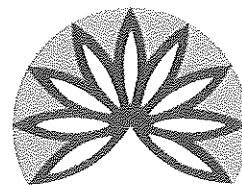




ANAS Direzione Generale



**SITAF** spa

Società Italiana Traforo Autostradale del  
Frejus

---

Convenzione Unica  
ANAS S.p.A.  
SITAF S.p.A.

Autostrada A32 Torino -Bardonecchia

---

ALLEGATO ALLA CONVENZIONE

---

ALLEGATO: H

ELEMENTI INFORMATIVI MINIMI PER LE  
STIME DI TRAFFICO AI SENSI DELLA  
DIRETTIVA CIPE N. 39 DEL 15/06/2007

---

# Studio di Previsione della Domanda di Traffico per il Traforo del Frejus

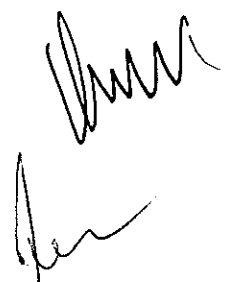
June 2008



# Content

---

CAPITOLO 1	Introduzione .....	1
CAPITOLO 2	Analisi dell'attuale situazione e del trend storico .....	2
2.1	Definizione dell'area di competizione per il Traforo del Frejus .....	2
2.1.1	Flussi di traffico del Frejus .....	3
2.1.2	I concorrenti attraversamenti alpine per il Traforo del Frejus .....	3
CAPITOLO 3	L'Approccio per la previsione del traffico .....	5
3.1	Struttura del modello di previsione del traffico nel Traforo del Frejus .....	5
3.2	Verifica del modello di previsione del traffico del Traforo del Frejus .....	7
CAPITOLO 4	Gli scenari e gli input di policy utilizzate per le previsioni della domanda .....	9
4.1	Scenario al 2020 .....	10
4.2	Scenario al 2050 .....	11
4.3	Alternativo scenario per il prezzo del carburante.....	13
CAPITOLO 5	Previsioni di traffico per il Traforo de Frejus.....	14
5.1	Previsioni per il trasporto merci.....	14
5.1.1	Previsioni per il trasporto merci al 2020.....	14
5.1.2	Previsioni per il trasporto merci al 2050.....	15
5.2	Previsioni per il trasporto passeggeri .....	16
5.2.1	Previsioni per il trasporto passeggeri al 2020 .....	16
5.2.2	Previsioni per il trasporto passeggeri al 2050 .....	16
CAPITOLO 6	Riassunto e conclusioni.....	18
Appendix A:	overview Literature.....	19
Appendix B:	O-D pie charts Alpine crossings .....	23
Appendix C:	Technical model description .....	25
Appendix D:	Previsione annuale del traffico per il Traforo del Frejus (fino al 2050).....	30



Il Traforo del Frejus è la principale connessione via strada tra Francia ed Italia. Nonostante ci siano un ridotto numero di alternative, la capacità per attraversare le Alpi è limitata. L'esperienza degli anni passati ha mostrato la vulnerabilità del sistema dei trasporti agli incidenti. La chiusura temporanea di certi collegamenti ha portato a sostanziali cambiamenti nell'utilizzo delle infrastrutture disponibili, provocando una notevole variazione dei flussi di traffico e perciò conseguenze nei ricavi degli operatori.

SITAF intende stimare la propria situazione finanziaria per il periodo 2007-2020-2050, ed in particolare come i ricavi potrebbero svilupparsi in futuro. L'obiettivo principale di questo studio è quello di prevedere gli attesi flussi di traffico fino al 2020 e al 2050, attraverso il Traforo del Frejus, sia per passeggeri che per merci. Oltre a sviluppi macro-economici e gli sviluppi del prezzo, questo studio terrà in considerazione specifici sviluppi nel corridoio alpino Franci-Italia, come ad esempio la costruzione del nuovo tunnel di sicurezza per il Traforo del Frejus, il miglioramento dell'esistente connessione per il trasporto merci (AFA) e la prevista costruzione del collegamento ferroviario transalpino Torino-Lione.





## CAPITOLO 2

## Analisi dell'attuale situazione e del trend storico

Questo capitolo presenta una panoramica dei volumi di traffico degli attraversamenti alpini e le condizioni di competitività per il Traforo del Frejus. Il lavoro in questo capitolo si basa su una revisione dell'esistente letteratura, per una visione generale si veda appendice A, e un'analisi dei database storici.

### 2.1 Definizione dell'area di competizione per il Traforo del Frejus

Gli attraversamenti alpini, da e per l'Italia, formano un arco che va da Ventimiglia (situata sul Mediterraneo al confine tra Francia ed Italia nella parte Ovest della nazione) fino al Tarvisio (situato al confine Est tra Italia e Slovenia). La Tabella 2-1 presenta i dati dei flussi di traffico per veicoli leggeri e pesanti nei principali attraversamenti alpini all'interno di questo arco. I volumi dei più importanti attraversamenti sono basati sull'indagine svolta dal CAFT nel 2004. Sono state inoltre aggiunte informazioni riguardanti il traffico per i più piccoli passi del Moncenisio e Monginevro, vista la loro vicinanza al Traforo del Frejus.

Tabella 2-1: Flussi di traffico 2004 – basata sull'indagine del trasporto merci attraverso le Alpi (CAFT 2004)

	Totale	Leggero	Pesante
Attraversamenti Stradali	migliaia	migliaia	migliaia
Ventimiglia	8,536	6,739	1,797
Frejus	1,993	842	1,151
Monte Bianco	1,509	1,142	367
Gran San Bernardo	601	516	85
Como*- Gottardo	15,790	13,348	2,442
Passo resia	1,908	1,665	253
Brennero	8,944	5,838	3,106
Tarvisio	5,467	3,373	2,095
Totale	44,748	33,463	11,296
Monginevro**	1,290	1,251	39
Moncenisio***	414	385	29

\*) I dati includono anche il traffico delle tre uscite localizzati tra il casello e il confine Svizzero

\*\*) aggiunti da differenti fonti – I dati di traffico passeggeri sono basati sui dati per il 2006 e i volumi di traffico merci sul CAFT 2004

\*\*\*) aggiunti da differenti fonti – proprio calcolo basato sui dati di traffico a disposizione

Va notato che per vari attraversamenti alpini esistano diverse fonti che forniscono dati di traffico abbastanza differenti tra loro. Questo può essere collegato ad ampie variazioni annuali, ad esempio dovuto ad incidenti o a diversi metodi di raccolta dati o all'esatta localizzazione dei dati di traffico. I dati utilizzati in questo studio, come base annuale dei volumi di traffico per il 2006, sono specificati in Appendix C.

#### 2.1.1 Flussi di traffico del Frejus

Il grafico a torta sottostante, mostra che il Traforo del Frejus serve principalmente i flussi OD tra Francia ed Italia (74%). Gli altri flussi serviti (sebbene molto minori) sono tra Italia-UK, Italia-Belgio e Italia-Olanda. La categoria "others" include i traffici di transito tra Francia e i paesi dell'Est Europa (si veda Samblat 2006 per la quota di flussi non relazionati all'Italia del Traforo del Frejus).

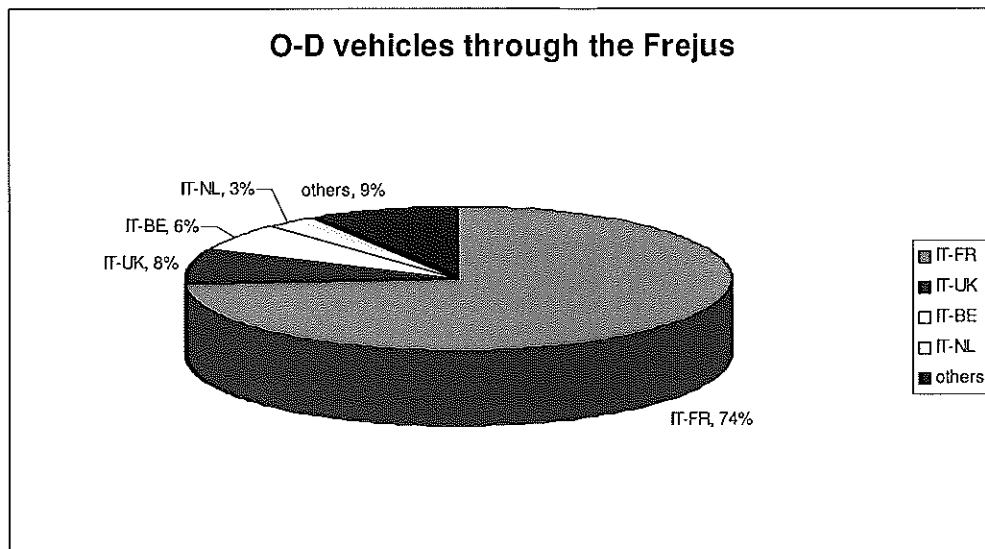


Figura 2-1: O-D veicoli attraverso il Frejus (Fonte CAFT 2004)

Un confronto tra il grafico a torta dei flussi OD del Traforo del Frejus con quelli di altri attraversamenti alpini nei dintorni dello stesso, mostra una notevole similarità con i flussi del Traforo del Monte Bianco e del Monginevro (si veda Appendice B).

#### 2.1.2 I concorrenti attraversamenti alpine per il Traforo del Frejus

Con l'intento di definire l'area di competizione per il Traforo del Frejus e per identificare il livello di concorrenza nel corridoio, è stata sviluppata un'analisi delle relazioni O-D, basata su diverse fonti come l'analisi delle relazioni OD all'interno del modello europeo NEAC e di letteratura (Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti – comitato di coordinamento sulla sicurezza e mobilità nelle regioni alpine, 2006; Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, 2005; Prady D. and H. Ullrich, 2006; Samblat P. 2006).

In conclusione, il livello di competizione per il traffico merci attraverso il Traforo del Frejus, a parte la diretta concorrenza del Traforo del Monte Bianco, risulta essere limitata. Il livello di competizione con Ventimiglia o con il Gottardo si limita ad una modesta sovrapposizione nelle relazioni OD. Per la maggioranza dei flussi dal Centro e Nord della Francia, quelle alternative non sono reali opzioni. Per questi motivi, tali attraversamenti alpini non vengono inclusi nell'area di concorrenza del Traforo del Frejus, e perciò nemmeno nel nostro modello.

Il livello di concorrenza per il trasporto merci tra il Traforo del Frejus e l'attuale connessione ferroviaria del Moncenisio risulta anch'essa essere limitata. La connessione ferroviaria del Moncenisio consiste nel tradizionale trasporto ferroviario, principalmente trasporto di materiali pesanti, e un preliminare servizio 'roll-on roll-off' con una frequenza di 4 treni al giorno per direzione. Questo servizio di 'autostrada viaggiante' (roll-on roll-off), che sarà implementato nel 2009 come parte del miglioramento AFA, è il maggiore concorrente del flusso merci del Traforo del Frejus. Perciò il nostro modello differenzia tra il tradizionale trasporto ferroviario e il servizio di 'autostrada viaggiante'.

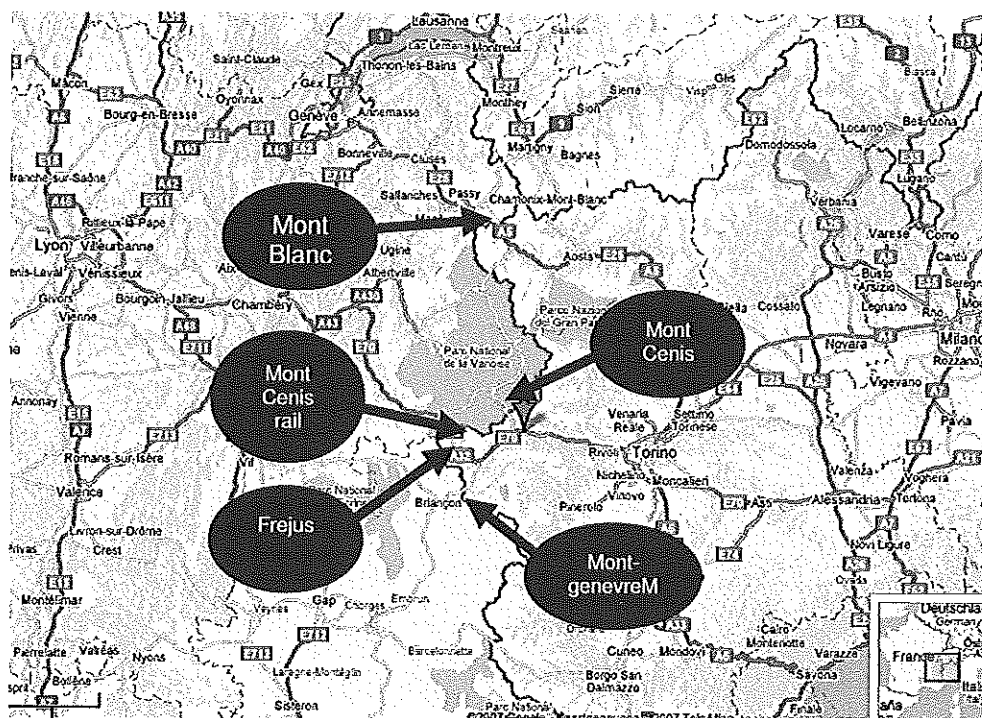


Figura 2-2: Overview of competitive Alpine crossings (Source Google Maps)

Come precedentemente affermato, il Traforo del Monte Bianco è il principale concorrente del Frejus. Tuttavia, l'accordo sui pedaggi stipulato tra i due ne riduce il livello di concorrenza. La competizione tra il Traforo del Frejus e i vicini passi stradali, come il Monginevro e il Moncenisio, è principalmente incentrata sul traffico passeggeri. Per quanto riguarda la concorrenza tra i passi di montagna e il Traforo del Frejus, per il trasporto passeggeri, è stagionale e considera solamente i mercati di nicchia (come quello dei turisti o del trasporto regionale).

## L'Approccio per la previsione del traffico

---

L'approccio utilizzato per la previsione del traffico nel Traforo del Frejus consiste in un approccio armonizzato, che combina stime econometriche per il Traforo del Frejus e alcuni aggiustamenti e aggiunte basate sul giudizio di esperti. Una simulazione del modello è stata sviluppata per prevedere i volumi di traffico nel Traforo del Frejus sotto diversi scenari. Questo capitolo descrive la struttura del modello di simulazione e la verifica dei risultati del modello storico. In Appendice C si trova la descrizione tecnica del modello, su base di dati annuali, delle variabili esplicative e dei coefficienti.

### 3.1 Struttura del modello di previsione del traffico nel Traforo del Frejus

I futuri volumi di traffico nel Traforo del Frejus dipendono largamente dagli sviluppi macroeconomici nell'hinterland del traforo e dalla concorrenza all'interno del corridoio tra il Centro/Nord della Francia e il Nord-Ovest dell'Italia. Pertanto la struttura del modello distingue due componenti di base, fornendo prima il volume totale del corridoio e poi le quote di mercato delle specifiche alternative (ad esempio il Traforo del Frejus. Le alternative incluse nel modello sono definite nel paragrafo 2.1 come gli attraversamenti nella regione competitiva del modello Frejus.



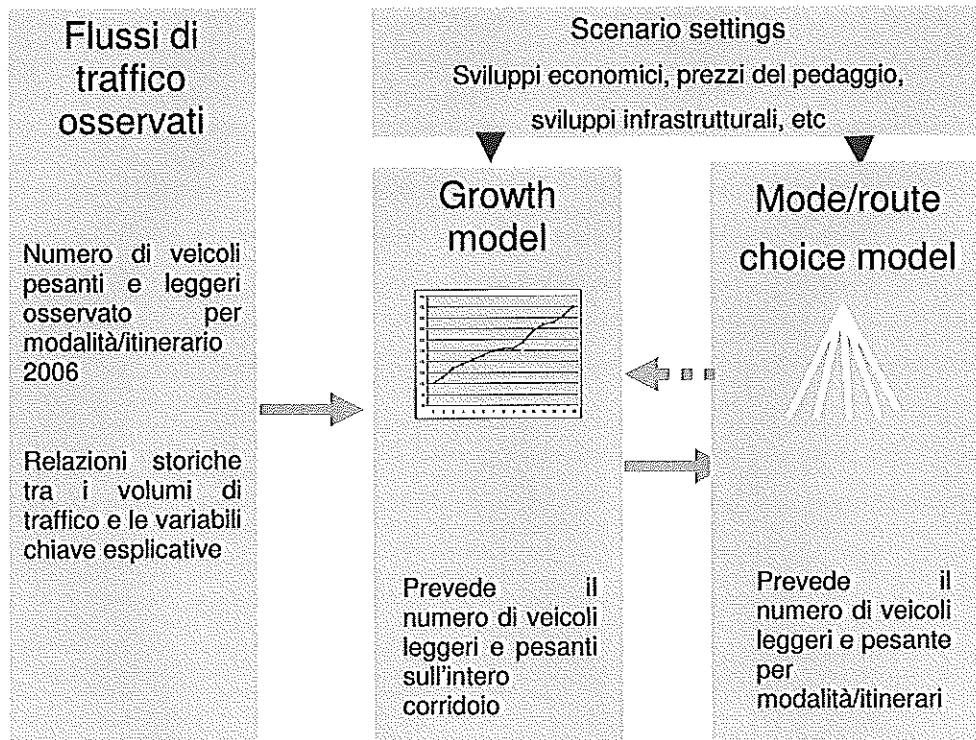


Figura 3-1: structure of the Frejus tunnel traffic forecasting model

La Figura 3-1 presenta la struttura del modello e l'interazione tra le due componenti del modello. Il 'growth model' calcola la crescita nei volumi di traffico, in termini di numero di veicoli leggeri e pesanti, per l'intero corridoio. La crescita dipende dallo scenario e dalle relazioni econometriche. Il risultato del 'mode /route choice model', in termini di numero di veicoli leggeri e pesanti per alternativa, dipende dallo scenario per le alternative e dai coefficienti calibrati nel modello. Il livello combinato dei servizi delle alternative nel 'mode /route choice model' influenza la crescita dei volumi per l'intero corridoio.

In Appendice C viene presentata una descrizione tecnica più dettagliata del modello di previsione del traffico del Traforo del Frejus, incluso le formule, le variabili esplicative e i coefficienti del modello.

Le variabili esplicative nel modello di crescita del corridoio sono:

- GDP, somma pesata dello sviluppo del GDP basato sui flussi OD nel corridoio;
- Il livello di prezzo per il Traforo del Frejus e del Traforo del Monte Bianco;
- Indicatore del livello di servizio (aggregato su tutti i modi e percorsi del corridoio);
- Accesso al Traforo del Monte Bianco o del Frejus, considerando i periodi di chiusura del Traforo e quelli di ripristino;

- Variabile strutturale - cambiamenti nella struttura economica e/o nella struttura del flusso del porto.

Le variabili esplicative nel 'mode /route choice model' sono:

- Tempo di viaggio
- Progresso del servizio ferroviario
- Prezzo
- Trend dell'avviamento del Frejus (applicato solamente all'inizio degli anni '80)
- Accesso al Monte Bianco e Frejus.

### 3.2 Verifica del modello di previsione del traffico del Traforo del Frejus

Il modello di previsione del traffico del Traforo del Frejus è stato calibrato e verificato per il periodo 1980-2006. Il 'growth model' (modello di crescita) è stato verificato per il Traforo del Frejus e per il Traforo del Monte Bianco insieme, siccome i dati time series per tutte le alternative nel corridoio (Moncenisio, Monginevro) non sono disponibili. Tuttavia, i Trafori del Monte Bianco e del Frejus insieme gestiscono la grande maggioranza di tutti i traffici nel corridoio (circa il 75% del volume delle merci trasportato).

La Figura 3-2 e Figura 3-3 mostrano che il modello è in grado di riprodurre gli sviluppi storici osservati per il trasporto merci<sup>1</sup> rispettivamente per l'intero corridoio (Traforo del Frejus e del Monte bianco) e per il Traforo del Frejus. Entrambe le figure presentano un buon adattamento tra i flussi previsti e quelli osservati. Indubbiamente ci sono differenze per i singoli anni, ma i trend principali e gli sviluppi generali sono ben riprodotti dal modello.

---

<sup>1</sup> Lo stesso livello di adattamento ai dati è stato verificato per il trasporto passeggeri.



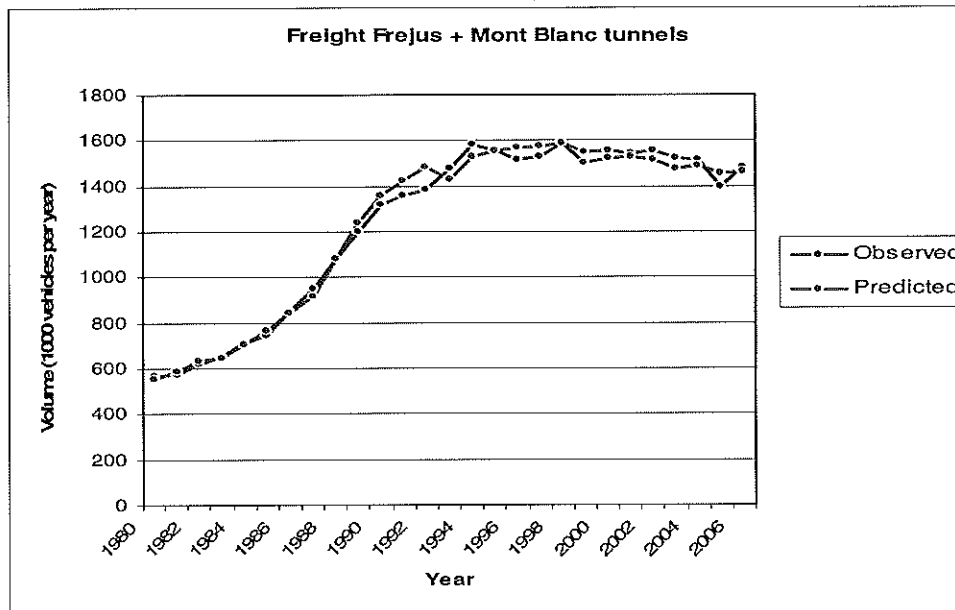


Figura 3-2: Verifica per il traffico merci per i Trafori del Monte Bianco e del Frejus

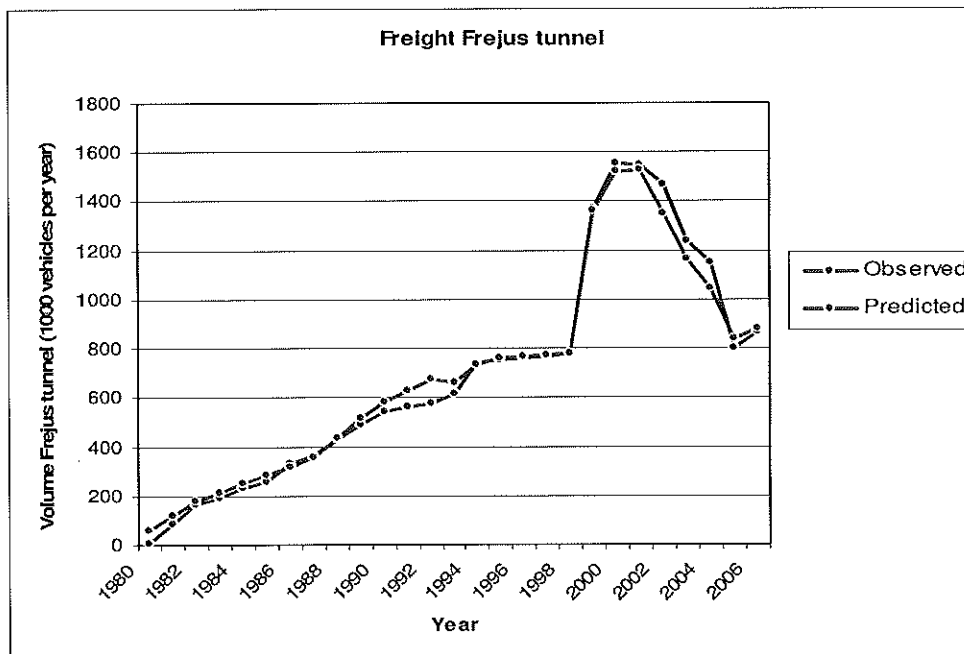


Figura 3-3: Verifica pel traffico merci per il Traforo del Frejus

CAPITOLO 4

## Gli scenari e gli input di policy utilizzate per le previsioni della domanda

---


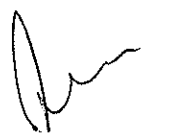
Il presente capitolo descrive gli scenari e le assunzioni di policy che sono state fatte per le proiezioni di traffico del Traforo del Frejus. Le assunzioni sono state necessarie per i seguenti elementi chiave:

- PIL: indice di crescita pesato;
- Prezzo: Andamento del pedaggio di MB and Frejus, livello del prezzo delle alternative ferroviarie;
- Livello del servizio del Traforo del Frejus;
- Cambiamenti nel livello del servizio ferroviario e stradale dovuto alle infrastrutture;
- Norme di regolamentazione ambientale per auto e camion;
- Cambiamenti nell'efficienza tecnologica - carburante dei veicoli e di carburanti alternativi;
- Relazioni economiche e struttura del flusso portuale.

Il futuro é chiaramente caratterizzato da una forte incertezza e piú lontano nel futuro guardiamo e maggiore diventa l'incertezza delle assunzioni e dei risultati. Tuttavia, per la nostra previsione abbiamo scelto una combinazione di assunzioni e di politiche che pensiamo siano ragionevoli e coerenti e che hanno una sostanziale probabilità che accadano<sup>2</sup>. Pensiamo che le nostre previsioni fino all'anno 2020 abbiano un accettabile margine incertezza, nell'ordine del  $\pm 20$  to 30%. Le previsioni per il periodo 2020-2050 sono ovviamente molto piú incerte e vengono fornite principalmente solo come bozza di un possibile futuro.

---

<sup>2</sup> Vista dall'attuale prospettiva, Giugno 2008





#### 4.1 Scenario al 2020

In Tabella 4-1 vengono presentate le assunzioni principali, per componente, che sono state utilizzate per la previsione al 2020.

Tabella 4-1: sintesi delle assunzioni per lo scenario del 2020

Assunzioni di Scenario	
PIL	1% per il 2008 e 2009; 1.7 % 1.7 %, crescita media annuale del PIL
Prezzo	Pedaggi Frejus e Monte Bianco simili Incremento annuale del 3%, in termini reali, nel 2010, 2011 e 2012 per i Trafori del Frejus e Monte Bianco No incrementi in termini di prezzi reali per la ferrovia
Strada	2016: Traforo di sicurezza del Frejus Nessun altro cambiamento nelle infrastrutture strdali
Ferrovia	Realizzazione del miglioramento AFA (2009)–incremento della capacità dell'autostrada viaggiante fino a 300 mila camion Realizzazione della linea ad Alta Velocità Lione-Torino per il trasporto passeggeri nel 2018 Non realizzazione della linea ad Alta Velocità Lione-Torino per il trasporto merci prima del 2020
Tecnologia	Non sono previsti importanti miglioramenti tecnologici in questo periodo
Regolamentazione per strada	Restrizioni nel Moncenisio e Monginevro per il trasporto merci per gli attuali volume di trasporto
Strutturale	Non sono previsti cambiamenti strutturali negli attuali flussi portuali

Nel periodo 1980-2006, il PIL di Francia ed Italia, che sono i più importanti paesi per il Traforo del Frejus, è cresciuto ad una media annuale di 2.15% per Francia e 1.75% per Italia in termini di prezzi reali (fonte Eurostat). Una fonte europea di scenario, utilizzata per proiezioni nel settore dei trasporti e dell'energia di EC fino al 2020, prevede sia per Italia che Francia una crescita del 2.3% annuale del PIL. L'andamento del PIL negli altri paesi dell'Europa occidentale si attesta su livelli di crescita simili, mentre una differenza deve essere fatta per il paesi dell'Europa dell'Est dove è prevista una maggiore crescita (3% od oltre). La crescita assunta per Francia ed Italia del 2.3%, è superiore a quella realizzata negli ultimi 25 anni. Pertanto, anche sulla base di recenti previsioni dell'UE, nel presente studio viene utilizzata una crescita dell'1% per il 2008 e 2009, mentre per gli anni successivi una crescita media pari all'1.7%.

I cambiamenti infrastrutturali nel corridoio per il Traforo del Frejus sono limitati alla sola ferrovia. Sia Francia che Italia hanno firmato il protocollo Trasporti per il traffico nelle Alpi nel quale si afferma che non verranno costruite rilevanti infrastrutture stradali trans-alpine. In entrambi gli scenari i miglioramenti AFA (Autostrada Ferroviaria Alpina) sono previsti per l'inizio del 2009. Tali migliorie incrementeranno notevolmente il livello del servizio dell'attuale autostrada viaggiante (rolling highway) da una capacità di 4 servizi giornalieri verso i 20 giornalieri, offrendo pertanto una capacità pari a 300.000 camion all'anno (ECORYS 2006, [fret.sncf.com](http://fret.sncf.com)). La più importante nuova infrastruttura è la linea ad Alta Velocità Lione-Torino ([www.transalpine.com](http://www.transalpine.com), ECORYS 2006), che è parte della EU Trans European Network. Si assume per entrambi gli scenari la sua apertura per il trasporto passeggeri dal 2018 in avanti. Mentre l'utilizzo di questa nuova infrastruttura per il trasporto merci non è previsto prima del 2023.

Nel periodo fino al 2020, gli interessi per l'ambiente è probabile che risultino in più rigide regolamentazioni per il trasporto merci nei passi del Monginevro e Moncenisio. Perciò l'assunzione è che non ci sia crescita nel trasporto merci in questi valichi. L'apertura del tunnel ferroviario di Lötschberg (2007) in Svizzera è in combinazione con una più rigida regolamentazione del trasporto merci su strada nel 2009 (compresa l'idea di limitare il numero totale di attraversamenti alpini a 650.000 camion l'anno). Per alcune coppie OD, come ad esempio UK-IT, BE-IT o NL-IT, questo potrebbe risultare in un cambiamento nella scelta del percorso verso l'attraversamento delle Alpi francesi in aggiunta ad un cambiamento verso il trasporto ferroviario nell'attraversamento delle Alpi svizzere. Non ci si aspetta che i cambiamenti previsti nelle condizioni di attraversamento tra le Alpi Svizzere ed Italiane, risultino in una crescita addizionale.

Per quanto riguarda l'andamento dei prezzi, si presume che venga seguita la stessa strategia di prezzo dal Traforo del Monte Bianco e del Frejus così come da AFA. Tuttavia, aumenti nel pedaggio pari al 3% annuo per il 2010, 2011 e 2012 verranno applicati nei soli collegamenti stradali. Successivamente, i prezzi del pedaggio si assumono stabili e si assume che vengano corretti per l'inflazione.

Le opzioni di policy per il Traforo del Frejus consistono nella costruzione del tunnel di sicurezza e in strategie di prezzo. Il tunnel di sicurezza verrà realizzato nel 2016. Si assume che il tunnel di sicurezza avrà un modesto positivo effetto nella crescita dei volumi di traffico nel Traforo del Frejus, quantificabile nel 2.5% per il trasporto merci e nel 5 % per il trasporto passeggeri. L'effetto nel trasporto passeggeri si assume essere maggiore, vista la più alta sensibilità dei passeggeri per le 'barriere psicologiche'.

#### 4.2 Scenario al 2050

Come affermato precedentemente in questo capitolo, lo scenario per il periodo 2020-2050 si deve considerare sommario ed aleatorio. In un periodo di tempo così lungo posso facilmente verificarsi rotture del trend in diverse misure. Perciò lo scenario descritto è una breve esplorazione di ciò che potrebbe verificarsi. In Tabella 4-2 vengono presentate le assunzioni (di scenario) per il periodo 2020-2050, per singola componente.






Tabella 4-2: sintesi delle assunzioni per lo scenario del 2050

<b>Economic slow down scenario</b>	
PIL	La crescita del GDP scende dall'1.7% nel 2020 all'1.0% nel 2050
Prezzo	Pedaggi Frejus and Monte Bianco simili; no incrementi in termini di prezzi reali No incrementi in termini di prezzi reali per la ferrovia
Strada	Nessun cambiamento
Ferrovia	Apertura della linea ferroviaria Lione - Torino nel 2023 per il trasporto merci
Tecnologia	Piccoli sviluppi nell'efficienza del carburante – problemi ambientali di trasporto stradale non risolti
Regolamentazione per strada	Restrizioni nel Moncenisio e Monginevro per il trasporto merci Restrizioni nel volume del trasporto merci per i Trafori del Monte Bianco e del Frejus nei volumi al 2023 per contenere il trasporto su strada da ulteriore crescita e realizzare uno spostamento nell'utilizzo della modalità
Strutturale	Nessun cambiamento

Si assume un declino nella crescita del PIL dopo il 2020, rispecchiando il declino nella forza lavoro nei paesi Europei. Ci si aspetta che l'incremento del quoziente della partecipazione al lavoro, specialmente per donne e anziani, possa ridurre il problema del declino della forza lavoro nel breve termine. Tuttavia fino al 2050 questo problema della riduzione della forza lavoro interesserà la crescita economica. La crescita annuale del PIL scende gradualmente dallo scenario del 2020 a quello del 2050.

I maggiori cambiamenti per un periodo così lungo, come quello fino al 2050, è probabile risultino da sviluppi tecnologici (o dall'assenza di questi sviluppi). Per esempio, la scarsità di petrolio e la crescita della domanda incrementeranno il prezzo del trasporto in modo drammatico se sviluppi tecnologici non porteranno ad un miglioramento dell'efficienza dei carburanti o all'uso di risorse energetiche alternative. L'utilizzo di risorse alternative influenzerà poi la concorrenza tra i diversi modi di trasporto. È inoltre possibile che questi miglioramenti tecnologici riducano le attuali preoccupazioni che riguardano il trasporto su strada nelle regioni sensibili all'impatto ambientale come le Alpi.

Per quanto riguarda i pedaggi non vengono considerate strategie di prezzo a parte il normale aggiustamento dei prezzi in linea con l'aumento dell'inflazione. Gli sviluppi tecnologici non risultano in grandi miglioramenti dal punto di vista dei problemi ambientali creati dal trasporto stradale. Perciò si assume che le tariffe ferroviarie continueranno ad essere sussidiate per competere con il prezzi della strada.



Gli sviluppi infrastrutturali per il trasporto merci, nel periodo fino al 2050, sono limitati all'apertura della linea Lione-Torino. L'apertura della linea al trasporto merci viene considerata per il 2023, guidata da irrisolti problemi ambientali nel trasporto stradale, e specialmente merci, nel corridoio alpino francese ed italiano. L'apertura della linea ferroviaria Lione-Torino, che risulta essere più incline alla salvaguardia dell'ambiente, è meno urgente se i problemi ambientali del trasporto su gomma fossero diminuiti da miglioramenti tecnologici (l'apertura è prevista per il 2028). Per il trasporto su strada si assume che il protocollo Trasporti per il traffico alpino, il quale afferma che non verranno costruite importanti strade trans-alpine, sia ancora in vigore per questo periodo.

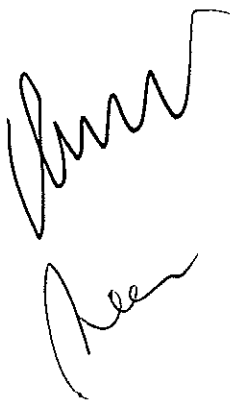
Rigide norme di regolamentazione per i camion attraverso il Traforo del Frejus e del Monte Bianco sono previste qualora i problemi ambientali legati al trasporto su gomma siano ancora irrisolti (come assunto). Le restrizioni si applicano dopo che la connessione ferroviaria merci della Lione-Torino nel 2023, siccome offre un'alternativa di alta qualità al tunnel stradale.

#### 4.3 Alternativo scenario per il prezzo del carburante

Nelle assunzioni di scenario presentate nei paragrafi precedenti, è stato assunto che il costo del carburante rimanga costante in termini reali e che ogni incremento di prezzo del carburante fosse compensato da un miglioramento di efficienza energetica/tecnologica. Tale assunzione è da considerarsi ragionevole per i periodi di cambiamenti gradualmente, cioè quando c'è sufficiente tempo per l'industria di adattarsi a lenti incrementi del costo del carburante.

Tuttavia, nei recenti mesi si è registrato un rapido incremento del prezzo del petrolio e di conseguenza anche di diesel e di benzina. Perciò abbiamo elaborato un alternativo scenario di costo del carburante, il quale tiene in considerazione i recenti sviluppi del prezzo del petrolio. Si assume una crescita pari al 10% del prezzo del carburante nel 2008, seguito da un ulteriore incremento del 10% nel 2009. Questi effetti del prezzo si assume che continuino, cioè non viene prevista una diminuzione del prezzo del carburante dopo il 2009.

Nel prossimo capitolo verranno presentati i risultati delle nostre previsioni, cioè sia per quella base al 2020 e 2050 che per lo scenario alternativo con l'incremento del prezzo del carburante.



## CAPITOLO 5

## Previsioni di traffico per il Traforo de Frejus

---

In questo capitolo vengono presentate le previsioni di traffico per il Traforo del Frejus, prima fino al 2020 e poi fino al 2050. Le previsioni sono state calcolate secondo il modello di previsione del traffico del Traforo del Frejus (si veda Capitolo 3), utilizzando le assunzioni di scenario e di policy come spiegato nel Capitolo 4. Le previsioni per il trasporto merci sono presentate nel paragrafo 5.1, mentre le previsioni per il trasporto passeggeri nel paragrafo 5.2.

### 5.1 Previsioni per il trasporto merci

#### 5.1.1 Previsioni per il trasporto merci al 2020

Tabella 5-1 mostra le previsioni dei flussi di traffico per il trasporto merci nel Traforo del Frejus al 2020.

La prima colonna ("previsione base") fornisce la previsione annuale dei flussi di traffico sulla base delle assunzioni fatte nella Sezione 4.1. I risultati mostrano un trend irregolare per il prossimi 5 anni, generando una crescita quasi nulla su questo periodo. In dettaglio, notiamo un leggero incremento per il 2008 e per il 2009, mentre al 2011 un minimo decremento. In questi 5 anni, i seguenti fattori influiscono sulla crescita:

- la bassa crescita del PIL per il 2008 e 2009;
- l'incremento del 3% del pedaggio in termini reali nel 2010, 2011 e 2012;
- i miglioramenti di AFA che verranno completati nel 2009.

Come conseguenza, la crescita potenziale della domanda per il Traforo del Frejus é parzialmente o totalmente assorbita. Per i successivi anni, fino al 2020, si prevede una modesta ma stabile crescita.

La seconda colonna ("previsione base con l'effetto carburante") fornisce la previsione dei flussi, ma tiene ora in considerazione dell'effetto di un'aumento del 20% (in due anni) del prezzo del carburante. Il più alto costo del carburante provoca una diminuzione dei flussi di traffico per gli anni 2008 e 2009. Nei prossimi 5 anni, i fattori sopra citati insieme all'effetto del prezzo del carburante portano ad una chiara riduzione dei flussi di traffico nel Traforo del frejus. Dal 2010 al 2020, la crescita media annuale é stimata all'1.7%.



Tabella 5-1: volume merci previsti nel Traforo del Frejus per scenario (\*1000 veicoli)

	Previsione Base	Previsione Base con l'effetto Carburante
2007	881	881
2008	895	873
2009	898	849
2010	898	846
2011	886	830
2012	890	834
2013	905	850
2014	920	865
2015	936	881
2016	963	907
2017	980	922
2018	997	939
2019	1014	955
2020	1032	972

#### 5.1.2 Previsioni per il trasporto merci al 2050

La previsioni fino al 2050 sono considerate per natura aleatorie e sommarie. In un periodo di tempo così lungo le rotture dei trend (dovuti a shock o eventi) possono facilmente verificarsi in diverse misure.

Tabella 5-2 fornisce il volume di traffico previsti fino al 2050 in intervalli temporali di 5 anni (per la completa serie temporale, si veda Appendix D – Tabella D-1). Il modello prevede una riduzione dei volumi nel 2023, quando si prevede l'apertura della nuova alternativa ferroviaria (la linea ad alta velocità Lione-Torino). Una volta che il collegamento ad alta velocità ha raggiunto la propria massima e stabile quota di mercato, il Traforo del Frejus continuerà a crescere di nuovo fino a quando raggiungerà il proprio precedente massimo livello di traffico. A causa delle regolamentazioni, il Traforo del Frejus si assume che non possa crescere oltre questo livello.

La “previsione base con l'effetto carburante” segue la stessa dinamica della previsione base, per questi anni. Tuttavia, dev'essere notato che i flussi di traffico sono più bassi per effetto del prezzo del carburante nel 2008 e 2009.

Tabella 5-2: volume merci previsti nel Traforo del Frejus per scenario (\*1000 veicoli)

	Previsione Base	Previsione Base con l'effetto Carburante
2020	1032	972
2025	943	851
2030	978	875
2035	1050	940
2040	1078	1004
2045	1076	1014
2050	1074	1011

## 5.2 Previsioni per il trasporto passeggeri

### 5.2.1 Previsioni per il trasporto passeggeri al 2020

I volumi previsti in termini di numeri di veicoli passeggeri per il Traforo del Frejus, fino al 2020, sono presentati in Tabella 5-3.

La previsione base mostra una crescita per i prossimi 3 anni, ma nel 2010 ci si aspetta una diminuzione dovuta al servizio a piena capacità della ferrovia del Moncenisio. Dopo il 2010 il Traforo del Frejus continuerà a crescere fino al 2018, quando la connessione ad alta velocità Lione-Torino sarà aperta, provocando una diminuzione di circa il 10% nei volumi.

L'incremento del prezzo del carburante ha chiari effetti nella crescita per il 2008 e per il 2009, portandola via e provocando una situazione di crescita nulla. Tuttavia, si aspetta che i volumi passeggeri nel traforo crescano dopo il 2010 e seguano l'andamento della previsione base, sebbene rimanendo a livelli più bassi.

Tabella 5-3: : volume passeggeri previsti nel Traforo del Frejus per scenario (\*1000 veicoli)

	Previsione Base	Previsione Base con l'effetto Carburante
2007	871	871
2008	890	876
2009	903	873
2010	886	856
2011	895	865
2012	907	875
2013	928	896
2014	950	917
2015	972	938
2016	1036	1000
2017	1060	1023
2018	959	924
2019	952	917
2020	959	925

### 5.2.2 Previsioni per il trasporto passeggeri al 2050

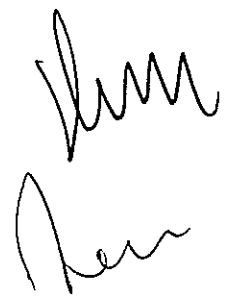
Tabella 5-4 fornisce le previsioni per i veicoli passeggeri per il Traforo del Frejus fino al 2050(per la completa serie temporale, si veda Appendix D – Tabella D-2).

Tabella 5-4: volume passeggeri previsti nel Traforo del Frejus per scenario (\*1000 veicoli)

	Previsione Base	Previsione Base con l'effetto Carburante
2020	959	925
2025	1072	1034
2030	1189	1146
2035	1308	1261
2040	1427	1376
2045	1545	1490
2050	1660	1601



Dopo l'apertura del collegamento ferroviario ad alta velocità Lione-Torino (2018), il traforo continua a crescere allo stesso modo in entrambe le previsioni. I minori volumi forniti dalla previsione base con l'effetto del carburante é dovuto alle conseguenze dell'incremento del prezzo del carburante nel 2008 e nel 2009. A differenza della previsione per il traffico merci, il traffico passeggeri non risente di politiche di regolamentazione dei flussi, pertanto il traforo cresce fino al 2050.

A handwritten signature in black ink, consisting of two lines of cursive script. The top line is more complex with several loops, while the bottom line is simpler and more horizontal.



## CAPITOLO 6 Riassunto e conclusioni

---

In questo rapporto sono state presentate le nostre ultime previsioni per gli attesi flussi di traffico attraverso il Traforo del Frejus. È stata riassunta la nostra metodologia, basata su una combinazione delle statistiche del flusso di traffico e di modelli econometrici (modello di crescita basato su serie temporali e modello di scelta di percorso basato sul logit). È stato dimostrato che il modello è ben capace di riprodurre i traffici di flusso storici, anche in periodi di interruzione (chiusura del Traforo del Monte Bianco). Sono state inoltre specificate le nostre più probabili ipotesi riguardo i futuri sviluppi degli elementi trainanti della domanda, insieme ad un alternativo scenario che considera l'aumento del costo del carburante.

Di seguito vengono riassunte le nostre principali conclusioni riguardo l'atteso flusso di traffico attraverso il Traforo del Frejus:

- Per il traffico merci fino al 2020 viene prevista una modesta crescita con un livello di flusso quasi stabile appena sotto i 900,000 veicoli all'anno durante i primi 5 anni, crescendo poi fino a 1,032,000 nel 2020;
- Per il periodo successivo al 2020, il traffico merci affronta una riduzione nel 2023 a seguito dell'introduzione del collegamento ferroviario ad alta velocità Lione- Torino; pochi anni dopo i volumi riprenderanno a crescere fino ad un livello stabile di 1,075,000 nel 2040-2050;
- Per il traffico passeggeri fino al 2020, il trend generale mostra una modesta crescita, ma ci sono due periodi di declino: nel 2010 e 2011 dovuto all'incremento del pedaggio, e nel 2018 e 2019 in seguito all'apertura della TAV;
- Per il periodo successivo al 2020 viene prevista una crescita continua.

È stata anche esplorata una previsione alternativa per il costo del carburante, che tiene in considerazione degli recenti incrementi osservati nei prezzi del carburante. In questa alternativa previsione, è stato assunto che ci sarà una duratura crescita nel prezzo del carburante del 10% nel 2008, e di un ulteriore 10% nel 2009. Ciò porta ad una riduzione del traffico merci pari al 4% nel corridoio rispetto alla precedente previsione, e ad una riduzione del 6% nel traffico merci attraverso il Traforo del Frejus. Per quanto riguarda il traffico passeggeri, gli effetti sono più limitati.

In fine, vogliamo enfatizzare che i risultati delle previsioni di traffico sono sempre incerti, e che questa incertezza cresce nel futuro, specialmente quando nuovi sistemi di trasporto competitivi verranno introdotti (AFA, TAV).

## Appendix A: overview Literature

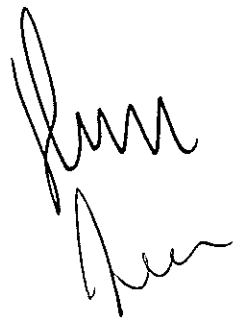
---

Traffico Merci attraverso le Alpi	Working group " Study on mobility in the Alpine Region"	2006
TEN-STAC: Scenarios, traffic forecasts and analysis of corridors on the Trans-European Network D3	TEN-STAC consortium Co-ordinator: NEA	2003
EXPEDITE D5: Report on tests with the pan-European Scenes model	EXPEDITE consortium Co-ordinator: RAND Europe	2002
EXPEDITE D6: Main outcomes of the national model runs for passenger transport	EXPEDITE consortium Co-ordinator: RAND Europe	2002
EXPEDITE D5: Main outcomes of the national model runs for freight transport	EXPEDITE consortium Co-ordinator: RAND Europe	2002
Italian and French port statistics	Ocean Shipping consultants	
Port of La Spezia statistics	<a href="http://www.infomare.it/harbs">www.infomare.it/harbs</a>	
Port of Gioia Tauro statistics	<a href="http://www.infomare.it/harbs/gtauro">www.infomare.it/harbs/gtauro</a>	
Statistiche traffici Porto di Genova	<a href="http://www.porto.ge.it">www.porto.ge.it</a>	
Traffic statistics Frejus tunnel (1980-2006)	SITAF	
Traffic statistics Mont Blanc tunnel (1965-2006)	Website <a href="http://www.tunnelmb.net/v3.0">www.tunnelmb.net/v3.0</a>	
Traffic counts Moncenisio (2005)	SITAF	
Traffic counts Monginevro (2006)	SITAF	
Mont Blanc tolls 1991 - 2006	Website <a href="http://www.tunnelmb.net">www.tunnelmb.net</a>	
Frejus tunnel tolls 1991 - 2006	SITAF	
Inflation French and Italy 1970 -	Eurostat	

2006		
GDP – current prices (1995) French, Italy, NL, BE , UK, GE 1980-2006	Eurostat	
Traffic lourd a travers les Alps 2005	DETEC	
Guterverkehr durch die Schweizer Alpen 2000	Verkehrsobservatorium, Bern	2001
Guterverkehr durch die Schweizer Alpen 2005	Bundesamt fur raumentwicklung	2006
IMPRINT Europe – charges for heavy good vehicles: Trans-Alpine Issues	ECOPLAN	2003
Analysis of road traffic across the Alpine arc – Italian contribution to the CAFT 04 survey	Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, Rome	2005
ATTIVITA'G Flussi veicolari transalpine – vol. A Dati di traffico forniti dagli enti gestori	Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, Rome	2005
ATTIVITA'G Flussi veicolari transalpine – vol. B Dati ed elaborazioni su veicoli leggeri e veicoli pesanti	Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, Rome	2005
Le transport de marchandises a travers les Alpes, principales mutations au cours des dix dernières années	Pierre Samblat	2006
Autostrada Ferroviara Alpina - presentation		
Rolling Highway Freiburg - Novara	Ralpin	2006
The Alpine Convention – Fact sheet	European Rail Infrastructure Managers	2007
Estimation des potentialités du trafic fret à travers les Alpes  Cas spécifique de la nouvelle liaison ferroviaire transalpine France- Italie	COWI a/s, Ecorys  Report prepared for DG-TREN of the EC	2006
Anno 2004, 2005, 2006 – report attività al 31 - dicembre	Autostrada Ferroviara Alpina	
Entry and competition in freight transport: How to best get your potatoes from Lyon to Turin	Delphine Prady, University of Toulouse Hannes Ullrich, Centre for European economic Research, Mannheim	2006



ALPNET – Thematic Network on Trans-Alpine Crossing	Co-ordinator: ICCR	2002
La riduzione dei transiti di mezzi pesanti al traforo del Frejus Analisi del fenomeno e individuazione delle cause	Centro studi sui Sistemi di Trasporto	2006
Valutazioni sul traffico e relativo studio sulla riduzione degli inquinanti al traforo del Frejus	SITAF S.p.A.	
Faisabilité d'une mise à péage de la RN205- Collecte des informations et état des lieux – fin Phase 1	JB Conseils (study for ATMB)	2007
Faisabilité d'une mise à péage de la RN205- Complément: étude d'un nouveau scénario	JB Conseils (study for ATMB)	2007
Document N 3599 Assemblée Nationale	Par Mme Bernadette Isaac- Sibille - Députée	2002
Galleria di sicurezza del traforo del Frejus – Progetto Definitivo		2007

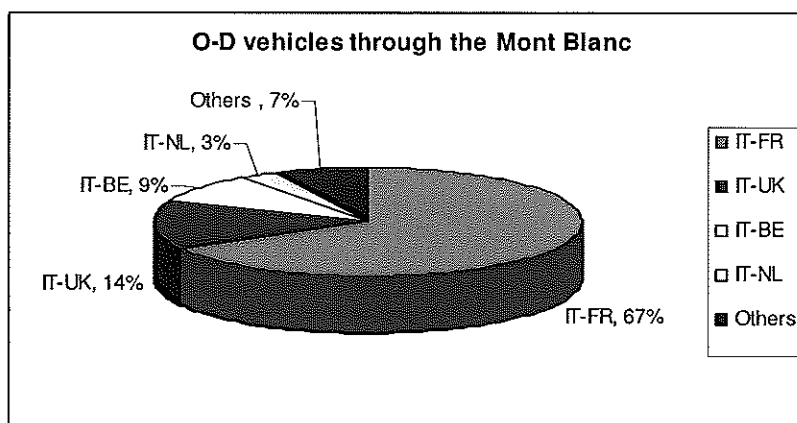


## Appendix B: O-D pie charts Alpine crossings

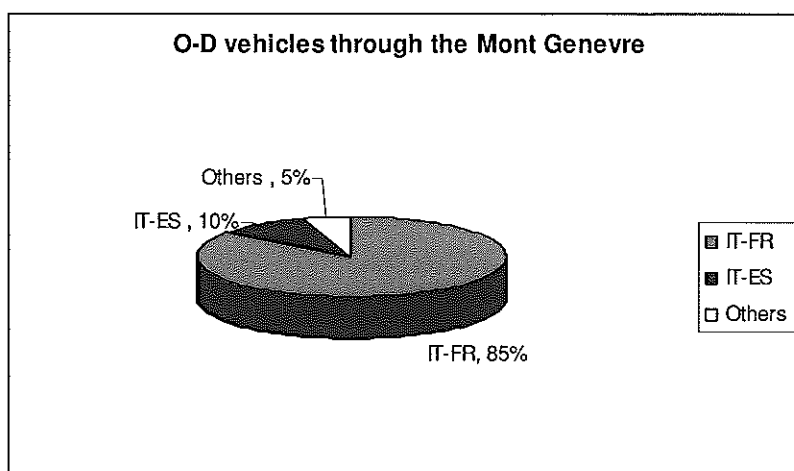
---

All O-D pie charts are for freight transport in 2004 based on the CAFT 2004 survey (Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, Steering Committee on mobility and safety in alpine region, 2006).

### Mont Blanc Tunnel

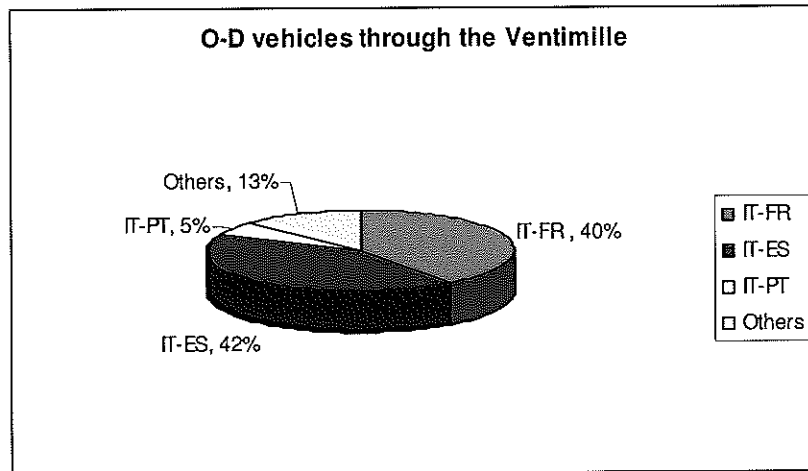


### Montgenevre

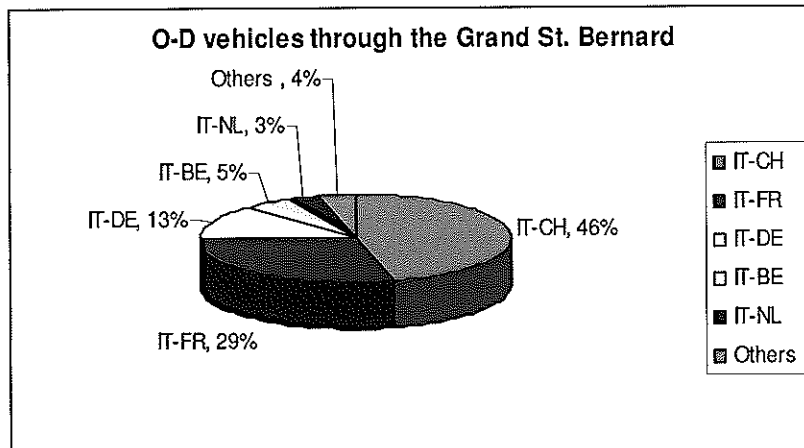


### Ventimille

Significance



Grand St. Bernard



*[Handwritten signature]*

## Appendix C: Technical model description

---

This appendix describes the technical outline of the model used for the scenario forecasts. First the overall model structure is described and subsequently the two main components are reported in more detail.

### Model outline

The model used has two basic components that provide the total corridor volume and the alternatives' market shares respectively. Volume is thereby measured in the number of vehicles. For rail transport the volume in number of passengers or tonnes is therefore first converted to vehicle equivalents by using the conversion factors of 2.0 passengers per vehicle and 17 tonnes per vehicle respectively.

The volume  $V$  of mode/route  $m$  in a year  $t$  is calculated by multiplying the total corridor volume in this year with the mode/route's market share  $MS$ :

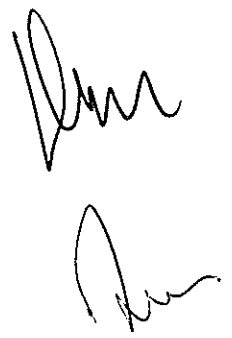
$$V_{t,m} = V_{t,corridor} * MS_{t,m}$$

In this way volume forecasts are made for passenger and freight volume separately (although subscripts for passengers/freight are omitted from the formulas for simplicity). The base year for the forecasts is 1980. As only for the Frejus and Mont Blanc tunnels the volumes are known for this year, the volumes for the other alternatives are estimated based on the predicted trend.

The following sections consecutively describe how the market shares and corridor volumes are calculated.

### 2006 traffic data for crossings in model

Table c1 presents an overview of the sources that have been used, and the assumptions that have been made, to fill the model with observed traffic flow data for the base year 2006.



Crossing	Flow type	Number of vehicles (*1000)	Source(s)
Frejus tunnel	passenger	850	SITAF tunnel data
	freight	864	SITAF tunnel data
Mont Blanc	passenger	1180	Website TBM
	freight	620	Website TBM
Rail Mont Cenis	Passenger*	700	1.4 million passengers in 2000 (COWI/Ecorys, 2006), 1.26 million passengers in 1997 (Isaac-Sibille, 2002)
	Freight**	7.5 million tonnes in 2006	8.5 million tonnes in 1999 and 6.6 million tonnes in 2004 (COWI/Ecorys, 2006), BBT study assumes 7.8 million tonnes in 2003
Mont Cenis ***)	Passenger	385	Estimated from Traffic count data for two weeks in 2005
	Freight	29	Estimated from traffic count data for two weeks in 2005
Montgenevre	Passenger	1251	Traffic count data in Claviere for the whole year 2006
	Freight	39	CAFT 2004 survey data

\*) the number of passenger in 2006 is estimated as equal to 2000 (1.4 million passengers represents around 700 vehicles), no growth has been assumed to reflect capacity/quality problems on this line

\*\*) conventional rail freight is not included as competitive mode in the modelling, as this is seen as a completely separate flow of goods

\*\*\*) The traffic count data for one week in July has been multiplied by a factor 8 and the traffic count data for one week in October 2005 has been multiplied by a factor 16

### Mode and route choice module

The market share of a mode/route alternative is a logit model that is corrected for the availability of the alternatives. If a mode/route is not available (because it is closed or not yet opened) the *Available* indicator is zero, so it has no market share. When an alternative becomes available the indicator rises gradually to one over a three (for passengers) or five (for freight) years time. The lagged increase of this indicator is to reflect the slow response of market shares to new or renewed alternatives that can be seen in practice from the available data.

The logit model further explicitly includes a scale factor  $\sigma$  to adjust the models sensitivity to the particular circumstances of this application. The market share of a mode/route combination is thus calculated by the following formula:



$$MS_{t,m} = \frac{Available_{t,m} * \exp[\sigma * u_{t,m}]}{\sum_m Available_{t,m} * \exp[\sigma * u_{t,m}]}$$

The utility function  $u$  depends on the attributes in-vehicle time ( $IVT$ ) for car and rail, the rail service headway ( $2WT$ ), the price  $P$  and a cost term  $CapCost$  associated to the capacity restrictions of alternatives:

$$u_{t,m} = \beta_{0,m} + \beta_1 * IVT_{t,m} + \beta_2 * 2WT_{t,m} + \beta_3 P_{t,m} + CapCost_{t,m}$$

The rail service headway can for higher service frequencies be assumed to equal twice the waiting time. For the relatively low frequencies for the test phase of the Autoroute Ferroviare Alpine this assumption is less likely. Therefore the  $2WT$  variable is restricted to be 180 minutes at maximum for the AFA to better represent the actual average waiting time for this test phase.

The parameters used in this model are shown in Table C1. These parameters imply values of in-vehicle time of € 12/hour for passengers and € 35/hour for freight.

Table C1: Distribution model parameters

	Passengers	Freight
$\beta_1$ <b>Travel time</b>	-0.05	-0.05
$\beta_2$ <b>Rail service headway</b>	-0.05	-0.025
$\beta_3$ <b>Price</b>	-0.010	-0.015
$\beta_0$ <b>ASC Mont Blanc</b>	1.9	1.0
" <b>ASC Montgenèvre</b>	0.5	-5.5
" <b>ASC Mont Cenis (road)</b>	-0.3	-8.1
" <b>ASC Mont Cenis (rail)</b>	10.8	n.a.
" <b>ASC TGV Lyon-Turin</b>	2.5	-7.0
<b>Frejus startup trend 1980-1994</b>	0.01	0.05
<b>Frejus safety tunnel</b>	0.10	0.05
<b>Mont Blanc 2001+</b>	-0.35	-0.5
$\sigma$ <b>Scale</b>	0.5	0.5

The  $CapCost$  variable corrects the volume on a route for the capacity of that route. The variable is calculated as:

*Run*  
*here*

$$CapCost_{t,m} = \min \left\{ 0, \ln \left[ \frac{CAP_{t,m}}{V_{t-1,m}} * \exp[CapCost_{t-1,m}] \right] \right\}$$

Only the Montgenèvre and Mont Cenis passes for freight and the Mont Cenis railway tunnel for passengers reach their capacity in this model; for other routes this variable is thus redundant.

Additionally three extra variables are included to match the specific trends of the Frejus and Mont Blanc tunnels. The Frejus tunnel showed especially for freight a gradual increase of the market share in the period from 1980 to 1994, which could not be represented well by the available data. A variable is used that is calculated as:  $\beta * (1995 - year)$ .

A second variable aims to take account of the new safety tunnel for the Frejus tunnel. This is implemented as a dummy variable and assumed to take effect starting from the year 2013.

Thirdly a dummy variable has the purpose to correct the market share of the Mont Blanc tunnel after the reopening in 2001. This market share is considerably lower than before the closure.

### Corridor growth module

For the temporal development of the overall volume in the corridor a growth factor is calculated to multiply the previous year's corridor volume:

$$V_{t,corridor} = V_{t-1,corridor} * gf_t$$

The growth factor depends on several factors. The GDP causes the major volume growth in the scenario forecasts. Sensitivity to the tunnel prices is directly included in the growth function. For passenger traffic also a Logsum from the mode-route choice model is included, which is calculated as:

$$Logsum_t = \ln \left[ \sum_m \exp[\sigma * u_{t,m}] \right]$$

Finally, an indicator for the availability of alternatives is used in the growth function. The availability factor is used to account for the closure of tunnels (mainly the Mont Blanc's 1999-2002 closure) and the opening of new routes (the Frejus tunnel in 1980 en the future rail alternatives). Overall, the growth factor is specified as:

$$gf_t = \left( \frac{GDP_t}{GDP_{t-1}} \right)^{\alpha_1} * \left( \frac{P_t}{P_{t-1}} \right)^{\alpha_2} * \left( \frac{\exp[Logsum_t]}{\exp[Logsum_{t-1}]} \right)^{\alpha_3} * \left( \frac{Availability_t}{Availability_{t-1}} \right)^{\alpha_4}$$

This function has its parameters as indicated in Table C2.






Table C2: Growth factor elasticities

		Passengers	Freight
$\alpha_1$	<b>GDP 1980-1994</b>	1.375	3.8
"	<b>GDP 1995-2006</b>	1.375	0.5
"	<b>GDP 2007 onwards</b>	1.375	1.0 <sup>3</sup>
$\alpha_2$	<b>Tunnels price level</b>	-0.2	-0.25
$\alpha_3$	<b>Logsum</b>	0.15	0
$\alpha_4$	<b>Availability</b>	0	0.1

<sup>3</sup> The GDP elasticity is set equal to 1.2 for the high economic growth scenario in the period up to 2020 addressing the change in O-D flows resulting from freight volume restrictions in Suisse.



## Appendix D: Previsione annuale del traffico per il Traforo del Frejus (fino al 2050)

---

Appendix D presenta le tabelle con le serie temporali fino al 2050 per le previsioni ("Previsione Base" e "Previsione Base con Effetto Carburante") del trasporto merci e passeggeri per il Traforo del Frejus.




Table D-1: volume merci annuale previsto nel Traforo del Frejus per scenario (\*1000 veicoli), dal 2007 al 2050

	Previsione Base	Previsione Base con Effetto Carburante
2007	881	881
2008	895	873
2009	898	849
2010	898	846
2011	886	830
2012	890	834
2013	905	850
2014	920	865
2015	936	881
2016	963	907
2017	980	922
2018	997	939
2019	1014	955
2020	1032	972
2021	1050	989
2022	1068	1006
2023	1008	932
2024	967	881
2025	943	851
2026	933	837
2027	935	836
2028	950	849
2029	964	862
2030	978	875
2031	992	888
2032	1007	901
2033	1021	914
2034	1036	927
2035	1050	940
2036	1065	953
2037	1079	966
2038	1078	979
2039	1079	991
2040	1078	1004
2041	1078	1017
2042	1077	1012
2043	1076	1016
2044	1076	1012
2045	1076	1014
2046	1075	1012
2047	1075	1014
2048	1075	1012
2049	1074	1013
2050	1074	1011

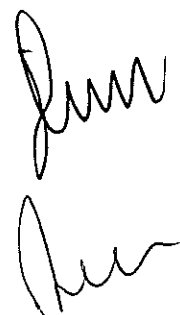

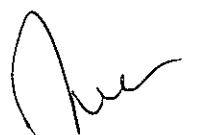


Table D-2: volume passeggeri annuale previsto nel Traforo del Frejus per scenario  
(\*1000 veicoli), dal 2007 al 2050

	Previsione Base	Previsione Base con Effetto Carburante
2007	871	871
2008	890	876
2009	903	873
2010	886	856
2011	895	865
2012	907	875
2013	928	896
2014	950	917
2015	972	938
2016	1036	1000
2017	1060	1023
2018	959	924
2019	952	917
2020	959	925
2021	982	946
2022	1004	968
2023	1027	990
2024	1049	1012
2025	1072	1034
2026	1095	1056
2027	1119	1078
2028	1142	1101
2029	1165	1123
2030	1189	1146
2031	1213	1169
2032	1236	1192
2033	1260	1215
2034	1284	1238
2035	1308	1261
2036	1332	1284
2037	1356	1307
2038	1380	1330
2039	1403	1353
2040	1427	1376
2041	1451	1399
2042	1475	1422
2043	1499	1445
2044	1522	1467
2045	1545	1490
2046	1569	1512
2047	1592	1535
2048	1615	1557
2049	1638	1579
2050	1660	1601

## Nuove Previsioni di Traffico e Analisi di Incertezza per il Traforo del Frejus

---

### 8.1 Prefazione

Le previsioni contengono implicitamente un certo ammontare di incertezza. Più lontana è la previsione nel tempo e maggiore è l'ammontare di incertezza. L'obiettivo di questa sezione è quello di analizzare la previsione anche dal un punto di vista dell'incertezza. Diverse previsioni (la previsione di Significance con i due scenari e la previsione di SFTRF) verranno paragonate per stabilire come i risultati differiscono tra loro.

Questo Capitolo avrà la seguente struttura:

- Prima, vengono individuati e descritti i dati input per il 2007 e quelli per il futuro (Sezione 8.2);
- Poi, verranno presentate le nuove previsioni di riferimento di Significance fino al 2050, sia per passeggeri che per merci, per i due diversi scenari di crescita (Sezione 8.3);
- Successivamente, verranno descritte le previsioni di riferimento, prestando attenzione alle ipotesi di input del modello, le elaborazioni e i risultati prodotti (Sezione 8.4);
- In fine, l'analisi di incertezza (Sezione 8.5) verrà presentata attraverso i seguenti punti: a) identificare lo scenario utilizzato per l'analisi; b) fare l'inventario delle possibili fonti di incertezza e quantificarle; c) elaborare l'analisi di incertezza per mezzo di simulazione; d) presentare i risultati e paragonarli con le previsioni di Significance e SFTRF.

### 8.2 Nuovi Dati Input per la Previsione

Questa sezione descrive i nuovi dati input utilizzati per prevedere la domanda di traffico per il Traforo del Frejus e per l'intero corridoio fino all'anno 2050. La nuova previsione è basata sullo stesso modello utilizzato precedentemente, ma utilizzando i dati dei volumi di traffico del 2007 come anno base ed anche i dati input (GDP, prezzo, etc.) reali del 2007, verranno usati. In aggiunta, un anno dopo la previsione precedente, sono disponibili informazioni più precise riguardo altri input nel breve termine (fino al 2010).

La nuova previsione è basata sui volumi di traffico registrati nel 2007 (nuovo anno base) nel corridoio (Traforo del Frejus e Traforo del Monte Bianco). Nel 2007, si sono verificati alcuni eventi eccezionali, come ad esempio una settimana di chiusura del Monte Bianco. Questo evento ha provocato ad una riorganizzazione del traffico attraverso altri trafori o strade, e quindi a conseguenze (volumi più alti o più bassi) ai volumi di traffico. Per queste ragioni, i dati dell'anno base sono stati ripuliti e corretti per avere un più realistico (e affidabile) anno base.

Coerentemente con la previsione precedente, quella nuova è divisa in due diversi orizzonti temporali, cioè dal 2008 al 2020 e al 2050, che viene sviluppata sulla base di uno scenario

'economic slow down' e di uno scenario 'high economic growth', sia per passeggeri che per merci.

In aggiunta ai dati input reali per l'anno base, sono stati fatti i seguenti adeguamenti al modello:

- La crescita del PIL per il 2008 e per il 2009 si prevede essere dell'1% per entrambi gli scenari, mentre le assunzioni precedentemente fatte fino al 2020 e al 2050 rimangono invariate (si veda Tabella 4-1 e Tabella 4-2 per ulteriori dettagli);
- Il Traforo di sicurezza per il Frejus era previsto fosse pronto per il 2013, mentre l'attuale previsione è per il 2016;
- La ferrovia del Moncenisio (passeggeri) era previsto fosse completamente operativa nel 2007, ma i lavori sui binari non sono ancora stati terminati e attualmente sono stimati in una durata di ulteriori 2 anni. Pertanto, la ferrovia opererà all'80% della sua intera capacità fino al 2010;
- I prezzi reali per il 2007, e perciò per i seguenti anni, sono leggermente più alti di quelli assunti nella previsione precedente;
- I reali dati dei volumi di traffico di AFA per il 2007.

Secondo le informazioni in possesso di Significance e di Sitaf, non ci sono stati altri cambiamenti nei dati input da quando la prima previsione è stata fatta.

La sezione successiva si focalizza sui risultati prodotti dal modello aggiornato per il corridoio competitivo del Traforo del Frejus, come è stato definito nel Capitolo 2. La sezione 8-3 descrive le previsioni di traffico per passeggeri e per merci per entrambi i scenari, fino al 2050.

### 8.3 Le Nuove Previsioni al 2050

Tabella 8-1 fornisce l'annuale previsione per veicoli passeggeri e merci per il Traforo del Frejus, dal 2007 al 2050. Il modello prevede due scenari: lo scenario 'economic slow down' e quello 'high economic growth' (si veda Capitolo 4 per dettagli degli scenari al 2050). Il 2007 è l'anno base della previsione e cioè corrisponde ai volumi di traffico registrati nel Traforo del Frejus nel 2007.

Tabella 8-1 L'aggiornata previsione per il traforo del Frejus fino al 2050 (passeggeri e merci, per i due scenari)

	Passeggeri		Merci	
	Slow Down	High Growth	Slow Down	High Growth
2007	871	871	881	881
2008	890	890	895	895
2009	903	903	898	900
2010	893	931	907	919
2011	911	961	906	927
2012	930	991	922	953
2013	952	1023	937	979
2014	974	1055	953	1006
2015	997	1089	969	1034
2016	1063	1169	997	1075
2017	1087	1206	1014	1105
2018	984	1063	1031	1136
2019	977	1064	1049	1168
2020	985	1082	1067	1201
2021	1008	1116	1085	1230
2022	1031	1151	1103	1258
2023	1054	1186	1049	1287
2024	1078	1222	1014	1317
2025	1101	1259	994	1346



2026	1125	1297	986	1376
2027	1149	1335	990	1407
2028	1173	1374	1005	1345
2029	1197	1413	1020	1304
2030	1221	1455	1035	1290
2031	1245	1498	1050	1294
2032	1270	1541	1065	1313
2033	1294	1585	1079	1348
2034	1319	1630	1094	1384
2035	1343	1676	1109	1421
2036	1368	1722	1116	1458
2037	1392	1769	1114	1495
2038	1417	1817	1115	1533
2039	1442	1866	1114	1572
2040	1466	1913	1113	1602
2041	1491	1961	1113	1631
2042	1515	2009	1112	1661
2043	1539	2058	1112	1691
2044	1563	2108	1111	1721
2045	1587	2158	1111	1751
2046	1611	2208	1111	1782
2047	1635	2259	1110	1812
2048	1659	2310	1110	1842
2049	1682	2362	1109	1873
2050	1705	2414	1109	1903

### 8.3.1 Le Previsioni per gli Scenari Passeggeri 2050

La previsione annuale del volume di traffico passeggeri per il Traforo del Frejus presentata in Tabella 8-1, è raffigurata in Figura 8-1 e 8-2 insieme ai flussi di traffico nelle altre rotte del corridoio di competizione (come definito in Capitolo 2). Le figure mostrano una simile forma nei due scenari, ma la crescita è maggiore per lo scenario 'high economic growth'. Dopo che il collegamento ferroviario ad alta velocità Lione-Torino si prevede sia aperto (2018) c'è una diminuzione nel volume di traffico, ma dopo tre anni il traffico attraverso il traforo del frejus (così come attraverso Monte Bianco e Monginevro) ricomincia a crescere nuovamente.

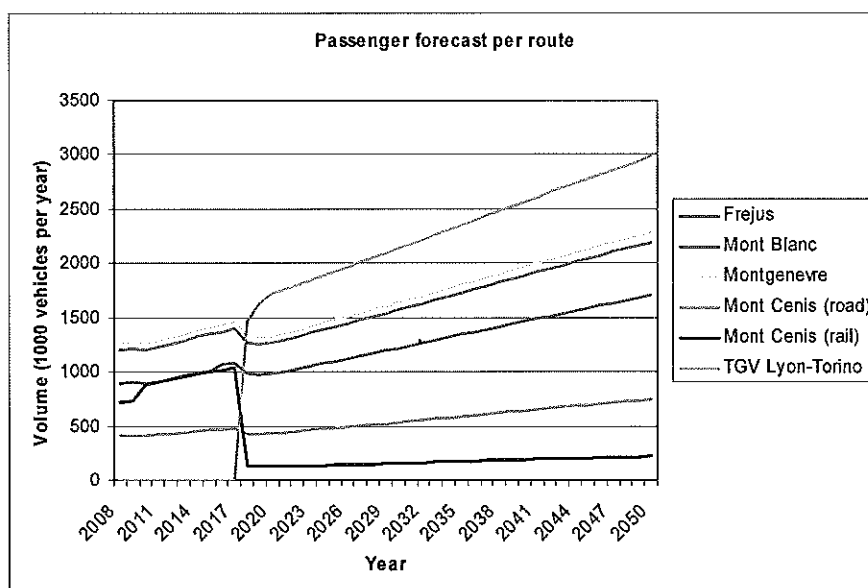


Figura 8-1: Previsione passeggeri per rotta – economic slow down scenario (2050)

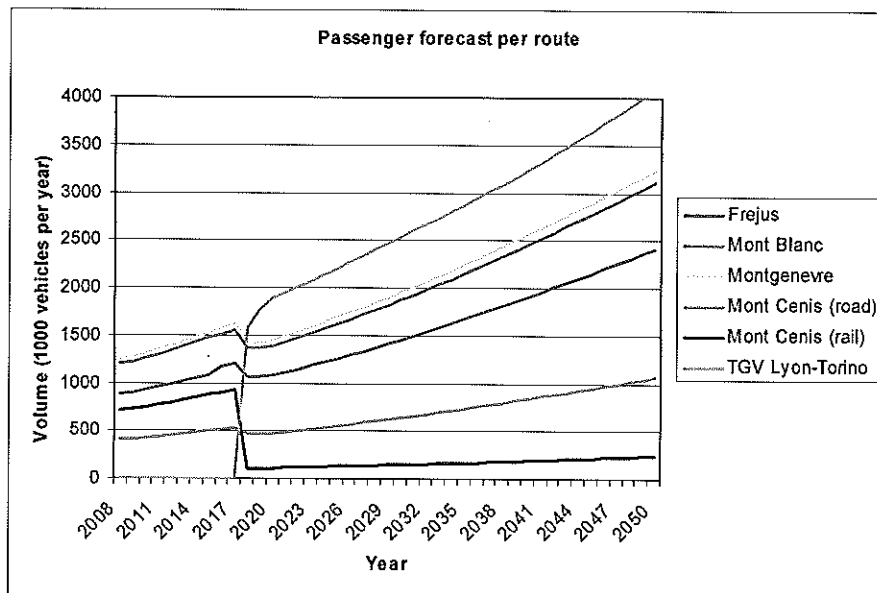


Figura 8-2: Previsione passeggeri per rotta - high economic growth scenario (2050)

### 8.3.2 Le Previsioni per gli Scenari Mercati 2050

Le previsioni merci per rotta (Figura 8-3 e Figura 8-4), mostrano un generale incremento dei volumi di traffico nell'arco dei 43 anni della previsione. Comunque, il traforo soffre dell'apertura dell'AFA (prevista per il 2010) e la prevista apertura del collegamento ferroviario ad alta velocità Lione-Torino (2023). L'apertura dell'AFA provoca una crescita nulla per un paio di anni (si veda anche Tabella 1-1), dopo la quale i flussi di traffico del Traforo del Frejus ricominceranno a crescere. Effetti molto più decisi si verificano quando il treno ad alta velocità sarà operativo, provocando una diminuzione sia per il traforo del Frejus che per quello del Monte Bianco. Tuttavia, quando il collegamento ad alta velocità avrà raggiunto la propria completa e stabile quota di mercato (assunta in un periodo di 3 anni), entrambi i trafori ricominceranno a crescere. Le diverse assunzioni fatte per i due scenari portano a diversi andamenti nel lungo, specialmente dovuto all'assunzione di una restrizione dei volume imposta da politiche di regolamentazione (scenario 'economic slow down').

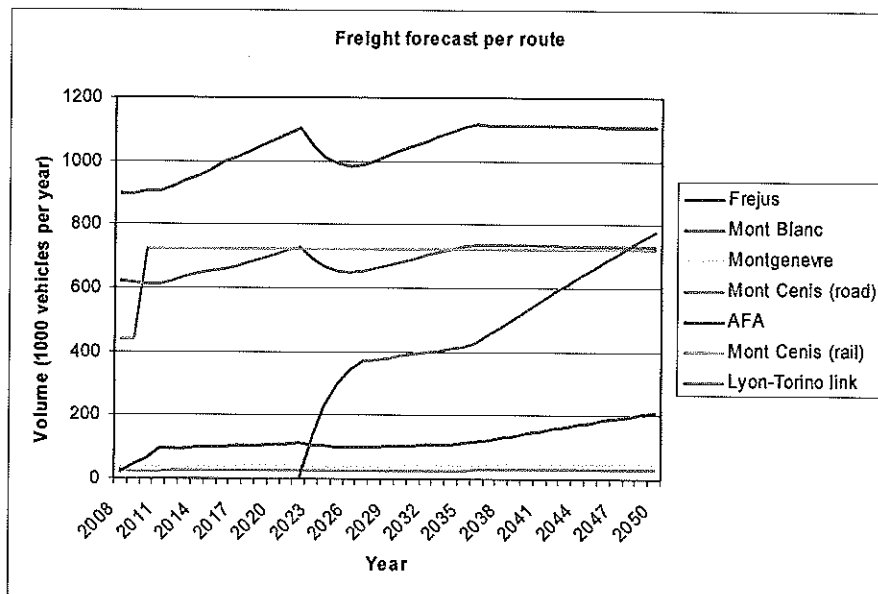


Figura 8-3: Previsione merci per rotta - economic slow down scenario (2050)

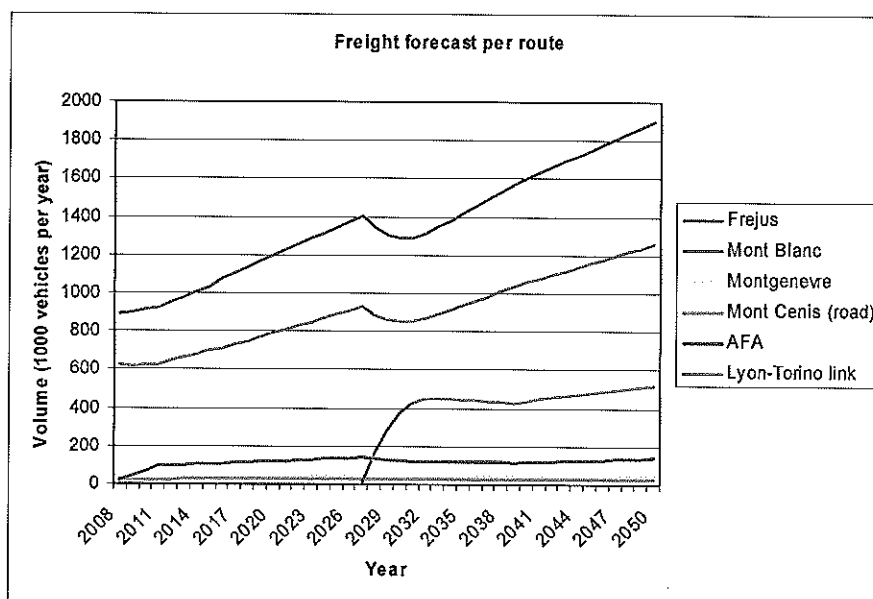


Figura 8-4: Previsione merci per rotta - high economic growth scenario (2050)

Nella prossima sezione si discuterà la previsione di SFTRF, identificando le ipotesi degli input, le elaborazioni e i risultati del modello.

#### 8.4 La Previsione SFTRF

In Francia è stata preparata un'altra previsione dei flussi di traffico attraverso il traforo del Frejus. Questa previsione è chiamata "Ipotesi Comuni DGR/ATMB/SFTRF".

Le ipotesi degli input/assunzioni usate nella previsione SFTRF per passeggeri sono le seguenti:

- Il PIL cresce ad una media annuale del 2%;
- L'elasticità del volume di traffico del PIL è 1;
- L'elasticità del prezzo è -0.333;
- Il Traforo di Ventimiglia non interferisce né con quello del Frejus né con quello del Monte Bianco;
- La quota di mercato del Traforo del Frejus e del Monte Bianco per passeggeri è costante negli anni.

Le ipotesi degli input/assunzioni usate nella previsione SFTRF per merci sono le seguenti:

- L'elasticità del volume di traffico del PIL è 0.5;
- L'elasticità del pedaggio è -0.4
- La quota di mercato per merci è costante negli anni ed è pari al 60% per il Frejus e pari al 40% per il Monte Bianco.

Nel corridoio oggetto di studio, nuove infrastrutture sono previste per il futuro e perciò si prevede che competano nel mercato. Questi nuovi concorrenti porteranno i seguenti effetti:

- L'apertura dell'AFA provocherà una riduzione del volume di traffico merci nei Trafori del Frejus e del Monte Bianco pari a 25 mila veicoli nel 2010, 50 mila nel 2011 e 25 mila nel 2012;
- La riduzione dei volumi merci, causata dall'introduzione del collegamento ferroviario ad alta velocità Lione-Torino, avviene in tre anni (2023, 2024 e 2025), provocando una diminuzione di 100 mila veicoli ogni anno;

Dopo l'anno 2025, tutta la crescita del traffico verrà assorbita dalla ferrovia (pertanto non c'è crescita nel Traforo del Frejus). La Figura 8-5 raffigura i risultati della previsione SFTRF per il Traforo del Frejus, sia per passeggeri che per merci.



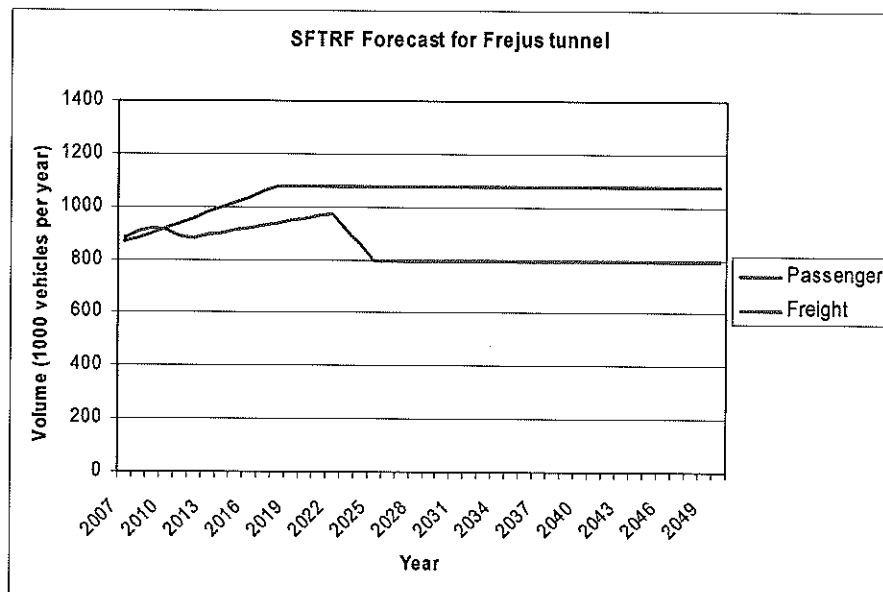


Figura 8-5: Le previsioni passeggeri e merci per il Traforo del Frejus (previsione SFTRF)

## 8.5 L'Analisi di Incertezza

### 8.5.1 Lo Scenario Centrale Utilizzato per l'Analisi di Incertezza

L'analisi di incertezza si svolge partendo da uno scenario centrale, che utilizza valori che si trovano tra lo scenario 'economic slow down' e lo scenario 'high economic growth'. Questo viene chiamato 'scenario centrale'. La Tabella 8-2 riassume le più importanti assunzioni sulle quali l'analisi di incertezza è basata.

Tabella 8-2 riassunto delle assunzioni per lo scenario centrale fino al 2050

Scenario Centrale	
PIL	Crescita PIL per il 2008 e 2009 è dell' 1%; dal 2010 al 2020 è del 2% e poi diminuisce dal 2% nel 2020 verso l'1.3% nel 2050
Prezzo	I pedaggi di Frejus e Monte Bianco sono simili; no incrementi nei prezzi reali. Incremento dei prezzi in termini reali per ferrovia tra 2030-2040 dell'1% all'anno.
Strada	Nessun cambiamento
Ferrovia	Apertura della linea ferroviaria Lione-Torino per merci nel 2025
Tecnologia	Parziale sviluppo nell'efficienza dei carburanti – i problemi ambientali del trasporto stradale non sono completamente risolti. Limitato uso di carburanti alternative.
Regolamentazione stradale	Restrizioni per il trasporto merci nel Moncenisio e Monginevro Restrizione nel volume del trasporto merci stradale per il Traforo del Monte Bianco e del Frejus sulla base dei volumi del 2025 per realizzare un moderato cambiamento di modo di trasporto
Strutturale	Nessun cambiamento

Si noti che l'analisi di incertezza simula variazioni controllate attorno allo scenario centrale, rappresentando casuali (incerte) variazioni.

Le sottosezioni 8.5.2 e 8.5.3 presentano tutte le possibili dimensioni di incertezza del modello di previsione, cioè lo 'scenario centrale' appena spiegato, con i relativi valori minimi e

massimi considerati. Le incertezze si riferiscono a: variabili input, elasticità di crescita, preferenze della scelta del percorso per passeggeri e merci e i parametri di conversione.

#### 8.5.2 Fonte e Quantificazione delle Incertezze per Passeggeri

Le fonti di incertezza per passeggeri sono identificate e quantificate in Tabella E-1 in Appendice E e riassunte come segue:

- PIL: l'incertezza del PIL si riferisce a tre diversi periodi temporali. Il primo periodo include solo la crescita prevista (1%) per il 2008 e 2009, per il quale pensiamo sia abbastanza vicino al valore reale. Pertanto la variazione è tra lo 0.7% e l'1.3%. Il secondo periodo temporale va dal 2010 fino al 2020, dove il PIL è assunto crescere del 2% all'anno. In questi anni, consideriamo una possibile variazione tra l'1% e il 3%. Il terzo periodo temporale va dal 2021 al 2050. Il PIL è qui assunto crescere con un valore che parte dal 2% e scende fino all'1.3% nel 2050. In questo contesto, solo la crescita del PIL è incerta, che è stata stimata essere tra lo 0.07% e l'1.9% nel 2050;
- Apertura della Ferrovia ad Alta Velocità: l'apertura del collegamento ad Alta Velocità Lione-Torino è previsto per il 2018. Incertezze sono sicuramente presenti qui. L'anno di apertura è probabile che vari tra la prevista apertura (minimo) e il 2024 (massimo valore assunto);
- Apertura del Tunnel di Sicurezza del Frejus: attualmente l'anno di apertura dell'infrastruttura previsto è il 2016, pertanto la relativa incertezza varia tra il 2016 e il 2020;
- Ferrovia del Moncenisio: le incertezze qui si riferiscono alla fine dei lavori, cioè a quando l'infrastruttura sarà disponibile al 100%, che sono previsti per il 2010. Siccome i lavori sono ancora in corso e hanno già ritardo, il massimo termine considerato è il 2011. Un secondo elemento di incertezza è la frequenza (direttamente collegata alla capacità) per passeggeri dopo che i lavori sono stati completati;
- Parametri ASC: ogni rotta ha un Costante Alternativa Specifica (ASC), il quale è un parametro del modello che riflette le preferenze osservate per la specifica modalità/rotta. L'ASC cattura ciò che non è in relazione con il prezzo, il tempo e la frequenza, ma che influisce direttamente sulla quota di mercato. Pertanto, possibili incertezze posso riferirsi a politiche di regolamentazione (per esempio Eurovignette);
- Prezzo per Ferrovia: è assunto essere costante in termine di prezzi reali ma dal 2030 fino al 2040 si assume che i sussidi siano più bassi, conseguentemente il prezzo cresce dell'1% all'anno. Durante questo periodo, l'incertezza viene tenuta in considerazione facendo variare la crescita tra lo 0% e il 2.5%. Tuttavia, politiche diverse potrebbero essere attuate in realtà ed esse vengono prese in considerazione per mezzo di variazioni dell'ASC. Ulteriori sussidi vengono catturati nell'incertezza del parametro ASC;
- Elasticità: influenzano la crescita totale dei volumi, e le loro incertezze variano tra un valore minimo e massimo, come riportato in Tabella E-1;
- Parametri della Distribuzione del Modello: influenzano la scelta del percorso e la loro variazione è riportata in Tabella E-1;
- Conversione: i parametri di conversione sono utilizzati per convertire l'unità di misura di alcuni dati input. L'incertezza di questi valori è anche inclusa nell'analisi di incertezza come riportato in Tabella E-1.

#### 8.5.3 Fonte e Quantificazione delle Incertezze per Merci

Le fonti di incertezza per le merci sono identificate e quantificate in Tabella E-2 in Appendice E e riassunte come segue:

- PIL: identico a quello passeggeri;
- Apertura dell'Alta Velocità: l'apertura del collegamento ferroviario ad Alta Velocità Lione-Torino è previsto per il 2030, ma è probabile che vari tra la prevista apertura (valore minimo) e il 2030 (massimo valore assunto);
- Apertura del Tunnel di Sicurezza del Frejus: identico a quello passeggeri;

- Ferrovia del Moncenisio: le incertezze qui sono relative alla fine dei lavori, cioè a quando l'infrastruttura sarà disponibile al 100%, che sono previsti per il 2010. Siccome i lavori sono ancora in corso e hanno già ritardo, il massimo termine considerato è il 2011. Un secondo elemento di incertezza è la capacità per le merci dopo che i lavori sono stati completati;
- AFA: l'incertezza è relative all'anno in cui è la sua capacità interamente operativa, cioè quando la frequenza sarà aumentata;
- Parametri ASC: identico a quello passeggeri;
- Prezzo per Ferrovia: il prezzo è assunto essere identico a quello dei Trafori (Frejus e Monte Bianco), ma dal 2030 fino al 2040 si assume che i sussidi siano più bassi, conseguentemente il prezzo cresce dell'1% all'anno. Per questo periodo, l'incertezza viene tenuta in considerazione facendo variare la crescita tra lo 0% e il 2.5%. Tuttavia, politiche diverse (sussidi più alti o più bassi) potrebbero essere attuate in realtà ed esse vengono prese in considerazione per mezzo di variazioni dell'ASC. Ulteriori sussidi vengono catturati nell'incertezza del parametro ASC;
- Restrizione nei Volumi di Traffico nel Traforo del Frejus e del Monte Bianco: per i prossimi anni ci si aspetta che le politiche di regolamentazione siano abbastanza forti nel trasporto merci. Tali politiche saranno principalmente focalizzate ad incoraggiare un cambiamento della modalità del trasporto merci, dalla strada alla ferrovia. Dopo che sarà aperto il collegamento ad Alta Velocità Lione-Torino, il corridoio (Traforo del Frejus e del Monte Bianco) non potrà crescere più di 1841 (migliaia) veicoli, a causa di restrizioni. Il valore è derivato dal valore centrale previsto tra il 2008 e il 2023 (cioè dal previsto anno di apertura del collegamento ferroviario Lione-Torino);
- Elasticità: influenzano la crescita totale del volume, e le elasticità variano tra un valore minimo e massimo, come riportato in Tabella E-1;
- Parametri di Distribuzione del Modello: influenzano la scelta del percorso e la relativa relazione è riportata in Tabella E-1;
- Conversione: i parametri di conversione sono stati usati per convertire l'unità di misura di alcuni dati input. L'incertezza di questi valori è inclusa nell'analisi ed è riportato in Tabella E-1.

#### 8.5.4 La Metodologia Utilizzata per l'Analisi di Incertezza

Questa sottosezione descrive brevemente la metodologia utilizzata per l'analisi di incertezza, per spiegare il ragionamento e il metodo di calcolo, così come gli strumenti statistici/econometrici utilizzati, che si trovano dietro ai risultati.

La metodologia usata per l'analisi di incertezza fa riferimento a quello che è chiamata Tecnica di Simulazione Monte-Carlo. La simulazione Monte Carlo è una tecnica statistica che ripete campionature casuali (1000 estrazioni per questa analisi) dei valori dei parametri incerti per calcolare il risultato. Per ogni parametro, il software estrae casualmente un valore dal range di incertezza che gli è stato assegnato (compreso tra il valore minimo e massimo) e calcola i risultati. Alcuni dei parametri incerti seguono una distribuzione uniforme (per esempio quelli che si riferiscono all'anno di apertura e non variano simmetricamente), ma la maggioranza dei parametri segue una distribuzione normale (chiamata anche Gaussiana). Entrambi sono considerati al loro 95% di intervallo di confidenza. Per ottenere un'efficiente distribuzione delle estrazioni e rimanere vicini ad una campionatura puramente casuale, è stato usato in supporto l'estrazione di Halton invece di estrazioni puramente casuali. Siccome la nostra analisi elabora 1000 estrazioni, il risultato finale sarà la distribuzione dei 1000 risultati ottenuti dalla campionatura casuale, e la sua relativa deviazione standard.

#### 8.5.5 I Risultati dell'Analisi di Incertezza

L'analisi di incertezza è basata su 1000 estrazioni, che di conseguenza generano 1000 diverse previsioni. I risultati sono rappresentate in Figura 8-6 e Figura 8-7, rispettivamente per passeggeri e merci.




Entrambe le figure seguono al stessa logica di interpretazione. Gli elementi dell'analisi di incertezza sono rappresentati dalla linea rosso e dall'area grigia. La linea rossa è il valore medio dei risultati che sono derivati dalle 1000 estrazioni, che è stato assunto avere una distribuzione normale (cioè seguono una forma di tipo Gaussiana). Partendo dal valore medio e andando verso l'alto e verso il basso, i confini (linee) sono calcolate come segue:

- 1°. valore medio più e meno metà deviazione standard;
- 2°. valore medio più e meno una deviazione standard;
- 3°. valore medio più e meno una deviazione standard e mezzo;
- 4°. valore medio più e meno due deviazioni standard.

L'area tra le seconde linee (valore medio più e meno una deviazione standard) rappresenta il 68% dell'intervallo di confidenza. In altre parole, il 68% dei risultati ottenuti dalle estrazioni sono all'interno di questo range. Mentre l'area tra le due linee estreme (quarte linee) rappresenta il 95% di intervallo di confidenza.

In aggiunta all'analisi di incertezza, sono stati rappresentate anche le previsioni di Significance e SFTRF in Figura 8-6 per passeggeri e in Figura 8-7 per merci, in modo da facilitare il confronto tra i risultati. La linea blu tenue rappresenta la previsione di Significance (2007) per lo scenario 'economic slow down', mentre la linea blu più scura rappresenta la previsione di Significance (2007) per lo scenario 'high economic growth'. La linea gialla rappresenta la previsione di SFTRF. Una ridotta serie temporale delle previsioni dei volumi di traffico di Significance (2006 e 2007, per i due scenari), del valore medio dell'analisi di incertezza e della previsione di SFTRF, sono presentate in Tabella 8-3 per passeggeri e in Tabella 8-4 per merci. La completa serie temporale per i volumi previsti dal 2007 al 2050, per ogni anno, sono presentati in Tabella F-1 ed F-2 in Appendice F.

Figura 8-6 (flusso passeggeri) mostra chiaramente che l'incertezza cresce con il crescere dell'orizzonte temporale della previsione. Infatti nel lungo termine, notiamo che la banda diventa sempre più ampia, mostrando che un sempre maggiore numero di risultati si trovano lontano dal valore medio dell'analisi di incertezza. Il livello di incertezza è abbastanza ridotto fino al 2010, ma da questo anno in poi comincia a crescere. Un'importante elemento di incertezza per la previsione passeggeri è sicuramente determinato dall'apertura del collegamento ferroviario ad Alta Velocità Lione-Torino. Siccome l'apertura può variare tra il 2018 e il 2024, la diminuzione causata dalla nuova infrastruttura potrebbe avvenire più tardi rispetto all'assunzione fatta dalla previsione di Significance e SFTRF. Nel più lungo termine, molte delle incertezze possono essere in relazione alla politica di regolamentazione, che può influire sulla crescita. Le tre previsioni mostrano l'effetto di diverse politiche di regolamentazione (si veda assunzione di Significance e SFTRF). La previsione SFTRF è consistente con la previsione di Significance fino al 2025, ma l'assunzione di crescita nulla (determinata da una rigida regolamentazione) induce a volumi di traffico più bassi delle altre previsioni. Ciò nonostante, la previsione rientra dentro ai limiti della banda di incertezze calcolate (non ci sono differenze significative).

Tabella 8-3: Confronto della previsione del flusso passeggeri per il Traforo del frejus

	Significance (2006)		Significance (2007)		Valore Medio dell'Analisi di Incertezza	SFTRF
	Slow Down	High Growth	Slow Down	High Growth		
2007	853	860	871	871	871	868
2020	1019	1141	985	1082	1107	1079
2030	1263	1535	1221	1455	1235	1079
2040	1516	2018	1466	1913	1545	1079
2050	1763	2546	1705	2414	1882	1079



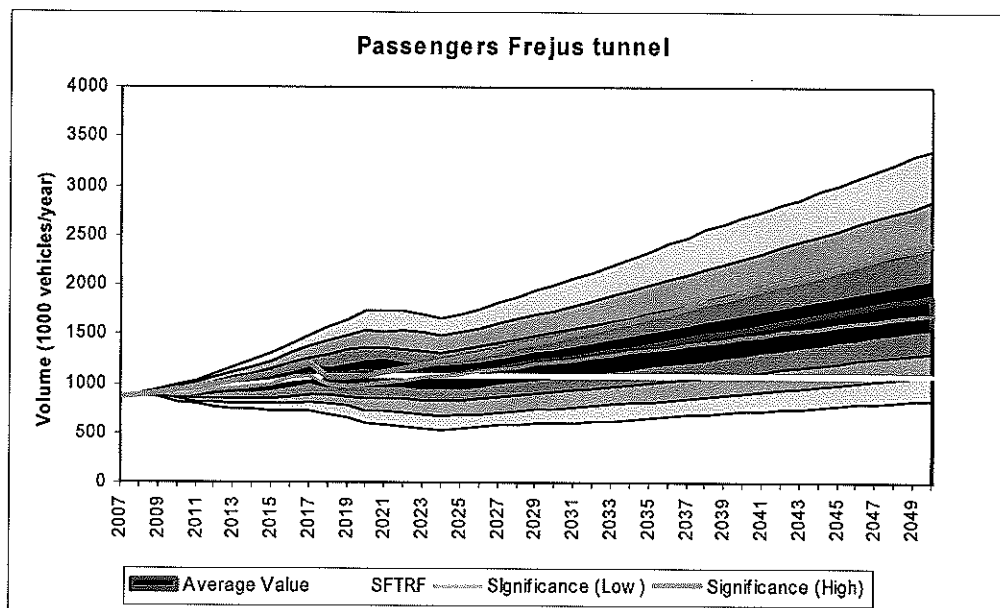


Figura 8-6: Analisi di incertezza per passeggeri e confronto con la previsione di Significance (2007) e di SFTRF

L'analisi di incertezza per merci (si veda Figura 8-7) mostra una ancora maggiore quantità di incertezza confronto all'analisi passeggeri. Tuttavia, notiamo un limitato livello di incertezza nel breve periodo (fino al 2010). Nel più lungo termine, notiamo una maggiore quantità di incertezza che è principalmente causata dall'apertura dell'AFA (operativa a piena capacità) e ancora maggiore dall'apertura del collegamento ferroviario ad Alta Velocità Lione-Torino (potrebbe variare tra il 2023 e il 2030). Un ulteriore elemento di incertezza sono le possibili future politiche di regolamentazione. Rigide regolamentazioni possono severamente influenzare la crescita (si veda previsione SFTRF) nel tunnel del Frejus. Per questi motivi la previsione di Significance dello scenario 'high economic growth' (senza politiche di regolamentazione) è molto più alto, ma anche improbabile. Una previsione indubbiamente più probabile è quello dello scenario 'economic slow down' di Significance, ma anche quella di SFTRF è ragionevole, siccome una rigida politica di regolamentazione potrebbe essere attuata nel futuro. Anche per le merci, notiamo che la previsione SFTRF non è significativamente diversa dal 95% di livello di confidenza. Ma per il periodo fino al 2025 la previsione è chiaramente molto bassa.

Tabella 8-4: Confronto della previsione del flusso merci per il Traforo del frejus

	Significance (2006)		Significance (2007)		Valore Medio dell'Analisi di Incertezza	SFTRF
	Slow Down	High Growth	Slow Down	High Growth		
2007	901	906	881	881	881	881
2020	1101	1269	1067	1201	1148	957
2030	1040	1334	1035	1290	1063	795
2040	1150	1661	1113	1602	1082	795
2050	1146	1973	1109	1903	1173	795

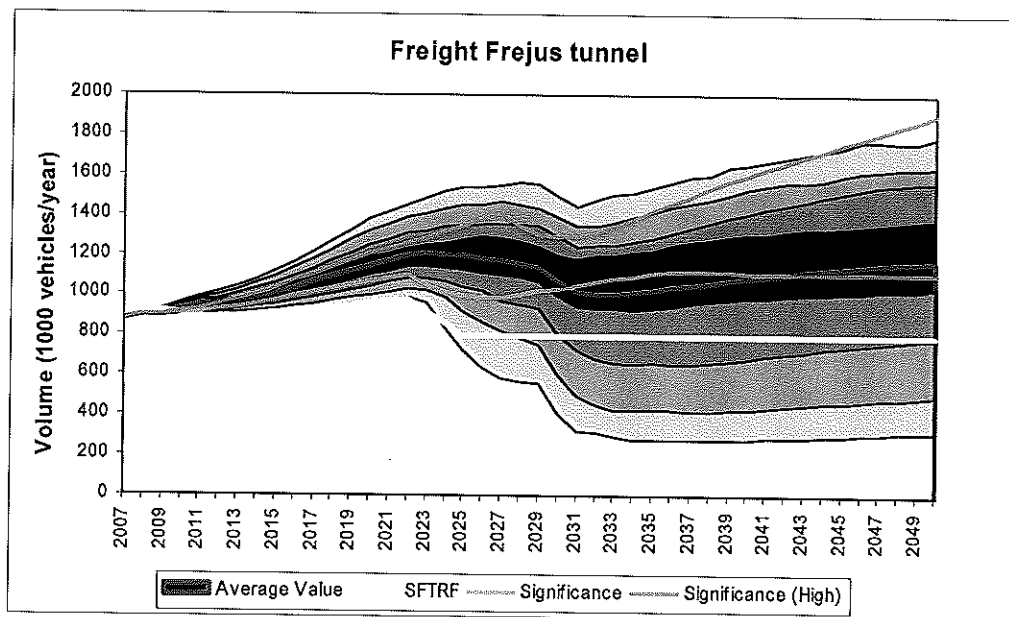


Figura 8-7: Analisi di incertezza per merci e confronto con la previsione di Significiance (2007) e di SFTRF

*Handwritten signature*

## Appendice E: fonti e quantificazione delle incertezze

Tabella E-1: fonti e quantificazione delle incertezze per passeggeri

Variable/Input/Parameter	Nature of Uncertainty	Central Value	Min	Max
<b>Inputs/Assumptions</b>				
GDP 2008 and 2009	Growth	1%	0.7%	1.3%
GDP per year 2010-2020	Growth	2%	1%	3%
GDP per year 2021-2050	Growth	Decreasing from 2% to 1.3%	0.07%	1.9%
Price for Rail (Moncenisio, HS Lyon-Turin) 2030-2040	Price Increase	1%	0%	2.5%
Rail: Opening Lyon-Turin	Year Opening	2018	2018	2024
Frejus Safety Tunnel	Year	2016	2016	2020
<b>Growth Factor Elasticities</b>				
Price level	Sensitivity	-0.2	-0.4	0
GDP scenario	Sensitivity	1.375	0.875	1.875
Price scenario	Sensitivity	-0.2	-0.4	0
<b>Distribution Model</b>				
Travel time	Sensitivity	-0.05	-0.07	-0.03
Headway	Sensitivity	-0.05	-0.07	-0.03
Price	Sensitivity	-0.01	-0.014	-0.06
Frejus safety tunnel	Sensitivity	0.1	0.06	0.14
ASC Frejus	Sensitivity	-	-	-
ASC Mont Blanc	Sensitivity	1.71	1.01	2.41
ASC Montgenèvre	Sensitivity	4.15	3.05	5.25
ASC Mont Cenis (road)	Sensitivity	-0.46	-0.76	-0.16
ASC Mont Cenis (rail)	Sensitivity	10.45	7.35	13.55
ASC TGV Lyon-Turin	Sensitivity	3.95	2.05	5.85
<b>Conversions</b>				
Ton per vehicle 2006	Conversion	17	14	20
Freight-Passenger vehicle ratio	Conversion	2	1.5	2.5
Passengers per vehicle	Conversion	2	1.5	2.5
Maximum waiting time freight	Conversion	180	120	240
<b>Moncenisio Rail</b>				
Availability (at 100%, i.e. end works)	Year	2010	2010	2011
Headway (linked to HS opening)	Volume	200	160	240

Tabella E-2: fonti e quantificazione delle incertezze per passeggeri

Variable/Input/Parameter	Nature of Uncertainty	Central Value	Min	Max
<b>Inputs/Assumptions</b>				
GDP 2008 and 2009	Growth	1%	0.7%	1.3%
GDP per year 2010-2020	Growth	2%	1%	3%
GDP per year 2021-2050	Growth	Decreasing from 2% to 1.3%	0.07%	1.9%
Price for Rail (Moncenisio, AFA, HS Lyon-Turin) 2030-2040	Growth	1%	0%	+2.5%
Rail: Opening Lyon-Turin	Year Opening	2025	2023	2030
Road Regulations	Year	2023	2023	2030
Volume restraint in Fr and MB T.	Volume	1841	1600	3200
Frejus Safety Tunnel	Year	2016	2016	2020
<b>Growth Factor Elasticities</b>				
Price level	Sensitivity	-0.25	-0.5	0
Availability	Sensitivity	0.1	0	0.2
GDP scenario	Sensitivity	1	0.6	1.4
GDP scenario (2010-2020)	Sensitivity	1.1	0.7	1.5
Price scenario	Sensitivity	-0.25	-0.5	0
<b>Distribution Model</b>				
Travel time	Sensitivity	-0.05	-0.07	-0.03
Headway	Sensitivity	-0.025	-0.035	-0.015
Price	Sensitivity	-0.015	-0.2	-0.1
Frejus safety tunnel	Sensitivity	0.05	0.03	0.07
ASC Frejus	Sensitivity			
ASC Mont Blanc	Sensitivity	1.15	0.85	1.45
ASC Montgenèvre	Sensitivity	-5.74	-7.24	-4.24
ASC Mont Cenis (road)	Sensitivity	-8.34	-10.84	-5.84
ASC AFA	Sensitivity	1.46	0.96	1.96
ASC Mont Cenis (rail)	Sensitivity	23.76	18.76	28.76
ASC TGV Lyon-Turin	Sensitivity	-7.24	-10.74	-3.74
<b>Conversions</b>				
Ton per vehicle 2006	Conversion	17	14	20
Freight-Passenger vehicle ratio	Conversion	2	1.5	2.5
Passengers per vehicle	Conversion	2	1.5	2.5
Maximum waiting time freight	Conversion	180	120	240
<b>AFA</b>				
New Headway (Time)	Year	2011	2011	2014
New Headway 1st drop (from 270)	Volume	120	100	140
New Headway (after 3 years)	Volume	60	40	80
<b>Moncenisio Rail</b>				
Availability (at 100%, i.e. end works)	Year	2010	2010	2011
Capacity (after opening)	Volume	12310000	12000000	12620000

## Appendice F: Risultati dell'Analisi di Incertezza

Tabella F-1: Confronto delle previsioni del flusso passeggeri per il Traforo del Frejus, per ogni anno, dal 2007 al 2050

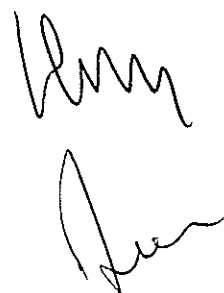
	Significance (2006)		Significance (2007)		Valore Medio dell'Analisi di Incertezza	SFTRF
	Slow Down	High Growth	Slow Down	High Growth		
2007	853	860	871	871	871	868
2008	877	891	890	890	892	885
2009	896	918	903	903	905	903
2010	917	947	893	931	912	921
2011	939	977	911	961	914	939
2012	961	1008	930	991	933	958
2013	1023	1083	952	1023	955	977
2014	1047	1117	974	1055	980	997
2015	1072	1153	997	1089	1006	1017
2016	1097	1189	1063	1169	1043	1037
2017	1123	1227	1087	1206	1082	1058
2018	1017	1121	984	1063	1093	1079
2019	1010	1122	977	1064	1104	1079
2020	1019	1141	985	1082	1107	1079
2021	1042	1177	1008	1116	1105	1079
2022	1066	1214	1031	1151	1101	1079
2023	1090	1251	1054	1186	1092	1079
2024	1114	1289	1078	1222	1078	1079
2025	1139	1328	1101	1259	1098	1079
2026	1163	1368	1125	1297	1125	1079
2027	1188	1408	1149	1335	1154	1079
2028	1213	1449	1173	1374	1183	1079
2029	1238	1491	1197	1413	1213	1079
2030	1263	1535	1221	1455	1235	1079
2031	1288	1580	1245	1498	1262	1079
2032	1313	1625	1270	1541	1291	1079
2033	1338	1672	1294	1585	1321	1079
2034	1364	1719	1319	1630	1351	1079
2035	1389	1767	1343	1676	1383	1079
2036	1414	1816	1368	1722	1414	1079
2037	1440	1866	1392	1769	1447	1079
2038	1465	1917	1417	1817	1479	1079
2039	1491	1968	1442	1866	1512	1079
2040	1516	2018	1466	1913	1545	1079
2041	1541	2068	1491	1961	1578	1079
2042	1566	2119	1515	2009	1612	1079
2043	1591	2171	1539	2058	1645	1079
2044	1616	2223	1563	2108	1679	1079
2045	1641	2276	1587	2158	1713	1079
2046	1666	2329	1611	2208	1746	1079

2047	1691	2382	1635	2259	1780	1079
2048	1715	2436	1659	2310	1814	1079
2049	1739	2491	1682	2362	1848	1079
2050	1763	2546	1705	2414	1882	1079



Tabella F-2: Confronto delle previsioni del flusso merci per il Traforo del Frejus, per ogni anno, dal 2007 al 2050

	Significance (2006)		Significance (2007)		Valore Medio dell'Analisi di Incertezza	SFTRF
	Slow Down	High Growth	Slow Down	High Growth		
2007	901	906	881	881	881	881
2008	921	932	895	895	895	910
2009	928	949	898	900	909	918
2010	936	967	907	919	929	912
2011	932	974	906	927	940	891
2012	948	1001	922	953	951	885
2013	975	1041	937	979	966	894
2014	992	1071	953	1006	984	902
2015	1009	1101	969	1034	1008	911
2016	1027	1133	997	1075	1034	920
2017	1045	1166	1014	1105	1061	929
2018	1063	1199	1031	1136	1089	938
2019	1082	1233	1049	1168	1118	947
2020	1101	1269	1067	1201	1148	957
2021	1120	1299	1085	1230	1172	966
2022	1140	1329	1103	1258	1197	975
2023	1075	1359	1049	1287	1203	915
2024	1030	1390	1014	1317	1201	855
2025	1003	1422	994	1346	1193	795
2026	992	1453	986	1376	1181	795
2027	994	1485	990	1407	1167	795
2028	1009	1406	1005	1345	1153	795
2029	1025	1354	1020	1304	1136	795
2030	1040	1334	1035	1290	1063	795
2031	1056	1335	1050	1294	1012	795
2032	1071	1355	1065	1313	1004	795
2033	1087	1392	1079	1348	1005	795
2034	1102	1430	1094	1384	1014	795
2035	1118	1469	1109	1421	1025	795
2036	1133	1508	1116	1458	1036	795
2037	1148	1548	1114	1495	1048	795
2038	1152	1589	1115	1533	1060	795
2039	1150	1630	1114	1572	1072	795
2040	1150	1661	1113	1602	1082	795
2041	1149	1691	1113	1631	1093	795
2042	1149	1722	1112	1661	1104	795
2043	1149	1753	1112	1691	1114	795
2044	1148	1784	1111	1721	1123	795
2045	1148	1816	1111	1751	1132	795
2046	1147	1847	1111	1782	1141	795
2047	1147	1879	1110	1812	1150	795
2048	1147	1910	1110	1842	1158	795
2049	1146	1942	1109	1873	1165	795
2050	1146	1973	1109	1903	1173	795



SITAF s.p.a.  
Fraz. San Giuliano 2 – C.P. 59c  
10059 Susa (To)  
Italy

The Hague, 26 novembre 2009

Oggetto: Aggiornamento della previsione di traffico passeggeri e merci per il Traforo del Frejus

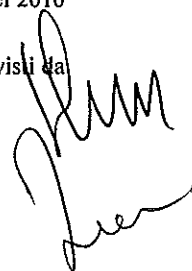
Significance ha revisionato, insieme a SITAF, la previsione di traffico del Traforo del Frejus, con l'obiettivo di tenere in considerazione gli effetti della crisi economica. Per questo scopo sono state studiate le più recenti statistiche dei dati di traffico registrato nel Traforo del Frejus ed inoltre è stata revisionata la previsione fornita da Significance nel Giugno 2008. Il risultato di questa revisione è presentato in Tabella 1 e dettagliatamente commentato di seguito.

Merci:

1. Per l'intero anno 2009 è stato assunto un declino nel traffico pari al 18.3% rispetto al 2008. Ciò è consistente con i dati registrati fino ad ottobre 2009. Per quanto riguarda il mese di Novembre e Dicembre 2009 assumiamo un più moderato declino. Questa assunzione è basata sulle prime indicazioni osservate nelle statistiche che indicano la possibilità di un'imminente ripresa.
2. È stato assunto che dopo un declino nel 2008 e 2009, i volumi di traffico merci verranno parzialmente recuperati in 4 anni (2011-2014) con una crescita compresa tra il 2.6% e il 5%, fino al normale andamento di crescita che era stato predetto da Significance nel 2008.
3. È stato assunto che dall'anno 2015 fino al 2023 ci sarà una crescita pari a circa l'1.5% annuo, che è in linea con quella predetta da Significance nel 2008.
4. Tra il 2023 e il 2028 è stato assunto che la crescita di traffico si riduca a quasi 0, e nel 2029 il traffico diminuisca sostanzialmente come conseguenza dell'apertura della piattaforma merci Lione-Torino. L'apertura della Lione-Torino avviene con sei anni di ritardo rispetto a quanto anticipato nella previsione di Significance 2008. Sulla base dei ritardi già registrati e sull'incertezza attuale, pensiamo che questa sia un'ipotesi ragionevole.
5. Tra il 2029 e il 2033, in seguito all'apertura della Lione-Torino, ci si aspetta che il traffico merci si ridurrà in linea con la previsione originale di Significance 2008.
6. Dal 2034 in avanti ci si aspetta una crescita stabile di circa l'1.5% annuo fino al 2043, quando i volumi di traffico del 2029 saranno raggiunti. Dopo il 2043 la crescita si riduce per non eccedere i volumi di traffico osservati nel 2028, appena prima dell'apertura della piattaforma Lione-Torino. Questo è consistente con le assunzioni della previsione di Significance 2008.

Passeggeri:

1. Per l'intero anno 2009 è stato assunto un declino nel traffico del 3.9% rispetto al 2008. Ciò è in generale consistente con le statistiche del traffico osservato fino ad Ottobre 2009.
2. È stato assunto che dopo il limitato decremento del traffico passeggeri nel 2009, questo sarà recuperato nel 2010 e 2011, raggiungendo il volume di traffico previsto da Significance nel 2008 nell'anno 2012.
3. Dall'anno 2013 in avanti, è stato assunto che i volumi di traffico passeggeri saranno gli stessi di quelli previsti da Significance nel 2008.



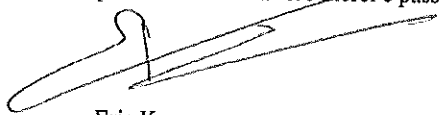


**Tabella 1. Previsione dei volumi di traffico annuali per il Traforo del Frejus (T4) per passeggeri e merci**

	<b>Passeggeri</b> <i>(migliaia di veicoli)</i>	<b>Merci</b> <i>(migliaia di veicoli)</i>
2007	877	896
2008	865	843
2009	831	688
2010	848	709
2011	853	745
2012	879	779
2013	892	799
2014	912	823
2015	917	837
2016	998	861
2017	1020	874
2018	922	888
2019	915	902
2020	925	916
2021	946	930
2022	968	943
2023	990	954
2024	1012	964
2025	1034	968
2026	1056	969
2027	1078	970
2028	1101	971
2029	1123	908
2030	1146	864
2031	1169	837
2032	1192	826
2033	1215	826
2034	1238	839
2035	1261	852
2036	1284	865
2037	1307	878
2038	1330	890
2039	1353	904
2040	1376	916
2041	1399	929
2042	1422	941
2043	1445	955
2044	1467	963
2045	1490	966
2046	1512	975
2047	1535	976
2048	1557	977
2049	1579	978
2050	1601	979



*Handwritten signature*

Riteniamo che le previsioni di traffico revisionate sulla base della crisi economica, rappresentino una realistica previsione per i volumi di traffico merci e passeggeri attraverso il Traforo del Frejus per il 2010 ed oltre.



Eric Kroes,

Managing Director

## Sommario

<b>1. INTRODUZIONE .....</b>	<b>2</b>
<b>2. IL MODELLO DI TRAFFICO .....</b>	<b>3</b>
2.1. IL MODELLO DI SIMULAZIONE MT.MODEL.....	3
2.2. LIVELLO DI APPLICAZIONE DEL MODELLO .....	5
2.2.1. <i>Il modello regionale</i> .....	5
2.2.2. <i>Il modello europeo</i> .....	6
2.3. CALIBRAZIONE DEI MODELLI .....	7
2.4. MODALITÀ DI LETTURA GRAFICA DEI RISULTATI .....	8
<b>3. GLI SCENARI DI ATTUAZIONE .....</b>	<b>10</b>
3.1. SCENARI DI OFFERTA.....	12
3.1.1. <i>Scenario A – inflazione</i> .....	12
3.1.2. <i>Scenario B – rotatorie S.S. 24 e S.S. 25</i> .....	12
3.1.3. <i>Scenario C – manutenzione ADF</i> .....	13
3.1.4. <i>Scenario D – manutenzione A32</i> .....	13
3.1.5. <i>Scenario E – interventi area ovest torinese</i> .....	13
3.1.6. <i>Scenario F – completamento itinerario Sisteron-Grenoble</i> .....	14
3.2. SCENARI DI DOMANDA .....	17
3.2.1. <i>Scenario G – variazione domanda di mobilità</i> .....	17
3.2.2. <i>Scenario H – realizzazione tunnel di sicurezza T4</i> .....	21
3.2.3. <i>Scenario I – realizzazione TAV</i> .....	21
<b>4. STIMA DEI VOLUMI DI TRAFFICO ALLE BARRIERE AUTOSTRADALI ....</b>	<b>23</b>
4.1. METODOLOGIA DI STIMA .....	23
4.2. RISULTATI .....	23
4.2.1. <i>Ipotesi 1</i> .....	24
4.2.2. <i>Ipotesi 2</i> .....	28
4.2.3. <i>Ipotesi 3</i> .....	32
<b>5. CONCLUSIONI .....</b>	<b>38</b>
<b>ALLEGATO 1 – I RILIEVI DI TRAFFICO.....</b>	<b>41</b>

## 1. INTRODUZIONE

Il presente documento si propone di valutare l'evoluzione temporale dei flussi veicolari caratteristici dell'autostrada A32 nel periodo 2007-2020-2050, quale base di riferimento per l'aggiornamento del Piano Finanziario che SITAF sta predisponendo nell'ottica di stimare come i propri flussi di reddito potrebbero svilupparsi in futuro.

Per le valutazioni di cui all'oggetto è stato utilizzato il modello di traffico MT.MODEL, che ha permesso di simulare il diverso comportamento dei flussi caratteristici della dell'area in esame (Val di Susa) al variare delle condizioni al contorno, ovvero in relazione a differenti scenari di offerta stradale e di domanda di mobilità.

Relativamente all'offerta di trasporto, gli scenari sono stati riferiti a un modello su scala europea e a un modello a livello provinciale, entrambi già utilizzati dal CSST nell'ambito di studi pregressi.

Per affinare e aggiornare la calibrazione dei modelli suddetti sono stati utilizzati alcuni rilevamenti storici realizzati dal CSST nell'area oggetto di analisi - opportunamente aggiornati al 2007 -, unitamente ai dati relativi alle indagini volumetriche effettuate *ad hoc*.

L'utilizzo del modello di simulazione ha permesso di eseguire valutazioni di traffico realistiche e di stimare, quindi, la quantità di traffico che interesserà la direttrice autostradale da qui al 2050.

Lo studio risulta organizzato come segue:

- Capitolo 2: breve descrizione del modello di traffico utilizzato e del livello di applicazione del medesimo;
- Capitolo 3: definizione degli scenari di attuazione identificati per la stima dell'evoluzione temporale dei volumi di traffico dell'autostrada A32 (scenari di offerta e di domanda);
- Capitolo 4: stima dei volumi di traffico alle barriere autostradali dell'A32 (Avigliana e Salbertrand) a partire dai risultati delle assegnazioni modellistiche;
- Capitolo 5: conclusioni.

## 2. IL MODELLO DI TRAFFICO

Quale strumento di ausilio alle valutazioni trasportistiche di cui al presente studio sono stati utilizzati alcuni moduli di calcolo del sistema integrato di modelli matematici per il supporto alle decisioni di pianificazione del traffico e del trasporto denominato MT.MODEL.

### 2.1. Il modello di simulazione MT.MODEL

MT.MODEL è un sistema integrato di modelli matematici per il supporto alle decisioni di pianificazione del traffico e dei trasporti.

MT.MODEL permette di analizzare la situazione esistente del sistema traffico e, rispondendo a domande del tipo "what if?" (cosa succederebbe se ...?), consente di valutare nuove proposte di riorganizzazione stradale o differenti ipotesi di domanda di mobilità.

I modelli matematici che ne costituiscono il nucleo offrono l'opportunità di simulare le variazioni all'assetto attuale della mobilità e dei trasporti, prevedendo gli effetti che deriverebbero da una loro realizzazione.

Sulla base dei risultati ottenuti il pianificatore ha la possibilità di apportare eventuali modifiche al proprio progetto, al fine di migliorarlo prima che sia reso esecutivo.

T.MODEL è costituito da più moduli interagenti fra loro, in particolare: un sistema di modelli per la simulazione di un sistema urbano dei trasporti, un Data Base, un modulo di interfaccia grafica.

Il sistema di modelli comprende:

- **T.MOB - modello di domanda:** è un modello di domanda ad "aliquote parziali" costituito dai modelli di generazione, distribuzione e split modale.;
- **T.ROAD - modello di assegnazione veicolare:** esegue l'assegnazione del traffico sulla rete viaria;
- **T.NET - modello di offerta:** descrive l'offerta di traffico e trasporto e le relazioni tra domanda e costi di percorrenza;
- **T.BUS - modello di assegnazione pubblico:** esegue l'assegnazione dei passeggeri alle linee di trasporto pubblico;
- **T.OD - modello di stima della matrice O/D:** stima o corregge le matrici Origine/Destinazione degli spostamenti partendo da rilevazioni di flusso veicolare o passeggeri e da matrici O/D note a priori che necessitano di essere aggiornate;
- **T.MICROMACRO - modello di calcolo della matrice di una determinata sottorete;**

- **T.ENV - modelli ambientali:** sono procedure che, partendo dai risultati delle assegnazioni e da dati esogeni, valutano le emissioni e le concentrazioni di inquinanti prodotti dal traffico, il rumore e l'energia consumata;
- **T.GRAPH - interfaccia grafica:**  
consente di visualizzare le caratteristiche della rete e/o i risultati prodotti dai modelli di simulazione.

Per le simulazioni effettuate nell'ambito del presente studio sono stati utilizzati tre moduli di calcolo di cui si riporta nel seguito una breve descrizione.

### **T.ROAD**

Il modulo T.ROAD consente di simulare l'interazione fra la domanda di mobilità privata e la rete stradale. Esso prevede, quindi:

- un modello di offerta che consente di rappresentare la rete stradale sulla base della teoria dei grafi orientati;
- un modello di domanda che consente di quantificare il numero di utenti che, con determinate caratteristiche, usano il servizio di trasporto in esame, in un prefissato periodo di tempo;
- un modello di interazione fra domanda e offerta (modello di assegnazione) che simula le mutue relazioni esistenti tra l'offerta di un sistema di trasporto, ossia l'insieme delle caratteristiche del servizio, e le scelte degli utenti espresse dalla domanda.

### **T.OD**

T.OD effettua la stima di matrici Origine/Destinazione utilizzando modelli di correzione della domanda di mobilità con conteggi di flussi veicolari.

Il modello di stima O/D adottato fa uso di conteggi di traffico effettuati sulle reti e si basa sul metodo dei Minimi Quadrati Generalizzati (GLS), che privilegia sia la matrice a priori, sia i flussi rilevati.

Gli unici dati necessari a T.OD sono pertanto:

- conteggi di traffico misurati su alcuni archi della rete;
- matrice a priori (cioè una matrice da aggiornare o, eventualmente, una matrice unitaria).

### **T.GRAPH**

T.GRAPH costituisce il modulo di interfaccia grafica di MT.MODEL.

Il modulo è frutto di una programmazione a oggetti, a ognuno dei quali vengono associati attributi e valori che possono essere visualizzati graficamente, secondo una delle seguenti tipologie di rappresentazione:

- spessore: la grandezza viene rappresentata come un rettangolo con spessore proporzionale al suo valore;
- colore: il valore della grandezza viene rappresentato con un colore appartenente a una scala prefissata;
- testo: il valore della grandezza viene visualizzato in testo direttamente sull'oggetto a cui si riferisce.

## 2.2. Livello di applicazione del modello

Le simulazioni modellistiche di cui al presente studio sono state riferite al modello provinciale realizzato per il Progetto TIMOTEO della Provincia di Torino e a un modello su scala europeo realizzato nell'ambito di recenti progetti europei.

### 2.2.1. Il modello provinciale

Il grafo stradale rappresentante il modello di offerta provinciale comprendente tutte le principali direttrici della provincia stessa e, in particolare (Figura 1):

- a livello comunale, tutti gli assi principali di scorrimento del comune di Torino e tutti le direttrici di attraversamento identificabili nei tratti urbani delle principali strade statali di collegamento, per i restanti comuni;
- a livello provinciale, tutte le strade provinciali, tutte le strade statali, tutte le strade regionali e tutte le autostrade, ritagliate entro i confini della provincia.

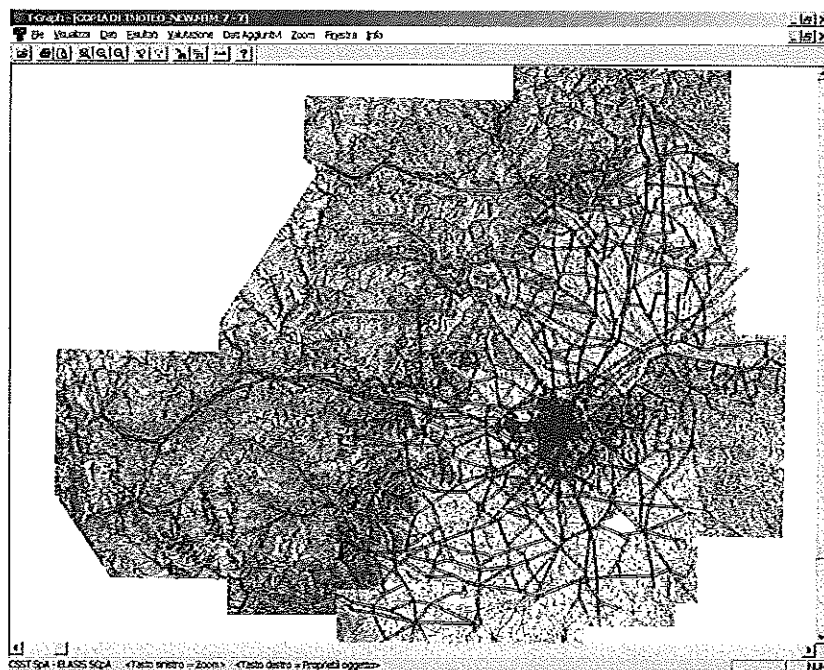
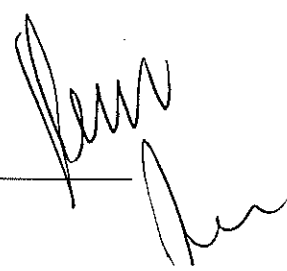


Figura 1: il grafo provinciale



Le caratteristiche infrastrutturali (numero di corsie, capacità stradale, senso di marcia, velocità media di percorrenza in assenza di carichi veicolari, ...) della rete modellizzata derivano da una base dati già in possesso del CSST, opportunamente integrata con la viabilità principale dell'are interessata dall'intervento in esame.

Con riferimento al comune di Torino, la rete stradale modellizzata presenta il medesimo livello di dettaglio del grafo su cui si basa il Progetto TITOS del Consorzio 5T (Tecnologie Telematiche per il Traffico e i Trasporti a Torino).

### 2.2.2. Il modello europeo

Per valutare alcuni interventi potenzialmente di effetto per l'autostrada A32 (in particolare, per il tunnel del Frejus), ma esterni al grafo provinciale precedentemente descritto, è stato utilizzato il grafo di Figura 2, realizzato nell'ambito di recenti progetti europei.

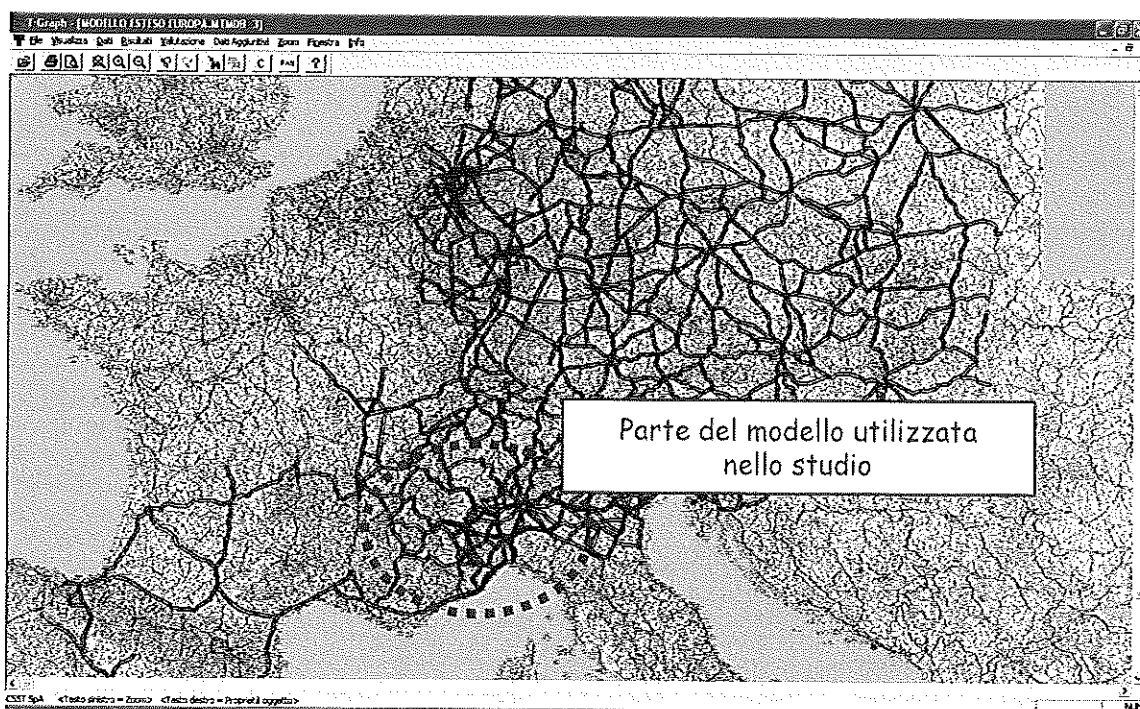


Figura 2: il grafo europeo

Il modello comprende:

- a livello italiano: tutte le autostrade e la maggior parte delle strade statali o ex statali del Piemonte, della Val d'Aosta, della Lombardia, del Veneto, del Friuli Venezia Giulia e del Trentino; parte della viabilità principale della Liguria e dell'Emilia Romagna;



- a livello europeo: la viabilità principale della Svizzera, dell'Austria, della Repubblica Ceca, dell'Ungheria e della Slovenia e parte della viabilità principale della Germania, della Francia, della Croazia e della Repubblica Slovacca, della Danimarca, dei paesi Scandinavi e dei Paesi Baltici.

Anche in della rete modellizzata derivano da una base dati già in possesso del CSST.

Nel caso specifico delle valutazioni di cui al presente studio, l'utilizzo del modello in questione è limitato all'area evidenziata in rosso in Figura 2.

### 2.3. Calibrazione dei modelli

Entrambi i modelli sono stati calibrati sulla base di alcuni dati storici in possesso del CSST e con riferimento ai rilievi di traffico realizzati *ad hoc* nell'ambito del presente studio in corrispondenza delle sezioni riportate in Figura 3, di cui in Tabella 1 sono presentati i carichi veicolari dell'intervallo 8.00-9.00 (periodo temporale di riferimento delle simulazioni modellistiche). Per il dettaglio dei rilievi si rimanda all'Allegato 1 – I rilievi di traffico.



Figura 3: le postazioni di rilevamento

*[Handwritten signature]*

I flussi utilizzati fanno riferimento ai veicoli omogeneizzati, ovvero ai flussi ottenuti dalla totalità dei passaggi rilevati (autovetture e veicoli leggeri e pesanti) secondo la relazione: veicoli omogeneizzati = autovetture+3\*veicoli leggeri+5\*veicoli pesanti.

	Località	Data	Sezione	Direzione	Auto	Leggeri	Pesanti	Omogen.
1	Frejus	22/10/2007	A8	Savona	1100	42	93	1691
	Frejus	22/10/2007	A8	Marsiglia	1016	50	90	1616
2	Saint Michel de Maurienne	22/10/2007	A43	Frejus	217	46	80	755
	Saint Michel de Maurienne	22/10/2007	A43	Chambery	209	44	67	676
3	Sisteron	22/10/2007	A51	Gap	248	38	17	447
	Sisteron	22/10/2007	A51	Marsiglia	255	42	14	451
4	Corps	22/10/2007	N85	Gap	110	9	7	172
	Corps	22/10/2007	N85	Grenoble	97	12	19	228
5	La Grave	22/10/2007	N91	Grenoble	68	15	12	173
	La Grave	22/10/2007	N91	Briancon	56	16	15	179
6	Embrun	22/10/2007	N94	Briancon	362	65	31	712
	Embrun	22/10/2007	N94	Gap	313	46	25	576
7	Coprie	22/10/2007	S.P.24	Susa	388	58	29	707
	Coprie	22/10/2007	S.P.24	Torino	534	84	60	1086
8	Colle della Maddalena	22/10/2007	S.S.21	Confine (F)	170	21	28	373
	Colle della Maddalena	22/10/2007	S.S.21	Cuneo	140	36	20	348
9	Salbertrand	22/10/2007	S.S.24	Torino	179	7	6	230
	Salbertrand	22/10/2007	S.S.24	Bardonecchia	188	19	7	280
10	Avigliana	22/10/2007	S.S.25	Avigliana	665	47	63	1121
	Avigliana	22/10/2007	S.S.25	Torino	704	59	97	1366

Tabella 1: flussi 8.00-900

## 2.4. Modalità di lettura grafica dei risultati

Utilizzando l'interfaccia grafica del sistema MT.MODEL è possibile visualizzare e valutare, quale risultato dell'assegnazione della matrice stimata:

- i **flussi** veicolari attraverso una scala spessore in cui la grandezza viene rappresentata come un rettangolo di dimensione proporzionale al valore che rappresenta;
- i livelli di **criticità** dei singoli archi attraverso una scala colori che varia dal grigio, che caratterizza archi poco critici, al giallo, che caratterizza archi fortemente critici. Ogni classe di colore rappresenta valori di criticità che variano tra il valore corrispondente alla classe precedente (escluso) e il valore corrispondente alla classe stessa (incluso).

L'indice di criticità costituisce un indicatore particolarmente adatto alla valutazione del grado di congestione di una rete stradale e degli archi che la compongono. Esso è rappresentato

dal rapporto tra il flusso transitante sulla strada e la capacità della strada stessa, relativamente a un determinato periodo temporale di riferimento (ad esempio un'ora).

Flusso e capacità sono grandezze che misurano entrambe un passaggio di veicoli in un determinato periodo di tempo. Il flusso rappresenta il numero totale di veicoli (omogeneizzati alle auto) transitanti sulla strada in esame in un certo periodo di riferimento; la capacità rappresenta il flusso veicolare massimo che la strada è in grado di smaltire nello stesso periodo di riferimento.

Il rapporto tra flusso e criticità fornisce un indice adimensionale, poiché calcolato quale rapporto di due grandezze con la stessa dimensione. Tanto più l'indice di criticità è prossimo al valore uno, tanto più il flusso tende ad avvicinarsi alla capacità della strada.

Un indice di criticità maggiore di uno indica che la strada non è più in grado di far fronte al flusso veicolare presente e va incontro a stati di congestione.



### 3. GLI SCENARI DI ATTUAZIONE

Per la stima dell'evoluzione temporale dei flussi veicolari caratteristici dell'autostrada A32 nel periodo 2007-2020-2050 sono stati individuati alcuni scenari di offerta e di domanda con l'obiettivo di fotografare la situazione che potrebbe interessare, nel prossimo futuro e fino al 2050, la Val di Susa nel suo complesso e le regioni francesi Provençe-Alpes-Côtes d'Azur e Rhône-Alpes.

Nello specifico, sono stati individuati gli scenari schematizzati in Figura 4 e descritti nei punti che seguono.

Gli scenari in oggetto non prevedono esplicitamente misure legate all'Alta Capacità, all'Alta Velocità, alla nuova Autostrada Ferroviaria Alpina, a eventuali nuove politiche di pedaggio Frejus - MTB, a eventuali politiche di restrizioni alla circolazione dei mezzi pesanti al Moncenisio e Monginevro e alla realizzazione del tunnel di sicurezza del Frejus. Tali elementi, infatti, possono essere considerati input delle stime SFTRM (Société Française Tunnel Routier DU Frejus), di cui il presente studio applica gli incrementi percentuali risultanti (Scenario G).

Gli anni evidenziati in nero in Figura 4 rappresentano gli step temporali rispetto ai quali sono state realizzate simulazioni modellistiche con l'ausilio del modello MT.Model.

Fino al 2015 le simulazioni sono state effettuate in corrispondenza degli anni maggiormente significativi, ovvero interessati dal principio e/o dalla fine degli interventi legati alla domanda o all'offerta di trasporto. Successivamente le simulazioni sono state effettuate a intervalli di cinque anni.

Per le restanti annualità sono state effettuate interpolazioni lineari.

Le ipotesi indicate con 1, 2 e 3 differiscono unicamente per differenti strategie di tariffazione:

- come prima ipotesi le tariffe chilometriche dell'autostrada A32 subiscono un incremento legato unicamente all'inflazione annua;
- l'ipotesi 2 differisce dalla prima poiché, oltre all'incremento legato al tasso di inflazione, nel 2009 le tariffe subiscono un incremento del 2%;
- l'ipotesi 3 differisce dall'ipotesi 1 poiché, oltre all'incremento legato al tasso di inflazione, le tariffe dell'A32 subiscono un primo incremento del 3% nel 2009 e un successivo incremento del 3% nel 2012.

# Ipotesi 1

SCENARI DI ATTUAZIONE		2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050			
INTERVENTI CHE DETERMINANO DIVERSI SCENARI DI STRADALE	A	Incremento tariffe A32 in relazione alla sola inflazione																																												
	B	Rotazione SS24-SS25																																												
	C	Lavori manutenzione gallerie A10																																												
	D	Lavori di manutenzione A32 (pozzi sifonati) con impatto sulla carreggiata (restringimenti)																																												
	E	Nuovi interventi infrastrutturali area ovest litorale																																												
INTERVENTI CHE DETERMINANO DIVERSI SCENARI DI STRADALE	F	Completamento itinerario autostradale Salsomaggiore - Genova																																												
	G	Variazione domanda di mobilità T4 e A32																																												
	H	Realizzazione Tunnel di sicurezza Fieschi (modernizzazione mezzi di cantiere)																																												
	I	Lavori TAV - Modernizzazione mezzi di cantiere																																												

Ipotesi 2

Ipotesi 3

2009: +2% su tariffe A32

2009: +3% su tariffe A32

2012: +3% su tariffe A32

Figura 4: scenari di attuazione

### 3.1. Scenari di offerta

#### 3.1.1. Scenario A – inflazione

Durante l'intervallo temporale di analisi e, quindi, fino al 2050, è stato considerato un tasso di inflazione media annua pari all'1,7%.

Tale incremento è stato applicato in modo composto sia alla tariffa dell'A32, sia al valore del "costo del tempo" rispetto al quale, a livello modellistico, viene calcolato il "costo generalizzato dello spostamento" (cfr. nota 1).

E' quindi possibile concludere che, per l'utente, la tariffa autostradale appare come invariata nel tempo.

#### 3.1.2. Scenario B – rotatorie S.S. 24 e S.S. 25

Lo Scenario B comprende la prevista realizzazione di nuove rotatorie lungo la S.S. 24 e la S.S. 25.

Gli effetti legati ai lavori di realizzazione delle rotatorie sono stati considerati trascurabili. E' stato, quindi, compreso unicamente l'effetto finale di rallentamento delle due direttrici, legato alla messa in opera di tutte le rotatorie attese, stimata a partire dal 2009.

A livello modellistico la riduzione del livello di attrattività delle due statali è stata simulata riducendo del 10% la velocità di percorrenza delle medesime (velocità a vuoto, ovvero in assenza di flusso).

##### Nota 1

A livello modellistico il parametro che simula la presenza del pedaggio autostradale ( $T^*$ ) è definito come il rapporto fra la tariffa chilometrica e il valore del tempo percepito dall'utenza, risultando quindi espresso in minuti/km.

A parità di tariffa, tanto più elevato è il valore del tempo, tanto minore risulta il valore del  $T^*$ , mentre, a parità di valore del tempo, tanto maggiore è la tariffa chilometrica, tanto più elevato risulta il  $T^*$ . Nella formula successiva sono esplicitati i precedenti concetti, considerando:

$T$  = tariffa chilometrica (€/km)

VOT = valore del tempo (€/h da convertire in €/min)

$$T^* = T \frac{60}{VOT} = \left[ \frac{\text{€}}{\text{km}} \right] \frac{\left[ \frac{\text{min}}{\text{h}} \right]}{\left[ \frac{\text{€}}{\text{h}} \right]} = \frac{[\text{min}]}{[\text{km}]}$$

### **3.1.3. Scenario C – manutenzione ADF**

Nei prossimi anni L'Autostrada dei Fiori (ADF) sarà presumibilmente interessata da lavori di manutenzione straordinaria, legati alla sistemazione dell'intero sistema di gallerie.

Un intervento di tale entità andrà a insistere sulla rete in modo consistente, con riduzioni di capacità stimate mediamente attorno al 30%.

Per i lavori in oggetto è stato ipotizzato un periodo temporale complessivo di 11 anni, dal 2010 al 2020.

### **3.1.4. Scenario D – manutenzione A32**

Nei prossimi anni l'autostrada A32 sarà interessata da una serie di interventi di manutenzione straordinaria che potranno ridurre le performance di circolazione.

La maggior parte degli interventi in questione interesserà periodi notturni o, comunque, insisterà sulla direttrice con riduzioni di capacità limitata o assolutamente trascurabili.

Le valutazioni di cui al presente studio, di concerto con la SITAF, comprendono unicamente gli interventi che insisteranno sulla strada con riduzioni di capacità sostenute e, in particolare, i lavori relativi ai pozzetti sifonati che, dal 2015 al 2020, interesseranno l'autostrada tra gli svincoli di Bussoleno e Oulx est, con una riduzione della capacità stradale stimata approssimativamente attorno al 30%.

### **3.1.5. Scenario E – interventi area ovest torinese**

Secondo le indicazioni della Provincia di Torino, nei prossimi anni la conurbazione torinese, con particolare riferimento all'area centro ovest/centro-ovest, sarà interessata da una serie di interventi infrastrutturali di importanza strategica.

La stima dell'andamento dei flussi veicolari dell'autostrada A32 non può non comprendere tali nuovi interventi viabili che, in alcuni casi, potrebbero attrarre spostamenti a scapito della direttrice autostradale stessa.

Gli interventi in questione, inclusi nel grafo provinciale di riferimento a partire dal 2012, sono i seguenti: (i numeri e le lettere dell'elenco corrispondono ai riferimenti di Figura 6):

1. completamento Linea 1, da Rivoli al Lingotto (1+a in Figura 6);
2. completamento della nuova sistemazione di C.so Francia, da P.zza Bernini a Rivoli, secondo quanto riportato in Tabella 2;
3. orientamento di C.so Allamano su C.so Salvemini (con 3+3 corsie) con relativo depotenziamento dell'attuale C.so Allamano da Str. Del Gerbido;

4. completamento dell'asse di C.so Marche;
5. completamento di Viale della Certosa con collegamento alla S.R. 24;
6. realizzazione della circonvallazione sud-est di;
7. realizzazione del raccordo tra Viale della Certosa e la circonvallazione sud/est di Grugliasco, lungo C.so Fratelli Cervi;
8. realizzazione della circonvallazione nord di Collegno e di Rivoli;
10. realizzazione della quarta corsia lungo la Tangenziale di Torino, da Bruere a Falchera e dal Drosso a Bauducchi (10+d in Figura 6);
11. realizzazione della variante di Alpignano-Pianezza alla S.S. 24;
12. realizzazione del collegamento C.so Regina-Savonera-Druento;
13. realizzazione del collegamento C.so Francia-C.so Allamano lungo Via Martin Luter King a Grugliasco;
14. realizzazione della variante di Rivalta (14+i in Figura 6);
15. completamento della variante di Avigliana alla S.S. 589;
16. completamento della Spina centrale;
- b. chiusura dello svincolo di C.so Francia lungo la Tangenziale di Torino;
- c. realizzazione della complanare ovest alla Tangenziale di Torino tra gli svincoli di Bruere e Allamano;
- e. realizzazione del collegamento S.P. 174 - Str. Del Portone;
- f. realizzazione del collegamento S.P. 6 - S.P. 174 - S.P. 175;
- g. realizzazione della variante alla S.P. 143 di Borgaretto;
- h. realizzazione della variante di Venaria-Borgaro;
- j. realizzazione della nuova Tangenziale est di Rivoli (potenziamento dell'attuale C.so Primo Levi).

### **3.1.6. Scenario F – completamento itinerario Sisteron-Grenoble**

La nuova infrastruttura è stata inclusa nelle simulazioni modellistiche per valutare l'entità di eventuali possibili ricadute sulla mobilità di interesse del traforo del Frejus.

Il tracciato autostradale che collegherà Sisteron a Grenoble consiste in un centinaio di chilometri tra la Saulce, ultima uscita dell'attuale A51, e Conyelle.



La viabilità passerà a est di Gap e si ricongiungerà alla parte nord della A51 tra Saint-Eusèbe-en-Champsaur e Monestier-de-Clermont passando per la vallée du Drac.

Secondo previsioni ufficiali i lavori saranno terminati tra il 2019 e il 2020.

Nelle stime modellistiche l'intervento è compreso a partire dal 2020.

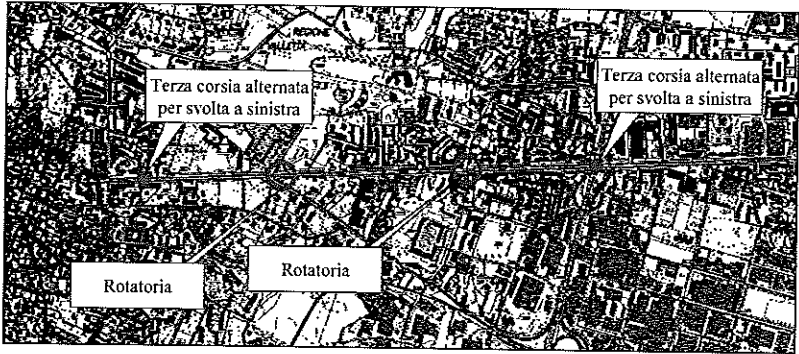
da P.zza Statuto a C.so Marche	viale centrale con due corsie per senso di marcia e terza corsia riservata alla svolta a sinistra in avvicinamento all'incrocio; controviali riservati a una viabilità di servizio (passi carrai, carico e scarico merci, ...);
tratta in Collegno	come la tratta urbana
tratta in Rivoli	come la tratta urbana con le intersezioni riportate in Figura 5  <p>Figura 5: le intersezioni di C.so Francia nel comune di Rivoli</p>

Tabella 2: la nuova sistemazione di C.so Francia

*Handwritten signature*

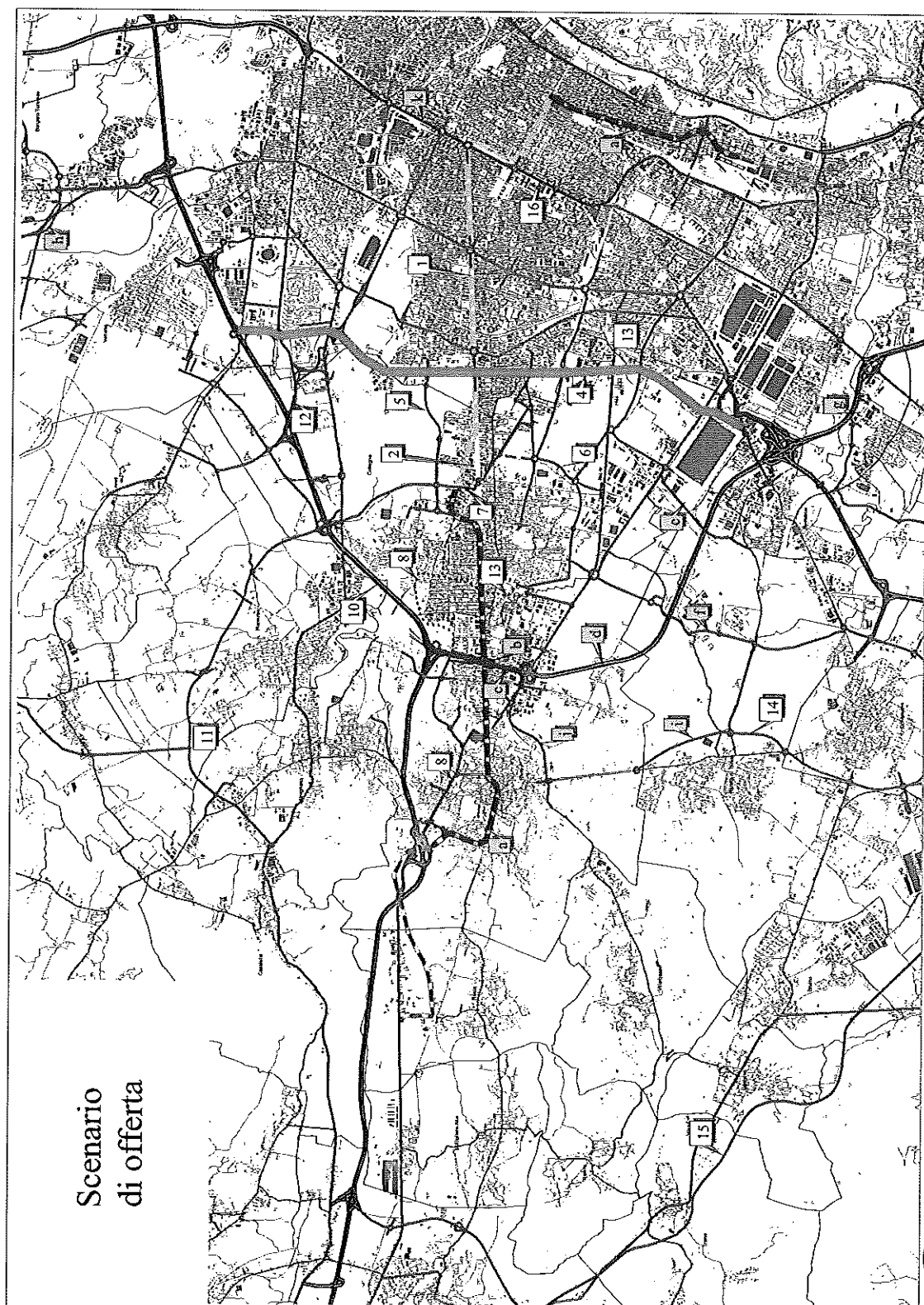


Figura 6: gli interventi previsti nell'area centro ovest/centro-ovest della conurbazione torinese

*Handwritten signature*

### 3.2. Scenari di domanda

#### 3.2.1. Scenario G – variazione domanda di mobilità

##### 3.2.1.1. OD T4

Per la stima dell'andamento futuro degli spostamenti che andranno a interessare il Traforo del Frejus da oggi al 2050, sono stati presi a riferimento gli andamenti del traffico leggero e pesante previsti da SFTRF, rispetto ai quali SITAF sta aggiornando il Piano Finanziario del Traforo stesso.

Relativamente ai mezzi leggeri le stime in oggetto prevedono una crescita lenta ma continua fino al 2018, con un incremento percentuale medio che, dal 2008 al 2018, sia attestata sul 2% annuo circa (Figura 7 e Figura 8). Dal 2019 è prevista una completa invarianza dei volumi di traffico.

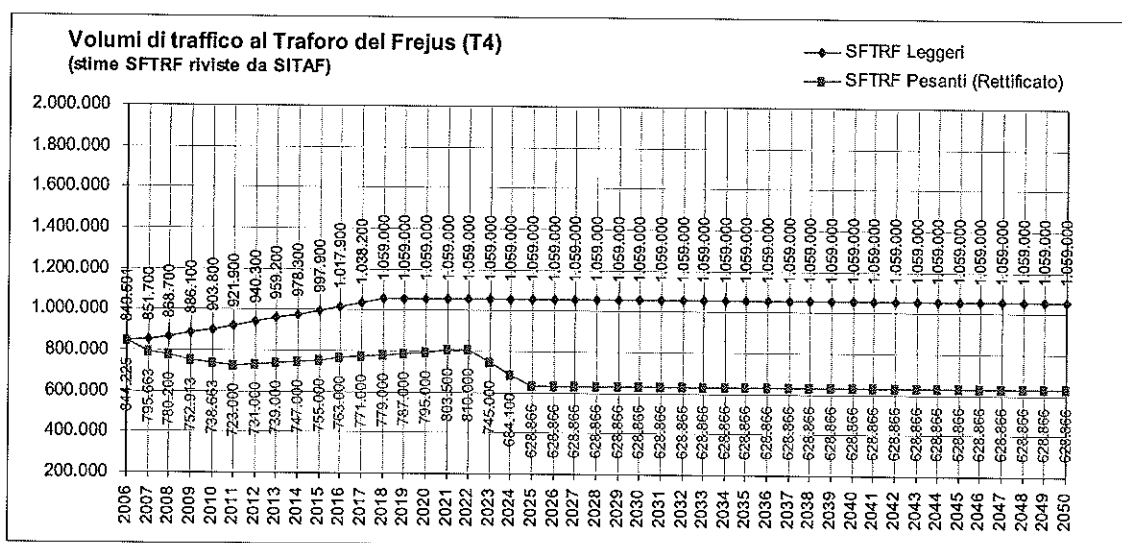


Figura 7: stima volumi di traffico al Traforo

Il profilo relativo al traffico pesante utilizzato per le stime in oggetto, rispetto alle ipotesi di SFTRF, prevede una rettifica da parte di SITAF che comporta (Figura 7):

- una decrescita lenta fino al 2011, con tasso medio annuo pari al 2,36%;
- una ancor più lenta ripresa fino al 2022, con incremento medio percentuale pari all'1,04% annuo;

- una brusca inversione di tendenza dal 2023 al 2025, con riduzioni che si attestano mediamente sul'8,09% ogni anno;
- una successiva completa invarianza fino al 2050.

Con riferimento alle simulazioni modellistiche, le variazioni relative ai "leggeri" sono state applicate sia alle auto, sia ai veicoli leggeri, quali furgoni, camper, ....

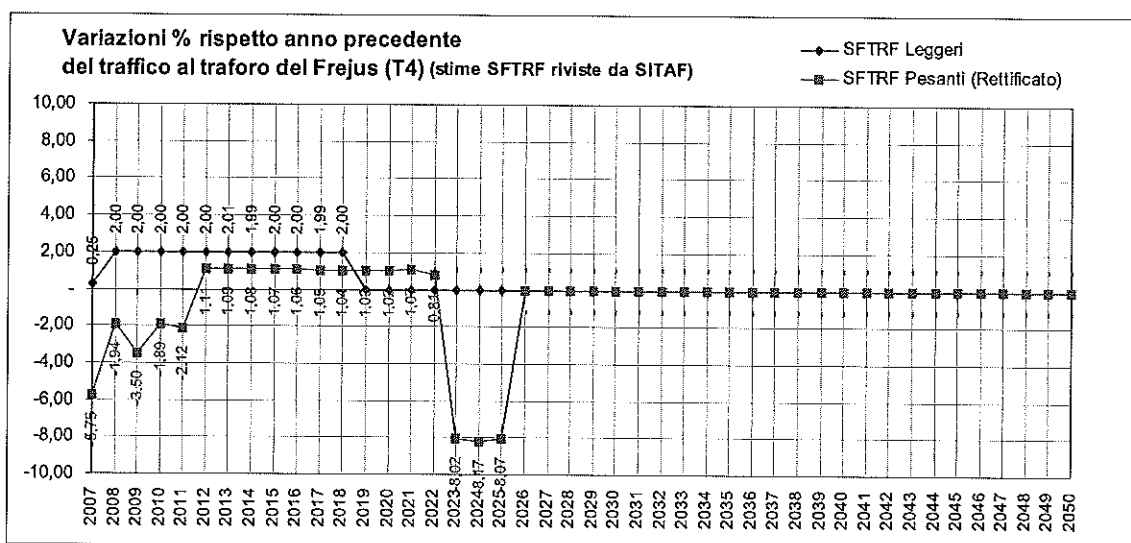


Figura 8: stima volumi di traffico al Traforo – variazioni percentuali rispetto all'anno precedente

### 3.2.1.2. OD A32

In relazione agli spostamenti di carattere più locale che insisteranno sull'autostrada A32, lo studio fa riferimento a due indici differenziati, uno per il traffico leggero (auto e veicoli leggeri), l'altro per i mezzi pesanti.

Nel caso specifico delle auto e dei veicoli leggeri, è stato ipotizzato che la mobilità corrispondente possa seguire un trend evolutivo analogo a quello previsto per il numero di auto-procapite a livello regionale, qui calcolato rapportando i dati relativi al parco circolante (Fonte: Aci) alla popolazione della regione Piemonte (Fonte: Piemonte in Cifre).

Da quanto riportato in Figura 9, emerge chiaramente come l'indice in esame abbia registrato un incremento continuo dal 1990 al 2003 e come, dopo l'improvvisa e significativa inflessione del 2004, sia andato a tenere lentamente al valore di 0,628 autovetture a persona caratteristico del 2006. La punta massima è stata raggiunta nel 2003 con 0,645 auto pro-capite.

La stima dell'andamento futuro dell'indicatore è stata effettuata interpolando i valori disponibili dal 1990 al 2006 con curva di tipo logaritmico.

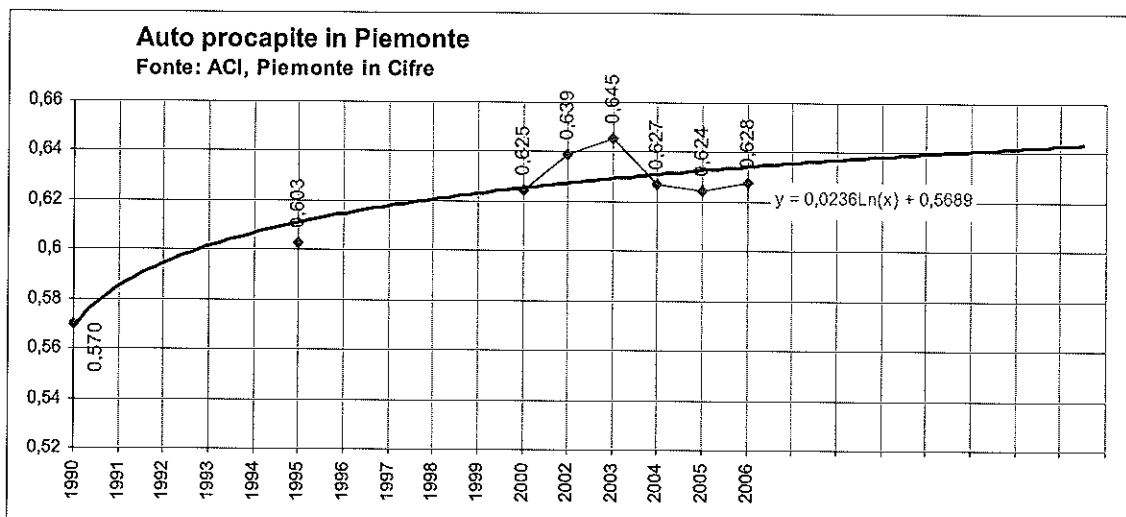


Figura 9: andamento auto pro-capite in Piemonte

A partire dall'espressione della funzione interpolante sono state, quindi, calcolate le variazioni percentuali di cui alla Figura 10, rispetto alle quali è stata incrementata la matrice degli spostamenti relativi alle auto e ai veicoli leggeri.

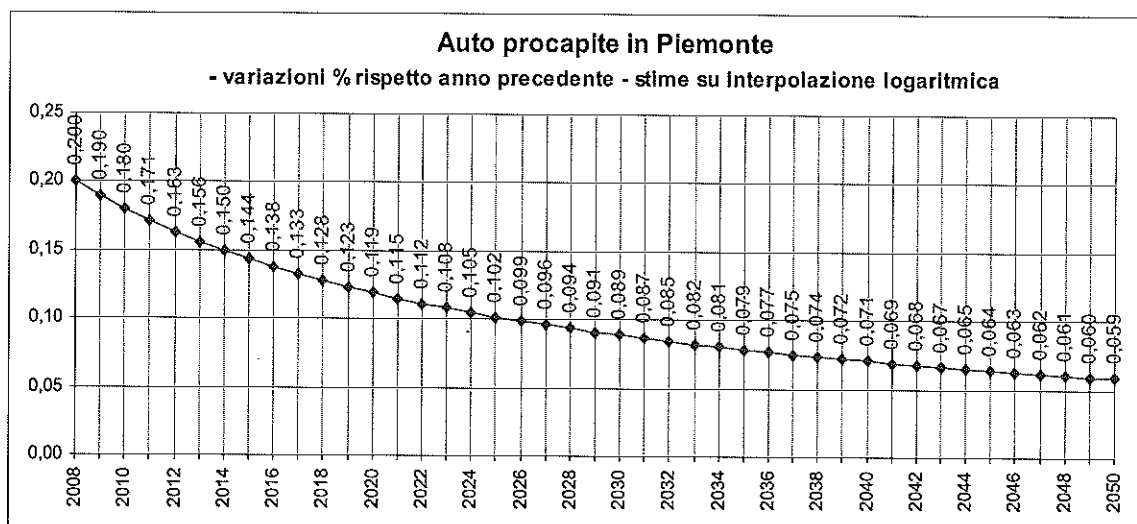


Figura 10: andamento auto pro-capite in Piemonte - variazioni percentuali rispetto all'anno precedente

Gli incrementi ipotizzati portano a considerare una crescita media annua dello 0,15% dal 2007 al 2020 e dello 0,081% per gli anni successivi.

*[Handwritten signature]*

La stima dell'evoluzione futura del traffico di tipo pesante è stata riferita all'andamento dei veicoli pesanti in transito alle barriere autostradali di Salbertrand e di Avigliana, dal 1998 al 2006 (Figura 11, Fonte: SITAF).

La tendenza futura dell'indice è stata stimata relativamente a una curva di interpolazione di tipo logaritmico (Figura 11), rispetto alla quale sono state calcolate le variazioni percentuali di un anno rispetto a quello precedente (Figura 12) e, quindi, gli incrementi della matrice O/D dei mezzi pesanti.

L'incremento medio annuo dal 2007 al 2020 risulta pari allo 0,61%, oltre e fino al 2050 è stato applicato mediamente un incremento pari allo 0,25%.

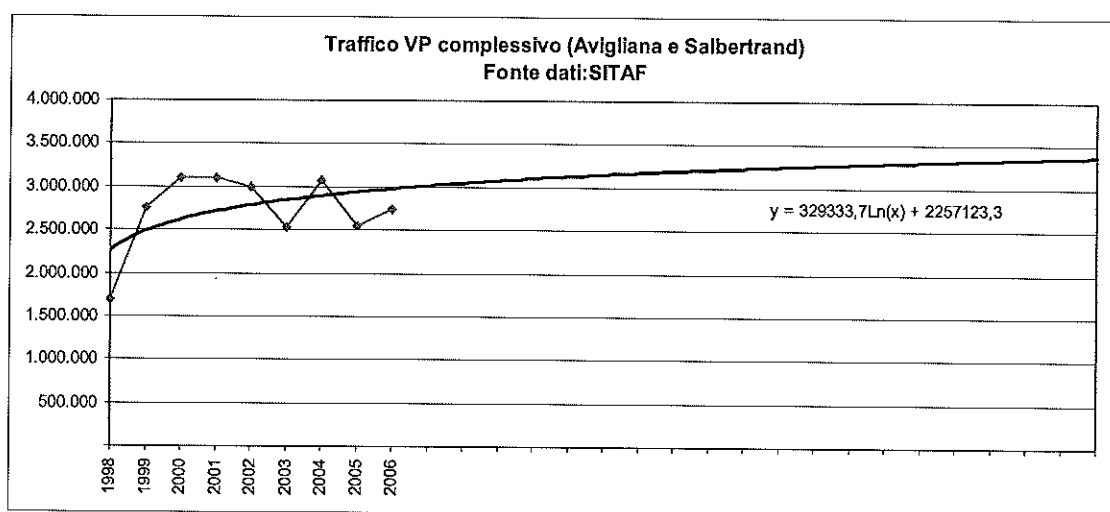


Figura 11: traffico pesante alle barriere

#### Nota 2

Come già precisato, il modello di traffico utilizzato per le simulazioni di cui al presente studio lavora con i veicoli omogeneizzati (autovetture equivalenti, ottenute dalla relazione: veicoli omogeneizzati = autovetture+3\*veicoli leggeri+5\*veicoli pesanti).

Per la stima delle differenti matrici O/D che entrano in gioco negli scenari dal 2008 al 2050 è stato pertanto necessario riproporzionare ai veicoli omogeneizzati le variazioni percentuali ipotizzate per le differenti categorie veicolari nell'ambito dello Scenario G, ovvero calcolare anno per anno, un indice di incremento percentuale riferito alle autovetture equivalenti.

La stima delle percentuali di incremento sui veicoli omogeneizzati è stata effettuata applicando ai transiti medi orari del 2007 le variazioni previste per le differenti categorie veicolari (Scenario G), calcolando anno per anno i rispettivi flussi omogeneizzati e calcolando su questi gli incrementi percentuali di ogni anno rispetto a quello precedente.

*[Handwritten signature]*

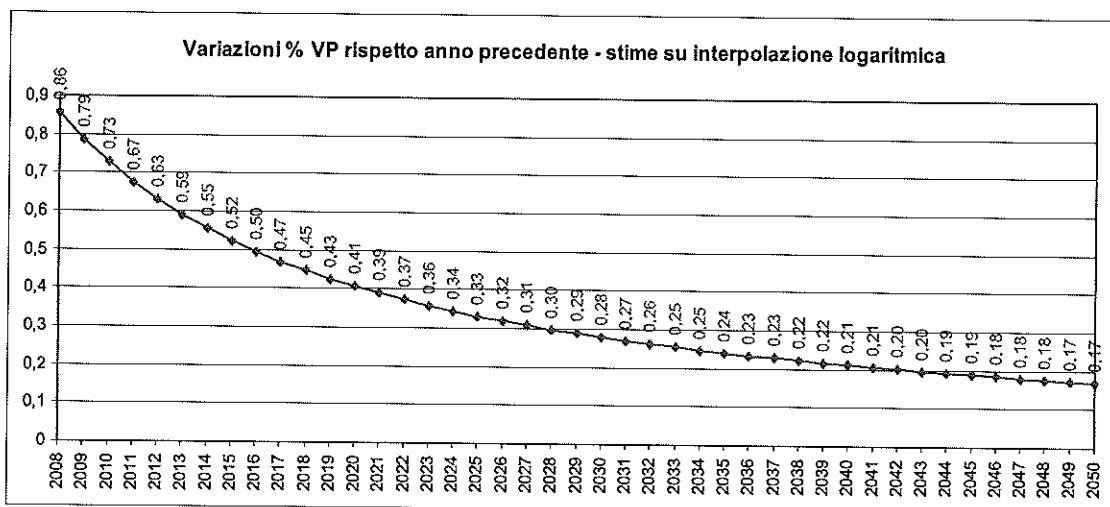


Figura 12: traffico pesante alle barriere - variazioni percentuali rispetto all'anno precedente

### 3.2.2. Scenario H – realizzazione tunnel di sicurezza T4

L'impatto trasportistico legato alla realizzazione del tunnel di sicurezza del Frejus è stato limitato alla presenza dei mezzi pesanti a servizio dei cantieri che, insistendo sulla viabilità autostradale (A32), potranno costituire elemento di disturbo alla circolazione ordinaria.

Secondo stime fornite di recente dalla SITAF, i cantieri in oggetto insisteranno sulla rete dal 2009 al 2015, con una circolazione complessiva di circa 12 mezzi pesanti al giorno (6 in andata e 6 in ritorno).

Dal punto di vista modellistico l'impatto sull'ora di punta in esame è stato ridotto a 3 mezzi pesanti in andata e 3 in ritorno, omogeneizzati e distribuiti forzatamente sulla rete autostradale e tangenziale, dal Traforo a Torrazza Piemonte<sup>1</sup>.

### 3.2.3. Scenario I – realizzazione TAV

La realizzazione del Treno ad Alta Velocità è stata contemplata nella simulazioni modellistiche unicamente in relazione all'impatto dei mezzi pesanti a servizio dei relativi cantieri.

La stima del numero di mezzi che insisterà sulla rete stradale tra le 8.00 e le 9.00 del mattino (ora di punta mattutina in esame nel presente studio) fa riferimento alle ipotesi di materiale movimentato e di mezzi pesanti in circolazione di cui allo studio

<sup>1</sup> I mezzi di cantiere non sono stati fatti entrare nel gioco dell'assegnazione modellistica, ma sono stati vincolati alla A32, alla Tangenziale di Torino e alla A4.

"Valutazioni trasportistiche relative agli impatti sulla viabilità dei cantieri della Gronda Merci di Torino", redatto dal C.S.S.T. nel 2004 per la Direzione Trasporti della Regione Piemonte.

Il numero medio di mezzi pesanti previsti in circolazione, nell'ora di punta mattutina, per la realizzazione della Gronda Merci è stato qui moltiplicato per 3, ottenendo complessivamente 24 mezzi pesanti, 12 in andata e 12 in ritorno.

Anche in questo caso i mezzi di cantiere, previa omogeneizzazione, sono stati preassegnati alla rete stradale, così da vincolare l'assegnazione modellistica a percorsi prefissati.

Il dettaglio della distribuzione forzata degli spostamenti è schematizzato in Figura 13 (1/6 dei mezzi da Chiomonte a Susa Est lungo la statale, e frazioni via via crescenti da Susa Est a Torino, lungo la A32).

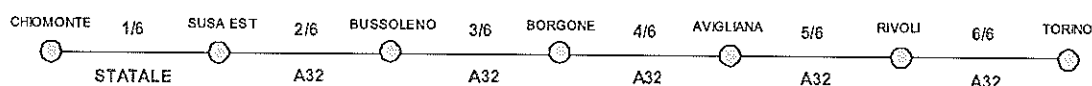


Figura 13: distribuzione dei mezzi pesanti a servizio dei cantieri della TAV

### Nota 3

*Gli interventi C ed F sono stati valutati utilizzando il grafo su scala europea.*

*Gli effetti registrati in relazione all'utilizzo del Traforo del Frejus a seguito della loro realizzazione sono stati successivamente utilizzati in input al modello provinciale, in relazione alle O/D transfrontaliere di interesse del Traforo stesso.*

*Le simulazioni relative al modello europeo hanno messo in luce, in particolare, quanto descritto nel seguito:*

- *l'apertura dei cantieri per la manutenzione dell'autostrada A10 (scenari 2010 e 2011) comporta un aumento dei transiti al Traforo pari al 4,9% circa;*
- *la realizzazione del collegamento autostradale Sisteron-Grenoble, congiuntamente all'apertura dei cantieri per l'A10 (scenario 2020), comporta un aumento dell'utilizzo del Traforo pari al 2,8%;*
- *la realizzazione del solo collegamento Sisteron-Grenoble (scenari 2021-2050) comporta una variazione nell'utilizzo del Traforo assolutamente trascurabile.*



#### 4. STIMA DEI VOLUMI DI TRAFFICO ALLE BARRIERE AUTOSTRADALI (TGM)

##### 4.1. Metodologia di stima

I flussi calcolati con le simulazioni modellistiche fanno riferimento ai veicoli omogeneizzati 8.00-9.00. Pertanto, per stimare il transito veicolare per categoria e il relativo **Traffico Giornaliero Medio** è risultato necessario disaggregare il dato omogeneizzato.

Per la stima dei flussi disaggregati sono state utilizzate le percentuali *alfa*, *beta* e *gamma* riportate in Tabella 3, indicative della composizione veicolare dei flussi omogeneizzati, calcolate applicando, anno per anno e con riferimento di base i transiti medi orari del 2007, le variazioni previste per le differenti categorie veicolari nell'ambito dello Scenario G (cfr. 3.2.1).

	AVIGLIANA								SALBERTRAND							
	direzione Torino				direzione Bardonecchia				direzione Torino				direzione Bardonecchia			
	Auto%	(VL*3)%	(VP*5)%	Omog. %	Auto%	(VL*3)%	(VP*5)%	Omog. %	Auto%	(VL*3)%	(VP*5)%	Omog. %	Auto%	(VL*3)%	(VP*5)%	Omog. %
	<i>alfa</i>	<i>beta</i>	<i>gamma</i>		<i>alfa</i>	<i>beta</i>	<i>gamma</i>		<i>alfa</i>	<i>beta</i>	<i>gamma</i>		<i>alfa</i>	<i>beta</i>	<i>gamma</i>	
2007	20%	10%	70%	100%	31											100%
2009	21%	11%	68%	100%	31%	21%	48%	100%	16%	8%	77%	100%	19%	24%	57%	100%
2010	21%	11%	68%	100%	32%	21%	47%	100%	16%	8%	76%	100%	20%	24%	56%	100%
2012	22%	11%	67%	100%	32%	22%	46%	100%	17%	8%	75%	100%	20%	25%	55%	100%
2015	22%	12%	66%	100%	33%	22%	46%	100%	17%	8%	75%	100%	20%	25%	54%	100%
2020	22%	12%	67%	100%	32%	22%	46%	100%	17%	8%	75%	100%	20%	25%	55%	100%
2025	25%	13%	62%	100%	36%	24%	40%	100%	20%	10%	71%	100%	23%	28%	49%	100%
2030	25%	13%	62%	100%	36%	24%	41%	100%	19%	9%	71%	100%	23%	28%	49%	100%
2035	25%	13%	62%	100%	35%	24%	41%	100%	19%	9%	71%	100%	23%	28%	50%	100%
2040	25%	13%	62%	100%	35%	24%	41%	100%	19%	9%	71%	100%	23%	28%	50%	100%
2045	25%	13%	62%	100%	35%	24%	41%	100%	19%	9%	72%	100%	22%	28%	50%	100%
2050	25%	13%	62%	100%	35%	23%	41%	100%	19%	9%	72%	100%	22%	28%	50%	100%

Tabella 3: composizione veicolare flussi omogeneizzati

Sulla base di tali indici e considerando il rapporto medio ora di punta/intera giornata caratteristico dei transiti alle barriere di Avigliana e Salbertrand (calcolato sulla base di dati storici forniti da SITAF), è stato infine calcolato il Traffico Giornaliero Medio alle due barriere, per categoria veicolare e per direzione.

##### 4.2. Risultati

Segue l'analisi dei profili veicolari individuati sulla base delle stime modellistiche, delle successive interpolazioni e della metodologia di disaggregazione dei flussi omogeneizzati ora descritta.

Gli anni evidenziati in rosso nelle tabelle presentate (Tabella 5, Tabella 7, Tabella 9) rappresentano gli step temporali rispetto ai quali sono state effettuate le simulazioni

modellistiche. Le restanti annualità corrispondono ai risultati delle interpolazioni lineari.

I volumi di traffico esaminati costituiscono il solo traffico pagante, che differisce dal traffico totale poiché privato della componente di traffico pesante a servizio dei cantieri per la realizzazione della linea di Alta Velocità e del tunnel di sicurezza per il traforo del Frejus.

A livello modellistico, i mezzi di cantiere sono stati compresi quale elemento di disturbo alla circolazione ordinaria: previa omogeneizzazione, sono stati infatti preassegnati alla rete stradale, così da vincolare l'assegnazione modellistica a percorsi prefissati. Rappresentando, tuttavia, mezzi non paganti sono stati scorporati dalle tabelle presentate, poiché le medesime dovranno costituire la base di riferimento per l'aggiornamento del Piano Finanziario che SITAF sta predisponendo nell'ottica di stimare i propri flussi di reddito futuro.

#### **4.2.1. Ipotesi 1**

Nell'ipotesi in cui le tariffe autostradali subiscano un incremento legato unicamente all'inflazione annua (ipotesi 1) è possibile osservare quanto presentato nel seguito (Tabella 5 e Figura 14). Le considerazioni riportate possono essere tranquillamente attribuite a entrambe le stazioni, anche se gli andamenti evidenziati risultano più delineati per i transiti alla stazione di Avigliana.

Autovetture e commerciali leggeri: le due categorie veicolari presentano un profilo generalmente crescente, caratterizzato da cambi di pendenza repentini in corrispondenza di alcuni degli anni interessati dal principio e/o dalla fine degli interventi legati alla domanda o all'offerta di trasporto. Si fa riferimento in particolare:

- al passaggio 2009-2010, in cui gli effetti della realizzazione delle rotatorie lungo le statali 24 e 25 (e quindi la riduzione del livello di attrattività della strade), unitamente all'inizio dei lavori di manutenzione dell'autostrada A10, portano a un aumento del 7,3% e del 2,6% circa, rispettivamente alla barriera di Avigliana e Salbertrand;
- al 2025, anno a partire dal quale si osserva una riduzione notevole degli incrementi percentuali di un anno rispetto al precedente, con conseguente appiattimento del profilo. Rispetto al precedente anno di riferimento per l'interpolazione lineare (2020), il 2025 è interessato dalla chiusura dei lavori per la TAV, con conseguente scomparsa del disturbo causato dai mezzi di cantiere, ma soprattutto dal ripristino dell'intera carreggiata dell'A10 per chiusura dei lavori di manutenzione, misura che riporta all'autostrada gli spostamenti che, in presenza della carreggiata ridotta, si erano spostati sull'A32;

Veicoli pesanti: il profilo del traffico pesante risente in modo particolare delle ipotesi di decrescita del traffico del Traforo del Frejus, ovvero delle previsioni di SFTRF, rispetto ai quali SITAF sta aggiornando il Piano Finanziario del Traforo stesso (Figura 7). La lenta decrescita stimata da SFTRF fino al 2011 si riflette sul traffico dell'A32

solo fino al 2009: dal 2010, infatti, la realizzazione delle rotatorie delle strade statali S.S. 24 e S.S. 25 e i lavori di manutenzione dell'autostrada A10 richiamano flussi addizionali sull'A32, di entità tale da riuscire a compensare la riduzione ipotizzata. La successiva riduzione stimata dal 2023 al 2025, a livello modellistico ha effetto dal 2020 al 2025, ovvero tra i due step di interpolazione che la comprendono.

Per quanto riguarda i trend di evoluzione (Tabella 4), tra il 2008 e il 2020, le stime in esame portano a una crescita media annua del TGM dell'1,7% e dell'1%, rispettivamente per le barriere di Avigliana e Salbertrand, incrementi che si riducono notevolmente oltre il 2020, per arrivare a una media annua dello 0,3% ad Avigliana e dello 0,1% a Salbertrand.

Auto e leggeri presentano incrementi medi annui del tutto assimilabili:

- tra il 2008 e il 2020, +2,3% circa e +1,4%, rispettivamente ad Avigliana e Salbertrand;
- tra il 2021 e il 2050, +0,4% circa, per entrambe le stazioni.

Ad Avigliana i pesanti registrano un aumento medio annuo dello 0,7% fino al 2020, per poi mantenersi mediamente costanti negli anni, fino al 2050.

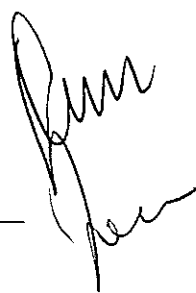
A Salbertrand l'aumento medio annuo si attesta sullo 0,4% fino al 2020. Successivamente, la riduzione di domanda per il T4 stimata da SFTRF fino al 2025, pesa su tutto il periodo, portando a una riduzione media annua dello 0,3% circa.

Avigliana	Salbertrand	
1,7	1,0	cresita annua media 2008-2020
0,3	0,1	cresita annua media 2021-2050

Avigliana			
Auto	Comm. Leggeri	Veic. pesanti	
2,3	2,4	0,7	cresita annua media 2008-2020
0,4	0,4	0,0	cresita annua media 2021-2050

Salbertrand			
Auto	Comm. Leggeri	Veic. pesanti	
1,4	1,4	0,4	cresita annua media 2008-2020
0,4	0,3	-0,3	cresita annua media 2021-2050

*Tabella 4: Ipotesi 1 – trend evolutivi medi annui*



		TGM PER DIREZIONE E CATEGORIA VEICOLARE												TGM TOTALE	
		A32 - Avigliana						A32 - Salbertrand						Avigliana	Salbertrand
		Torino			Bardonecchia			Torino			Bardonecchia				
Auto	Comm. Leggeri	Veic. pesanti	TOTALE	Auto	Comm. Leggeri	Veic. pesanti	TOTALE	Auto	Comm. Leggeri	Veic. pesanti	TOTALE	Auto	Comm. Leggeri	Veic. pesanti	TOTALE
2007	3075	688	3763	3024	648	2277	5949	2197	504	2000	4700	2518	605	1889	5012
2008	3162	713	3875	3140	680	2255	6074	2232	516	1966	4714	2580	619	1854	5052
2009	3250	737	3987	3256	711	2232	6200	2266	529	1932	4727	2642	633	1818	5093
2010	3332	801	4133	3448	753	2288	6489	2334	545	1924	4802	2700	647	1797	5144
2011	3368	832	4200	3559	786	2236	6622	2397	560	1936	4892	2743	657	1788	5189
2012	3503	863	4366	3750	819	2185	6755	2460	574	1948	4982	2786	668	1780	5234
2013	3572	879	4451	3769	823	2185	6777	2493	582	1965	5040	2814	674	1789	5277
2014	3641	894	4535	3787	827	2184	6798	2526	590	1981	5087	2841	681	1798	5320
2015	3709	910	4619	3805	831	2184	6820	2559	597	1998	5155	2869	687	1807	5363
2016	3789	928	4717	3831	837	2220	6888	2590	605	2037	5232	2897	689	1825	5391
2017	3869	946	4815	3857	843	2257	6956	2622	612	2075	5309	2934	691	1844	5419
2018	3949	964	4913	3883	848	2294	7025	2653	619	2114	5386	2962	693	1862	5447
2019	4029	982	5011	3909	854	2330	7093	2684	626	2153	5463	2990	695	1881	5475
2020	4109	1000	5109	3935	860	2367	7161	2715	634	2192	5540	2997	697	1900	5504
2021	4189	1018	5207	3961	866	2404	7232	2747	642	2231	5618	3004	700	1919	5532
2022	4269	1036	5305	3987	872	2441	7303	2779	650	2270	5695	3011	703	1938	5560
2023	4349	1054	5403	4013	878	2478	7374	2811	658	2309	5771	3018	706	1957	5588
2024	4429	1072	5501	4039	884	2515	7445	2843	666	2348	5848	3025	709	1976	5616
2025	4509	1090	5607	4065	890	2552	7516	2875	674	2387	5925	3032	712	1995	5644
2026	4589	1108	5705	4091	896	2589	7587	2907	682	2426	6002	3039	715	2014	5672
2027	4669	1126	5803	4117	902	2626	7658	2939	690	2465	6079	3046	718	2033	5700
2028	4749	1144	5901	4143	908	2663	7729	2971	698	2504	6156	3053	721	2052	5728
2029	4829	1162	5999	4169	914	2700	7800	3003	706	2543	6233	3060	724	2071	5756
2030	4909	1180	6097	4195	920	2737	7871	3035	714	2582	6310	3067	727	2090	5784
2031	4989	1198	6195	4221	926	2774	7942	3067	722	2621	6387	3074	730	2109	5812
2032	5069	1216	6293	4247	932	2811	8013	3099	730	2660	6464	3081	733	2128	5840
2033	5149	1234	6391	4273	938	2848	8084	3131	738	2699	6541	3088	736	2147	5868
2034	5229	1252	6487	4299	944	2885	8155	3163	746	2738	6618	3095	739	2166	5896
2035	5309	1270	6587	4325	950	2922	8226	3195	754	2777	6695	3102	742	2185	5924
2036	5389	1288	6687	4351	956	2959	8297	3227	762	2816	6772	3109	745	2204	5952
2037	5469	1306	6787	4377	962	2996	8368	3259	770	2855	6849	3116	748	2223	5980
2038	5549	1324	6887	4403	968	3033	8439	3291	778	2894	6926	3123	751	2242	6008
2039	5629	1342	6987	4429	974	3070	8510	3323	786	2933	7003	3130	754	2261	6036
2040	5709	1360	7087	4455	980	3107	8581	3355	794	2972	7080	3137	757	2280	6064
2041	5789	1378	7187	4481	986	3144	8652	3387	802	3011	7157	3144	760	2299	6092
2042	5869	1396	7287	4507	992	3181	8723	3419	810	3050	7234	3151	763	2318	6120
2043	5949	1414	7387	4533	998	3218	8794	3451	818	3089	7311	3158	766	2337	6148
2044	6029	1432	7487	4559	1004	3255	8865	3483	826	3128	7388	3165	769	2356	6176
2045	6109	1450	7587	4585	1010	3292	8936	3515	834	3167	7465	3172	772	2375	6204
2046	6189	1468	7687	4611	1016	3329	9007	3547	842	3206	7542	3179	775	2394	6232
2047	6269	1486	7787	4637	1022	3366	9078	3579	850	3245	7619	3186	778	2413	6260
2048	6349	1504	7887	4663	1028	3403	9149	3611	858	3284	7696	3193	781	2432	6288
2049	6429	1522	7987	4689	1034	3440	9220	3643	866	3323	7773	3200	784	2451	6316
2050	6509	1540	8087	4715	1040	3477	9291	3675	874	3362	7850	3207	787	2470	6344

Tabella 5. Ipotesi 1 – stima del TGM

Rotatorio SS24-SS25  
Inizio lavori manutenzione A10

Fine disturbo mezzi posanti TAV  
Fine lavori manutenzione A10

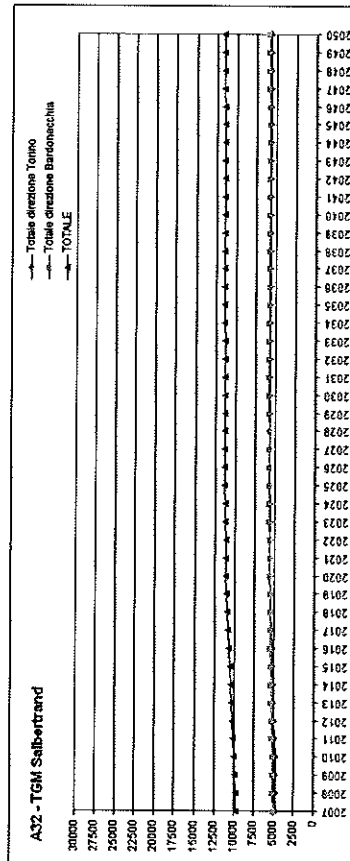
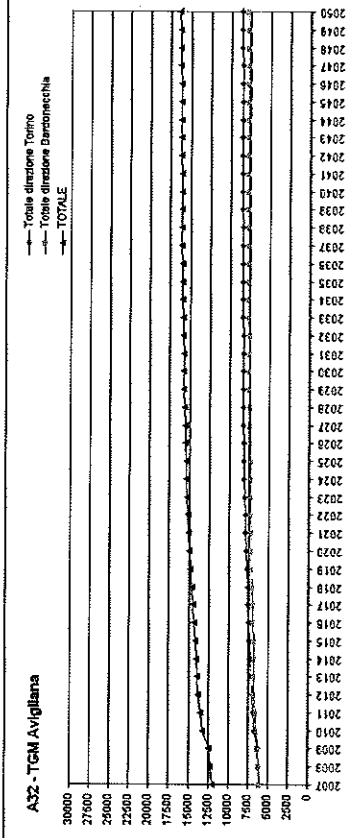
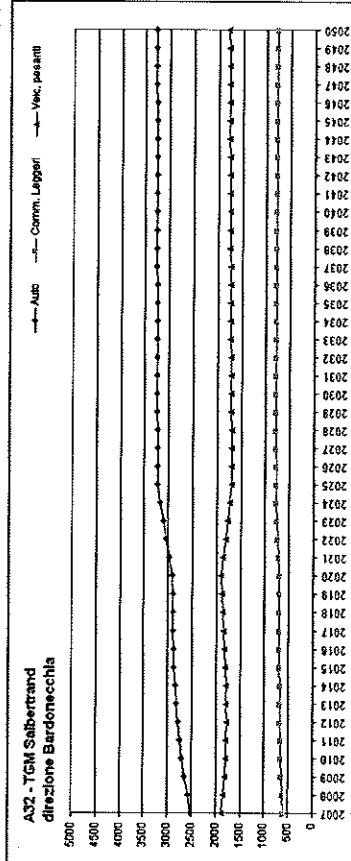
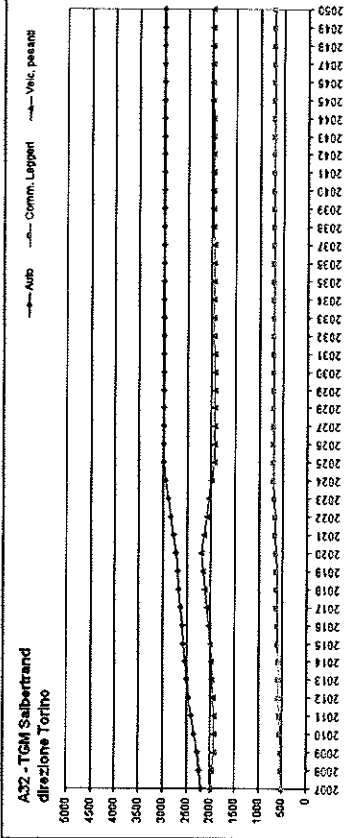
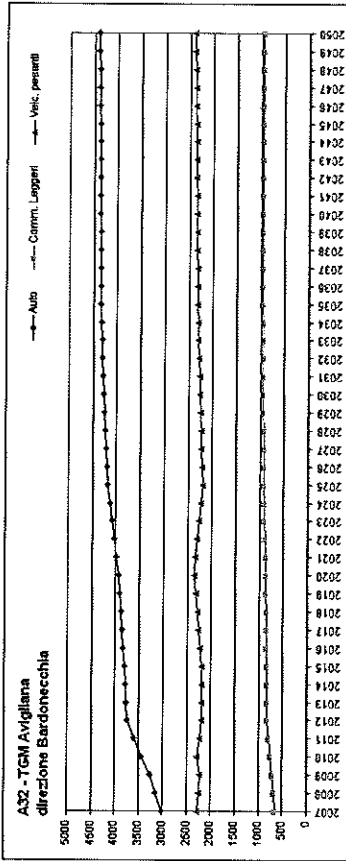
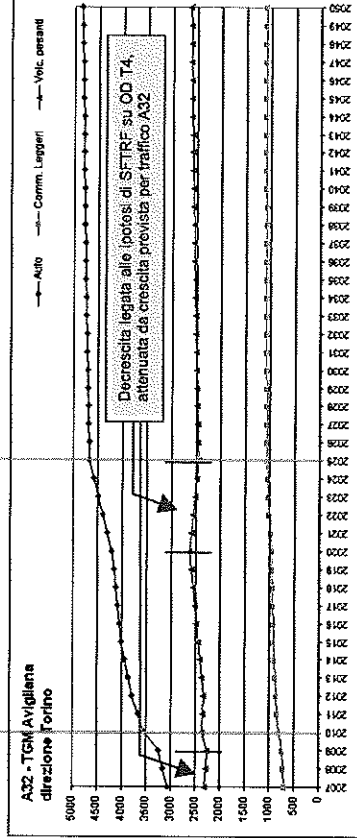


Figura 14: ipotesi 1 - andamento del TGM

*[Handwritten signature]*

#### 4.2.2. *Ipotesi 2*

L'ipotesi 2 differisce dalla prima poiché, oltre all'incremento legato al tasso di inflazione, nel 2009 le tariffe dell'autostrada A32 subiscono un incremento del 2%.

Come rilevabile in Tabella 7 e in Figura 15, l'evoluzione dei volumi di traffico per categoria veicolare presenta i medesimi andamenti dell'ipotesi 1, chiaramente motivati dalle stesse considerazioni.

Le variazioni di scenario si riferiscono unicamente all'entità dei volumi di traffico che, alla luce degli incrementi previsti a partire dal 2009, risultano inferiori.

In Tabella 10 e in Figura 17 sono riportati i confronti numerici e grafici tra l'ipotesi 1 e l'ipotesi 2.

Dall'analisi delle variazioni percentuali annue e dei profili veicolari del traffico totale alle barriere emerge con evidenza come i transiti alla barriera di Avigliana risultino più sensibili agli incrementi tariffari: il traffico di Salbertrand presenta, infatti, una riduzione media annua dello 0,5%, contro una riduzione media annua del 2% per il traffico di Avigliana.

Un tale risultato trova una spiegazione di tipo "fisico" e una di tipo "qualitativo".

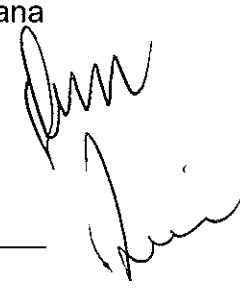
La prima fa riferimento alla morfologia del territorio attraversato dall'autostrada A32: è, infatti, facilmente intuibile comprendere come la competitività di una tratta autostradale che va a sostituirsi a una strada di montagna, qual è il caso della parte alta dell'autostrada A32, a meno di tariffe eccessivamente elevate, rimanga pressoché assoluta.

La seconda va ricercata nella tipologia degli spostamenti che interessano le due barriere.

In generale, la competitività di un percorso autostradale risulta proporzionale alla lunghezza degli spostamenti.

Su spostamenti brevi, una direttrice autostradale può non risultare concorrenziale in modo determinante rispetto a percorsi alternativi su strade locali, a meno che questi ultimi non presentino caratteristiche infrastrutturali o di circolazione estremamente penalizzati. Al contrario, su relazioni lunghe, ove una forte riduzione dei tempi di spostamento può compensare il costo dell'utilizzo di un'infrastruttura a pagamento, è chiaro che l'utilizzo di un percorso di tipo autostradale è determinante per l'economia complessiva del viaggio.

Da un'analisi specifica delle relazioni O/D dell'A32 è emerso come la quasi totalità degli spostamenti che interessano la barriera di Salbertrand risulti a lungo raggio e come molti dei volumi di traffico che transitano attraverso la barriera di Avigliana presentino origini e destinazioni generalmente più ravvicinate.



Alla luce di ciò, è facile comprendere come l'incremento tariffario simulato gravi soprattutto sugli spostamenti della barriera di Avigliana e come, al contrario, i transiti alla barriera di Salbertrand presentino una quasi totale invarianza.

Con riferimento ai trend evolutivi (Tabella 6), tra il 2008 e il 2020, le stime in esame portano a una crescita media annua del TGM dell'1,5% e dell'1%, rispettivamente per le barriere di Avigliana e Salbertrand, incrementi che si riducono notevolmente oltre il 2020, per arrivare a una media annua dello 0,3% ad Avigliana e dello 0,1% a Salbertrand (esattamente come per l'ipotesi 1).

Auto e leggeri presentano incrementi medi annui simili:

- tra il 2008 e il 2020, +2% circa e +1,4%, rispettivamente ad Avigliana e Salbertrand;
- tra il 2021 e il 2050, +0,5% per Avigliana e + 0,3% per Salbertrand.

Ad Avigliana i pesanti registrano un aumento medio annuo dello 0,4% fino al 2020 e dello 0,1% dal 2021 al 2050.

A Salbertrand l'aumento medio annuo si attesta sullo 0,4% fino al 2020. Successivamente, la riduzione di domanda per il T4 stimata da SFTRF fino al 2025, pesa su tutto il periodo, portando a una riduzione media annua dello 0,3% circa (come nell'ipotesi 1).

Avigliana	Salbertrand	
1,5	1,0	cresita annua media 2008-2020
0,3	0,1	cresita annua media 2021-2050

Avigliana			
Auto	Comm. Leggeri	Veic. pesanti	
2,0	2,2	0,4	cresita annua media 2008-2020
0,5	0,5	0,1	cresita annua media 2021-2050

Salbertrand			
Auto	Comm. Leggeri	Veic. pesanti	
1,4	1,4	0,4	cresita annua media 2008-2020
0,3	0,3	-0,3	cresita annua media 2021-2050

*Tabella 6: Ipotesi 2 – trend evolutivi medi annui*

*Amor  
Pico*

TGM PER DIREZIONE E CATEGORIA VEICOLARE																			
A32 - Avigliana										A32 - Salbertrand									
Torino					Bardonecchia					Torino					Bardonecchia				
Auto	Comm. Leggeri	Veic. pesanti	TOTALE	Auto	Comm. Leggeri	Veic. pesanti	TOTALE	Auto	Comm. Leggeri	Veic. pesanti	TOTALE	Auto	Comm. Leggeri	Veic. pesanti	TOTALE	Auto	Comm. Leggeri	Veic. pesanti	TOTALE
2007	3075	688	2311	6074	3024	648	2277	5949	2197	504	2000	4700	2518	605	1889	5012	12024	9712	
2008	3162	713	2286	6161	3140	680	2255	6074	2232	516	1966	4714	2560	619	1854	5032	12236	9766	
2009	3202	727	2228	6157	3131	684	2143	5958	2261	528	1927	4716	2641	633	1818	5092	12115	9808	
2010	3444	782	2319	6545	3387	740	2246	6373	2331	544	1921	4796	2697	646	1794	5137	12918	9934	
2011	3591	815	2310	6716	3531	772	2191	6494	2383	556	1924	4863	2742	657	1788	5186	13210	10049	
2012	3738	848	2300	6886	3676	803	2136	6615	2434	568	1927	4929	2787	668	1781	5235	13502	10165	
2013	3789	860	2320	6968	3709	810	2145	6664	2475	578	1950	5002	2815	674	1790	5279	13633	10281	
2014	3839	871	2341	7051	3741	817	2155	6713	2515	587	1972	5075	2843	681	1799	5322	13764	10397	
2015	3889	883	2361	7133	3774	825	2164	6762	2556	597	1995	5147	2871	688	1808	5366	13895	10513	
2016	3934	893	2403	7230	3777	825	2185	6787	2587	604	2034	5224	2878	690	1826	5393	14017	10617	
2017	3979	903	2446	7328	3779	826	2207	6811	2618	611	2072	5301	2885	691	1844	5421	14139	10722	
2018	4024	913	2488	7425	3782	826	2228	6836	2649	618	2111	5378	2892	693	1863	5448	14261	10826	
2019	4068	923	2531	7522	3784	827	2249	6860	2680	626	2150	5455	2900	695	1881	5476	14383	10930	
2020	4113	933	2573	7620	3787	827	2271	6885	2711	633	2188	5532	2907	697	1899	5503	14505	11035	
2021	4196	952	2594	7682	3862	844	2263	6958	2757	644	2131	5531	2971	712	1857	5540	14640	11071	
2022	4279	971	2694	7744	3937	860	2235	7032	2803	654	2074	5531	3035	727	1815	5576	14776	11108	
2023	4362	990	2454	7806	4012	876	2217	7106	2849	665	2017	5531	3098	742	1773	5613	14911	11144	
2024	4445	1009	2415	7868	4087	893	2199	7179	2896	676	1960	5531	3162	758	1730	5650	15047	11181	
2025	4528	1027	2375	7930	4162	909	2182	7253	2942	687	1902	5531	3226	773	1688	5687	15183	11217	
2026	4540	1030	2386	7956	4169	911	2190	7271	2942	686	1905	5533	3228	774	1693	5695	15227	11228	
2027	4582	1033	2398	7983	4177	913	2199	7289	2942	686	1907	5534	3231	774	1698	5703	15271	11238	
2028	4564	1036	2409	8003	4185	914	2207	7307	2942	685	1909	5536	3234	775	1708	5720	15360	11258	
2029	4577	1039	2420	8036	4193	916	2216	7325	2942	685	1912	5538	3236	775	1713	5736	15405	11268	
2030	4599	1041	2432	8062	4200	918	2225	7343	2942	684	1914	5544	3242	777	1717	5752	15454	11280	
2031	4603	1045	2443	8091	4210	920	2234	7363	2942	684	1918	5544	3242	777	1721	5769	15503	11292	
2032	4617	1048	2455	8119	4219	922	2243	7384	2942	685	1923	5549	3245	778	1726	5785	15552	11304	
2033	4630	1051	2466	8148	4229	924	2251	7404	2942	685	1927	5553	3247	778	1730	5799	15601	11317	
2034	4644	1054	2478	8176	4239	926	2260	7425	2942	685	1931	5558	3253	779	1735	5767	15650	11329	
2035	4658	1057	2490	8205	4248	928	2269	7446	2942	686	1935	5562	3253	779	1738	5773	15685	11338	
2036	4664	1058	2497	8219	4257	930	2278	7466	2942	686	1938	5565	3256	780	1742	5778	15719	11347	
2037	4670	1060	2504	8233	4267	932	2286	7485	2942	686	1941	5569	3256	780	1745	5784	15753	11356	
2038	4676	1061	2511	8248	4276	934	2295	7505	2942	686	1944	5572	3258	781	1749	5790	15788	11365	
2039	4682	1063	2517	8262	4286	936	2303	7525	2942	686	1947	5575	3260	782	1753	5796	15822	11374	
2040	4688	1064	2524	8277	4295	938	2312	7545	2942	686	1950	5578	3262	782	1756	5796	15822	11374	
2041	4695	1065	2531	8292	4301	940	2318	7559	2942	686	1953	5580	3264	782	1756	5801	15851	11382	
2042	4701	1067	2538	8306	4307	941	2324	7573	2942	686	1955	5583	3265	782	1759	5806	15879	11389	
2043	4709	1068	2545	8321	4313	942	2331	7586	2942	686	1958	5585	3267	783	1762	5812	15908	11397	
2044	4715	1070	2552	8336	4319	944	2337	7600	2942	686	1960	5588	3268	783	1765	5817	15936	11404	
2045	4721	1071	2559	8351	4325	945	2343	7614	2942	686	1963	5590	3270	783	1768	5822	15965	11412	
2046	4722	1072	2562	8355	4333	947	2350	7629	2942	686	1964	5592	3272	784	1771	5827	15984	11418	
2047	4722	1072	2565	8359	4340	948	2356	7645	2942	685	1966	5593	3273	784	1774	5832	16004	11425	
2048	4723	1072	2569	8363	4347	948	2363	7660	2942	685	1968	5594	3275	785	1777	5837	16023	11431	
2049	4723	1072	2572	8367	4354	950	2370	7675	2942	685	1969	5596	3277	785	1780	5842	16042	11438	
2050	4724	1072	2575	8371	4362	953	2376	7691	2942	685	1971	5597	3278	786	1783	5847	16062	11444	

Tabella 7: Ipotesi 2 – stima del TGM



Tariffa A32 +2%

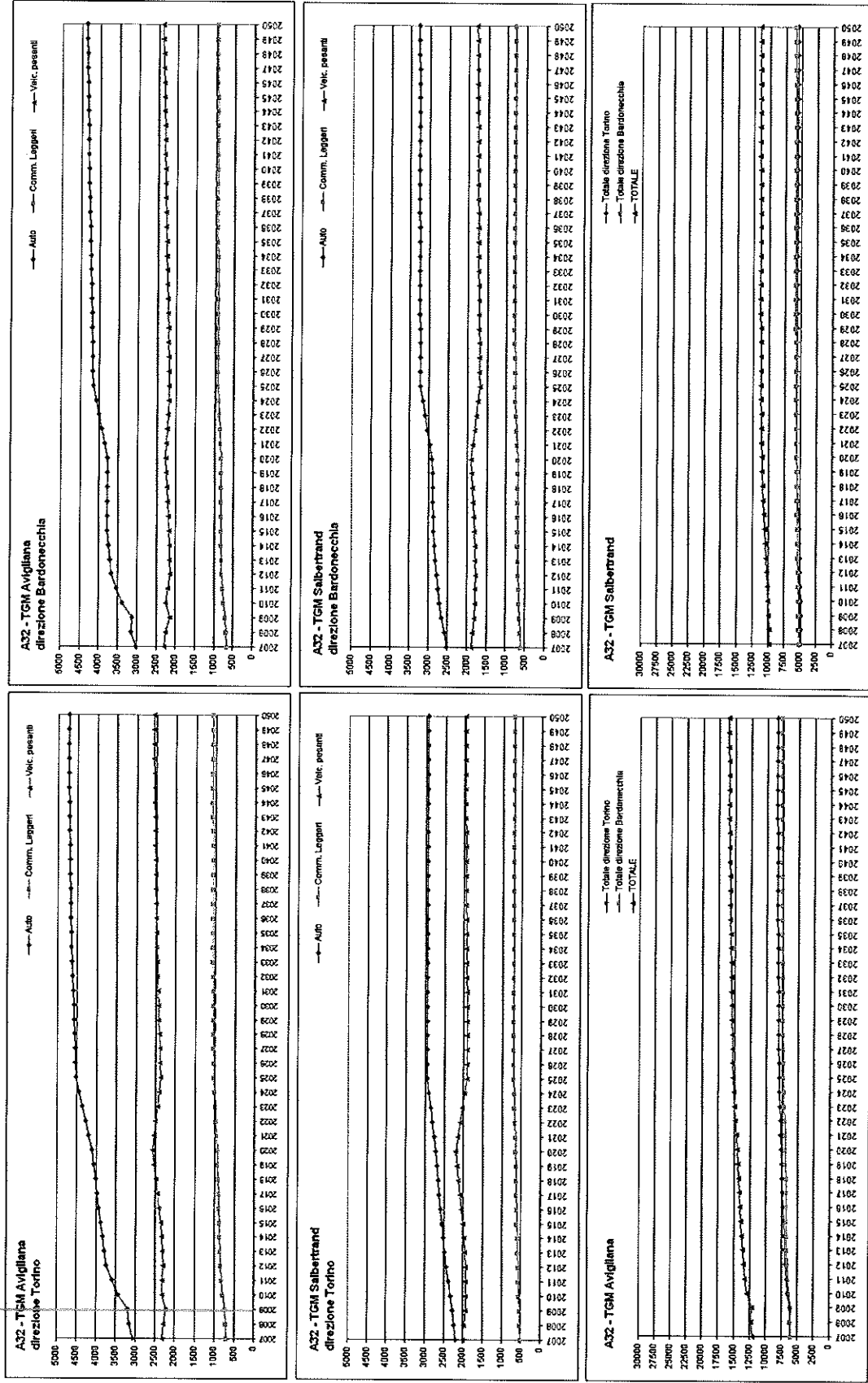


Figura 15: Ipotesi 2 – andamento del TGM

*[Handwritten signature]*

#### 4.2.3. Ipotesi 3

L'ipotesi 3 differisce dall'ipotesi 1 poiché, oltre all'incremento legato al tasso di inflazione, le tariffe dell'A32 subiscono un primo incremento nel 2009 (+3%) e un successivo incremento nel 2012 (+3%).

Anche in questo caso, l'evoluzione futura dei volumi di traffico presenta nel complesso un andamento del tutto simile a quello rilevato nell'ipotesi 1 e nell'ipotesi 2 (Tabella 9 e Figura 16) e, anche in questo caso, le variazioni si riferiscono unicamente all'entità dei volumi di traffico.

In Tabella 10 e in Figura 17 sono riportati i confronti numerici e grafici tra l'ipotesi 1 e l'ipotesi 3, dai quali è possibile rilevare come il traffico di Salbertrand presenti una riduzione media annua dell'1%, contro una riduzione media annua dell'8,3% per il traffico di Avigliana.

Rispetto agli scenari dell'ipotesi 1, gli scostamenti maggiori si registrano chiaramente al 2012, con una riduzione dell'11% e dell'1,4%, rispettivamente per i flussi di Avigliana e Salbertrand.

Tra il 2008 e il 2020 (Tabella 8) si registra una crescita media annua del TGM pari allo 0,9% e all'1%, rispettivamente per le barriere di Avigliana e Salbertrand, incrementi che si riducono oltre il 2020, per arrivare a una media annua dello 0,4% ad Avigliana e dello 0,1% a Salbertrand (esattamente come per l'ipotesi 1).

Avigliana	Salbertrand	
0,9	1,0	cresita annua media 2008-2020
0,4	0,1	cresita annua media 2021-2050

Avigliana			
Auto	Comm. Leggeri	Veic. pesanti	
1,5	1,6	-0,1	cresita annua media 2008-2020
0,5	0,5	0,2	cresita annua media 2021-2050

Salbertrand			
Auto	Comm. Leggeri	Veic. pesanti	
1,3	1,4	0,4	cresita annua media 2008-2020
0,3	0,3	-0,3	cresita annua media 2021-2050

Tabella 8: Ipotesi 3 – trend evolutivi medi annui

Auto e leggeri presentano incrementi medi annui simili:

- tra il 2008 e il 2020, +1,5% circa e +1,3%, rispettivamente ad Avigliana e Salbertrand;
- tra il 2021 e il 2050, +0,5% per Avigliana e + 0,3% per Salbertrand.

Ad Avigliana i pesanti registrano una riduzione media dello 0,1% fino al 2020, quale effetto dei doppi incrementi tariffari, e dello 0,2% dal 2021 al 2050.

A Salbertrand l'aumento medio annuo si attesta sullo 0,4% fino al 2020. Successivamente, la riduzione di domanda per il T4 stimata da SFTRF fino al 2025, pesa su tutto il periodo, portando a una riduzione media annua dello 0,3% circa (come nell'ipotesi 1 e nell'ipotesi 2).





Tariffe A32 +3%

Tariffe A32 +3%

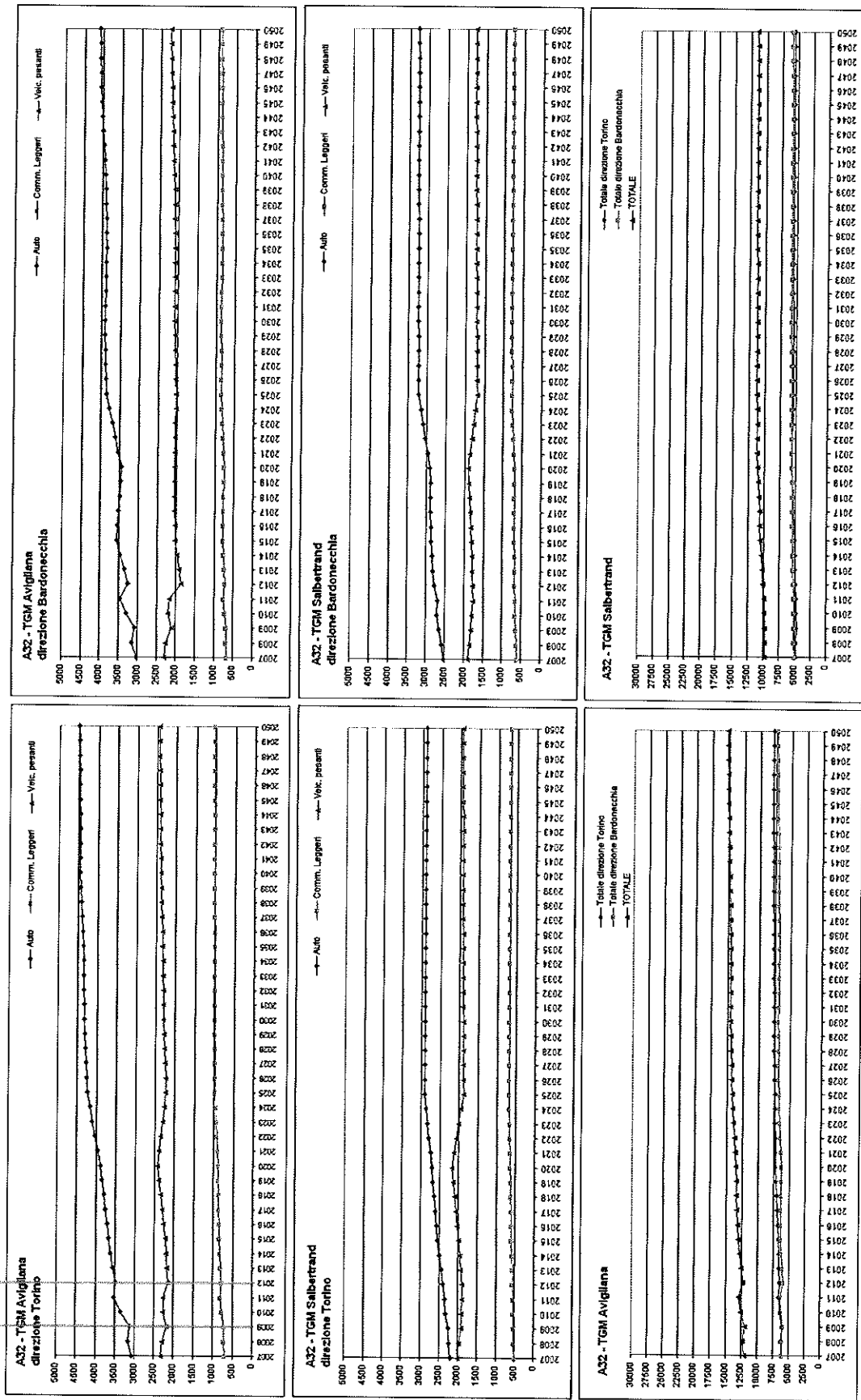


Figura 16: Ipotesi 3 – andamento del TGM

*[Handwritten signature]*

	TGA TOTALE (solo traffico pagante)						Variazioni % rispetto Ipotesi 1			
	Ipotesi 1		Ipotesi 2		Ipotesi 3		Ipotesi 2		Ipotesi 3	
	Avigliana	Salbertrand	Avigliana	Salbertrand	Avigliana	Salbertrand	Avigliana	Salbertrand	Avigliana	Salbertrand
2007	12024	9712	12024	9712	12024	9712	0,00	0,00	0,00	0,00
2008	12236	9766	12236	9766	12236	9766	0,00	0,00	0,00	0,00
2009	12448	9820	12115	9808	11837	9785	-2,68	-0,12	-4,91	-0,36
2010	13201	9946	12918	9934	12573	9903	-2,14	-0,12	-4,76	-0,43
2011	13483	10081	13210	10049	12946	9848	-2,02	-0,31	-3,98	-2,31
2012	13764	10216	13502	10165	12250	10076	-1,91	-0,50	-11,00	-1,37
2013	13902	10316	13633	10281	12525	10212	-1,94	-0,34	-9,91	-1,01
2014	14040	10417	13764	10397	12799	10348	-1,97	-0,19	-8,84	-0,66
2015	14178	10518	13895	10513	13073	10484	-1,99	-0,04	-7,79	-0,32
2016	14335	10623	14017	10617	13150	10590	-2,22	-0,05	-8,27	-0,31
2017	14492	10728	14139	10722	13226	10696	-2,43	-0,06	-8,73	-0,30
2018	14648	10833	14261	10826	13303	10802	-2,64	-0,07	-9,18	-0,29
2019	14805	10938	14383	10930	13380	10907	-2,85	-0,07	-9,63	-0,28
2020	14962	11044	14505	11035	13457	11013	-3,06	-0,08	-10,06	-0,27
2021	15059	11096	14640	11071	13595	11041	-2,78	-0,22	-9,72	-0,49
2022	15156	11148	14776	11108	13734	11069	-2,51	-0,36	-9,39	-0,71
2023	15253	11200	14911	11144	13872	11097	-2,24	-0,50	-9,05	-0,93
2024	15350	11253	15047	11181	14011	11124	-1,98	-0,64	-8,73	-1,14
2025	15447	11305	15183	11217	14150	11152	-1,72	-0,77	-8,40	-1,35
2026	15507	11312	15227	11228	14210	11164	-1,80	-0,75	-8,36	-1,31
2027	15566	11319	15271	11238	14271	11176	-1,89	-0,72	-8,32	-1,26
2028	15625	11326	15316	11248	14332	11188	-1,98	-0,69	-8,27	-1,22
2029	15684	11333	15360	11258	14393	11199	-2,07	-0,66	-8,23	-1,18
2030	15743	11340	15405	11268	14454	11211	-2,15	-0,63	-8,19	-1,13
2031	15791	11350	15454	11280	14457	11222	-2,14	-0,62	-8,45	-1,13
2032	15839	11360	15503	11292	14460	11232	-2,12	-0,60	-8,71	-1,13
2033	15887	11371	15552	11304	14463	11243	-2,11	-0,58	-8,96	-1,12
2034	15935	11381	15601	11317	14466	11254	-2,10	-0,57	-9,22	-1,12
2035	15983	11392	15650	11329	14469	11264	-2,08	-0,55	-9,47	-1,12
2036	16006	11401	15685	11338	14526	11273	-2,01	-0,55	-9,25	-1,12
2037	16030	11410	15719	11347	14582	11281	-1,94	-0,55	-9,03	-1,13
2038	16053	11419	15753	11356	14639	11290	-1,87	-0,55	-8,81	-1,13
2039	16076	11428	15788	11365	14695	11299	-1,80	-0,55	-8,59	-1,13
2040	16100	11437	15822	11374	14752	11307	-1,72	-0,55	-8,37	-1,14
2041	16120	11446	15851	11382	14805	11314	-1,67	-0,56	-8,16	-1,15
2042	16140	11454	15879	11389	14858	11322	-1,62	-0,57	-7,94	-1,16
2043	16160	11462	15908	11397	14912	11329	-1,56	-0,57	-7,72	-1,17
2044	16180	11471	15936	11404	14965	11336	-1,51	-0,58	-7,51	-1,18
2045	16200	11479	15965	11412	15019	11343	-1,45	-0,59	-7,29	-1,18
2046	16233	11486	15984	11418	15055	11351	-1,53	-0,59	-7,26	-1,18
2047	16265	11493	16004	11425	15091	11358	-1,61	-0,59	-7,22	-1,18
2048	16298	11500	16023	11431	15127	11365	-1,69	-0,60	-7,19	-1,17
2049	16331	11507	16042	11438	15163	11373	-1,76	-0,60	-7,15	-1,17
2050	16363	11514	16062	11444	15199	11380	-1,84	-0,61	-7,11	-1,16

Tabella 10: confronto ipotesi



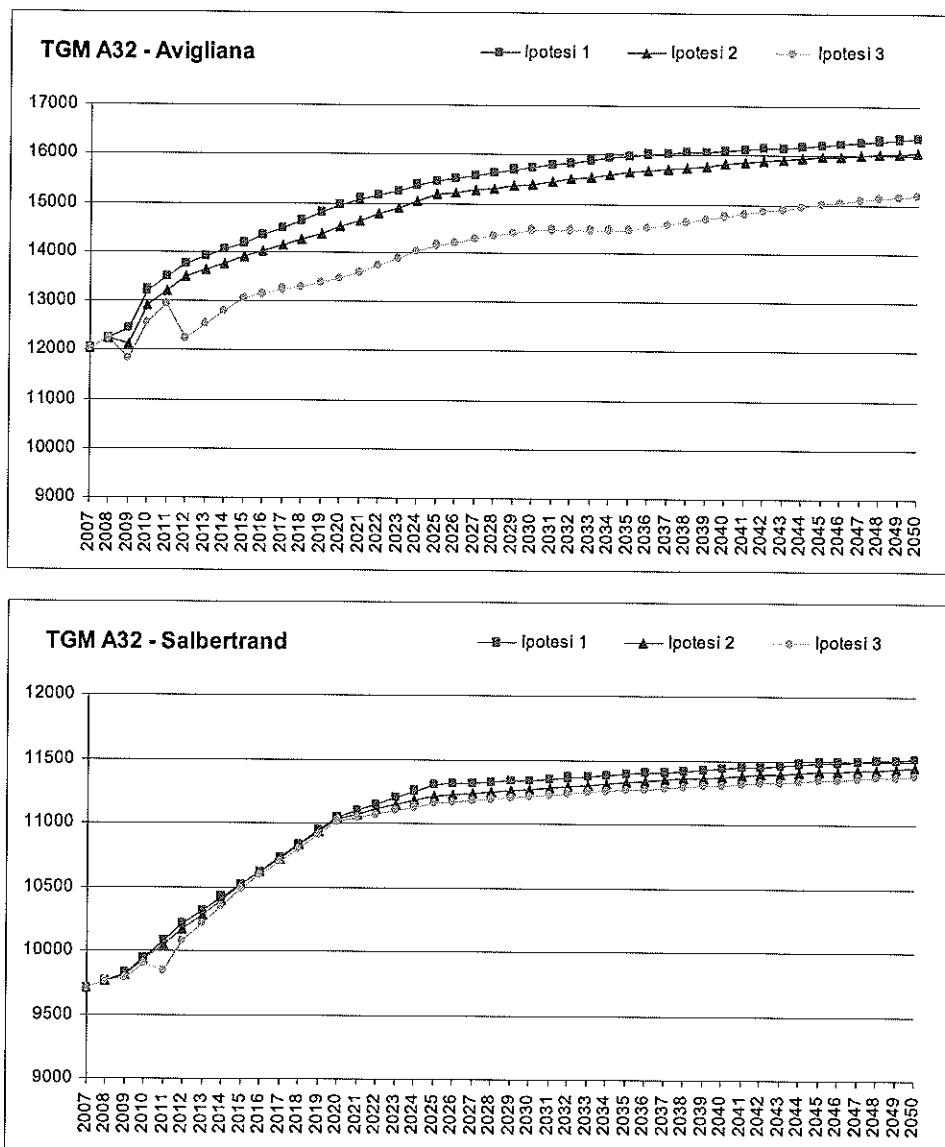


Figura 17: confronto ipotesi

*Handwritten signature*

## 5. CONCLUSIONI

Nel seguito vengono riassunti i principali risultati relativi alle previsioni di traffico per i flussi passeggeri e merci lungo l'autostrada A32.

Le conclusioni in oggetto si riferiscono sia alle stime al 2020, sia alle previsioni a lungo termine, fino al 2050.

Unitamente ai dati di traffico vengono esplicitati i dati relativi all'elasticità delle tariffe autostradali per il traffico merci e passeggeri, quale risultato delle differenti strategie di tariffazione di cui alle ipotesi 1, 2 e 3 esaminate nel presente studio.

I volumi di traffico cui si fa riferimento costituiscono il solo traffico pagante, che differisce dal traffico totale poiché privato della componente di traffico pesante a servizio dei cantieri per la realizzazione della linea di Alta Velocità e del tunnel di sicurezza per il traforo del Frejus.

### IPOTESI 1

#### Avigliana - autovetture e commerciali leggeri

Dal 2007 al 2020 è previsto che il TGM alla barriera di Avigliana cresca del 34% (da circa 7440 unità a 9960 unità), pari a un incremento medio annuo del 2,3% circa. Dopo il 2020 e fino al 2050 è prevista una crescita media annua dello 0,4%, per arrivare a, complessivamente, 11320 veicoli/giorno circa.

#### Avigliana - veicoli pesanti

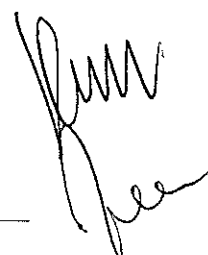
I flussi di traffico pesante si prevede raggiungano i 5000 veicoli/giorno al 2020, pari a un aumento medio annuo del TGM dello 0,7%. Al 2025 si stima che il TGM pesante sfiori le 5050 unità.

#### Salbertrand - autovetture e commerciali leggeri

Dal 2007 al 2020 è previsto che il TGM alla barriera di Salbertrand cresca del 19% (da circa 5825 unità a 6950 unità), pari a un incremento medio annuo del 1,4% circa. Dopo il 2020 e fino al 2050 è prevista una crescita media annua dello 0,3% circa, per arrivare a complessivamente 7745 veicoli/giorno circa.

#### Salbertrand - veicoli pesanti

I flussi di traffico pesante si prevede raggiungano i 4090 veicoli/giorno al 2020, pari a un aumento medio annuo del TGM dello 0,4%. Al 2025 si stima che il TGM si attesti sulle 3770 unità circa.





## IPOTESI 2 E IPOTESI 3

Dall'analisi dei trend evolutivi degli scenari interessati da incrementi tariffari è emerso quanto segue:

- i transiti alla barriera di Avigliana risultano più sensibili agli incrementi tariffari;
- rispetto all'ipotesi 1, nell'ipotesi 2 (incremento tariffario del 2% a partire dal 2009) il TGM di Salbertrand presenta una riduzione media annua dello 0,5%, contro una riduzione media annua del 2% per il TGM di Avigliana;
- rispetto all'ipotesi 1, nell'ipotesi 3 (incremento tariffario del 3% a partire dal 2009 e successivo incremento del 3% a partire dal 2012) il TGM di Salbertrand presenta una riduzione media annua dell'1%, contro una riduzione media annua dell'8,3% per il TGM di Avigliana;

## IPOTESI 2

### Avigliana - autovetture e commerciali leggeri

Dal 2007 al 2020 è previsto che il TGM alla barriera di Avigliana cresca del 30% (da circa 7440 unità a 9660 unità), pari a un incremento medio annuo del 2,1% circa. Dopo il 2020 e fino al 2050 è prevista una crescita media annua dello 0,5%, per arrivare a, complessivamente, 11110 veicoli/giorno circa.

### Avigliana - veicoli pesanti

I flussi di traffico pesante si prevede raggiungano i 4850 veicoli/giorno circa al 2020, pari a un aumento medio annuo del TGM dello 0,4%. Al 2025 si stima che il TGM pesante sfiori le 4950 unità.

### Salbertrand - autovetture e commerciali leggeri

Dal 2007 al 2020 è previsto che il TGM alla barriera di Salbertrand cresca del 19% (da circa 5825 unità a 6950 unità), pari a un incremento medio annuo del 1,4% circa. Dopo il 2020 e fino al 2050 è prevista una crescita media annua dello 0,3% circa, per arrivare al 2050 con complessivamente 7755 veicoli/giorno circa.

### Salbertrand - veicoli pesanti

I flussi di traffico pesante si prevede raggiungano i 4090 veicoli/giorno circa al 2020, pari a un aumento medio annuo del TGM dello 0,4%. Al 2025 si stima che il TGM si attesti sulle 3755 unità circa.



### IPOTESI 3

#### Avigliana - autovetture e commerciali leggeri

Dal 2007 al 2020 è previsto che il TGM alla barriera di Avigliana cresca del 21% (da circa 7440 unità a 8980 unità), pari a un incremento medio annuo dell'1,5% circa. Dopo il 2020 e fino al 2050 è prevista una crescita media annua dello 0,5%, per arrivare a, complessivamente, 10515 veicoli/giorno circa.

#### Avigliana - veicoli pesanti

I flussi di traffico pesante si prevede raggiungano i 4480 veicoli/giorno circa al 2020, pari a una riduzione media annua del TGM dello 0,1%, quale effetto del doppio incremento di tariffa. Al 2025 si stima che il TGM pesante raggiunga le 4685 unità.

#### Salbertrand - autovetture e commerciali leggeri

Dal 2007 al 2020 è previsto che il TGM alla barriera di Salbertrand cresca del 19% (da circa 5825 unità a 6935 unità), pari a un incremento medio annuo del 1,4% circa. Dopo il 2020 e fino al 2050 è prevista una crescita media annua dello 0,3% circa, per arrivare al 2050 con 7650 veicoli/giorno circa.

#### Salbertrand - veicoli pesanti

I flussi di traffico pesante si prevede raggiungano i 4080 veicoli/giorno circa al 2020, pari a un aumento medio annuo del TGM dello 0,4%. Al 2025 si stima che il TGM si attesti sulle 3735 unità circa.





---

# Studio di Traffico per il Traforo del Frejus

SIGNIFICANCE

Giugno 2007

# Indice

---

CAPITOLO 1	Introduzione .....	4
CAPITOLO 2	L'Analisi della corrente situazione e i trend storici .....	5
2.1	Definizione dell'area di competizione per il Traforo del Frejus .....	5
2.1.1	Flussi di traffico del Frejus .....	6
2.1.2	Flussi di traffico degli altri attraversamenti alpini – il livello di competizione con il Traforo del Frejus .....	7
2.1.3	I concorrenti attraversamenti alpini per il Traforo del Frejus .....	9
2.2	Analisi temporale dei flussi di traffico nel corridoio del Monte Bianco - Frejus .....	10
2.2.1	Rapporto tra crescita di GDP e volume di traffico .....	12
2.2.2	Relazione tra pedaggio e flusso di traffico .....	14
CAPITOLO 3	Il modello di simulazione .....	18
3.1	Struttura del modello di previsione del traffico nel Traforo del Frejus .....	18
3.2	Verifica del modello di previsione del traffico del Traforo del Frejus .....	20
CAPITOLO 4	Gli scenari e le policy per la simulazione .....	23
4.1	Gli scenari al 2020 .....	24
4.2	Scenari per il 2050 .....	27
CAPITOLO 5	Previsione di traffico nel Traforo del Frejus .....	30
5.1	Previsioni fino al 2020 .....	30
5.1.1	Previsioni dello scenario passeggeri al 2020 .....	30
5.1.2	Previsioni dello scenario merci per il 2020 .....	32
5.2	Impatto delle strategie di prezzo del pedaggio .....	34
5.2.1	Impatto delle strategie di prezzo del pedaggio sui volumi di trasporto passeggeri .....	35
5.2.2	Impatto delle strategie di prezzo del pedaggio sui volumi del trasporto merci .....	36
5.3	Previsioni fino al 2050 .....	37
5.3.1	Previsioni dello scenario passeggeri al 2050 .....	37
5.3.2	Previsioni dello scenario merci 2050 .....	39

5.4 Confronto dei risultati con altre previsioni.....	41
Summary and conclusions.....	43
Appendix A: overview Literature .....	45
Appendix B: O-D pie charts Alpine crossings.....	48
Appendix C: Technical model description.....	50
Appendix D: forecasts Frejus tunnel – various toll pricing strategies .....	55



## CAPITOLO 1 Introduzione

---

Il Traforo del Frejus è la principale connessione via strada tra Francia ed Italia. Sebbene ci siano un piccolo numero di alternative, la capacità per attraversare le Alpi è limitata, e l'esperienza degli anni passati ha mostrato la vulnerabilità del sistema dei trasporti agli incidenti. La chiusura temporanea di certi collegamenti ha portato a sostanziali cambiamenti nell'utilizzo delle infrastrutture disponibili, provocando una notevole variazione dei flussi di traffico e perciò conseguenze nei ricavi degli operatori.

SITAF intende stimare la propria situazione finanziaria per il periodo 2007-2020-2050, ed in particolare come i flussi di reddito potrebbero svilupparsi in futuro. Perciò l'azienda ha la necessità di studiare come il traffico potrebbe evolversi nel periodo di riferimento, sotto differenti scenari economici, e come il traffico potrebbe reagire ad alternative strategie di tariffazione. Oltre a sviluppi macro-economici, questo studio dovrebbe tenere in considerazione specifici sviluppi nel corridoio alpino Franci-Italia, come ad esempio la costruzione del nuovo tunnel di sicurezza per il Traforo del Frejus, il miglioramento dell'esistente connessione per il trasporto merci (AFA) e la prevista costruzione del collegamento ferroviario transalpino Torino-Lione.

Significance, società specializzata in ricerche di tipo quantitativo in tema di trasporti, ha condotto uno studio per il traforo del Frejus e i risultati sono presentati nella presente relazione. NEA ha contribuito al presente studio analizzando le relazioni O-D per gli attraversamenti alpini e provvedendo ai dati utilizzati per gli scenari economici e per le previsioni di traffico fuori dallo studio TENSTAC. Nel capitolo 2 viene presentata una breve descrizione degli attuali flussi di traffico nel corridoio Alpino e della competitiva situazione per il Traforo del Frejus. Inoltre questo capitolo presenta un'analisi temporale dei trend nel corridoio del Frejus e del Monte Bianco. Il capitolo 3 tratta la simulazione del modello di previsione del traffico per il Traforo del Frejus, che è stato sviluppato per raggiungere l'obiettivo di questo studio.

Le assunzioni adottate per la costruzione degli scenari e delle policy vengono discussi nel Capitolo 4; in tale capitolo, viene fatta una distinzione tra lo scenario fino al 2020 e uno scenario di lungo termine fino al 2050. La previsione del traffico per il Traforo del Frejus è presentata nel Capitolo 5. Tale capitolo contiene inoltre un confronto dei risultati con quelli di precedenti studi svolti da altri istituti. Infine, nel capitolo 6 viene presentata una sintesi dei risultati principali e le conclusioni.



## CAPITOLO 2 L'Analisi della corrente situazione e i trend storici

---

Questo capitolo presenta una panoramica dei volumi di traffico degli attraversamenti alpini e le condizioni di competitività per il Traforo del Frejus. Inoltre viene fatta un'analisi storica dei trend del corridoio Monte Bianco-Trafo del Frejus. Il lavoro in questo capitolo si basa su una revisione dell'esistente letteratura, per una visione generale si veda appendice A, e un'analisi dei database storici.

### 2.1 Definizione dell'area di competizione per il Traforo del Frejus

Gli attraversamenti alpini, da e per l'Italia, formano un arco che va da Ventimiglia (situata sul Mediterraneo al confine tra Francia ed Italia nella parte Ovest della nazione) fino al Tarvisio (situato al confine Est tra Italia e Slovenia). La Tabella 2-1 presenta i dati dei flussi di traffico per veicoli leggeri e pesanti nei principali attraversamenti alpini all'interno di questo arco. I volumi dei più importanti attraversamenti sono basati sull'indagine svolta dal CAFT nel 2004. Sono state inoltre aggiunte informazioni riguardanti il traffico per i più piccoli passi del Moncenisio e Monginevro, vista la loro vicinanza al Traforo del Frejus.



Tabella 2-1: Flussi di traffico 2004 - basata sull'indagine del trasporto merci attraverso le Alpi (CAFT 2004)

	<b>Totale</b>	<b>Leggero</b>	<b>Pesante</b>
Attraversamenti Stradali	migliaia	migliaia	migliaia
Ventimiglia	8,536	6,739	1,797
Frejus	1,993	842	1,151
Monte Bianco	1,509	1,142	367
Gran San Bernardo	601	516	85
Como*- Gottardo	15,790	13,348	2,442
Passo resia	1,908	1,665	253
Brennero	8,944	5,838	3,106
Tarvisio	5,467	3,373	2,095
Totale	44,748	33,463	11,296
Monginevro**	1,290	1,251	39
Moncenisio***	414	385	29

\*) I dati includono anche il traffico delle tre uscite localizzati tra il casello e il confine Svizzero

\*\*) aggiunti da differenti fonti - I dati di traffico passeggeri sono basati sui dati per il 2006 e i volumi di traffico merci sul CAFT 2004

\*\*\*) aggiunti da differenti fonti - proprio calcolo basato sui dati di traffico a disposizione

Va notato che per vari attraversamenti alpini esistano diverse fonti che forniscono dati di traffico abbastanza differenti tra loro. Questo può essere collegato ad ampie variazioni annuali, ad esempio dovuto ad incidenti o a diversi metodi di raccolta dati o all'esatta localizzazione dei dati di traffico. I dati utilizzati in questo studio, come base annuale dei volumi di traffico per il 2006, sono specificati in Appendix C.

### 2.1.1 Flussi di traffico del Frejus

Il grafico a torta sottostante, mostra che il Traforo del Frejus serve principalmente i flussi OD tra Francia ed Italia (74%). Gli altri flussi serviti (sebbene molto minori) sono tra Italia-UK, Italia-Belgio e Italia-Olanda. La categoria "others" include i traffici di transito tra Francia e i paesi dell'Est Europa (si veda Samblat 2006 per la quota di flussi non relazionati all'Italia del Traforo del Frejus).



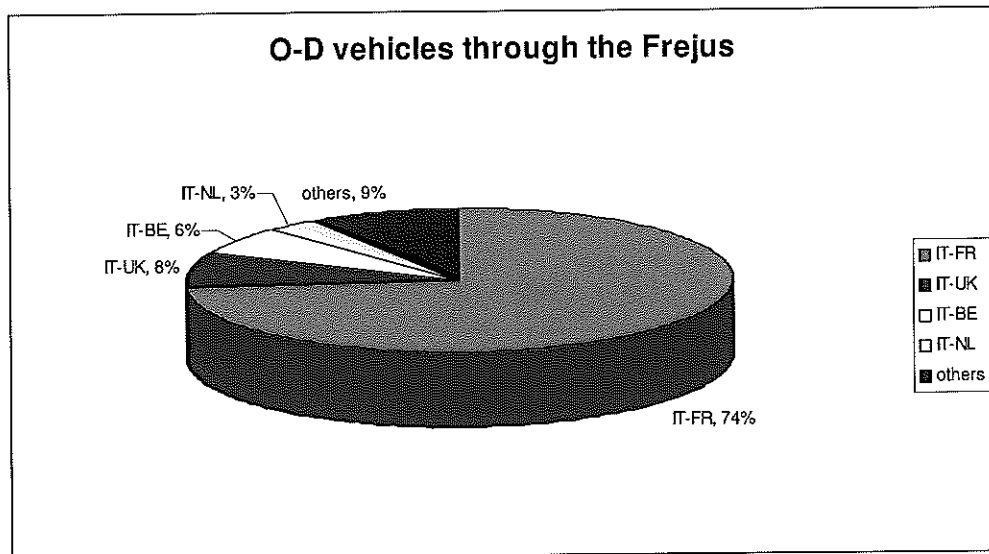


Figura 2-1: O-D veicoli attraverso il Frejus (Fonte CAFT 2004)

Un confronto tra il grafico a torta dei flussi OD del Traforo del Frejus con quelli di altri attraversamenti alpini nei dintorni dello stesso, mostra una notevole similarità con i flussi del Traforo del Monte Bianco e del Monginevro (si veda Appendice B).

#### 2.1.2 Flussi di traffico degli altri attraversamenti alpini – il livello di competizione con il Traforo del Frejus

Di seguito viene fatta una breve descrizione per ogni attraversamento alpino nella zona del Traforo del Frejus, per individuare i flussi di traffico per coppie OD ed identificare quali coincidono con quelle del Traforo del Frejus. La descrizione si basa su diverse fonti come l'analisi delle relazioni OD all'interno del modello europeo NEAC e di letteratura ((Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti – comitato di coordinamento sulla sicurezza e mobilità nelle regioni alpine, 2006; Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, 2005; Prady D. and H. Ullrich, 2006; Samblat P. 2006). La valutazione di ogni attraversamento viene fatta sul livello di competizione tra questo e i flussi di trasporto nel Frejus.

**Strada:**

##### *Trafo del Gottardo*

I flussi di traffico OD del Traforo del Gottardo sono quelli tra Paesi Bassi (compreso la parte settentrionale della Francia) ed Italia, e tra Svizzera/Germania ed Italia. La sovrapposizione con il Traforo del Frejus è limitata e consiste nella relazione Paesi Bassi-Italia, che caratterizza solamente una piccola parte dei volumi di traffico totali nel Frejus. Il livello di competizione tra il Traforo del Gottardo e quello del Monte Bianco è maggiore, siccome questo ultimo è più orientato verso i flussi che provengono dal Nord-Ovest Europa.

##### *Trafo del Gran San Bernardo*

I flussi merci nel Traforo del Gran San Bernardo sono bassi (circa 85,000 camion per anno) e riflettono la difficoltà della connessione stradale per e da il traforo. Per quanto riguarda i veicoli leggeri questo è da considerarsi un problema minore. Il traffico di veicoli passeggeri sono sostenuti ed oltre le 500,000 unità. Per quanto riguarda le relazioni OD, esse sono: Italia-Svizzera, Italia-Germania e Italia-Nord-Est della Francia.

#### *Ventimiglia*

L'attraversamento di Ventimiglia serve il traffico tra il Sud della Francia, Spagna e Portogallo ed Italia. La competizione con il Traforo del Frejus è piuttosto limitata e consiste soprattutto nei flussi tra il Sud della Francia e l'angolo più alto del Nord-Est d'Italia, sebbene per questi flussi il Monginevro sia una valida opzione anche attraverso il suo più comodo accesso meridionale via Briançon in Francia.

#### *Monte Bianco*

Il Traforo del Monte Bianco è il principale concorrente del *Trafo del Frejus* siccome c'è una forte sovrapposizione nell'*hinterland* di entrambi i trafori. Le differenze negli *hinterland* sono date dal fatto che il Traforo del Monte Bianco serve maggiormente la parte settentrionale della Francia (inclusa la regione di Parigi) mentre il Traforo del Frejus principalmente la parte centrale della Francia (incluso Lione). Inoltre, il traffico da Gran Bretagna e Paesi Bassi ha una quota di mercato più alta nel Traforo del Monte Bianco che nel Traforo del Frejus (sebbene entrambi servano il trasporto Francia-Italia, 67% per il Monte Bianco e 74% per il Frejus). Il Traforo del Monte Bianco, come conseguenza della sua più forte propensione Nord-Sud, con l'attraversamento alpino Svizzera-Italia, opera in un'ambiente maggiormente competitivo rispetto al Traforo del Frejus.

#### *Monginevro e Moncenisio*

I passi del Monginevro e del Moncenisio gestiscono entrambi flussi merci piuttosto piccoli. L'accesso al passo di montagna del Moncenisio è stagionale e scomodo per il trasporto su camion. Sono quindi da considerarsi opzioni maggiormente competitive per veicoli leggeri, soprattutto il passo del Monginevro viene utilizzato per il trasporto passeggeri. Il vantaggio di evitare i costi del pedaggio è controbilanciato, per la maggioranza delle relazioni OD, da tempi di viaggio sostanzialmente più elevati per traffico non regionale su questi passi, paragonandoli al Traforo del Monte Bianco o a quello del Frejus.

#### *Ferrovia*

##### *Ventimiglia*

Serve principalmente passeggeri ed il trasporto merci è marginale (0.5 - 1 Mt).

##### *Moncenisio (o Modane)*

Il Traforo ferroviario del Moncenisio è parte di un'importante connessione ferroviaria che ha un volume di traffico di circa 7-8 milioni di tonnellate e 1.4 milioni di passeggeri (COWI/ECORYS 2006). Questa linea ferroviaria è molto vecchia e il progetto di rinnovo si prevede sia concluso per la fine del 2008. Gli attuali flussi merci consistono in materiali pesanti e la capacità della linea ferroviaria dell'autostrada viaggiante (*rolling highway*, cioè il trasporto di camion su treno) è limitata a 4 treni al giorno. Questa ridotta capacità è principalmente utilizzata da camion che trasportano merci pericolose (liquidi).

### 2.1.3 I concorrenti attraversamenti alpini per il Traforo del Frejus

In conclusione, il livello di competizione per il traffico merci attraverso il Traforo del Frejus, a parte la diretta concorrenza con il Traforo del Monte Bianco, è limitata. La competizione con Ventimiglia o con il Gottardo è limitata ad una modesta sovrapposizione nelle relazioni OD. Siccome per i maggiori flussi dal Centro e Nord della Francia quelle alternative non sono reali opzioni, tali attraversamenti alpini non vengono inclusi nell'area di concorrenza del Traforo del Frejus, e perciò nemmeno nel nostro modello.

Il livello di concorrenza per il trasporto merci tra il Traforo del Frejus e l'attuale connessione ferroviaria del Moncenisio è limitata. L'attuale connessione ferroviaria del Moncenisio consiste nel tradizionale trasporto ferroviario, principalmente trasporto di materiali pesanti, e un preliminare servizio 'roll-on roll-off' con una frequenza di 4 treni al giorno per direzione. Questo servizio di 'autostrada viaggiante' (roll-on roll-off), che sarà implementato nel 2009 come parte del miglioramento AFA, è il maggiore concorrente del flusso merci del Traforo del Frejus. Perciò il nostro modello differenzia tra il tradizionale trasporto ferroviario e il servizio di 'autostrada viaggiante'.

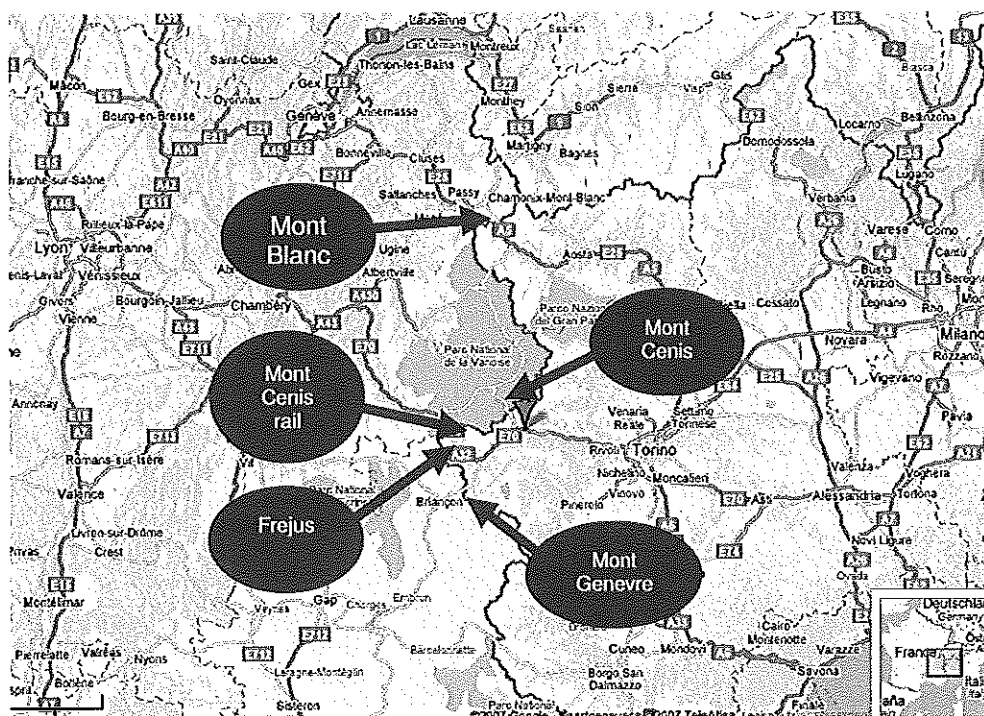


Figura 2-2: Panoramica degli attraversamenti alpini concorrenti (Fonte Google Maps)

Come precedentemente affermato, il Traforo del Monte Bianco è il principale concorrente del Frejus. Tuttavia, l'accordo sui pedaggi stipulato tra i due ne riduce il livello di concorrenza. La competizione tra il Traforo del Frejus e i vicini passi stradali, come il Monginevro e il Moncenisio, è principalmente incentrata sul traffico passeggeri. Per quanto riguarda la concorrenza tra i passi di montagna e il Traforo del Frejus, per il trasporto passeggeri, è stagionale e considera solamente i mercati di nicchia (come quello dei turisti o del trasporto regionale).

## 2.2 Analisi temporale dei flussi di traffico nel corridoio del Monte Bianco – Frejus

Come menzionato precedentemente, i Trafori di Monte Bianco e Frejus servono per lo più lo stesso mercato per il trasporto merci e passeggeri. Perciò questi due trafori vengono trattati come un corridoio nell'analisi storica dello sviluppo dei flussi di traffico. Per entrambi i trafori, i dati storici sul traffico sono stati raccolti fin dalla loro apertura (Monte Bianco nel 1965 e Frejus nel 1980), sia per i volumi dei veicoli leggeri e che per i volumi dei veicoli pesanti (fonte: sito web del Traforo del Monte Bianco e SITAF). In Figura 2-3 e in Figura 2-4 vengono presentati i dati sul numero di veicoli leggeri e pesanti per ogni traforo e per l'intero corridoio nel periodo dal 1975 al 2006. Gli eventi principali o la rottura di un trend sono evidenziati dalle caselle in rosso.

In Figura 2-4 viene data una chiara illustrazione della sovrapposizione nei mercati di trasporto dei due trafori. La chiusura del Traforo del Monte Bianco (MB) tra il 1999 e il 2002 non è risultata in una netta diminuzione del numero totale dei camion nel corridoio. La quasi totalità dei flussi del Monte Bianco sono stati re-indirizzati verso il Traforo del Frejus (Fr). L'interazione per il traffico passeggeri è meno forte, e solo una parte dei flussi del Monte Bianco sono stati re-indirizzati attraverso il Traforo del Frejus. Ciò riflette la maggiore competizione presente nel trasporto passeggeri, essendo composto dalla linea ferroviaria del Moncenisio e dal Moncenisio e dal passo del Monginevro. Inoltre l'elasticità totale di domanda è più alta per il trasporto passeggeri siccome contiene una significativa quota di trasporto 'di piacere' (cioè per ragioni diverse dal lavoro, come il turismo).

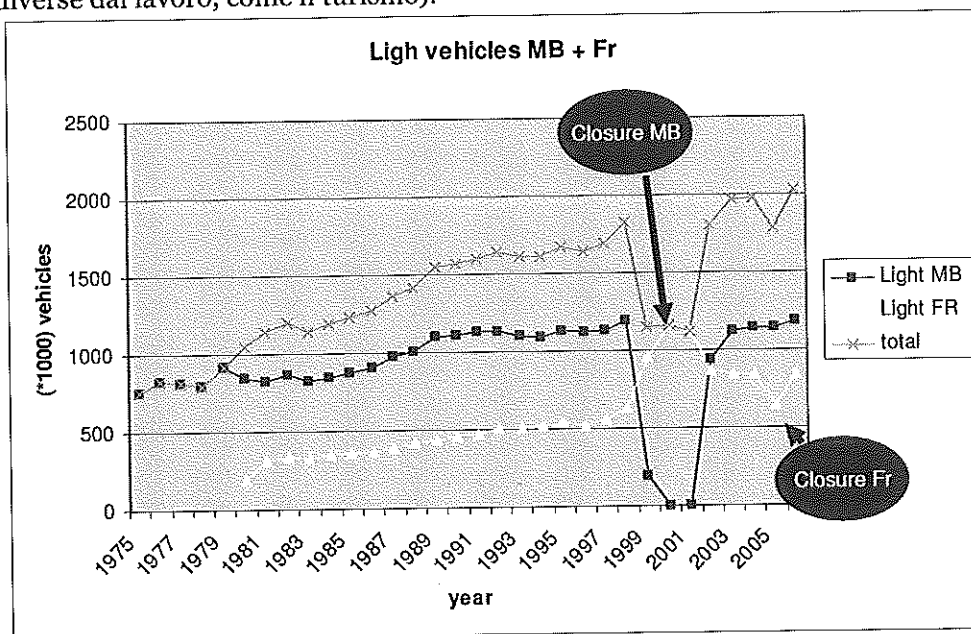


Figura 2-3: Panoramica storica dei volumi di traffico passeggeri nel corridoio Monte Bianco – Frejus

A parte gli anni 1999-2002 e 2005, che sono stati interessati dalla chiusura del Traforo del Monte Bianco e temporaneamente anche da quella del Traforo del

Frejus, l'andamento del traffico di veicoli leggeri mostra una crescita stabile, nell'ordine del 3% annuo nel periodo 1980-2006.

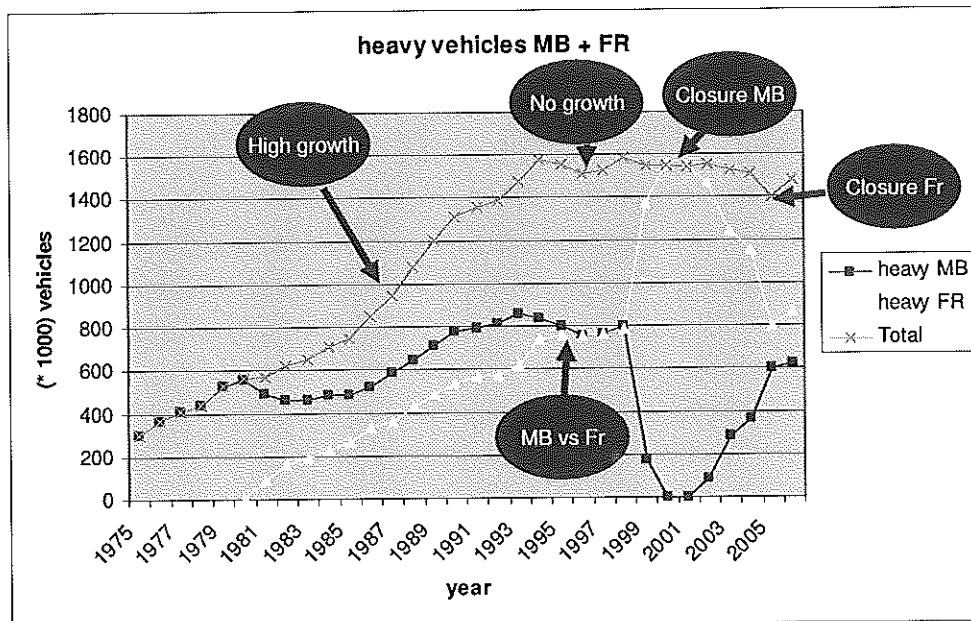


Figura 2-4: Panoramica storica dei volumi di traffico merci nel corridoio Monte Bianco - Frejus

La Figura 2-4 presenta l'andamento dei flussi per quanto riguarda i veicoli pesanti nel corridoio oggetto di studio e mostra un più complesso andamento storico. Il periodo fino al 1994 può essere caratterizzato come un periodo di notevole crescita nel corridoio, durante il quale i veicoli pesanti crescono ad una media del 7.6%. Questo tasso di crescita è ancora maggiore per il Traforo del Frejus siccome in questo periodo (1980-1994) è anche incluso uno spostamento del traffico dal Monte Bianco. Il tasso di crescita generale del corridoio è così alto che non può essere spiegato solamente dalla crescita economica dell'hinterland del Traforo del Monte Bianco e del Frejus. Un tale livello di crescita indica una forte integrazione economica di regioni che sono state separate da un confine naturale; rimuovere o ridurre questo confine tende a risultare in un 'catching up effect' in aggiunta al più standard effetto di crescita economica. Inoltre, nel periodo 1980-1994, la crescita è stata stimolata dall'impegno nell'integrazione economica dell'Unione Europea.

Un'interruzione del trend può essere osservata nel 1994. Tra il 1994 e il 1999 l'elevata crescita si arresta improvvisamente, rimanendo poi stabile in una situazione di non crescita. Non è possibile imputare tale arresto ad un solo fattore; durante questo periodo, importanti variabili esplicative dello sviluppo del traffico, come il GDP o i prezzi del pedaggio, non hanno subito cambiamenti drammatici (si veda da Figura 2-5 a Figura 2-8). Importanti sviluppi che hanno contribuito nel passaggio dall'elevata crescita ad una bassa crescita, sono:

- Una variazione nella scelta del percorso nei periodi 1994-1999 e 1999-2004 per i flussi diversi da Francia-Italia ma che interessavano il corridoio Francia-Italia (Samblat, 2006). Nel 1994 l'attraversamento delle Alpi francesi era caratterizzato da una quota dominante di

*Samblat*

mercato di traffico merci per UK-It e Paesi Bassi-It. La quota di mercato degli attraversamenti francesi sono decisamente diminuiti nel periodo 1994-1999 e per di più dopo il 1999 (anche a causa della chiusura del MB);

- Un cambiamento nella struttura del trasporto via mare, nella seconda metà del 1999. Si può osservare, nel periodo che va dal 1995 al 1999, un notevole incremento nella movimentazione di container nei porti italiani (per esempio, nel porto di Genova il volume dei container movimentati è più che raddoppiato tra il 1995 e il 1998, ed inoltre da rilevare l'apertura del Porto di Gioia Taura a metà degli anni '90). I porti italiani sono effettivamente in competizione con quelli di Anversa e Rotterdam per il mercato del Nord Italia. Una caduta della quota di mercato nel Nord Italia dei porti dei Paesi Bassi colpisce i volumi di traffico nel Traforo del Frejus e in modo particolare nel Traforo del Monte Bianco. Particolarmente, i flussi nel Traforo del Monte Bianco sono interessati da tali cambiamenti siccome il livello dei flussi di transito dai Paesi Bassi riguarda maggiormente tale Traforo;
- Un cambiamento nella struttura economica, passando da attività industriali ad attività di servizi, le quali contemplanano un minore volume di commercio.

I primi due punti menzionati qui sopra, sono sostenuti dalla differenza in sviluppo tra il Traforo del Frejus e Traforo del Monte Bianco nel periodo dal 1994 al 1999. Il Traforo del Frejus mostrava una leggera crescita nei volumi del trasporto merci in questo periodo mentre il Traforo del Monte Bianco mostrava un declino; riflettendo la più alta quota di mercato del traffico di transito nel Traforo del Monte Bianco. Un'analisi del trend per l'ultimo periodo, dal 1999 fino al 2006, è complicata dalla chiusura del Traforo del Monte Bianco (1999-2002) e di quella del Frejus (2005) e i previsti tempi di recupero da tale evento.

#### 2.2.1 Rapporto tra crescita di GDP e volume di traffico

La crescita media del GDP in Francia e Italia è stato considerato come un indicatore di lo sviluppo economico del corridoio del Monte Bianco e Frejus, in quanto la grande maggioranza del trasporto avviene tra queste due nazioni (circa il 70%). L'andamento del GDP di Francia ed Italia ha mostrato, per entrambe le nazioni, una stabile ma piuttosto modesta crescita tra il 1980 e il 2006, con una media annuale di 2.15% per la Francia e 1.75% per l'Italia (fonte Eurostat, GDP developments in real prices).



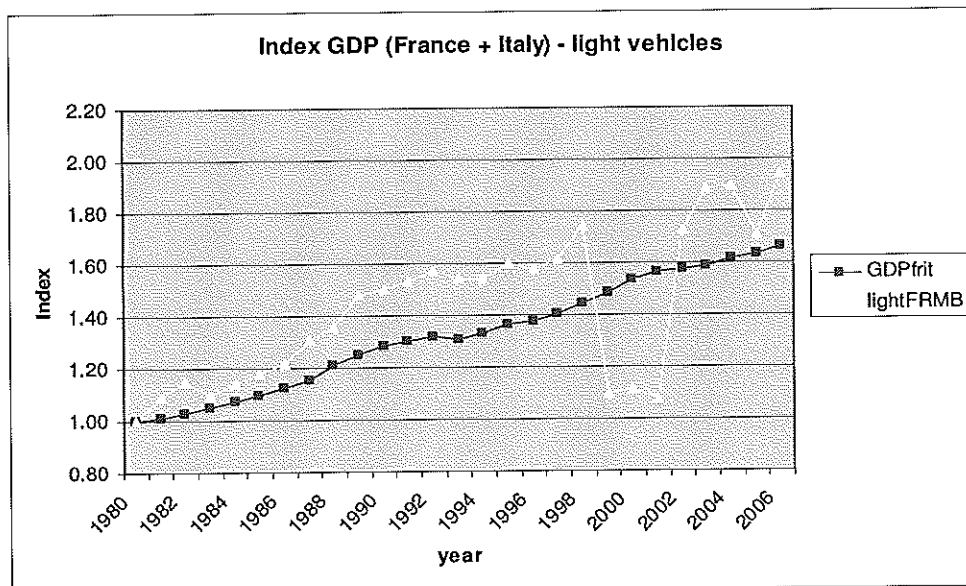


Figura 2-5: andamento del GDP e dei volumi del traffico passeggeri nel corridoio del Monte Bianco - Frejus

Figura 2-5 mostra una relazione piuttosto stabile, a parte nel periodo di chiusura del Traforo del Monte Bianco (1999 – 2002) e del Traforo del Frejus (2005), tra l'andamento del GDP e quello dei veicoli leggeri. La figura mostra inoltre che la crescita dei veicoli leggeri sta andando ad una velocità maggiore di quella del GDP. L'analisi statistica, per l'intero periodo (1980-2006) e parte del periodo 1990-2006, mostra una stabile elasticità di GDP con un valore attorno all'1.3-1.4 (questo significa che un incremento del 10% in GDP risulta in un incremento del 13-14% nel numero di veicoli leggeri).

*Handwritten signature*

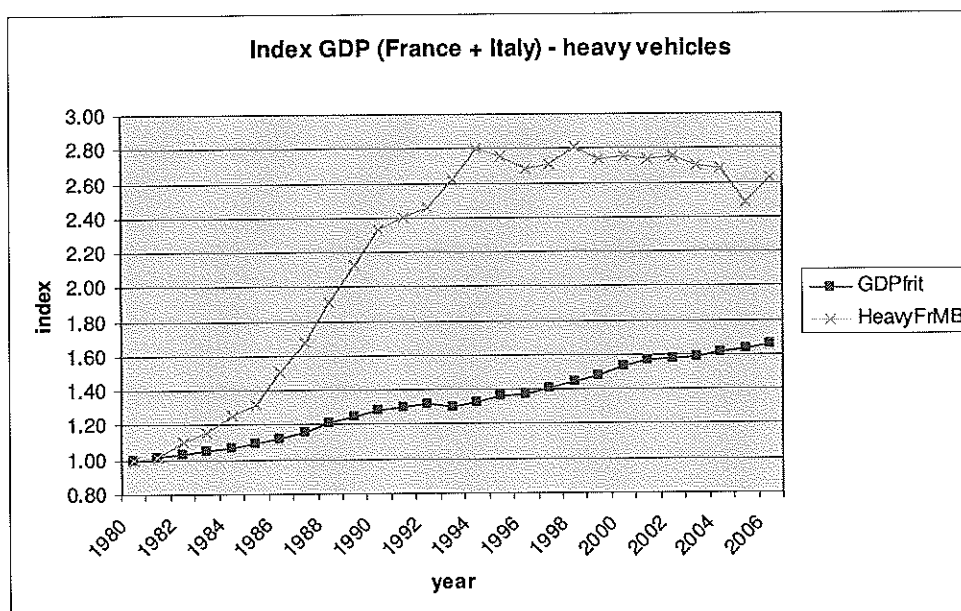


Figura 2-6: andamento del GDP e dei volumi del traffico merci nel corridoio Monte Bianco - Frejus

La Figura 2-6 non mostra una stabile relazione tra l'andamento del GDP in Francia ed Italia e l'andamento nel numero dei veicoli pesanti nel corridoio oggetto di studio. Per il periodo di elevata crescita, fino al 1994, l'elasticità di GDP per i veicoli pesanti è di circa 4; ciò significa che i trasporti crescono 4 volte più veloci del GDP, il che indica che questo era un periodo eccezionale di integrazione economica e di riorganizzazione del trasporto merci come descritto nel paragrafo precedente. L'elasticità media del GDP per il trasporto merci su strada (ton-km) per i 15 paesi dell'Unione Europea era di 1.7 nel periodo 1970-2000.

Una stima statistica per l'elasticità di GDP nel periodo successivo al 1994, includendo le stime per la chiusura del traforo e delle variazioni nel pedaggio, indica che l'elasticità di GDP in quel periodo è perfino minore ad 1. Una così bassa elasticità indica anche la presenza di condizioni insolite come descritto nel precedente paragrafo.

### 2.2.2 Relazione tra pedaggio e flusso di traffico

Un'importante accordo che è stato fatto, è che i pedaggi nel Traforo del Monte Bianco siano simili a quelli del Traforo del Frejus. Le due figure qui sotto presentano perciò il trend dei prezzi del pedaggio (prezzi reali) e del numero di veicoli leggeri e pesanti nel periodo 1980-2006 per i due tunnel insieme (fonte SITAF per informazioni riguardanti il livello dei pedaggi ed EUROSTAT per le informazioni riguardanti inflazione di Francia ed Italia nel periodo di riferimento).



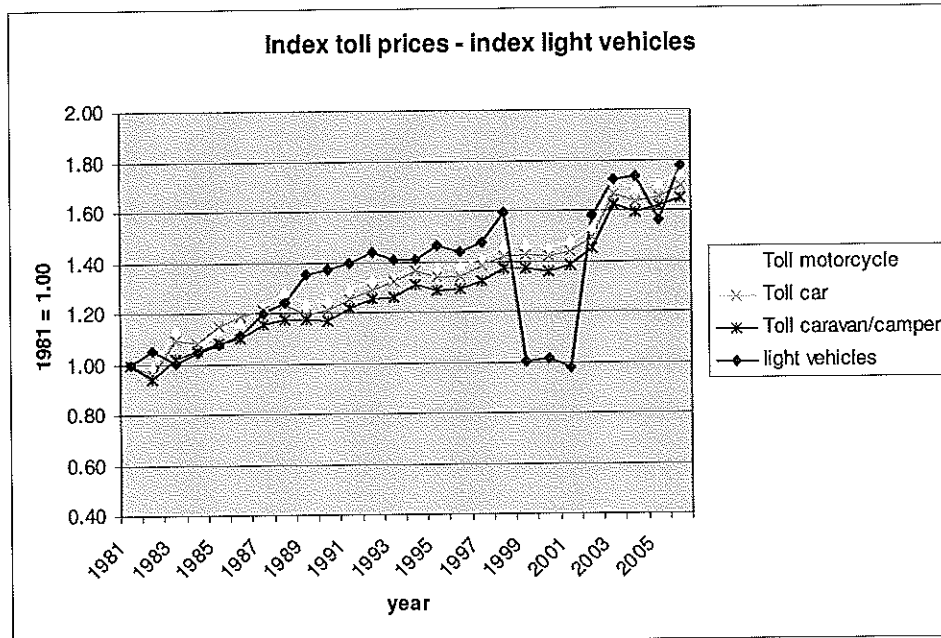


Figura 2-7: andamenti dei prezzi del pedaggio e dei volumi del traffico passeggeri nel corridoio Monte Bianco – Frejus

- 1981 – 1994 L'incremento del pedaggio è sopra l'inflazione. I pedaggi per veicoli leggeri crescono in media del 2.5% all'anno in prezzi reali.
- 1994 – 2001 I pedaggi seguono principalmente l'inflazione. Per questo periodo vi è stato solamente un incremento dell'8% (per 8 anni).
- 2002 – 2003 Forte incremento dei pedaggi dovuto a tasse addizionali
- 2004 Correzione (riduzione dei pedaggi) nel 2004 in prezzi reali
- 2005-2006 Incremento annuo dei pedaggi in termini reali

*[Handwritten signature]*

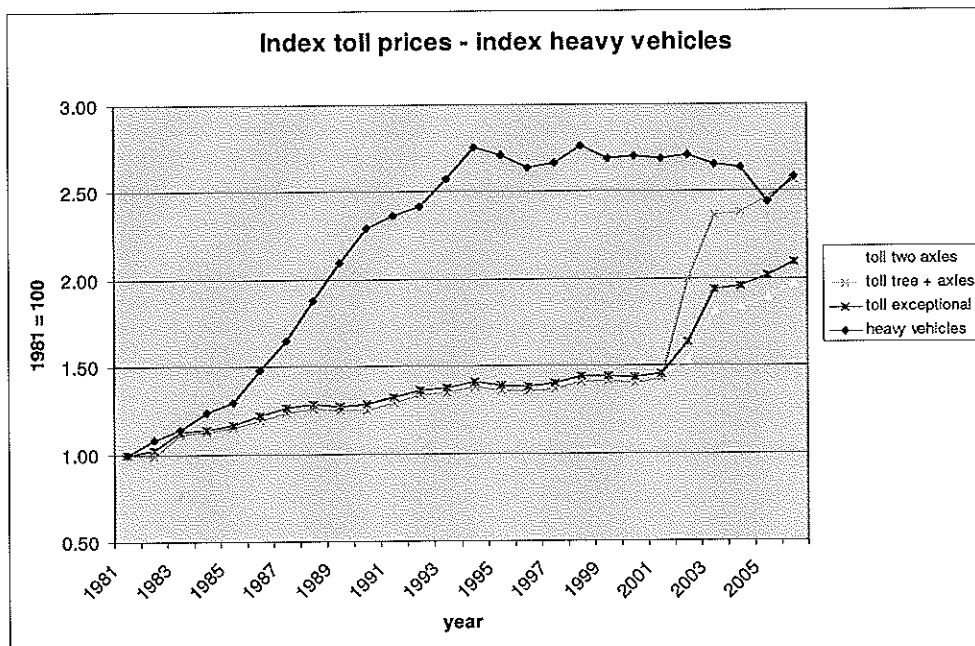


Figura 2-8: andamento nei prezzi del pedaggio dei volumi di traffico passeggeri nel corridoio del Monte Bianco – Frejus

Posso essere identificati tre periodi con differenti regimi di pedaggio:

- |                  |  |
|------------------|--|
| 1981 – 1994      | L'incremento del pedaggio è sopra l'inflazione. I pedaggi per veicoli leggeri crescono in media del 2.5% all'anno in prezzi reali. |
| 1994 – 2001      | In media i pedaggi seguono l'inflazione, l'incremento nei prezzi reali è marginale.  |
| 2002 – in avanti | Forte incremento dovuto a tasse addizionali e incremento nei pedaggi   |

Una stima statistica per l'intero periodo, includendo le variabili esplicative come il GDP e la chiusura dei trafori, mostra un'elasticità del prezzo pari a -1.2. Questo alto valore è determinato principalmente dall'alto incremento (aggiunta del 20% di tasse) negli ultimi due anni. Tuttavia, l'analisi in questo periodo è afflitta dalla chiusura del Traforo del Frejus e dal tempo di ripristino per la chiusura del Traforo del Monte Bianco. In generale, le elasticità del costo differiscono ampiamente per il trasporto su strada tra il -0.1 e il -1.5 (fonte Expedite consortium); le elasticità sono normalmente sotto il -0.1 e molto basse per distanze corte, nel trasporto merci sotto i 100km. Le elasticità dipendono fortemente dalla situazione di concorrenza; l'elasticità della scelta del modo o del percorso è solitamente più alta di quella del prezzo, sulla produttività dei trasporti.

Le due seguenti specifiche condizioni sono importanti ai fini dell'applicazione della corretta elasticità del prezzo per il Traforo del Frejus:

- Il livello di concorrenza tra modi e percorsi è limitata per il Traforo del Frejus. Questa situazione è probabile che continui fino a quando

*Handwritten signature*

persiste l'accordo sui prezzi con il Traforo del Monte Bianco e fino a quando nessuna nuova infrastruttura sarà realizzata nel corridoio;

- L'attuale livello dei prezzi del pedaggio nel traforo indica una notevole elasticità del prezzo sulla produttività dei trasporti (nel corridoio), dal momento che questa elasticità aumenta con l'aumentare del pedaggio. L'elasticità del prezzo della produzione nel trasporto include anche problemi come il re-indirizzare fuori dal cuore concorrenziale dell'area (ad esempio Ventimiglia o il Gottardo) o un cambiamento nella strutture dei flussi merci (ad esempio dalla Gran Bretagna all'Italia via mare invece che via terra).



## CAPITOLO 3 Il modello di simulazione

---

L'approccio utilizzato per la previsione del traffico nel Traforo del Frejus consiste in un approccio armonizzato, che combina stime econometriche per il Traforo del Frejus e alcuni aggiustamenti e aggiunte basate sul giudizio di esperti. Una simulazione del modello è stata sviluppata per prevedere i volumi di traffico nel Traforo del Frejus sotto diversi scenari. Questo capitolo descrive la struttura del modello di simulazione e la verifica dei risultati del modello storico. In Appendice C si trova la descrizione tecnica del modello, su base di dati annuali, delle variabili esplicative e dei coefficienti.

### 3.1 Struttura del modello di previsione del traffico nel Traforo del Frejus

I futuri volumi di traffico nel Traforo del Frejus dipendono largamente dagli sviluppi macroeconomici nell'hinterland del traforo e dalla concorrenza all'interno del corridoio tra il Centro/Nord della Francia e il Nord-Ovest dell'Italia. Pertanto la struttura del modello distingue due componenti di base, fornendo prima il volume totale del corridoio e poi le quote di mercato delle specifiche alternative (ad esempio il Traforo del Frejus. Le alternative incluse nel modello sono definite nel paragrafo 2.1 come gli attraversamenti nella regione competitiva del modello Frejus.



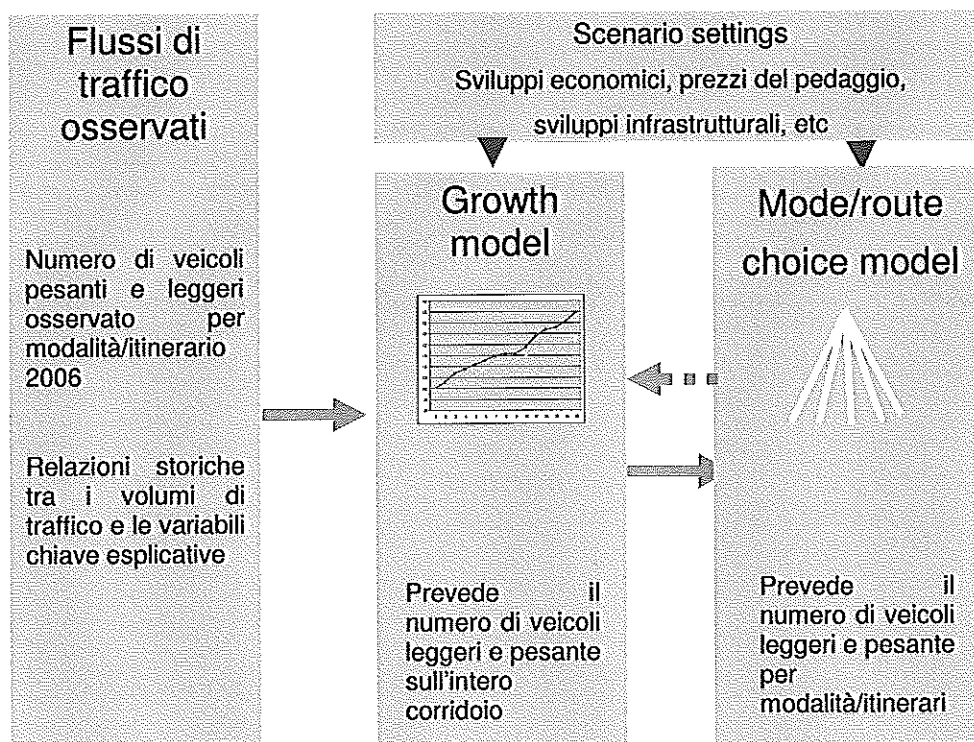


Figura 3-1: struttura del modello di previsione del traffico del Traforo del Frejus

La Figura 3-1 presenta la struttura del modello e l'interazione tra i due componenti del modello. Il 'growth model' calcola la crescita nei volumi di traffico, in termini di numero di veicoli leggeri e pesanti, per l'intero corridoio. La crescita dipende dallo scenario e dalle relazioni econometriche. Il risultato del 'mode /route choice model', in termini di numero di veicoli leggeri e pesanti per alternativa, dipende dallo scenario per le alternative e dai coefficienti calibrati nel modello. Il livello combinato dei servizi delle alternative nel 'mode /route choice model' influenza la crescita dei volumi per l'intero corridoio.

In Appendice C viene presentata una descrizione tecnica più dettagliata del modello di previsione del traffico del Traforo del Frejus, incluso le formule, le variabili esplicative e i coefficienti del modello.

Le variabili esplicative nel modello di crescita del corridoio sono:

- GDP, è la somma pesata dello sviluppo del GDP basato sui flussi OD nel corridoio;
- Il livello di prezzo per il Traforo del Frejus e del Traforo del Monte Bianco;
- Indicatore del livello di servizio (aggregato su tutti i modi e percorsi del corridoio);
- Accesso al Traforo del Monte Bianco o del Frejus, considerando i periodi di chiusura del Traforo e quelli di ripristino;

- Variabile strutturale - cambiamenti nella struttura economica e/o nella struttura del flusso del porto.

Le variabili esplicative nel 'mode /route choice model' sono:

- Tempo di viaggio
- Progresso del servizio ferroviario
- Prezzo
- Trend dell'avviamento del Frejus (applicato solamente all'inizio degli anni '80)
- Accesso al Monte Bianco e Frejus.

### 3.2 Verifica del modello di previsione del traffico del Traforo del Frejus del Frejus

Il modello di previsione del traffico del Traforo del Frejus è stato calibrato e verificato per il periodo 1980-2006. Il 'growth model' è stato verificato per il Traforo del Frejus e per il Traforo del Monte Bianco insieme, siccome i dati time series per tutte le alternative nel corridoio (Moncenisio, Monginevro) non sono disponibili. Tuttavia, i Trafori del Monte Bianco e del Frejus insieme gestiscono la grande maggioranza di tutti i traffici nel corridoio (circa il 75% del volume delle merci trasportato). Le Figure 3-2 e 3-3 mostrano che il modello è in grado di riprodurre gli sviluppi storici osservati sia per il trasporto passeggeri che merci. Indubbiamente ci sono differenze per i singoli anni, ma i trend principali e gli sviluppi generali sono ben riprodotti dal modello.

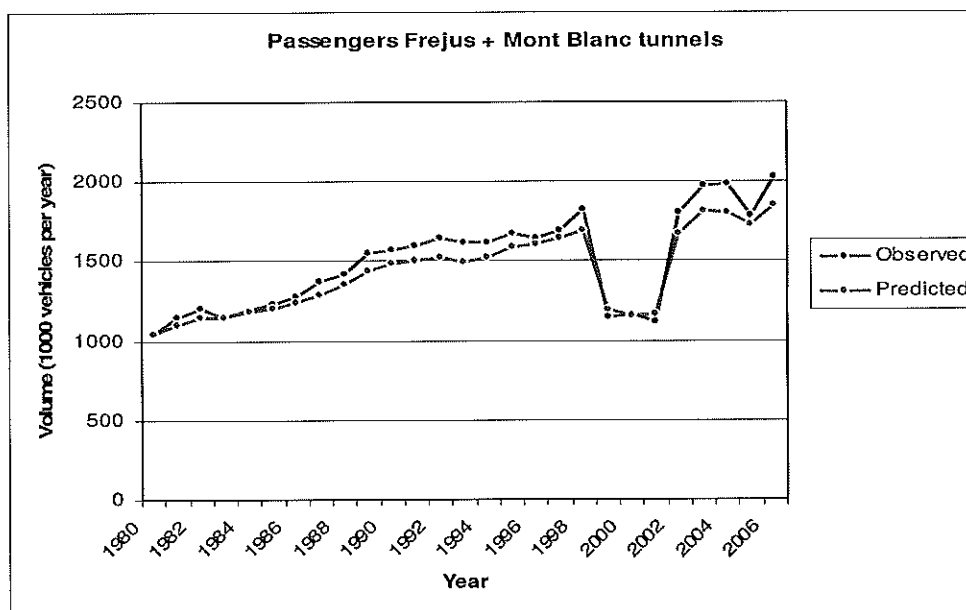


Figura 3-2: Verifica per il traffico passeggeri per i Trafori del Monte Bianco e del Frejus

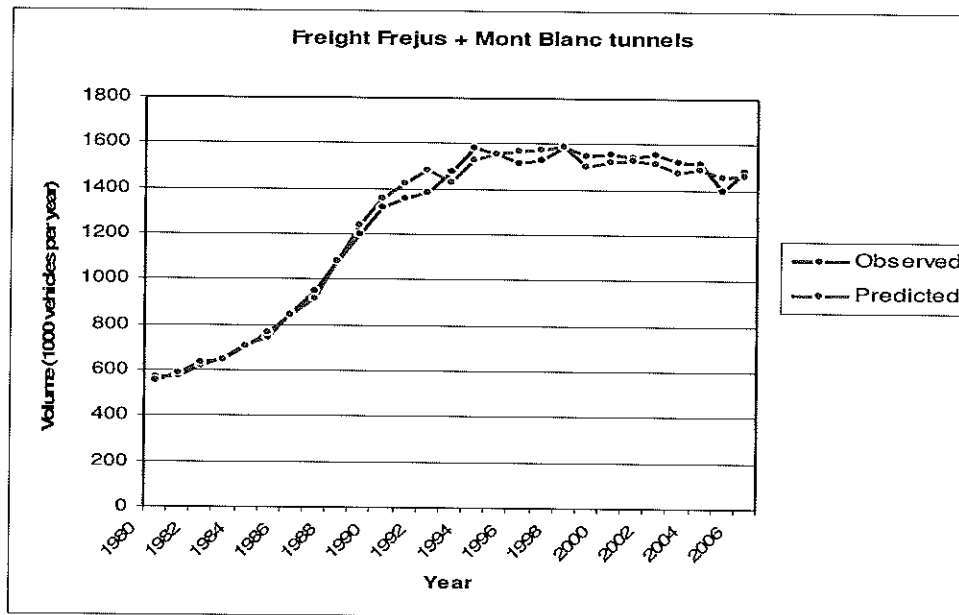


Figura 3-3: Verifica per il traffico merci per i Trafori del Monte Bianco e del Frejus

Oltre alla verifica per i volumi di traffico nell'intero corridoio, sono stati anche verificati i volumi di traffico passeggeri e merci per il Traforo del frejus per il periodo 1980-2006. Le figure 3-4 e 3-5 presentano un buon adattamento tra i flussi previsti e quelli osservati per il trasporto passeggeri e merci.

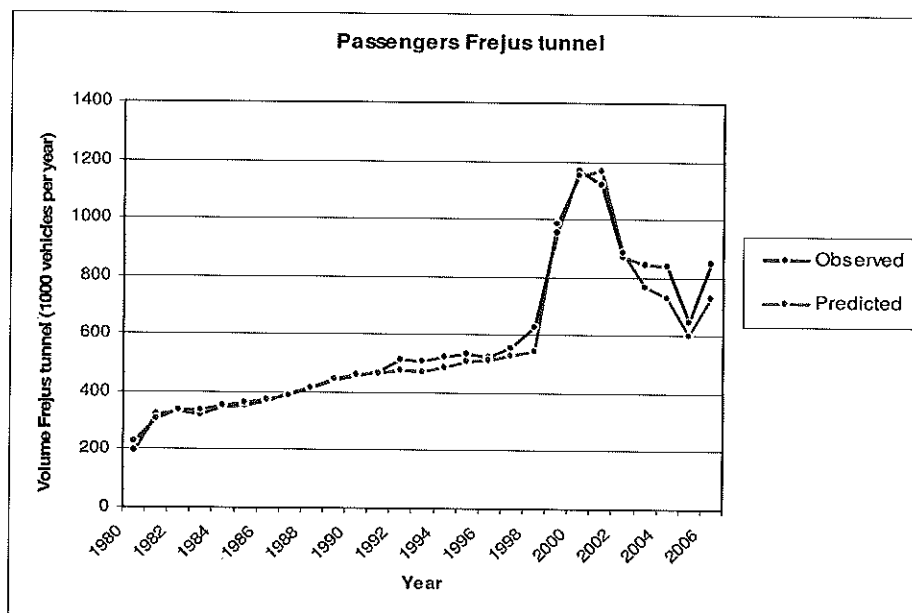


Figura 3-4: Verifica pel traffico passeggeri per il Traforo del Frejus

*[Handwritten signature]*

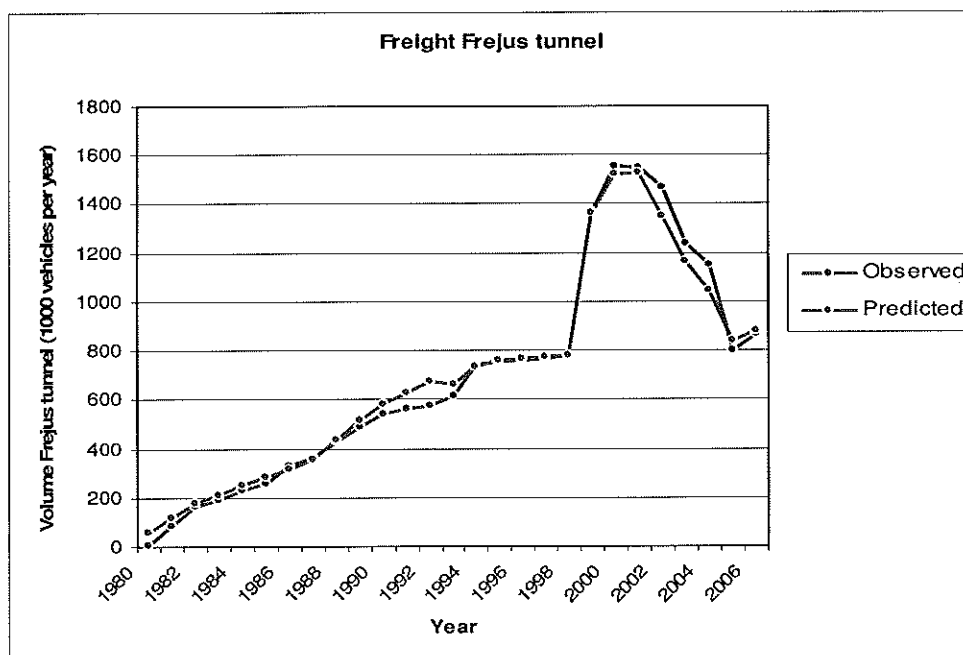


Figura 3-5: Verifica per il traffico merci per il Traforo del Frejus



## CAPITOLO 4    Gli scenari e le policy per la simulazione

---

Il presente capitolo descrive gli scenari e le assunzioni di policy che sono state fatte per le proiezioni di traffico del Traforo del Frejus. Le assunzioni sono state necessarie per i seguenti elementi:

- Andamento macro-economico di Francia, Italia e altri paesi in Europa come il principale elemento trainante dei flussi di traffico merci;
- Gli sviluppi infrastrutturali nel corridoio nei pressi del Traforo del Frejus;
- Livello dei prezzi e della qualità del servizio ferroviario per le connessioni esistenti;
- Norme di regolamentazione ambientale, ad esempio per i passi di montagna.

L'impatto delle differenti strategie di pedaggio sui volumi di traffico sono testate come strumenti di policy.

Gli elementi degli scenari e delle policy devono poi essere unite all'interno di pacchetti per fare le simulazioni. Si noti che non è possibile e nemmeno sensato analizzare tutte le combinazioni possibili, perciò solamente un numero limitato di scenari sarà sviluppato nelle previsioni, dal punto di vista del Traforo del Frejus che è l'oggetto di studio. Il livello di crescita economica, elemento trainante per il trasporto merci, varia negli scenari sviluppati per il 2020 e per il 2050. Chiaramente per il 2050 sarà altamente aleatorio e sommario, ma comunque utile per esplorare quali situazioni potrebbero verificarsi nel lungo termine.

La descrizione degli scenari, per il 2020 e il 2050, chiamati "slow down" e "high growth", è sviluppata lungo diversi elementi. Per i seguenti elementi sono state fatte specificazioni di scenario:

GDP	Indici di crescita del GDP pesato dalla quota di mercato OD
Price	Andamento del pedaggio di MB and Frejus, livello del prezzo delle alternative ferroviarie
Tunnel	Livello del servizio del Traforo del Frejus
Road	Cambiamenti nel livello del servizio dovuto alle infrastrutture
Rail	Cambiamenti nei servizi ferroviari nel corridoio

Regulations	Norme di regolamentazione ambientale per auto e camion
Technology	Cambiamenti nell'efficienza tecnologica - carburante dei veicoli e di carburanti alternativi
Structural	Cambiamenti nelle relazioni economiche e nella struttura del flusso portuale

#### 4.1 Gli scenari al 2020

In Tabella 4-1 vengono presentate le assunzioni per gli scenari “economic slow down” (rallentamento economico) e “high economic growth” (alta crescita economica) al 2020, per componente.



Tabella 4-1: sintesi delle assunzioni per gli scenari del 2020

	<b>Economic slow down scenario</b>	<b>High economic growth scenario</b>
GDP	1.7 %, crescita media annuale del GDP	2.3% crescita media annuale del GDP
Price	Pedaggi Frejus and Monte Bianco simili; no incrementi in termini di prezzi reali  No incrementi in termini di prezzi reali per la ferrovia	Pedaggi Frejus and Monte Bianco simili; no incrementi in termini di prezzi reali  No incrementi in termini di prezzi reali per la ferrovia
Road	No cambiamenti nelle infrastrutture strdali	No cambiamenti nelle infrastrutture strdali
Rail	Realizzazione del miglioramento AFA (2009)–incremento della capacità dell'autostrada viaggiante fino a 300 mila camion  Realizzazione della linea ad Alta Velocità Lione-Torino per il trasporto passeggeri nel 2018  Non realizzazione della linea ad Alta Velocità Lione-Torino per il trasporto merci prima del 2020	Realizzazione del miglioramento AFA (2009)–incremento della capacità dell'autostrada viaggiante fino a 300 mila camion  Realizzazione della linea ad Alta Velocità Lione-Torino per il trasporto passeggeri nel 2018  Non realizzazione della linea ad Alta Velocità Lione-Torino per il trasporto merci prima del 2020
Technology	Non sono previsti importanti miglioramenti tecnologici in questo periodo	Non sono previsti importanti miglioramenti tecnologici in questo periodo
Road regulations	Restrizioni nel Moncenisio e Monginevro per il trasporto merci per gli attuali volume di trasporto	Restrizioni nel Moncenisio e Monginevro per il trasporto merci per gli attuali volume di trasporto  Rigorese limitazioni nel volume del trasporto merci in Svizzera, è fissato un limite annuale di camion negli attraversamenti alpini
Structural	Non sono previsti cambiamenti strutturali negli attuali flussi portuali	Non sono previsti cambiamenti strutturali negli attuali flussi portuali

Nel periodo 1980-2006, il GDP di Francia ed Italia, che sono i più importanti paesi per il Traforo del Frejus, è cresciuto ad una media annuale di 2.15% per Francia e 1.75% per Italia in termini di prezzi reali (fonte Eurostat). Una fonte europea di scenario, utilizzata per proiezioni nel settore dei trasporti e dell'energia di EC fino al 2020, prevede sia per Italia che Francia una crescita del 2.3% annuale del GDP. L'andamento del GDP negli altri paesi dell'Europa occidentale si attesta su livelli di crescita simili, mentre una differenza deve essere fatta per il paesi dell'Europa dell'Est dove è prevista una maggiore crescita (3% od oltre). La crescita assunta per Francia ed Italia del 2.3%, è superiore a quella realizzata negli ultimi 25 anni. Perciò nel presente studio la

crescita del 2.3% viene utilizzata nello scenario "high economic growth". Lo scenario "economic slow down" assume invece una crescita annuale dell'1.7%.

I cambiamenti infrastrutturali nel corridoio per il Traforo del Frejus sono limitati alla sola ferrovia. Sia Francia che Italia hanno firmato il protocollo Trasporti per il traffico nelle Alpi nel quale si afferma che non verranno costruite rilevanti infrastrutture stradali trans-alpine. In entrambi gli scenari i miglioramenti AFA (Autostrada Ferroviaria Alpina) sono previsti per l'inizio del 2009. Tali migliorie incrementeranno notevolmente il livello del servizio dell'attuale autostrada viaggiante (rolling highway) da una capacità di 4 servizi giornalieri verso i 20 giornalieri, offrendo pertanto una capacità pari a 300.000 camion all'anno (ECORYS 2006, [fret.sncf.com](http://fret.sncf.com)). La più importante nuova infrastruttura è la linea ad Alta Velocità Lione-Torino ([www.transalpine.com](http://www.transalpine.com), ECORYS 2006), che è parte della EU Trans European Network. Si assume per entrambi gli scenari la sua apertura per il trasporto passeggeri dal 2018 in avanti. Mentre l'utilizzo di questa nuova infrastruttura per il trasporto merci non è previsto prima del 2023.

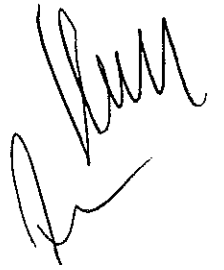
Nel periodo fino al 2020, gli interessi per l'ambiente è probabile che risultino in più rigide regolamentazioni per il trasporto merci nei passi del Monginevro e Moncenisio. Perciò l'assunzione è che non ci sia crescita nel trasporto merci in questi valichi. L'apertura del tunnel ferroviario di Lötschberg (2007) in Svizzera è in combinazione con una più rigida regolamentazione del trasporto merci su strada nel 2009 (compresa l'idea di limitare il numero totale di attraversamenti alpini a 650.000 camion l'anno). Per alcune coppie OD, come ad esempio UK-IT, BE-IT o NL-IT, questo potrebbe risultare in un cambiamento nella scelta del percorso verso l'attraversamento delle Alpi francesi in aggiunta ad un cambiamento verso il trasporto ferroviario nell'attraversamento delle Alpi svizzere. Nello scenario "high growth" tale cambiamento strutturale viene previsto e risulta in un limitato effetto di crescita addizionale fino al 2020. Mentre per quanto riguarda lo scenario "slow down", non ci si aspetta che i cambiamenti previsti nelle condizioni di attraversamento tra le Alpi Svizzere ed Italiane, risultino in una crescita addizionale.

Per quanto riguarda l'andamento dei prezzi, si presume che in entrambi gli scenari venga seguita la stessa strategia di prezzo dal Traforo del Monte Bianco e del Frejus così come da AFA. In questi scenari si assume inoltre che il prezzo dei pedaggi segua la correzione dell'inflazione.

### **Le policy per il Traforo del Frejus**

Le opzioni di policy per il Traforo del Frejus consistono nella costruzione di un tunnel di sicurezza e in strategie di prezzo. Il tunnel di sicurezza sarà realizzato in entrambi gli scenari e tutti i test fatti nel 2013. Si assume che questo tunnel di sicurezza avrà un modesto ma positivo impatto nei volumi di trasporto nel Traforo del Frejus nell'ordine del 2.5% per il trasporto merci e per il trasporto passeggeri di 5%. L'effetto nel trasporto passeggeri si presume sia un po' più alto, in quanto il trasporto passeggeri è più sensibile a causa degli ostacoli psicologici.

Verrà testato l'impatto delle seguenti opzioni di policy nei flussi di traffico, fino al 2020



- Incremento del prezzo del pedaggio in termini di prezzi reali del 3% annuo nel 2009, 2010 e 2011 sia per trasporto passeggeri che merci. Gli incrementi sono applicati sia al Traforo del Frejus che a quello del Monte Bianco;
- Incremento del prezzo del pedaggio in termini di prezzi reali del 5% annuo nel 2009, 2010 e 2011 sia per trasporto passeggeri che merci. Gli incrementi sono applicati sia al Traforo del Frejus che a quello del Monte Bianco;
- Incremento del prezzo del pedaggio in termini di prezzi reali del 5% annuo nel 2009, 2010, 2011, 2012 e 2013 sia per trasporto passeggeri che merci. Gli incrementi sono applicati sia al Traforo del Frejus che a quello del Monte Bianco;

#### 4.2 Scenari per il 2050

Come affermato precedentemente in questo capitolo, gli scenari per il periodo 2020-2050 possono essere solo sommari ed aleatori. In un periodo di tempo così lungo posso facilmente verificarsi rotture del trend in diverse misure. Perciò gli scenari descritti sono una breve esplorazione di ciò che potrebbe verificarsi. In Tabella 4-2 vengono presentate le assunzioni (di scenario) per il periodo 2020-2050 per gli scenari "economic slow down" ed "economic high growth", per singola componente.



Tabella 4-2: sintesi delle assunzioni per gli scenari del 2050

	<b>Economic slow down scenario</b>	<b>High economic growth scenario</b>
GDP	La crescita del GDP scende dall'1.7% nel 2020 all'1.0% nel 2050	La crescita del GDP scende dal 2.3% nel 2020 all'1.6% nel 2050
Price	Pedaggi Frejus and Monte Bianco simili; no incrementi in termini di prezzi reali  No incrementi in termini di prezzi reali per la ferrovia	Pedaggi Frejus and Monte Bianco simili; no incrementi in termini di prezzi reali  Incremento per la ferrovia in termini di prezzi reali tra il 2030 e il 2040 del 2% annuo
Road	Nessun cambiamento	Nessun cambiamento
Rail	Apertura della linea ferroviaria Lione - Torino nel 2023 per il trasporto merci	Apertura della linea ferroviaria Lione - Torino nel 2028 per il trasporto merci
Technology	Piccoli sviluppi nell'efficienza del carburante – problemi ambientali di trasporto stradale non risolti	Importanti e radicali sviluppi, utilizzo di carburanti alternativi per il trasporto stradale
Road regulations	Restrizioni nel Moncenisio e Monginevro per il trasporto merci  Restrizioni nel volume del trasporto merci per i Trafori del Monte Bianco e del Frejus nei volumi al 2023 per contenere il trasporto su strada da ulteriore crescita e realizzare uno spostamento nell'utilizzo della modalità	Restrizioni nel Moncenisio e Monginevro per il trasporto merci
Structural	Nessun cambiamento	Nessun cambiamento

In entrambi gli scenari si assume un declino nella crescita del GDP dopo il 2020, rispecchiando il declino nella forza lavoro nei paesi Europei. Ci si aspetta che l'incremento del quoziente della partecipazione al lavoro, specialmente per donne e anziani, possa ridurre il problema del declino della forza lavoro nel breve termine. Tuttavia fino al 2050 questo problema della riduzione della forza lavoro interesserà la crescita economica. La crescita annuale del GDP scende gradualmente dallo scenario del 2020 a quello del 2050.

I maggiori cambiamenti per un periodo così lungo, come quello fino al 2050, è probabile risultino da sviluppi tecnologici (o dall'assenza di questi sviluppi). Per esempio, la scarsità di petrolio e la crescita della domanda incrementeranno il prezzo del trasporto in modo drammatico se sviluppi tecnologici non porteranno ad un miglioramento dell'efficienza dei carburanti o all'uso di risorse energetiche alternative. L'utilizzo di risorse alternative influenzerà poi la concorrenza tra i diversi modi di trasporto. È inoltre possibile che questi miglioramenti tecnologici riducano le attuali preoccupazioni che riguardano il trasporto su strada nelle regioni sensibili all'impatto ambientale come le Alpi.

Lo scenario “economic high growth” assume che i problemi ambientali legati al trasporto su strada sono perlopiù risolti nel periodo fino al 2050. Ciò riduce la necessità di interferire nel mercato e di sussidiare il trasporto ferroviario; nello scenario “economic high growth” una riduzione nei sussidi alla ferrovia è previsto da un conseguente incremento dei prezzi in termini reali. Per quanto riguarda i pedaggi non vengono considerate strategie di prezzo a parte il normale aggiustamento dei prezzi in linea con l’aumento dell’inflazione. Nello scenario “economic slow down” gli sviluppi tecnologici non risultano in grandi miglioramenti dal punto di vista dei problemi ambientali creati dal trasporto stradale. Perciò in questo scenario si assume che le tariffe ferroviarie continueranno ad essere sussidiate per competere con i prezzi della strada.

Gli sviluppi infrastrutturali per il trasporto merci, nel periodo fino al 2050, sono limitati all’apertura della linea Lione-Torino. Nello scenario “economic slow down” l’apertura della linea al trasporto merci viene considerata per il 2023, guidata da irrisolti problemi ambientali nel trasporto stradale, e specialmente merci, nel corridoio alpino francese ed italiano. L’apertura della ferrovia Lione-Torino, che risulta essere più incline alla salvaguardia dell’ambiente, è meno urgente se i problemi ambientali del trasporto su gomma fossero diminuiti da miglioramenti tecnologici (l’apertura è prevista per il 2028). Per il trasporto su strada si assume che il protocollo Trasporti per il traffico alpino, il quale afferma che non verranno costruite importanti strade trans-alpine, sia ancora in vigore per questo periodo.

Nello scenario “economic slow down”, dove i problemi ambientali del trasporto su gomma sono ancora irrisolti, sono previste rigide norme di controllo per i camion attraverso il Traforo del Frejus e del Monte Bianco. Le restrizioni si applicano dopo la connessione ferroviaria merci della Lione-Torino nel 2023, siccome offre un’alternativa di alta qualità al tunnel stradale. Nello scenario “economic high growth”, i problemi ambientali del trasporto merci su gomma sono principalmente risolti e non è necessaria che vi sia interferenza sul mercato.



## CAPITOLO 5 **Previsione di traffico nel Traforo del Frejus**

---

In questo capitolo vengono presentate le previsioni di traffico per il Traforo del Frejus, prima fino al 2020 e poi fino al 2050. Le previsioni sono state calcolate secondo il modello di previsione del traffico del Traforo del Frejus (si veda Capitolo 3), utilizzando le assunzioni di scenario e di policy come spiegato nel Capitolo 4. Nel paragrafo 5.1 vengono presentate le previsioni fino al 2020 e nel paragrafo 5.2 vengono presentate quelle fino al 2050. Nel paragrafo 5.3 viene invece fatto un confronto con i risultati delle previsioni di traffico condotti da altri studi per il corridoio alpino .

### 5.1 **Previsioni fino al 2020**

#### 5.1.1 **Previsioni dello scenario passeggeri al 2020**

Nel capitolo 2 è stato definito il corridoio di competizione per il Traforo del Frejus per quanto riguarda il trasporto passeggeri. Esso consiste, oltre che al Frejus stesso, nel Traforo del Monte Bianco, nella ferrovia del Moncenisio e nei passi di montagna del Moncenisio e del Monginevro.

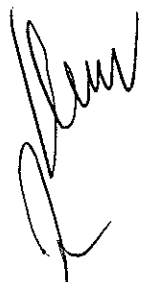




Tabella 5-1: volume passeggeri previsto nel corridoio per scenario (\*1000 veicoli)

	Economic slow down	High economic growth
2006	4,319	4,319
2007	4,420	4,456
2008	4,524	4,598
2009	4,630	4,744
2010	4,739	4,895
2011	4,850	5,050
2012	4,964	5,210
2013	5,080	5,376
2014	5,199	5,547
2015	5,321	5,723
2016	5,446	5,905
2017	5,574	6,092
2018	5,704	6,286
2019	5,838	6,485
2020	5,975	6,691

Per entrambi gli scenari si prevede una crescita del traffico passeggeri nel corridoio. Per quanto riguarda lo scenario "economic slow down" la crescita media annuale è del 2.3% e nello scenario "economic high growth" è del 3.2% annuo. Il balzo nel trend di crescita nel 2018 è conseguenza della prevista apertura della linea ferroviaria Lione-Torino, che risulta anche in un'addizionale crescita per l'intero corridoio.

La previsione per percorso (Figura 5-1 e Figura 5-2) mostra che, anche nello scenario 'economic slow down', tutti gli itinerari hanno una crescita del traffico passeggeri per il 2020. Tuttavia, la maggior parte della crescita è assorbita dal nuovo collegamento ferroviario della Lione-Torino. Particolarmente, la crescita per i passi del Moncenisio e del Monginevro è minima e riflette le basse condizioni di traffico in questi passi. La media annuale di crescita per il traffico passeggeri nel Traforo del Frejus tra il 2006 e il 2020 è dell'1.3% nel scenario 'economic slow down' e dell'2.0% nello scenario 'economic high growth'. Nel periodo precedente l'apertura della linea Lione-Torino (2006-2017) la crescita annuale del trasporto passeggeri per il Traforo del Frejus è del 2.5% e 3.3%.

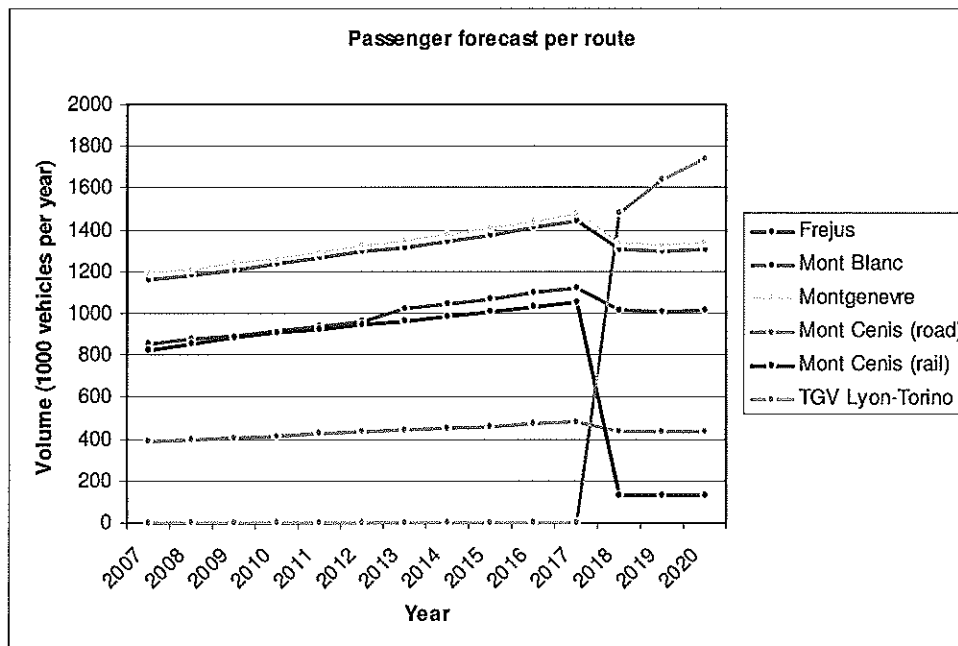


Figura 5-1: Previsione passeggeri per itinerario – economic slow down scenario

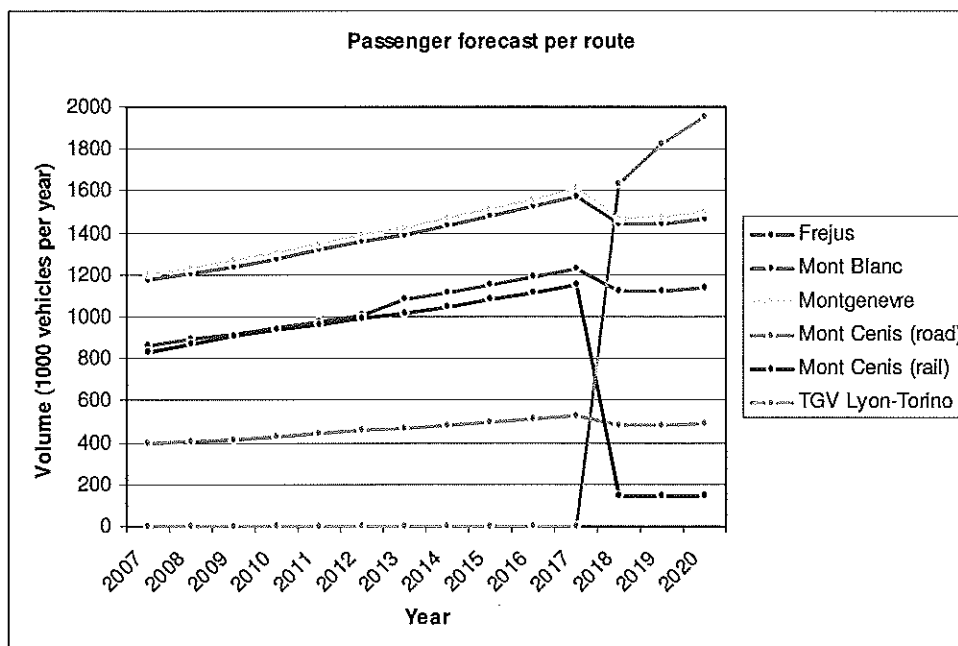


Figura 5-2: Previsione passeggeri per itinerario – high economic growth scenario

### 5.1.2 Previsioni dello scenario merci per il 2020

Il corridoio di competizione per il trasporto merci è leggermente diverso da quello del trasporto passeggeri, siccome il convenzionale trasporto merci ferroviario non viene considerata una competitiva alternativa. Nella Tabella 5-2

sono presentati i dati della crescita del trasporto merci nel corridoio oggetto di studio per entrambi gli scenari. Nello scenario 'economic slow down' la crescita media annuale è dell'1.7%, e nello scenario 'economic high growth' la media annuale è del 2.7%.

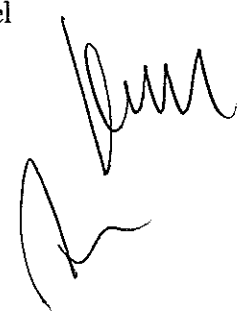
Tabella 5-2: volume merci previsto nel corridoio per scenario (\*1000 vehicles)

	Economic slow down	High economic growth
2006	1,553	1,553
2007	1,584	1,594
2008	1,613	1,632
2009	1,643	1,679
2010	1,671	1,726
2011	1,699	1,774
2012	1,728	1,823
2013	1,757	1,873
2014	1,787	1,925
2015	1,817	1,978
2016	1,848	2,033
2017	1,880	2,089
2018	1,912	2,147
2019	1,944	2,206
2020	1,977	2,267

Le previsioni per itinerario (Figura 5-13 e Figura 5-4) mostrano una crescita dei volumi di traffico merci per i Trafori del Frejus e del Monte Bianco. Il tasso di crescita medio per il Traforo del Frejus è in linea con quella del corridoio. Il numero di camion stimati in questo Traforo differisce tra i 1,270,000 nel 2020 sotto le condizioni dello scenario 'economic high growth' e i 1,100,000 per lo scenario 'economic slow down' (nel 2006 il volume è di 864).

La crescita nel Traforo del Frejus segue per lo più l'andamento generale del corridoio perché il grado di competizione con il proprio maggiore concorrente, cioè il Traforo del Monte Bianco, si considera invariata fino al 2020 e le altre alternative giocano un ruolo marginale. I traffici merci nei passi di montagna del Moncenisio e Monginevro sono invece assunti costanti come risultato delle preoccupazioni ambientali.

La 'rolling highway' AFA (autostrada viaggiante), che apre nel 2009, offre un notevole miglioramento del servizio che risulta in una crescita dei volumi di traffico merci usando questo servizio di oltre 100,000 camion nel 2011 e 127,000 camion nel 2020 per lo scenario 'economic slow down' e 142,000 camion nel 2020 per lo scenario 'economic high growth'. Queste proiezioni per AFA sono ancora al di sotto della propria capacità che è calcolata in 300,000 camion all'anno. Nel suo periodo di introduzione (2009 – 2011) il cambiamento di modalità verso l'AFA assorbe la crescita del Traforo del Frejus e di quella del Monte Bianco.



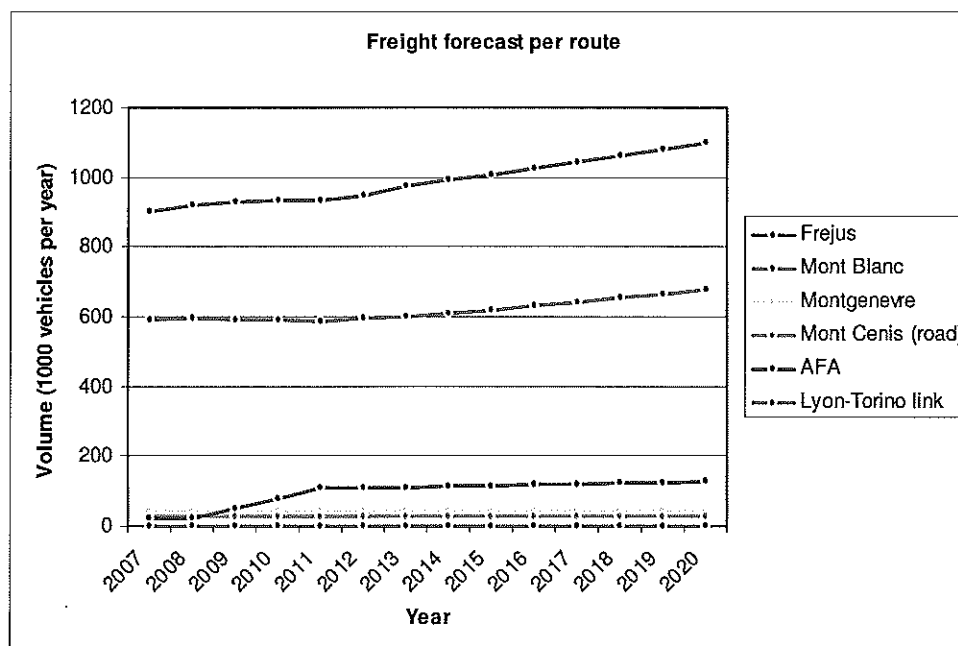


Figura 5-3: Previsioni merci per itinerario – economic slow down scenario

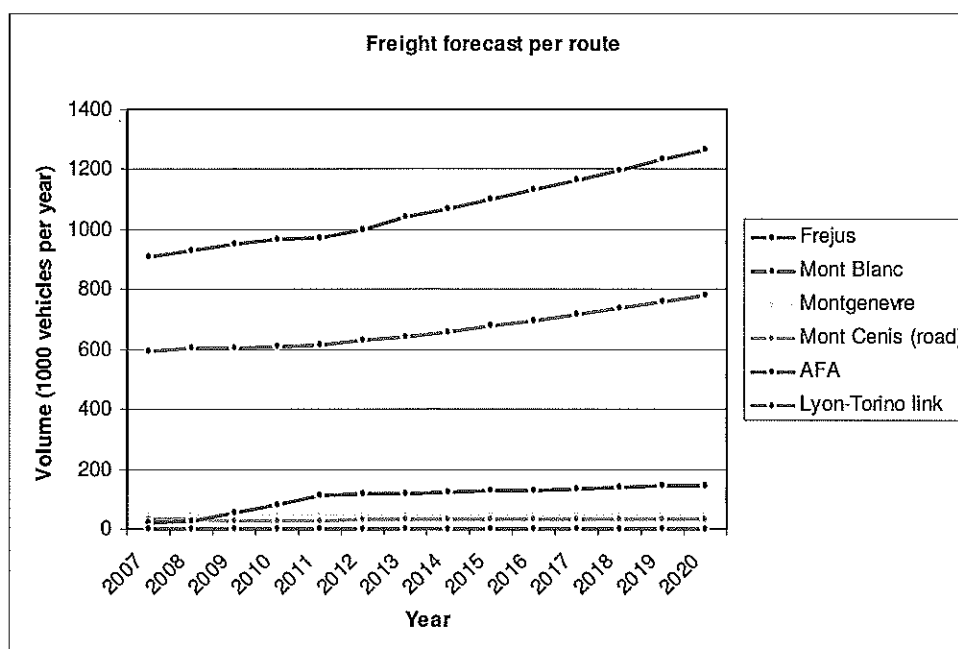


Figura 5-4: Previsioni merci per itinerario – high economic growth scenario

## 5.2 Impatto delle strategie di prezzo del pedaggio

Come specificato in Capitolo 4, sono state formulate tre diverse strategie di prezzo del pedaggio. Tali strategie consistono in un aumento del pedaggio del

3% annuo per gli anni 2009, 2010 e 2011 oppure del 5% annuo per gli stessi anni o del 5% annuo per i cinque anni dal 2009 al 2013.

### 5.2.1 Impatto delle strategie di prezzo del pedaggio sui volumi di trasporto passeggeri

La Figura 5-65 mostra gli effetti delle strategie di prezzo del pedaggio sul numero di veicoli passeggeri, nel Traforo del Frejus e per entrambi gli scenari ('economic slow down' e 'high economic growth').

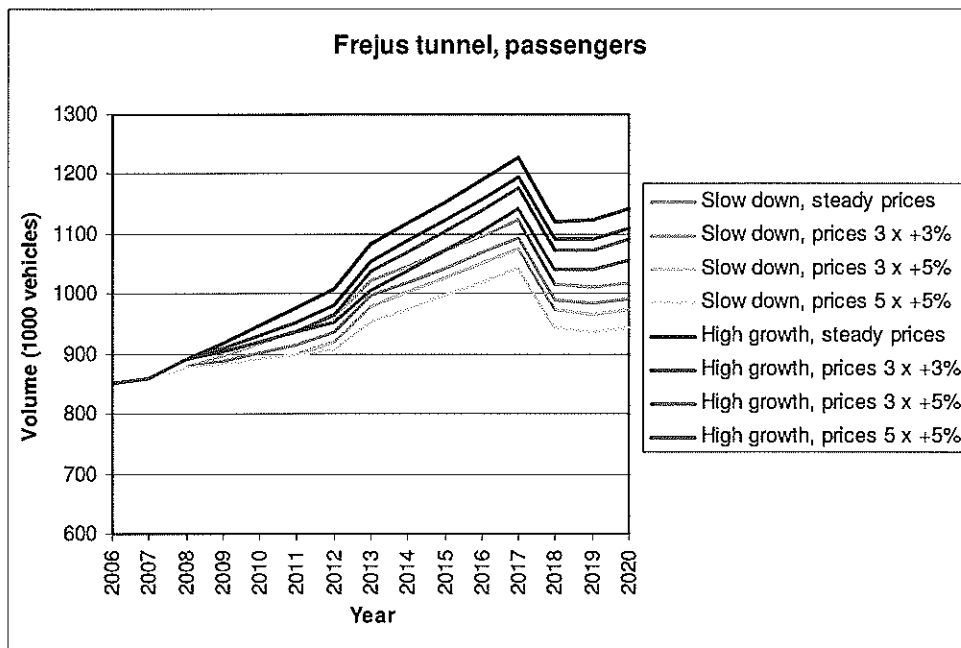


Figura 5-5: impatto sul volume di traffico passeggeri delle strategie di prezzo del pedaggio nel Traforo del Frejus

La netta caduta nei volumi, nell'anno 2018, per tutti gli scenari e strategie di prezzo considerati, sono da attribuire all'apertura della linea ferroviaria Lione-Torino per il trasporto passeggeri. La figura mostra che la crescita dei prezzi risulta in una sostanziale diminuzione nel traffico passeggeri, dati dettagliati si possono trovare in appendice D. La variazione nei volumi di traffico è composto dalla combinazione dell'effetto del volume del corridoio e della scelta della modalità/itinerario. L'effetto della scelta della modalità/itinerario è limitato dall'accordo tra il Traforo del Monte Bianco e del Frejus sui prezzi. La complessiva elasticità di prezzo per i volumi del trasporto passeggeri nel Traforo del Frejus è -0.26 (un aumento del 10% nel pedaggio risulterà in una diminuzione del 2.6% nel traffico passeggeri). Si noti che l'elasticità di prezzo varia con il livello dei prezzi; perciò il modello di simulazione non può essere utilizzato per analizzare gli effetti di incrementi estremi del prezzo (siccome tali incrementi aumentano probabilmente l'elasticità del prezzo e perciò tendono ad incrementare la relativa riduzione nel traffico passeggeri).

### 5.2.2 Impatto delle strategie di prezzo del pedaggio sui volumi del trasporto merci

La Figura 5-6 mostra gli effetti delle strategie di prezzo del pedaggio sul numero di veicoli merci, nel Traforo del Frejus e per entrambi gli scenari ('economic slow down' e 'high economic growth').

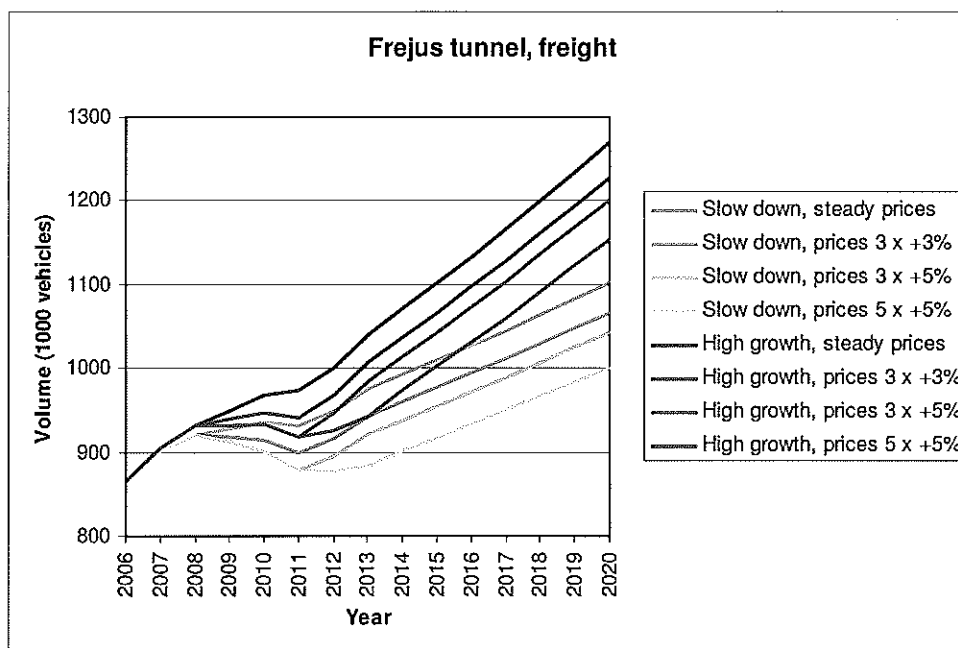


Figura 5-6: Impatto delle strategie di prezzo del pedaggio sui volumi del trasporto merci nel Traforo del Frejus

La crescita per tutti gli scenari e le strategie di prezzo risulta in più alti flussi di trasporto merci nel 2020 che nel 2006. Inoltre la figura mostra che un incremento del prezzo ha un effetto negativo sui volumi di traffico, dati dettagliati si possono trovare in appendice D. Dopo il 2009, nel caso dell'aumento del prezzo, il livello di crescita scende. Un aumento del 5% del prezzo risulta in una diminuzione nei volumi di traffico negli anni in cui c'è l'aumento. Per esempio, nel caso 'slow down scenario prices 5x5%', i volumi del trasporto merci nel 2013 sono quasi uguali a quelli dell'anno 2006.

La variazione nei volumi di traffico consiste in un combinato effetto del volume del corridoio e della scelta della modalità/itinerario. L'effetto della scelta della modalità/itinerario è limitato dall'accordo sul prezzo fatto tra il Traforo del Monte Bianco e quello del Frejus. L'elasticità di prezzo complessiva per i volumi del trasporto merci nel Traforo del Frejus è di -0.33%. Si noti che l'elasticità di prezzo dipende dal livello di prezzo; perciò il modello di simulazione non è valido per analizzare gli effetti di incrementi estremi del prezzo, siccome tali incrementi risultano probabilmente in una più alta elasticità.

*Handwritten signature*

### 5.3 Previsioni fino al 2050

Le previsioni fino al 2050 sono considerate per natura aleatorie e sommarie. In un periodo di tempo così lungo le rotture dei trend (dovuti a shock o eventi) possono facilmente verificarsi in diverse misure. Gli scenari per il periodo 2020-2050 sono costruiti sugli scenari 'economic slow down' e 'economic high growth' per il 2020 (si veda Capitolo 4 per una spiegazione degli scenari al 2050).

#### 5.3.1 Previsioni dello scenario passeggeri al 2050

I tassi di crescita annuali nel corridoio per il trasporto passeggeri nel periodo 2020-2050 risultano essere più bassi che nel periodo fino al 2020. Per quanto riguarda lo scenario 'economic slow down', la crescita media annuale è dell'1.8% contro il 2.3% del periodo fino al 2020, mentre per lo scenario 'economic high growth', la crescita media annuale è del 2.7% contro il 3.2% nel periodo fino al 2020. La Tabella 5-3 mostra i volumi previsti, in termini di veicoli passeggeri per il corridoio, per entrambi gli scenari.

Tabella 5-3: volume passeggeri previsto nel corridoio fino al 2050 (\*1000 vehicles)

	Economic slow down	High economic growth
2006	4,319	4,319
2010	4,739	4,895
2015	5,321	5,723
2020	5,975	6,691
2025	6,677	7,787
2030	7,404	8,991
2035	8,144	10,300
2040	8,889	11,707
2045	9,624	13,202
2050	10,339	14,770

Le figure che presentano le previsioni per itinerario, mostrano una crescita nel traffico passeggeri su tutti gli itinerari per entrambi gli scenari. Dopo la sua apertura, la connessione Lione-Torino diventa un'importante nuova alternativa nel corridoio. I futuri volumi di questa alternativa sono leggermente sottostimati, siccome è probabile che una notevole parte dei passeggeri che viaggia con la linea tradizionale passerà nella nuova linea ad alta velocità. Nel 2050 è previsto un raddoppio dei veicoli per il trasporto passeggeri nel Traforo del Frejus (dai 850,000 nel 2006 ai 1,760,000 nel 2050), per lo scenario 'economic slow down'. Per quanto riguarda lo scenario 'high economic growth', è previsto il triplicarsi del volume di traffico passeggeri nel Traforo del Frejus (dai 850,000 veicoli ai 2,550,000 veicoli nel 2050).

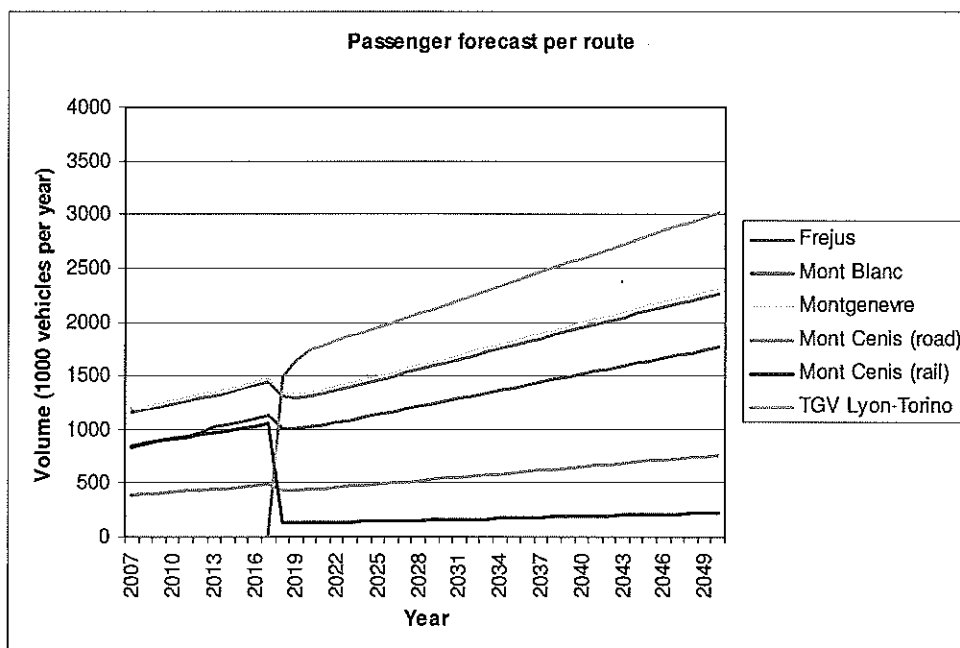


Figura 5-7: Previsione dei passeggeri per itinerario - economic slow down scenario (2050)

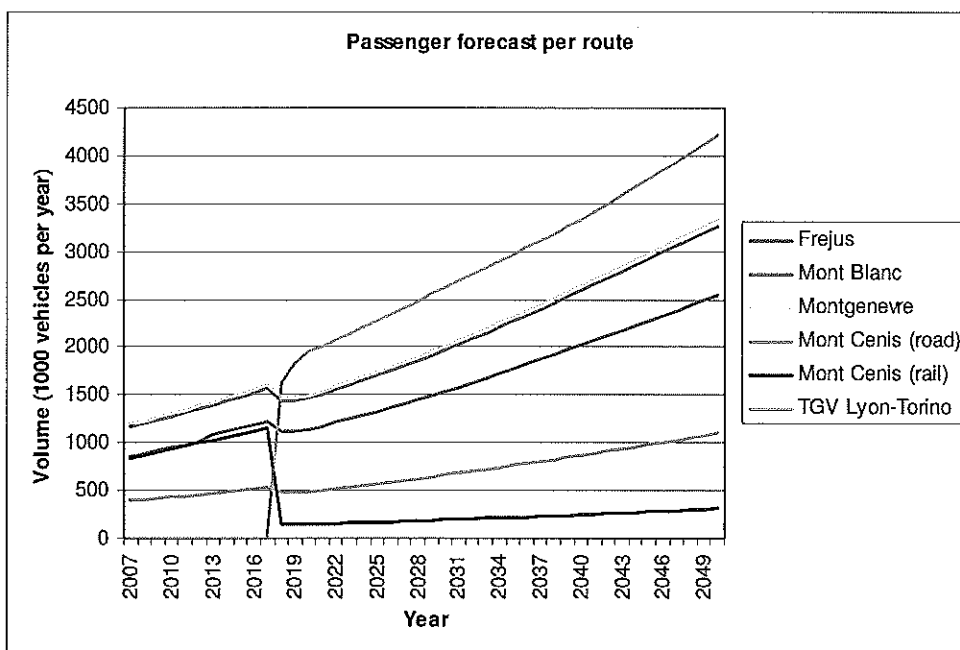


Figure 5-8: Previsione dei passeggeri per itinerario - high economic growth scenario (2050)

*Handwritten signature*



### 5.3.2 Previsioni dello scenario merci 2050

I tassi di crescita annuali nel corridoio per il volume di traffico merci nel periodo 2020-2050 sono più bassi che nel periodo fino al 2020. Per quanto riguarda lo scenario 'economic slow down', la crescita media annuale è dell'1.3% contro il 1.7% del periodo fino al 2020, mentre per lo scenario 'economic high growth', la crescita media annuale è del 1.9% contro il 2.7% nel periodo fino al 2020. La Tabella 5-34 mostra i volumi previsti, in termini di veicoli merci per il corridoio, per entrambi gli scenari.

Tabella 5-4: volume merci previsto nel corridoio fino al 2050 (\*1000 vehicles)

	Economic slow down	High economic growth
2006	1,553	1,553
2010	1,671	1,726
2015	1,817	1,978
2020	1,977	2,267
2025	2,144	2,532
2030	2,311	2,811
2035	2,477	3,103
2040	2,640	3,406
2045	2,797	3,717
2050	2,946	4,033

Gli sviluppi nei volumi in termini di veicoli merci per itinerario differiscono in maniera significativa tra i due scenari. Nello scenario 'economic slow down' la crescita nel trasporto su strada è, dopo l'apertura della linea ferroviaria merci della Lione-Torino nel 2013, limitata da uno 'slot system' per camion nei Trafori del Monte Bianco e del Frejus. Fuori dalle preoccupazioni ambientali in questo scenario il numero di 'slots' è limitato nel volume di traffico del 2023; tutta la crescita futura nel trasporto merci è re-indirizzato verso l'AFA e la linea ferroviaria Lione-Torino.

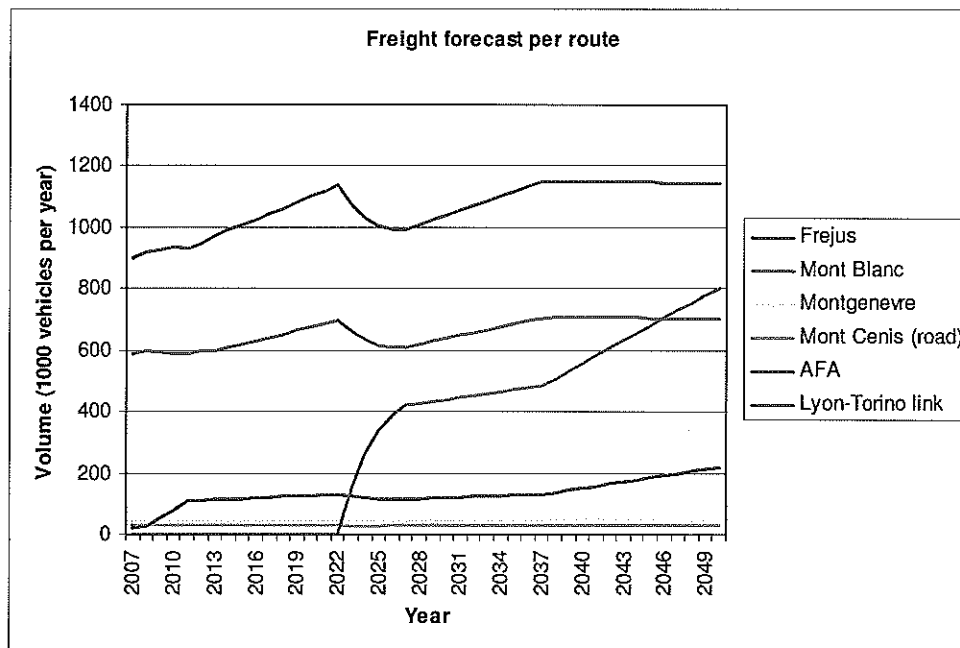


Figura 5-9: Previsione del trasporto merci per itinerario - economic slow down scenario (2050)

Per quanto riguarda lo scenario 'high economic growth' questi problemi ambientali sono risolti e la crescita nei volumi del trasporto merci attraverso i trafori non è limitata. In questo scenario il numero dei veicoli per il trasporto merci nel Traforo del Frejus è previsto aumentare dai 864,000 veicoli del 2006 versi i quasi 2 milioni nel 2050. La crescita media annuale risulta essere dell'1.9%, su un periodo così lungo di 44 anni, prevedendo perciò più di un raddoppio del volume del traffico merci. In questo scenario la linea ferroviaria Lione-Torino realizza una quota sostanziale di mercato pari a 600,000 camion. Tuttavia, il Traforo del Monte Bianco e soprattutto quello del Frejus rimangono alternative dominanti nel corridoio.

*Handwritten signature*

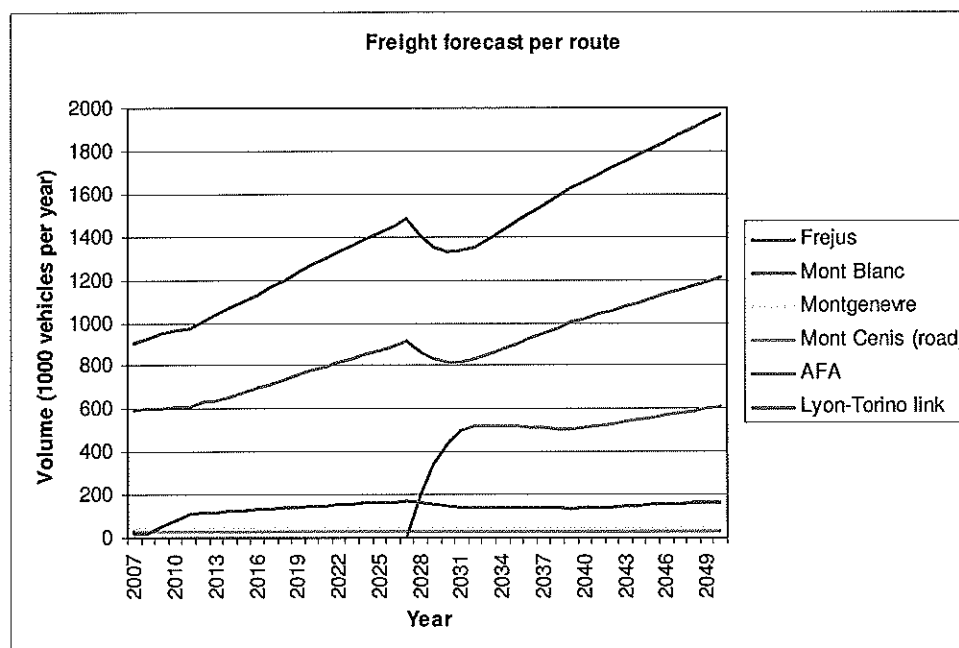


Figura 5-10: Previsione del trasporto merci per itinerario - high economic growth scenario (2050)

#### 5.4 Confronto dei risultati con altre previsioni

Negli ultimi anni numerose previsioni sono state effettuate per il corridoio alpino italo-francese, in generale sono state fatte per supportare specifiche decisioni riguardo le infrastrutture, come per esempio per la linea ferroviaria Lione-Torino, o come parte delle ampie previsioni europee. Di seguito sono confrontate le seguenti previsioni sul traffico per il Traforo del Frejus:

- LTF: Previsioni di traffico fatte per il progetto Lione-Torino (COWI, ECORYS, 2006)<sup>1</sup>;
- JB: Previsioni di traffico per il Traforo del Monte Bianco (JB conseils, 2007)<sup>2</sup>;
- TENSTAC: Previsione per il Traforo del Frejus fatto come parte dell'ampio progetto europeo TENSTAC (fonte NEA).

Nella Tabella 5-5 viene fatto un confronto del tasso medio annuale di crescita nel periodo fino al 2020, e se ulteriormente disponibile, per il volume di traffico merci per il Traforo del Frejus. L'abbreviazione FTTFM (Frejus Tunnel Traffic Forecasting Model) si riferisce al Modello di previsione di traffico del Traforo del Frejus come sviluppato in questo studio. Inoltre, si noti che la previsione

<sup>1</sup> La previsione tratta il Traforo del Monte Bianco e del Frejus come uno unico

<sup>2</sup> Le previsioni del JB Conseils considerano il Traforo del Monte Bianco come una parte del corridoio Monte bianco-Frejus (una quota fissa di trasporto sarà scelta per il MB). Perciò gli sviluppi presentati per il Traforo del MB possono essere applicati anche a quello del Frejus..

LTF1 è senza la nuova connessione Lione-Torino e che la previsione LTF1 è senza la nuova connessione ferroviaria.

Tabella 5-5: Confronto della media annuale di crescita (%) nel trasporto merci per il Traforo del Frejus

	Fino al 2020	Oltre il 2020
LTF-1*	3.1%	2.9%
LTF-2*	2.3%	1.8%
JB	-0.7%	0%
TENSTAC	4.3%	n.a.
FTTFM- slowdown**	1.7%	0.1%
FTTFM – high growth**	2.7%	1.5%

\*) dopo il 2020 si riferisce solamente al periodo 2020-2030

\*\*) proiezioni a lungo termine, fino al 2050, ed include la realizzazione della connessione ferroviaria Lione-Torino

I risultati delle previsioni del trasporto merci possono essere riassunti nel seguente modo:

- In quasi tutte le previsioni, eccetto la previsione del JB Conceils, è prevista una sostanziale crescita nel trasporto merci per il Traforo del Frejus (tra l'1.7% e il 4.3% all'anno);
- La crescita annuale nel volume del trasporto merci è probabile si riduca nel periodo successivo al 2020 (tra lo 0.13% e il 2.9%);
- L'apertura della connessione ferroviaria Lione-Torino riduce la crescita del trasporto merci nel Traforo del Frejus.

La Tabella 5-6 confronta il tasso di crescita annuale medio nel periodo fino al 2020, e se ulteriormente disponibile, per il trasporto passeggeri.

Tabella 5-6: Confronto della media annuale di crescita (%) nel trasporto passeggeri per il Traforo del Frejus

	Fino al 2020	Oltre 2020
LTF*	n.a.	n.a.
JB	0.7%	0%
TENSTAC	0%	n.a.
FTTFM- slowdown**	1.3%	1.8%
FTTFM – high growth**	2.0%	2.7%

\*) Disponibile solo per il trasporto ferroviario

\*\*) dati dopo il 2020 sono più alti che prima del 2020, perché l'introduzione della linea ferroviaria ad alta velocità Lione-Torino nel 2018, risulta in un notevole spostamento di modo prima del 2020. I dati della crescita fino al 2018, prima dell'apertura della connessione ferroviaria sono del 2.5% e 3.3% per i due scenari.

## Summary and conclusions

---

In questo capitolo vengono riassunti i risultati della previsione di traffico per i flussi passeggeri e merci attraverso il Traforo del Frejus. Di seguito vengono presentate le conclusioni sia per le previsioni al 2020 che per le previsioni a lungo termini fino al 2050. Vengono inoltre mostrate le elasticità del prezzo per il traffico merci e passeggeri nel Traforo del Frejus; tali elasticità sono state derivate dalle strategie di prezzo del pedaggio<sup>3</sup>.

### Conclusioni delle previsioni del traffico merci

- I flussi di traffico merci nel Traforo del Frejus si prevede aumentino da 860,000 veicoli nel 2006 ai 1,100,000 nel caso dello scenario 'slow down', e ai 1,270,000 nello scenario 'high economic growth', nel 2020. Tali previsioni del trasporto merci per il Traforo del Frejus sono da considerarsi modeste se paragonate a molti altri studi per la regione e alle più generali previsioni dell'EU per lo sviluppo del trasporto merci internazionale.
- Le previsioni di crescita modesta per il traffico nel Traforo del Frejus sono però da considerarsi ragionevoli alla luce della stagnazione della crescita del traffico nel periodo 1995-1999<sup>4</sup> e dell'estrema crescita nel periodo fino al 1994. I trend dello scorso decennio mostrano che non ci si può aspettare un nuovo periodo di elevata crescita per il futuro. Tuttavia, anche una prosecuzione del recente periodo di non crescita è improbabile per il prossimo decennio, perché:
  - la crescita economica e la crescita dei trasporti sono correlate;
  - non sono previsti nuovi concorrenti attraversamenti alpini nel periodo fino al 2020;
  - diversi sviluppi potrebbero favorire l'utilizzo del Traforo del Frejus (come la più rigida regolamentazione Svizzera ed i lavori stradali a Ventimiglia)
- La previsione del traffico merci per il Traforo del Frejus, nel periodo dal 2020 fino al 2050, mostra una minore crescita annuale rispetto al periodo fino al 2020.

---

<sup>3</sup> Il valore dell'elasticità del prezzo dipende dal livello dei prezzi, perciò le elasticità, come presentate in questo lavoro, possono solamente essere utilizzate per l'incremento del prezzo a seconda delle strategie di pedaggio (prezzo) testate.

<sup>4</sup> I risultati per il periodo 1999-2006 non sono considerati essere rappresentativi in seguito all'incidente nel Traforo in questo periodo



Questo può essere spiegato da una minore crescita economica prevista, dall'apertura del collegamento ferroviario Lione-Torino e da un irrigidimento delle regolamentazioni ambientali. La differenza tra i due scenari al 2050 è maggiore e riflette la maggiore incertezza di una previsione a così lungo termine. Le più rigide regolamentazioni ambientali si ripercuotono in una crescita pressoché nulla nello scenario 'slow down', dopo il 2020; in questo scenario tutta la crescita è diretta verso l'alternativa ferroviaria Lione-Torino. Per quanto riguarda lo scenario 'high economic growth', dove i problemi ambientali relativi al trasporto merci si assume siano risolti, il traffico merci nel Traforo del Frejus continua a crescere nel periodo 2020-2050 ad un tasso medio annuale di 1.5%.

- L'elasticità del prezzo per i volumi di merci nel Traforo del Frejus è pari a -0.3%; tale elasticità è composta da due effetti combinati, l'effetto della generazione di traffico e l'effetto di scelta della modalità/itinerario. A causa di specifiche condizioni locali, come un basso livello di competizione, l'effetto di generazione di traffico è più forte dell'effetto di scelta della modalità/itinerario, il quale è limitato dall'accordo sui prezzi stipulato tra il Traforo del Monte Bianco e del Frejus.

#### Conclusioni delle previsioni del traffico passeggeri

- La crescita nei volumi di traffico passeggeri per il Traforo del Frejus fino al 2018 è robusta: 2.5% per lo scenario 'slow down' e 3.3% per lo scenario 'high economic growth'. Tali tassi di crescita riflettono la stabilità del rapporto, come osservato nell'analisi temporale svolta nel capitolo 2, tra la crescita del GDP e i volumi di traffico passeggeri.
- Nelle previsioni fino al 2020, l'apertura della linea Alta Velocità Lione-Torino per il trasporto passeggeri, prevista per il 2018, risulta in un cambiamento della modalità e in una minore crescita dei volumi del trasporto passeggeri nel Traforo del Frejus (la media annuale di crescita 2007-2020 è di 1.3% per lo scenario 'slow down' e del 2.0% per 'high economic growth'). Questo risultato mostra che:
  - la linea Alta Velocità Lione-Torino è un serio concorrente per il trasporto passeggeri del Traforo del Frejus;
  - nonostante ci sia un cambiamento della modalità, da strada a ferrovia, la crescita generale nel corridoio è abbastanza forte da garantire una crescita nei volumi di traffico passeggeri nel Traforo del Frejus.
- Le previsioni di lungo termine, per il periodo fino a 2050, mostrano una crescita sostanziale nel trasporto passeggeri dopo il 2020 ad un tasso medio dell'1.8% per lo scenario 'slow down' e del 2.7% per lo scenario 'high economic growth'. Il tasso di crescita per questo periodo, come ci si aspettava, è minore che nel periodo fino al 2020.
- L'elasticità del prezzo per il volume di traffico passeggeri nel Traforo del Frejus è pari a -0.25; tale elasticità è composta da due effetti combinati, l'effetto del volume del corridoio e l'effetto di scelta della modalità/itinerario, il quale è limitato dall'accordo sui prezzi stipulato tra il Traforo del Monte Bianco e del Frejus.



## Appendix A: overview Literature

---

Traffico Merci attraverso le Alpi	Working group "Study on mobility in the Alpine Region"	2006
TEN-STAC: Scenarios, traffic forecasts and analysis of corridors on the Trans-European Network D3	TEN-STAC consortium Co-ordinator: NEA	2003
EXPEDITE D5: Report on tests with the pan-European Scenes model	EXPEDITE consortium Co-ordinator: RAND Europe	2002
EXPEDITE D6: Main outcomes of the national model runs for passenger transport	EXPEDITE consortium Co-ordinator: RAND Europe	2002
EXPEDITE D5: Main outcomes of the national model runs for freight transport	EXPEDITE consortium Co-ordinator: RAND Europe	2002
Italian and French port statistics	Ocean Shipping consultants	
Port of La Spezia statistics	<a href="http://www.infomare.it/harbs">www.infomare.it/harbs</a>	
Port of Gioia Tauro statistics	<a href="http://www.infomare.it/harbs/gtauro">www.infomare.it/harbs/gtauro</a>	
Statistiche traffici Porto di Genova	<a href="http://www.porto.ge.it">www.porto.ge.it</a>	
Traffic statistics Frejus tunnel (1980-2006)	SITAF	
Traffic statistics Mont Blanc tunnel (1965-2006)	Website <a href="http://www.tunnelmb.net/v3.0">www.tunnelmb.net/v3.0</a>	
Traffic counts Moncenisio (2005)	SITAF	
Traffic counts Monginevro (2006)	SITAF	
Mont Blanc tolls 1991 - 2006	Website <a href="http://www.tunnelmb.net">www.tunnelmb.net</a>	
Frejus tunnel tolls 1991 - 2006	SITAF	
Inflation French and Italy 1970 -	Eurostat	

2006		
GDP – current prices (1995) French, Italy, NL, BE , UK, GE 1980-2006	Eurostat	
Traffic lourd a travers les Alps 2005	DETEC	
Guterverkehr durch die Schweizer Alpen 2000	Verkehrsobservatorium, Bern	2001
Guterverkehr durch die Schweizer Alpen 2005	Bundesamt fur raumentwicklung	2006
IMPRINT Europe – charges for heavy good vehicles: Trans-Alpine Issues	ECOPLAN	2003
Analysis of road traffic across the Alpine arc – Italian contribution to the CAFT 04 survey	Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, Rome	2005
ATTIVITA'G Flussi veicolari transalpine – vol. A Dati di traffico forniti dagli enti gestori	Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, Rome	2005
ATTIVITA'G Flussi veicolari transalpine – vol. B Dati ed elaborazioni su veicoli leggeri e veicoli pesanti	Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, Rome	2005
Le transport de marchandises a travers les Alpes, principales mutations au cours des dix dernières années	Pierre Samblat	2006
Autostrada Ferroviara Alpina - presentation		
Rolling Highway Freiburg - Novara	Ralpin	2006
The Alpine Convention – Fact sheet	European Rail Infrastructure Managers	2007
Estimation des potentialités du trafic fret à travers les Alpes Cas spécifique de la nouvelle liaison ferroviaire transalpine France- Italie	COWI a/s, Ecorys Report prepared for DG-TREN of the EC	2006
Anno 2004, 2005, 2006 – report attività al 31 - dicembre	Autostrada Ferroviara Alpina	
Entry and competition in freight transport: How to best get your potatoes from Lyon to Turin	Delphine Prady, University of Toulouse Hannes Ullrich, Centre for European economic Research, Mannheim	2006



ALPNET – Thematic Network on Trans-Alpine Crossing	Co-ordinator: ICCR	2002
La riduzione dei transiti di mezzi pesanti al traforo del Frejus Analisi del fenomeno e individuazione delle cause	Centro studi sui Sistemi di Trasporto	2006
Valutazioni sul traffico e relativo studio sulla riduzione degli inquinanti al traforo del Frejus	SITAF S.p.A.	
Faisabilité d'une mise à péage de la RN205- Collecte des informations et état des lieux – fin Phase 1	JB Conseils (study for ATMB)	2007
Faisabilité d'une mise à péage de la RN205- Complément: étude d'un nouveau scénario	JB Conseils (study for ATMB)	2007
Document N 3599 Assemblée Nationale	Par Mme Bernadette Isaac- Sibille - Députée	2002
Galleria di sicurezza del traforo del Frejus – Progetto Definitivo		2007

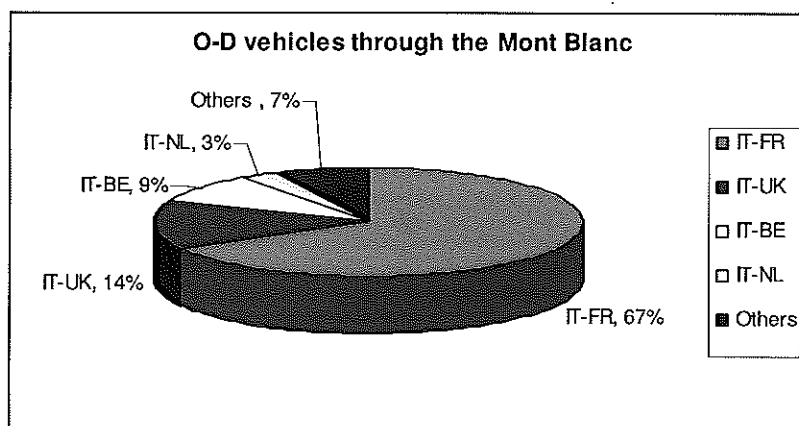


## Appendix B: O-D pie charts Alpine crossings

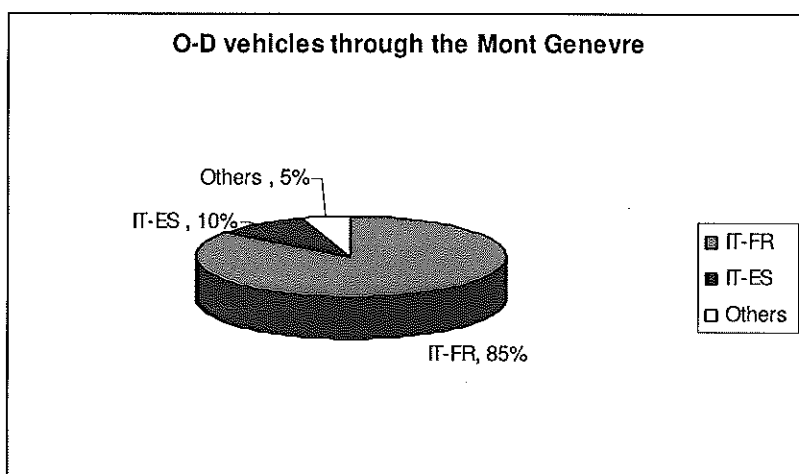
---

All O-D pie charts are for freight transport in 2004 based on the CAFT 2004 survey (Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, Steering Committee on mobility and safety in alpine region, 2006).

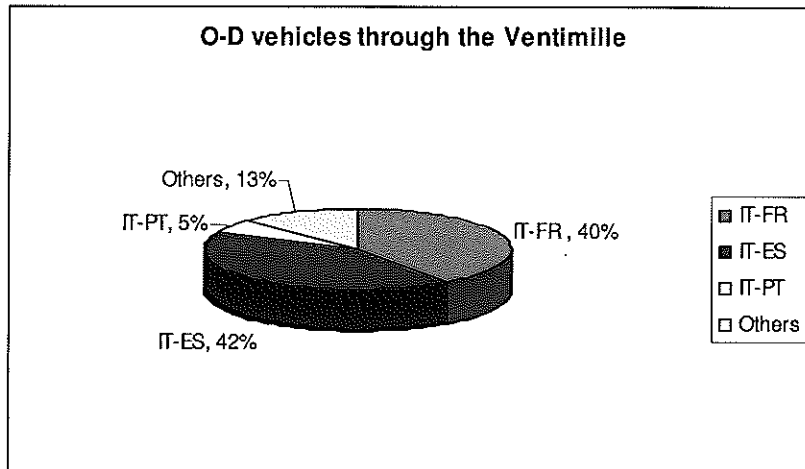
### Mont Blanc Tunnel



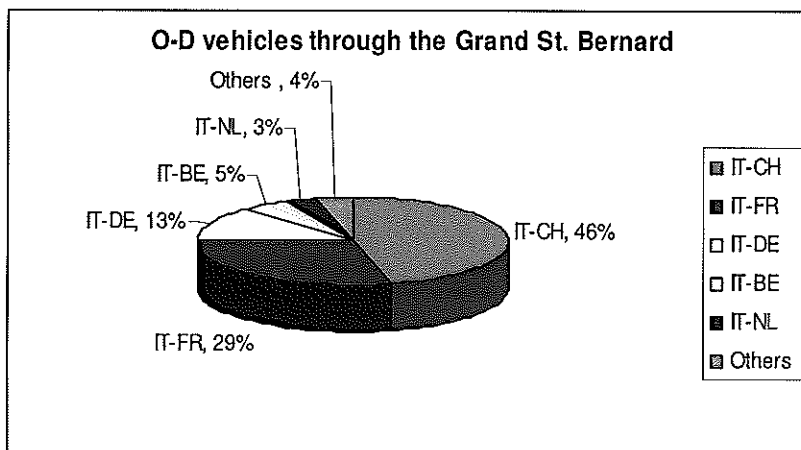
### Montgenevre



## Ventimille



## Grand St. Bernard



*Handwritten signature*

## Appendix C: Technical model description

---

This appendix describes the technical outline of the model used for the scenario forecasts. First the overall model structure is described and subsequently the two main components are reported in more detail.

### Model outline

The model used has two basic components that provide the total corridor volume and the alternatives' market shares respectively. Volume is thereby measured in the number of vehicles. For rail transport the volume in number of passengers or tonnes is therefore first converted to vehicle equivalents by using the conversion factors of 2.0 passengers per vehicle and 17 tonnes per vehicle respectively.

The volume  $V$  of mode/route  $m$  in a year  $t$  is calculated by multiplying the total corridor volume in this year with the mode/route's market share  $MS$ :

$$V_{t,m} = V_{t,corridor} * MS_{t,m}$$

In this way volume forecasts are made for passenger and freight volume separately (although subscripts for passengers/freight are omitted from the formulas for simplicity). The base year for the forecasts is 1980. As only for the Frejus and Mont Blanc tunnels the volumes are known for this year, the volumes for the other alternatives are estimated based on the predicted trend.

The following sections consecutively describe how the market shares and corridor volumes are calculated.

### 2006 traffic data for crossings in model

Table c1 presents an overview of the sources that have been used, and the assumptions that have been made, to fill the model with observed traffic flow data for the base year 2006.

Crossing	Flow type	Number of vehicles (*1000)	Source(s)
Frejus tunnel	passenger	850	SITAF tunnel data
	freight	864	SITAF tunnel data
Mont Blanc	passenger	1180	Website TBM
	freight	620	Website TBM
Rail Mont Cenis	Passenger*	700	1.4 million passengers in 2000 (COWI/Ecorys, 2006), 1.26 million passengers in 1997 (Isaac-Sibille, 2002)
	Freight**	7.5 million tonnes in 2006	8.5 million tonnes in 1999 and 6.6 million tonnes in 2004 (COWI/Ecorys, 2006), BBT study assumes 7.8 million tonnes in 2003
Mont Cenis ***)	Passenger	385	Estimated from Traffic count data for two weeks in 2005
	Freight	29	Estimated from traffic count data for two weeks in 2005
Montgenevre	Passenger	1251	Traffic count data in Claviere for the whole year 2006
	Freight	39	CAFT 2004 survey data

\*) the number of passenger in 2006 is estimated as equal to 2000 (1.4 million passengers represents around 700 vehicles), no growth has been assumed to reflect capacity/quality problems on this line

\*\*) conventional rail freight is not included as competitive mode in the modelling, as this is seen as a completely separate flow of goods

\*\*\*) The traffic count data for one week in July has been multiplied by a factor 8 and the traffic count data for one week in October 2005 has been multiplied by a factor 16

## Mode and route choice module

The market share of a mode/route alternative is a logit model that is corrected for the availability of the alternatives. If a mode/route is not available (because it is closed or not yet opened) the *Available* indicator is zero, so it has no market share. When an alternative becomes available the indicator rises gradually to one over a three (for passengers) or five (for freight) years time. The lagged increase of this indicator is to reflect the slow response of market shares to new or renewed alternatives that can be seen in practice from the available data.

The logit model further explicitly includes a scale factor  $\sigma$  to adjust the models sensitivity to the particular circumstances of this application. The market share of a mode/route combination is thus calculated by the following formula:

$$MS_{i,m} = \frac{Available_{i,m} * \exp[\sigma * u_{i,m}]}{\sum_m Available_{i,m} * \exp[\sigma * u_{i,m}]}$$

The utility function  $u$  depends on the attributes in-vehicle time ( $IVT$ ) for car and rail, the rail service headway ( $2WT$ ), the price  $P$  and a cost term  $CapCost$  associated to the capacity restrictions of alternatives:

$$u_{i,m} = \beta_{0,m} + \beta_1 * IVT_{i,m} + \beta_2 * 2WT_{i,m} + \beta_3 * P_{i,m} + CapCost_{i,m}$$

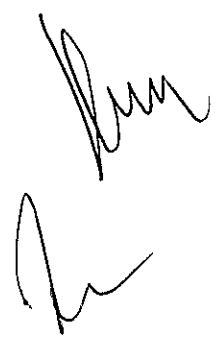
The rail service headway can for higher service frequencies be assumed to equal twice the waiting time. For the relatively low frequencies for the test phase of the Autoroute Ferroviare Alpine this assumption is less likely. Therefore the  $2WT$  variable is restricted to be 180 minutes at maximum for the AFA to better represent the actual average waiting time for this test phase.

The parameters used in this model are shown in Table C1. These parameters imply values of in-vehicle time of € 12/hour for passengers and € 35/hour for freight.

Table C1: Distribution model parameters

		Passengers	Freight
$\beta_1$	<b>Travel time</b>	-0.05	-0.05
$\beta_2$	<b>Rail service headway</b>	-0.05	-0.025
$\beta_3$	<b>Price</b>	-0.010	-0.015
$\beta_0$	<b>ASC Mont Blanc</b>	1.9	1.0
"	<b>ASC Montgenèvre</b>	0.5	-5.5
"	<b>ASC Mont Cenis (road)</b>	-0.3	-8.1
"	<b>ASC Mont Cenis (rail)</b>	10.8	n.a.
"	<b>ASC TGV Lyon-Turin</b>	2.5	-7.0
	<b>Frejus startup trend 1980-1994</b>	0.01	0.05
	<b>Frejus safety tunnel</b>	0.10	0.05
	<b>Mont Blanc 2001+</b>	-0.35	-0.5
$\sigma$	<b>Scale</b>	0.5	0.5

The  $CapCost$  variable corrects the volume on a route for the capacity of that route. The variable is calculated as:



$$CapCost_{t,m} = \min \left\{ 0, \ln \left[ \frac{CAP_{t,m}}{V_{t-1,m}} * \exp[CapCost_{t-1,m}] \right] \right\}$$

Only the Montgenèvre and Mont Cenis passes for freight and the Mont Cenis railway tunnel for passengers reach their capacity in this model; for other routes this variable is thus redundant.

Additionally three extra variables are included to match the specific trends of the Frejus and Mont Blanc tunnels. The Frejus tunnel showed especially for freight a gradual increase of the market share in the period from 1980 to 1994, which could not be represented well by the available data. A variable is used that is calculated as:  $\beta * (1995-year)$ .

A second variable aims to take account of the new safety tunnel for the Frejus tunnel. This is implemented as a dummy variable and assumed to take effect starting from the year 2013.

Thirdly a dummy variable has the purpose to correct the market share of the Mont Blanc tunnel after the reopening in 2001. This market share is considerably lower than before the closure.

### Corridor growth module

For the temporal development of the overall volume in the corridor a growth factor is calculated to multiply the previous year's corridor volume:

$$V_{t,corridor} = V_{t-1,corridor} * g_t$$

The growth factor depends on several factors. The GDP causes the major volume growth in the scenario forecasts. Sensitivity to the tunnel prices is directly included in the growth function. For passenger traffic also a Logsum from the mode-route choice model is included, which is calculated as:

$$Logsum_t = \ln \left[ \sum_m \exp[\sigma * u_{t,m}] \right]$$

Finally, an indicator for the availability of alternatives is used in the growth function. The availability factor is used to account for the closure of tunnels (mainly the Mont Blanc's 1999-2002 closure) and the opening of new routes (the Frejus tunnel in 1980 and the future rail alternatives). Overall, the growth factor is specified as:

$$g_t = \left( \frac{GDP_t}{GDP_{t-1}} \right)^{\alpha_1} * \left( \frac{P_t}{P_{t-1}} \right)^{\alpha_2} * \left( \frac{\exp[Logsum_t]}{\exp[Logsum_{t-1}]} \right)^{\alpha_3} * \left( \frac{Availability_t}{Availability_{t-1}} \right)^{\alpha_4}$$

This function has its parameters as indicated in Table C2.

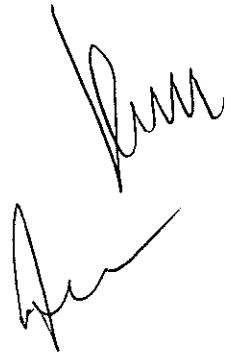


Table C2: Growth factor elasticities

		<b>Passengers</b>	<b>Freight</b>
$\alpha_1$	<b>GDP 1980-1994</b>	1.375	3.8
"	<b>GDP 1995-2006</b>	1.375	0.5
"	<b>GDP 2007 onwards</b>	1.375	1.0 <sup>5</sup>
$\alpha_2$	<b>Tunnels price level</b>	-0.2	-0.25
$\alpha_3$	<b>Logsum</b>	0.15	0
$\alpha_4$	<b>Availability</b>	0	0.1

<sup>5</sup> The GDP elasticity is set equal to 1.2 for the high economic growth scenario in the period up to 2020 addressing the change in O-D flows resulting from freight volume restrictions in Suisse.





## Appendix D: forecasts Frejus tunnel – various toll pricing strategies

---

The table D1 and D2 present the effect of various toll pricing strategies on the number of passenger vehicles and freight vehicles. The forecast are presented for the economic slow down and high economic growth scenario. The toll pricing strategies are:

- Toll price increase in real prices of 3% a year in 2009, 2010 and 2011 for both passenger and freight transport. Price increases apply to the Frejus tunnel as well as the Mont Blanc tunnel;
- Toll price increase in real prices of 5% a year in 2009, 2010 and 2011 for both passenger and freight transport. Price increases apply to the Frejus tunnel as well as the Mont Blanc tunnel;
- Toll price increase in real prices of 5% a year in 2009, 2010, 2011, 2012 and 2013 for both passenger and freight transport. Price increases apply to the Frejus tunnel as well as the Mont Blanc tunnel.

Table D1: Forecasted passenger volumes in Frejus tunnel (\*1000 vehicles)

	Economic slow down				High economic growth			
	Ref	3*3	3*5	5*5	Ref	3*3	3*5	5*5
2006	850	850	850	850	850	850	850	850
2010	917	901	891	891	947	931	921	921
2015	1072	1045	1027	997	1153	1124	1104	1072
2020	1019	992	975	945	1141	1111	1091	1058
2025	1139	1109	1089	1056	1328	1293	1270	1231
2030	1263	1229	1208	1171	1535	1494	1468	1423
2035	1389	1352	1328	1288	1767	1721	1691	1639
2040	1516	1476	1450	1405	2018	1965	1930	1871
2045	1641	1598	1570	1522	2276	2216	2177	2110
2050	1763	1717	1686	1635	2546	2479	2435	2361

Table D2: Forecasted freight volumes in the Frejus tunnel (\*1000 trucks)

	Economic slow down				High economic growth			
	Ref	3*3	3*5	5*5	Ref	3*3	3*5	5*5
2006	864	864	864	864	864	864	864	864
2010	936	915	902	902	967	946	933	933
2015	1009	977	955	917	1101	1066	1043	1001
2020	1101	1066	1043	1001	1269	1228	1201	1154
2025	1003	951	916	852	1422	1377	1346	1293
2030	1040	982	942	871	1334	1266	1219	1136
2035	1118	1055	1012	936	1469	1393	1341	1248
2040	1150	1113	1081	1000	1661	1455	1524	1425
2045	1148	1111	1088	1039	1816	1454	1667	1558
2050	1146	1110	1084	1046	1973	1453	1811	1694