,3	155,8	730,2
2021	0,494	247,4	567,0	249,2	1063,5
2022	0,496	302,6	654,0	305,2	1261,8
2023	0,497	248,5	500,3	250,1	998,9
2024	0,498	185,4	372,5	186,3	744,1
2025	0,498	154,4	309,8	154,9	619,2
2026	0,499	130,2	260,8	130,4	521,5
2027	0,500	178,4	357,0	178,5	713,8
2028	0,500	141,1	281,9	140,9	563,9

I costi di manutenzione straordinaria e il valore residuo dell'investimento sono stati ripresi dall'analisi costi-benefici di RFI.

6.6 Il flusso di benefici netti

I flussi di benefici netti e quelli delle loro componenti per lo Scenario 1 e per lo Scenario 2 sono riportati nelle seguenti tabelle.

Tab. 6.24 Scenario 1 - Flusso di benefici netti (milioni di euro)

Anni	Costi Invest.	Surplus Cons. Ferro	Surplus Cons. Strada	Costi non perc.	Surplus Prod. (ferro)	Surplus Prod. (strada)	Surplus Prod. (Stato)	Benefici ambiente	Incid.	Benefici Netti
-6	-787,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-787,2
-5	-730,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-730,2
-4	-1063,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-1063,5
-3	-1261,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-1261,8
-2	-998,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-998,9
-1	-744,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-744,1
0	-619,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-619,2
1	-521,5	45,0	44,7	9,7	8,9	-6,6	-11,0	1,7	1,6	-427,5
2	-713,8	45,0	44,7	9,7	8,9	-6,6	-11,0	1,7	1,6	-619,8
3	-563,9	90,0	89,4	19,4	17,8	-13,2	-22,0	3,3	3,2	-375,9
4	0,0	91,4	91,1	19,4	18,3	-13,2	-22,0	3,3	3,2	191,6
5	0,0	92,7	92,8	19,5	18,9	-13,2	-22,1	3,4	3,2	195,2
6	0,0	93,6	94,5	19,5	19,4	-13,3	-22,1	3,4	3,2	198,3
7	0,0	94,6	96,2	19,6	20,0	-13,3	-22,2	3,4	3,2	201,5
8	0,0	95,5	98,0	19,6	20,5	-13,3	-22,2	3,4	3,2	204,7
9	0,0	96,5	99,7	19,6	21,1	-13,4	-22,3	3,5	3,3	208,0
10	0,0	97,5	102,9	19,7	21,6	-13,4	-22,3	3,5	3,3	212,7
11	0,0	98,5	106,1	19,7	22,1	-13,4	-22,4	3,5	3,3	217,5
12	-157,0	99,6	109,4	19,8	22,7	-13,5	-22,4	3,5	3,3	65,4
13	0,0	100,7	112,7	19,8	23,2	-13,5	-22,5	3,6	3,3	227,4
14	0,0	101,9	116,1	19,9	23,8	-13,5	-22,6	3,6	3,3	232,4
15	0,0	103,1	119,5	19,9	24,3	-13,5	-22,6	3,6	3,3	237,6
16	0,0	104,5	123,1	20,0	24,9	-13,6	-22,7	3,6	3,3	243,1
17	0,0	106,0	126,8	20,0	25,4	-13,6	-22,7	3,7	3,3	248,9
18	0,0	107,7	130,7	20,1	25,9	-13,6	-22,8	3,7	3,3	255,0
19	0,0	109,5	134,8	20,1	26,5	-13,7	-22,8	3,7	3,3	261,5
20	0,0	111,5	139,1	20,2	27,0	-13,7	-22,9	3,8	3,3	268,3
21	0,0	113,6	143,6	20,2	27,6	-13,7	-22,9	3,8	3,3	275,4
22	-316,6	115,8	148,1	20,2	28,1	-13,8	-23,0	3,8	3,4	-34,0
23	0,0	118,1	152,8	20,3	28,7	-13,8	-23,0	3,8	3,4	290,2
24	0,0	120,5	157,7	20,3	29,2	-13,8	-23,1	3,9	3,4	298,0
25	4548,2	123,0	162,7	20,4	29,7	-13,9	-23,1	3,9	3,4	4854,3

Tab. 6.25 Scenario 2 - Flusso di benefici netti (milioni di euro)

Anni	Costi Invest.	Surplus Cons. Ferro	Surplus Cons. Strada	Costi non perc.	Surplus Prod. (ferro)	Surplus Prod. (strada)	Surplus Prod. (Stato)	Benefici ambiente	Incidenti	Benefici Netti
-6	-787,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-787,2
-5	-730,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-730,2
-4	-1063,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-1063,5
-3	-1261,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-1261,8
-2	-998,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-998,9
-1	-744,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-744,1
0	-619,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-619,2
1	-521,5	45,0	58,4	9,7	8,9	-6,6	-11,0	1,7	1,6	-413,8
2	-713,8	45,0	58,4	9,7	8,9	-6,6	-11,0	1,7	1,6	-606,1
3	-563,9	90,0	116,8	19,4	17,8	-13,2	-22,0	3,3	3,2	-348,5
4	0,0	91,4	118,6	19,4	18,3	-13,2	-22,0	3,3	3,2	219,1
5	0,0	92,7	120,4	19,5	18,9	-13,2	-22,1	3,4	3,2	222,8
6	0,0	106,8	122,2	19,5	19,4	-15,0	-25,0	4,3	3,4	235,6
7	0,0	120,8	124,0	19,6	20,0	-16,8	-28,0	5,2	3,7	248,5
8	0,0	134,9	125,9	19,6	20,5	-18,5	-30,9	6,1	3,9	261,4
9	0,0	149,0	127,7	19,6	21,1	-20,3	-33,9	7,0	4,1	274,4
10	0,0	163,1	135,9	19,7	21,6	-22,0	-36,8	7,9	4,3	293,7
11	0,0	177,3	144,2	19,7	22,1	-23,8	-39,8	8,8	4,5	313,1
12	-157,0	191,5	152,5	19,8	22,7	-25,6	-42,7	9,7	4,8	175,7
13	0,0	205,7	161,0	19,8	23,2	-27,3	-45,7	10,6	5,0	352,4
14	0,0	220,0	169,5	19,9	23,8	-29,1	-48,6	11,5	5,2	372,2
15	0,0	240,9	178,2	19,9	24,3	-31,7	-53,0	12,9	5,5	397,0
16	0,0	255,4	187,1	20,0	24,9	-33,5	-55,9	13,8	5,7	417,4
17	0,0	276,6	196,3	20,0	25,4	-36,1	-60,3	15,1	6,1	443,1
18	0,0	291,4	205,8	20,1	25,9	-37,9	-63,3	16,0	6,3	464,4
19	0,0	312,9	215,7	20,1	26,5	-40,5	-67,7	17,4	6,6	491,0
20	0,0	334,6	225,9	20,2	27,0	-43,1	-72,1	18,7	6,9	518,1
21	0,0	349,8	236,4	20,2	27,6	-44,9	-75,0	19,6	7,1	540,8
22	-316,6	371,7	247,1	20,2	28,1	-47,5	-79,4	21,0	7,5	252,0
23	0,0	393,7	258,2	20,3	28,7	-50,1	-83,8	22,3	7,8	596,9
24	0,0	415,8	269,5	20,3	29,2	-52,8	-88,2	23,6	8,1	625,7
25	4548,2	438,0	281,3	20,4	29,7	-55,4	-92,6	25,0	8,4	5203,0

6.7 Risultati della valutazione

Lo scenario 1 ottiene un VAN di -2.384 milioni di euro e un SRI pari a 0,94% largamente inferiore a quella soglia (3%). Il rapporto benefici/costi è pari a 0,57. La composizione dei benefici netti è presentata nella seguente tabella.

Tab. 6.26 Scenario 1 - Flussi di costi e benefici attualizzati (milioni di euro)

	Costi Invest.	Surplus Cons. Ferro	Surplus Cons. Strada	Costi non perc.	Surplus Prod. (ferro)	Surplus Prod. (strada)	Surplus Produtt. (Stato)	Benefici ambiente	Incidenti	Benefici Netti
VAN 3%	-5532,4	1395,3	1566,9	272,8	313,8	-185,5	-309,5	48,9	45,1	-2384,5

Sono ovviamente migliori le *performance* dello Scenario 2: il VAN al 3% pari a -589 milioni di euro e un SRI pari al 2,55%. Il rapporto benefici/costi è pari a 0,89.

La composizione dei benefici netti è presentata nella seguente tabella.

Tab. 6.27 Scenario 2 - Flussi di costi e benefici attualizzati (milioni di euro)

	Costi Invest.	Surplus Cons. Ferro	Surplus Cons. Strada	Costi non perc.	Surplus Prod. (ferro)	Surplus Prod. (strada)	Surplus Produtt. (Stato)	Benefici ambiente	Incidenti	Benefici Netti
Anni										
VAN 3%	-5532,4	2863,1	2290,4	272,8	313,8	-379,0	-633,2	147,3	68,7	-588,6

8. Conclusioni

Gli studi di trasporto prodotti a supporto dell'Analisi Costi-Benefici di RFI non rendono disponibili informazioni sufficienti sulle modalità di stima della domanda nonché sulle stesse stime eventualmente prodotte. L'unica informazione fornita è relativa all'offerta media di treni/giorno all'anno di apertura, per tipo di servizio.

L'Analisi Costi Benefici contenuta nel presente documento è stata redatta utilizzando per quanto possibile le stime di offerta riportate nella documentazione fornita dal proponente (e, date le assunzioni di invarianza del *load factor* fatte del proponente, anche della domanda). In particolare, la stima della domanda della componente passeggeri è stata assunta in quanto tale all'anno di apertura (ma per i servizi di lunga percorrenza si è fatta aumentare negli anni successivi), mentre per quella delle merci sono stati sviluppati due scenari, il primo dei quali ridimensiona la crescita della domanda alla luce delle più recenti stime economiche. Mentre le previsioni del primo scenario sono considerate realistiche, quelle del secondo scenario non lo sono. Il secondo scenario è stato costruito solo al fine di verificare la robustezza dei risultati dell'analisi.

Dal punto di vista metodologico, il surplus collettivo è determinato come somma del surplus del consumatore, surplus dei produttori, variazioni delle entrate dello Stato (o dei costi dei *taxpayers*) ed esternalità ambientali e di incidentalità. Per queste ultime si è fatto riferimento alla fonte europea più aggiornata, con l'esclusione della congestione per cui è stata impostata una rilevazione e una quantificazione *ad hoc*.

Entrambi gli scenari mostrano un risultato negativo, nonostante siano state introdotte importanti differenze nel secondo scenario. Mentre la domanda passeggeri è stata assunta invariante tra i due scenari, la domanda merci cresce secondo due tassi differenti. Nel caso di crescita limitata, la capacità della linea storica nello scenario di riferimento non è mai raggiunta e dunque tra i benefici della nuova linea vi è un effetto di riduzione dei ritardi, ma non il surplus perduto dalle merci che non potrebbero viaggiare su treno a causa della carenza di capacità. Al contrario, nello scenario 2, la capacità della linea nella soluzione di riferimento è assunta raggiungere la saturazione e da un certo anno in avanti si aggiungono nella soluzione di progetto ulteriori benefici, dovuti alla rimozione dei vincoli di capacità. Ciò nonostante, il progetto non raggiunge la soglia di fattibilità economica.

Si può osservare che alcuni aspetti progettuali e di analisi non sembrano essere stati sufficientemente considerati da RFI (o comunque non risultano documentati):

- a) La stima di domanda prodotta dal proponente assume una perfetta rigidità tra offerta prevista e domanda attesa (più treni si aggiungono, più cresce la domanda), ma è chiaro che questa assunzione non è condivisibile soprattutto se formulata genericamente.
- b) Sarebbe stato opportuno provvedere a definire un *programma di esercizio* dettagliato, sulla base del quale migliorare la progettazione degli schemi di stazione e delle connessioni. Tra le altre cose, si sarebbe potuto valutare come connettere le fermate di Peschiera e Desenzano (ad esempio attraverso alcuni servizi misti che escono a BS e rientrano in linea veloce a VR) e la possibilità della fermata su linea AV di Vicenza Fiera.
- c) Due nodi avrebbero richiesto un ulteriore approfondimento progettuale. L'uscita della linea da Brescia avrebbe dovuto tenere conto della revisione del progetto originario (scomparsa dello shunt), dotando l'impianto cittadino di un numero sufficiente di binari per gestire efficacemente il traffico previsto. Il nodo di Verona non risolve le connessioni con Quadrante Europa e la linea del Brennero. Più in generale la revisione del progetto nel

senso di una sua effettiva flessibilità d'uso dei binari aggiunti richiede certamente la revisione dell'accesso ai nodi e del sistema delle interconnessioni.

Riguardo al tema della necessaria riduzione dei costi, si segnalano due situazioni che si sarebbe potuto utilmente considerare:

- a) il passaggio in galleria a Desenzano;
- b) Lo stretto affiancamento all'autostrada tra Vicenza e Padova, non necessario e tale da comportare ingiustificati costi di rifacimento dei manufatti stradali, oltre a lunghe opere di scavalco, come già accaduto sulla linea Milano – Torino AV.

Infine, si segnala, se si riterrà comunque di procedere alla realizzazione dell'opera, l'opportunità di riconsiderare un terzo elemento progettuale. Si tratta del passaggio da 25kV a 3000 V. Oltre ad una riduzione dei costi di investimento, tentativamente ipotizzata del 5%, si potrebbe ottenere un ulteriore beneficio di regolarità poiché il corridoio non sarebbe più visto come due linee separate da 2 binari, ma come un'unica linea con 4 binari, totalmente interoperabile. I benefici risiedono nella maggior flessibilità in caso di perturbazioni, ma anche in quella di progettazione dei servizi misti. Questo potrebbe anche portare a considerare la trasformazione a 3KV dell'alimentazione nella tratta già realizzata tra Treviglio e Brescia.

9. Riferimenti bibliografici

Kidokoro Y., 2004, "Cost-Benefit Analysis for Transport Networks", *Journal of Transport Economics and Policy*, 38: 275-307.

Korzhenevych A., Dehnen N., Bröcker J., Holtkamp M., Meier H., Gibson G., Varma A., Cox V., 2014, *Update of the Handbook on External Costs of Transport - Final Report*, Report for the European Commission, Directorate-General Mobility and Transport.

RFI e PWC, 2016, *Studio di trasporto della linea AV/AC Milano – Venezia - Valutazioni preliminari*, Settembre.

RFI e PWC, 2017 a, *Studio di trasporto della linea AV/AC Milano – Venezia - Tratta Brescia-Verona – Relazione finale*, Febbraio.

RFI e PWC, 2017 b, *Studio di trasporto della linea AV/AC Milano – Venezia - Confronto con studio del 1999 "Commissione interministeriale Torino-Venezia – Approfondimenti"*, Marzo

RFI e PWC, 2017 c, *Studio di trasporto della linea AV/AC Milano – Venezia - Valutazione della capacità residua sulle tratte Verona – Vicenza- Padova*, Maggio

RFI, 2017, *Linea AV/AC Milano-Venezia: tratte Brescia- Verona e Verona-Padova - Analisi costi benefici*, Giugno.
