

<p style="text-align: center;"><i>Prof. Ing. Agostino Nuzzolo</i></p>			
<p><i>Aggiornamento degli studi sui flussi di traffico previsti in relazione alla messa in esercizio del Ponte</i></p>			<p>22 gennaio 2024</p>

La presente *Relazione Generale sull'aggiornamento degli studi sui flussi di traffico previsti in relazione alla messa in esercizio del Ponte* è il risultato dell'attività di coordinamento degli studi e delle analisi svolte dal Prof. Ing. Agostino Nuzzolo, con il supporto del Dott. Enrico Bernardis e dell'Ing. Giovanni Birgillito, ed utilizza anche i risultati riportati nella relazione di Steer "Collegamento stabile tra Sicilia e Calabria: aggiornamento della domanda di mobilità".

<i>Prof. Ing. Agostino Nuzzolo</i>		
<i>Aggiornamento degli studi sui flussi di traffico previsti in relazione alla messa in esercizio del Ponte</i>		<i>22 gennaio 2024</i>

INDICE

1	INTRODUZIONE	5
2	LA METODOLOGIA GENERALE DI ANALISI E PREVISIONE DELLA MOBILITÀ	8
2.1	Introduzione.....	8
2.2	Mobilità passeggeri di lunga percorrenza	10
2.3	Mobilità passeggeri di breve e media distanza	17
2.4	Mobilità merci	24
3	I DATI UTILIZZATI.....	32
3.1	Introduzione.....	32
3.2	Dati da fonte	32
3.3	Floating Car Data	34
3.4	Dati telefonici.....	36
4	LE COMPONENTI DI TRAFFICO TRA SICILIA E RESTO D'ITALIA	37
4.1	Premessa	37
4.2	Traffico di attraversamento	37
4.3	Traffico Ro-Ro tra Sicilia e Italia Continentale.....	42
4.4	Traffico Aereo.....	46
5	L'ANDAMENTO DEL TRAFFICO COMPLESSIVO NEL PERIODO 2011-2022.....	50
5.1	Andamento storico della domanda passeggeri	50
5.2	Andamento storico delle merci.....	54
5.3	Correlazione dell'evoluzione della mobilità con gli indicatori socio-economici.....	56
6	LA STRUTTURA GEOGRAFICA DELLA MOBILITÀ ALL'ANNO BASE (2022).....	59
6.1	Introduzione.....	59
6.2	Mobilità passeggeri.....	61
6.3	Mobilità merci	67
7	LO SCENARIO DI RIFERIMENTO ALL'ENTRATA IN ESERCIZIO DEL PONTE (2032)	71
7.1	Introduzione.....	71
7.2	Infrastrutture e servizi di attraversamento dello Stretto	71
7.3	Nuove infrastrutture e servizi di trasporto rilevanti in Sicilia e nel resto d'Italia	73
8	LO SCENARIO DI PROGETTO ALL' ENTRATA IN ESERCIZIO DEL PONTE (2032).....	75
8.1	L'infrastruttura di progetto: tempi di attraversamento e classi di pedaggio	75
8.2	I servizi ferroviari di lunga percorrenza Sicilia – Resto d'Italia.....	76
8.3	I servizi ferroviari regionali e bus Messina-Reggio Calabria	79

<i>Prof. Ing. Agostino Nuzzolo</i>			
<i>Aggiornamento degli studi sui flussi di traffico previsti in relazione alla messa in esercizio del Ponte</i>			<i>22 gennaio 2024</i>

8.4	I servizi marittimi dello Stretto e di lunga percorrenza	80
8.5	I voli passeggeri tra Sicilia e resto d'Italia	80
9	LE IPOTESI DI VARIAZIONE DELLA DOMANDA DI MOBILITÀ	81
9.1	Le ipotesi di variazione tendenziale della mobilità sino al 2032.....	81
9.2	Le componenti di crescita esogena della domanda di trasporto merci	82
10	AGGIORNAMENTO DELLE PREVISIONI DELLA DOMANDA DI MOBILITÀ	83
10.1	Lo scenario di riferimento	83
10.2	Lo scenario di progetto	85
10.3	Quote modali della domanda di attraversamento.....	89
10.4	Previsioni di traffico sul Ponte.....	90
11	AGGIORNAMENTO DELLE PREVISIONI DI TRAFFICO DELLA METRO REGIONALE.....	91
11.1	Introduzione.....	91
11.2	I servizi ferroviari regionali di progetto di attraversamento dello Stretto	92
11.3	I collegamenti serviti dal sistema metropolitano regionale	93
11.4	Funzione di collegamento Messina – Reggio Calabria	93
11.5	Funzione di collegamento extraurbano regionale.....	96
11.6	Funzione di dorsale urbana del trasporto pubblico a Messina.....	97
11.7	Traffici passeggeri complessivi delle fermate di progetto	97
	APPENDICE MODELLISTICA	98

<i>Prof. Ing. Agostino Nuzzolo</i>			
<i>Aggiornamento degli studi sui flussi di traffico previsti in relazione alla messa in esercizio del Ponte</i>			<i>22 gennaio 2024</i>

1 INTRODUZIONE

Stretto di Messina S.p.A. ha sempre dedicato particolare attenzione allo studio del traffico di attraversamento dello Stretto, consapevole del valore strategico che esso riveste per il Progetto del Ponte. A tal fine, durante tutta la storia del progetto si sono susseguite ampie analisi trasportistiche sviluppate con il supporto di autorevoli istituti ed esperti e basate ovunque possibile su dati forniti da fonti ufficiali.

In particolare, nel 2003, in occasione dell'ultimazione del Progetto Preliminare, Stretto di Messina ha provveduto ad aggiornare le previsioni dei flussi di traffico poste a base del Piano Finanziario ed inserite nella convenzione stipulata con il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti. L'aggiornamento 2003 muoveva dalle metodologie e dalle analisi sviluppate per conto dei Ministeri dall'Advisor ed assumeva come riferimento i volumi di traffico e di domanda ricostruiti per l'anno 2000.

Successivamente, anche in attuazione alla specifica raccomandazione del CIPE¹, la Società, con l'ausilio di Consulenti esperti, ha avviato un articolato "Progetto Traffico" mirato a studiare approfonditamente e monitorare con continuità il fenomeno della mobilità tra la Sicilia ed il Continente mediante l'uso di una appropriata modellistica, il reperimento di dati da fonte e l'esecuzione di campagne di indagini per la raccolta di dati diretti. In tale contesto è stato effettuato nel 2005-2006 un aggiornamento dei modelli previsionali ed uno studio approfondito della struttura del traffico 2006 che ha consentito un primo aggiornamento delle previsioni di traffico. Per la stima dei traffici futuri sul Ponte si è partiti dalla stima della domanda di mobilità complessiva, passeggeri e merci, tra la Sicilia ed il Continente su tutte le direttrici e su tutti i modi di trasporto. Il livello "base" della domanda è stato ricostruito in base alle informazioni reperite da tutte le fonti disponibili (Autorità Portuali, Assaeroporti, Gruppo Ferrovie dello Stato, Compagnie di navigazione, Conto Nazionale dei Trasporti, ecc.), con particolare riferimento all'anno 2006, allora assunto come anno "base" delle previsioni.

¹ Raccomandazione n° 1 della delibera CIPE 1° agosto 2003, n°66: *"Si raccomanda che nell'ambito della progettazione definitiva siano posti a disposizione studi aggiornati circa i flussi di traffico previsti in relazione alla messa in esercizio del Ponte"*.

<i>Prof. Ing. Agostino Nuzzolo</i>			
<i>Aggiornamento degli studi sui flussi di traffico previsti in relazione alla messa in esercizio del Ponte</i>			<i>22 gennaio 2024</i>

La campagna di indagini dirette sul territorio svolte nel 2005 - 2006 ha riguardato la realizzazione di:

- un monitoraggio, integrale e continuativo, del traffico veicolare stradale che attraversa lo Stretto di Messina, per un periodo di 365 giorni;
- rilievi campionari mediante 21 giorni di interviste campionarie effettuate nell'arco delle intere 24 ore agli utenti del sistema dei trasporti siciliano (circa 40.000 interviste dirette presso i terminali di traghettamento sulle due sponde e presso 5 stazioni ferroviarie, 2 aeroporti e 7 porti dell'Isola);
- circa 10.000 interviste telefoniche nelle province di Messina e Reggio Calabria.

Si è potuta così realizzare una consistente Banca Dati geo-referenziata con l'insieme delle informazioni necessarie per la gestione di un modello multi-modale di previsione dei traffici futuri: dati di origine/destinazione, motivo e frequenza dei viaggi, costi e tempi di viaggio, tipologie dei veicoli, modi di accesso/egresso ai terminali aerei e ferroviari, ecc.

Con tale modello è stato quindi possibile studiare l'evoluzione attesa per i traffici futuri attraverso il Ponte come componente organica della mobilità complessiva Sicilia - Continente nel contesto di scenari trasportistici determinati dai programmi di potenziamento/completamento delle infrastrutture portanti dell'area ai diversi orizzonti temporali.

Successivamente, nel 2010 – 2011, in contemporanea con la redazione da parte del Contraente Generale, del Progetto Definitivo del collegamento stabile, lo Stretto di Messina ha provveduto ad effettuare un ulteriore aggiornamento delle previsioni dei transiti veicolari sul Ponte, ai fini sia delle analisi finanziarie che delle verifiche ambientali. In generale, le attività svolte hanno riguardato: la ricerca ed elaborazione sistematica di tutti i dati da Fonte disponibili, inerenti i traffici da/per la Sicilia relativi agli ultimi anni; l'aggiornamento dei tassi di crescita della domanda e delle caratteristiche generali del sistema dei trasporti nei quali si inserirà il Ponte; la realizzazione di una campagna di indagini integrative sui traffici di attraversamento dello Stretto (12 giornate di indagini campionarie); l'elaborazione di previsioni aggiornate dei transiti veicolari sul Ponte mediante l'utilizzo della metodologia e degli strumenti matematici già impiegati per le precedenti previsioni, allo scopo di rendere confrontabili le due serie di dati numerici.

<i>Prof. Ing. Agostino Nuzzolo</i>			
<i>Aggiornamento degli studi sui flussi di traffico previsti in relazione alla messa in esercizio del Ponte</i>			<i>22 gennaio 2024</i>

Nel seguito, il presente documento si riferisce agli studi effettuati nell'ultimo aggiornamento operato nel 2023 e comprende:

- una sintesi della metodologia generale di analisi e previsione della domanda di mobilità e dei traffici
- la descrizione dei dati di traffico e di mobilità reperiti ed utilizzati
- l'analisi delle componenti di traffico Sicilia – Resto Italia e dell'andamento nel periodo 2011-2022
- analisi del quadro complessivo della domanda di mobilità Sicilia – Resto Italia e dell'andamento nel periodo 2011-2022
- l'analisi della struttura della domanda di mobilità all'anno base 2022
- l'ipotesi di scenario di riferimento all'anno di entrata in esercizio del Ponte (2032)
- le ipotesi di scenari di progetto all'anno di entrata in esercizio del Ponte (2032)
- le ipotesi di variazione tendenziale della mobilità
- le previsioni della domanda di mobilità per lo scenario di riferimento
- Le previsioni della domanda di mobilità per lo scenario di progetto
- Le previsioni dei traffici del Ponte
- Le previsioni di traffico per la Metro Regionale
- Una appendice modellistica con i modelli di offerta, di domanda e di interazione domanda-offerta utilizzati nello studio.

<i>Prof. Ing. Agostino Nuzzolo</i>			
<i>Aggiornamento degli studi sui flussi di traffico previsti in relazione alla messa in esercizio del Ponte</i>			<i>22 gennaio 2024</i>

2 LA METODOLOGIA GENERALE DI ANALISI E PREVISIONE DELLA MOBILITÀ

2.1 Introduzione

In questo capitolo viene riportata la metodologia per l'analisi della domanda e del traffico passeggeri e merci attuale e per la previsione dei valori futuri, relativi agli scambi che hanno come origine o destinazione la regione Sicilia (vedi fig. 2.1).

La metodologia di stima viene specificata, oltre che distinguendo tra passeggeri e merci, anche in relazione:

- ai collegamenti di lunga distanza, tra la Sicilia e le regioni a nord della Calabria
- ai collegamenti di breve – media distanza, connessi:
 - alla mobilità locale nell'area dello Stretto, con origine e destinazione all'interno delle province di Reggio Calabria e Messina;
 - alla mobilità tra le regioni Sicilia e Calabria, esclusa quella locale.

La ricostruzione **all'anno base** (2022) della domanda e del traffico, come dettagliato nei capitoli successivi, è stata condotta sulla base:

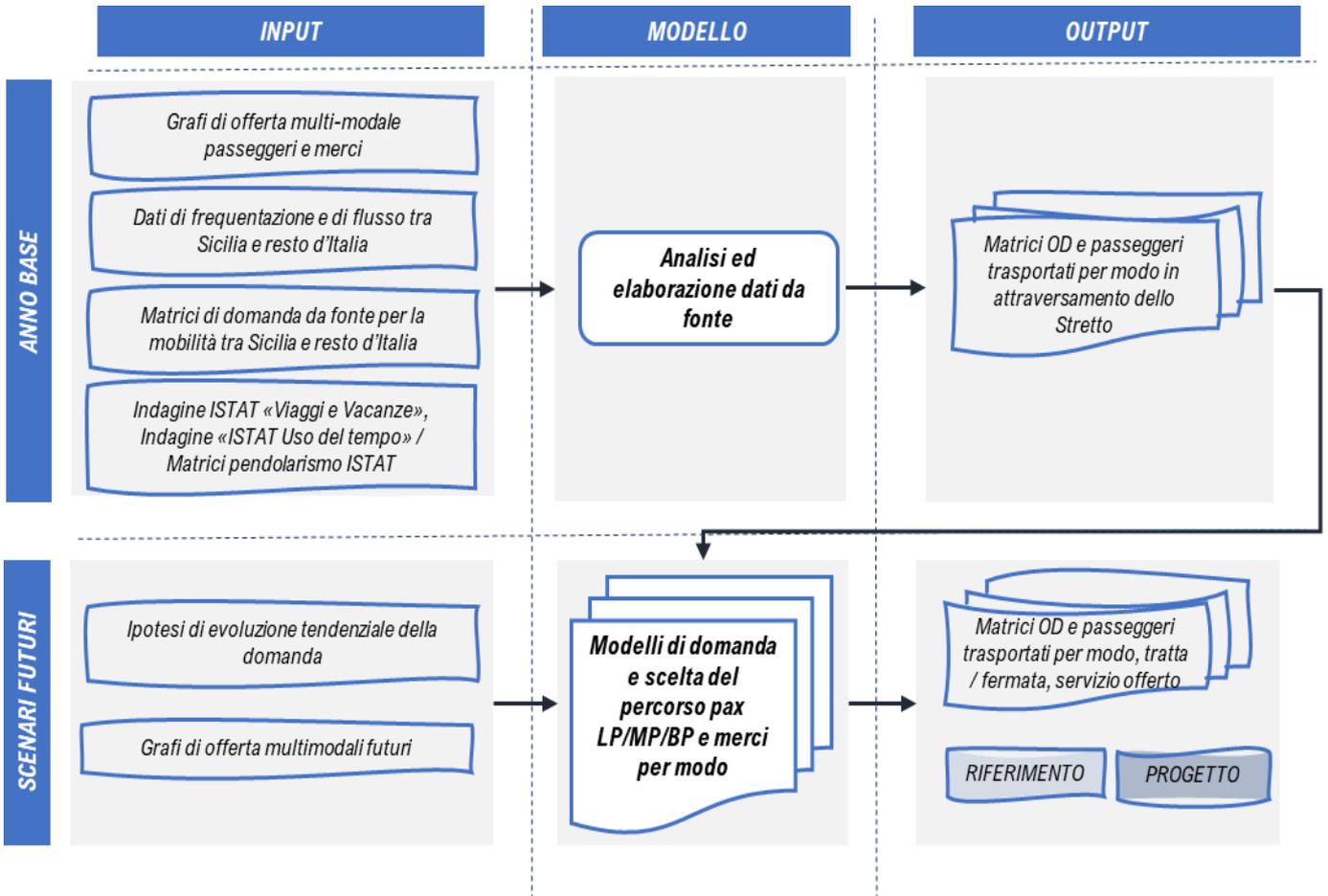
- dei dati da fonte (AdSP, ANAS, CAS, RFI, etc);
- di dati Floating Car Data – FCD dei veicoli in transito sullo Stretto, acquisiti da SdM SpA;
- di dati telefonici Vodafone sulla mobilità tra Sicilia e Calabria, resi disponibili dalla STdM del MIT;
- delle indagini pregresse riportate in precedenza (in attesa del completamento di quelle programmate).

Negli **scenari futuri**, il livello e la ripartizione modale della domanda sono modificati in funzione delle ipotesi di sviluppo (crescita tendenziale della mobilità) e degli scenari di Offerta di Trasporto, mediante modelli di scelta modale disponibili, ricalibrati in modo da riprodurre la mobilità dell'anno base, e successivamente applicati agli scenari di valutazione

Nel prosieguo vengono sinteticamente descritti i modelli utilizzati, rinviando all'Appendice Modellistica per una descrizione più dettagliata dei modelli stessi.

Prof. Ing. Agostino Nuzzolo			
Aggiornamento degli studi sui flussi di traffico previsti in relazione alla messa in esercizio del Ponte			22 gennaio 2024

Figura 2-1 Schema generale di costruzione del sistema di modelli e previsione dei traffici



Tutti i modelli di previsione (passeggeri lunga percorrenza, passeggeri breve-media percorrenza e merci) sono stati implementati su software CUBE sviluppato e distribuito da Bentley inc.

<i>Prof. Ing. Agostino Nuzzolo</i>			
<i>Aggiornamento degli studi sui flussi di traffico previsti in relazione alla messa in esercizio del Ponte</i>			<i>22 gennaio 2024</i>

2.2 Mobilità passeggeri di lunga percorrenza

2.2.1 Area di studio e zonizzazione

Per l'analisi del collegamento stabile Sicilia-Continente, considerata l'influenza che tale intervento può avere su tutto il sistema di trasporto nazionale, per i collegamenti di lunga percorrenza si è assunta come area di studio tutto il territorio italiano.

Considerata l'ubicazione dell'intervento di progetto da realizzare, per la lunga percorrenza si è ritenuto opportuno procedere ad una zonizzazione dell'area di studio adottando un livello di dettaglio che aumenta avvicinandosi allo Stretto di Messina, escludendo tuttavia la Regione Calabria, dato che l'ambito di analisi di lunga distanza riguarda i collegamenti tra la Sicilia e le regioni a nord della Calabria.

In particolare, sono stati adottati quattro livelli di zonizzazione, definiti come segue:

- Livello 1: le regioni del Nord Italia sono state aggregate in due ripartizioni geografiche (Nord Ovest e Nord Est);
- Livello 2: il territorio del Centro Italia è stato suddiviso a livello di Regioni (ciascuna zona coincide con una Regione);
- Livello 3: le regioni del Sud, eccetto il Comune di Messina, sono state suddivise su base provinciale o aggregazione comunale (ogni zona è definita da un insieme di più comuni all'interno della medesima provincia);
- Livello 4: Il comune di Messina costituisce una zona di traffico a sé stante.

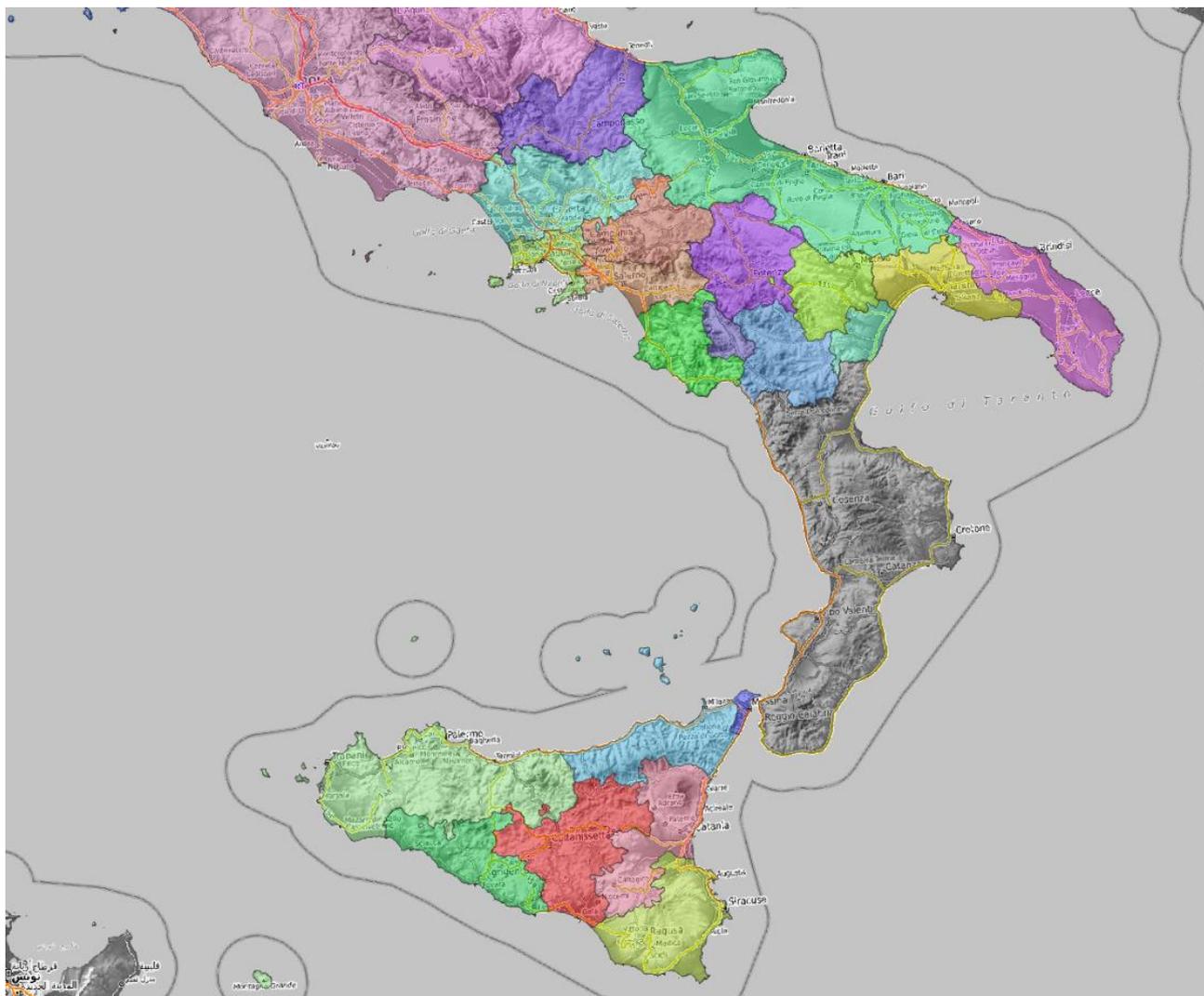
Il numero totale di zone definite è dunque pari a 29, e precisamente:

- 2 relative alla zonizzazione di livello 1;
- 6 relative alla zonizzazione di livello 2;
- 20 relative alla zonizzazione di livello 3 (di cui 6 in Sicilia e le restanti 14 in continente);
- 1 relativa alla zonizzazione di livello 4.

A titolo di esempio, nella figura a pagina seguente è riportata la zonizzazione di livello 3 e 4.

Prof. Ing. Agostino Nuzzolo			
Aggiornamento degli studi sui flussi di traffico previsti in relazione alla messa in esercizio del Ponte			22 gennaio 2024

Figura 2-2 Zonizzazione per le lunghe percorrenze (livello 3 e 4)



2.2.2 Procedura di previsione della domanda passeggeri di lunga percorrenza

In questo paragrafo viene sinteticamente descritta la procedura di previsione della domanda di lunga percorrenza e del relativo traffico futuro che attraverserà lo Stretto di Messina negli scenari di riferimento e di progetto.

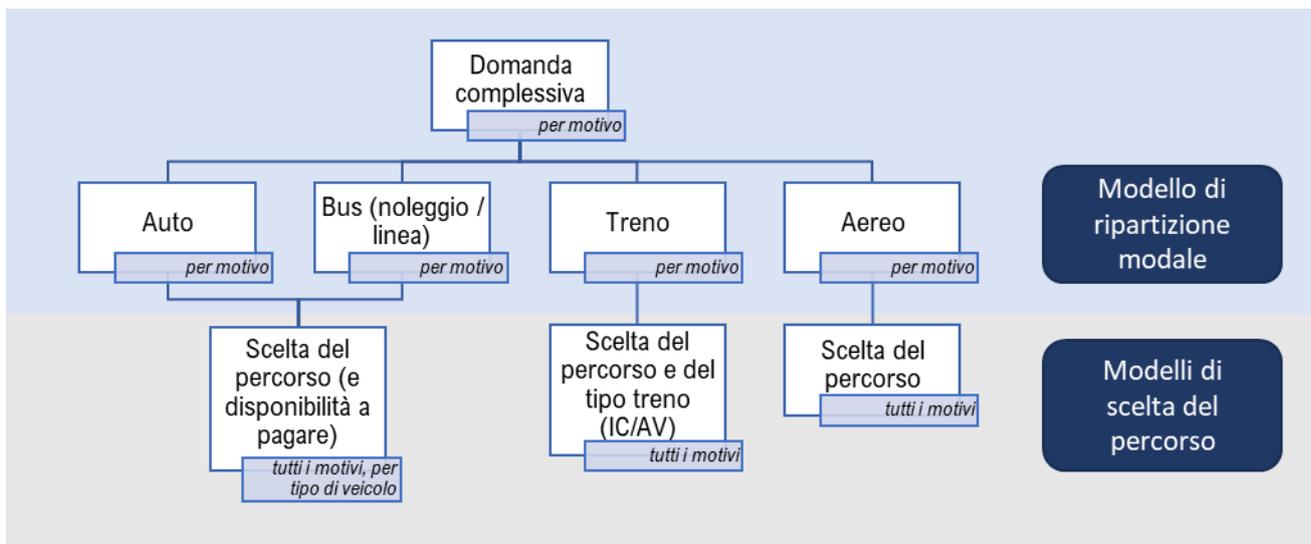
Come sopra accennato, la procedura si sviluppa a partire dalla ricostruzione delle matrici O/D attuali del traffico annuo per modo di trasporto; la domanda complessiva viene proiettata al futuro sulla base delle ipotesi di sviluppo della mobilità, per ottenere il livello e la distribuzione della Domanda di Trasporto agli orizzonti temporali corrispondenti agli scenari infrastrutturali di Offerta di Trasporto di

Prof. Ing. Agostino Nuzzolo			
Aggiornamento degli studi sui flussi di traffico previsti in relazione alla messa in esercizio del Ponte			22 gennaio 2024

interesse. In base ai valori degli Attributi di Livello di Servizio - ALS di ciascun modo, propri di tali scenari, vengono stimati la ripartizione modale tra strada, ferrovia, aereo, bus e quindi, per le modalità su strada, la quota di utilizzo del Ponte nel caso di eventuali scenari progettuali che prevedano la presenza del traghetto.

La modalità nave (RoRo di lunga percorrenza) non è stata considerata nelle previsioni di lunga percorrenza, in quanto si ritiene che questa componente, per le caratteristiche e per l'ambito geografico dei collegamenti marittimi passeggeri (prevalentemente su Palermo), nella sostanza sia un'invariante rispetto al progetto del Ponte.

Figura 2-3 Procedura di previsione della domanda passeggeri di lunga percorrenza



Per l'applicazione della procedura, si è pertanto proceduto a:

- ricostruzione delle matrici O/D attuali per modo di trasporto;
- calcolo degli attributi di Livello di Servizio per gli scenari di Offerta considerati (attuale e futuri);
- ri-calibrazione dei modelli di domanda;
- applicazione dei modelli di domanda agli scenari futuri.

2.2.3 Ricostruzione delle matrici O/D

La ricostruzione delle matrici O/D modali è stata effettuata sulla base dei dati di mobilità e di traffico disponibili, in particolare sulla base di (vedi capitolo seguente):

<i>Prof. Ing. Agostino Nuzzolo</i>			
<i>Aggiornamento degli studi sui flussi di traffico previsti in relazione alla messa in esercizio del Ponte</i>			<i>22 gennaio 2024</i>

- Flussi di traffico tra Sicilia e resto d'Italia, come ricostruiti sulla base dei dati raccolti per l'anno base 2022;
- Matrici FCD per gli spostamenti su autovettura in attraversamento dello Stretto;
- Matrici Vodafone ricostruite a partire dai dati di telefonia mobile.

Oltre che per il modo, le matrici O/D sono caratterizzate anche per motivo dello spostamento. I motivi considerati sono:

- lavoro ed affari;
- tempo libero, svago e turismo;
- altri motivi.

In assenza di indagini specifiche, la disaggregazione per motivo di spostamento è basata sulla ripartizione da modello di domanda, come sviluppato nell'ambito degli studi svolti per conto di RFI ai fini della stima della domanda dell'AV Salerno – Reggio Calabria.

2.2.4 Modello di ripartizione modale della domanda

Nel seguito, viene descritto il modello di ripartizione modale utilizzato per la lunga percorrenza.

Si tratta di un modello specificato e calibrato nell'ambito degli studi di traffico dell'Alta Velocità SA-RC e riportati nei rapporti pubblicati sul sito del relativo Dibattito Pubblico. Il modello è stato ricalibrato sui dati di mobilità e traffico ricostruiti per l'area del presente studio di traffico.

Il modello fornisce la probabilità che il generico utente, compiendo uno spostamento fra una zona origine ed una zona destinazione per un prefissato motivo, utilizzi un determinato modo di trasporto. La formulazione del modello è di tipo logit multinomiale semplice (ad un singolo livello, come rappresentato nella precedente Figura 2-3). Nel caso di alternative di percorso o di servizi all'interno di un modo, la scelta viene riprodotta a livello modello di scelta del percorso, come riportato nel seguito.

Sono stati calibrati 6 differenti modelli di scelta modale per la mobilità di lunga percorrenza tra Sicilia e Resto d'Italia, uno per ciascuno dei motivi analizzati (lavoro ed affari, svago e turismo, altri motivi), distinguendo inoltre, per ciascun motivo, secondo la durata di permanenza a destinazione, ovvero tra viaggi di breve durata (permanenza massima pari ad 1 notte) da quelli di lunga durata.

Le modalità considerate nel modello di ripartizione modale sono complessivamente cinque: autovettura privata, bus (a noleggio e di linea), ferrovia ed aereo.

<i>Prof. Ing. Agostino Nuzzolo</i>			
<i>Aggiornamento degli studi sui flussi di traffico previsti in relazione alla messa in esercizio del Ponte</i>			<i>22 gennaio 2024</i>

Per ciascun modo di trasporto, gli Attributi di Livello di Servizio che compaiono nella funzione di utilità sono attributi di livello di servizio e territoriale: i primi sono relativi alle caratteristiche del servizio offerto dal singolo modo, come il tempo di viaggio e il costo dello spostamento; i secondi sono relativi a talune caratteristiche dell'ambito geografico dello spostamento (ad esempio la collocazione dell'origine o della destinazione). Esistono inoltre attributi specifici dell'alternativa, o costanti modali, che valgono 1 per un modo e 0 per gli altri e tengono conto di quelle caratteristiche proprie di ciascun modo non valutabili quantitativamente (ad esempio la privacy dell'auto) o comunque non esplicitamente presenti all'interno delle funzioni d'utilità.

Gli attributi di livello di servizio (tempi e costi monetari per coppie O/D) vengono calcolati per ogni modo considerato sulla base dei modelli di offerta stradale e dei servizi di trasporto collettivo (bus, treno).

Il calcolo degli attributi della rete stradale per ogni coppia O/D, note le funzioni di costo sui singoli archi, avviene generando preliminarmente per ogni coppia o/d il percorso minimo, rispetto al costo generalizzato dello spostamento, sul quale si ricavano i necessari ALS. Gli attributi relativi alle reti dei servizi, per un'assegnata coppia O/D, vengono calcolati su una rete dei servizi implementabile con un approccio per linee.

Maggiori dettagli circa la formulazione, gli attributi e la calibrazione e validazione del modello di scelta modale per la domanda di lunga percorrenza sono riportati nell'Appendice Modellistica.

2.2.5 Modelli di scelta del percorso

Una volta ottenute le matrici di domanda per ciascuno scopo e modo di trasporto, queste vengono aggregate per modo e quindi, in dipendenza degli ALS futuri dei percorsi possibili sulle reti modali di ciascun sistema di trasporto, vengono anche stimate le quote di utilizzo dei diversi itinerari, e quindi dei diversi nodi ed archi delle reti. Le procedure di scelta del percorso implementate nel modello possono essere distinte in due categorie:

- Modelli di scelta del percorso su reti di servizi, in cui la scelta dell'utente avviene sull'utilizzo di servizi di linea programmati, e che nel caso del modello di lunga percorrenza si applica alle modalità aereo, treno e bus di linea;
- Modelli di scelta del percorso su reti stradali, che si applica alle modalità che utilizzano veicoli su strada con percorso non programmato, ovvero autovetture private e autobus a noleggio.

<i>Prof. Ing. Agostino Nuzzolo</i>			
<i>Aggiornamento degli studi sui flussi di traffico previsti in relazione alla messa in esercizio del Ponte</i>			<i>22 gennaio 2024</i>

2.2.5.1 Modelli di scelta del percorso su reti di servizi

Il modello di scelta del percorso rappresenta l'interazione domanda-offerta, ed è in grado di assegnare al sistema di offerta la domanda di mobilità nelle diverse componenti modali.

In particolare, nel caso del modello passeggeri lunga percorrenza l'interazione tra domanda e offerta è composta da tre modelli distinti che riguardano:

- L'assegnazione al cammino di minimo costo della matrice degli spostamenti in aereo;
- l'assegnazione a frequenza della matrice dei bus di linea al grafo dei relativi servizi;
- l'assegnazione a frequenza della matrice treno sulla rete di offerta dei servizi ferroviari, con obbligo di uso di almeno un servizio treno di lunga percorrenza, e che consente di ripartire la domanda tra le differenti tipologie di servizio (IC/AV) con il modello di scelta del percorso.

Nel modello di assegnazione della componente pubblica la scelta del servizio è legata agli ALS dei diversi possibili itinerari e servizi in termini di tempo di percorrenza (comprensivo di tempi di attesa e trasbordi). Come risultato del modello di scelta del percorso per la modalità ferroviaria, è possibile ottenere, in particolare, il carico sulle tratte ferroviarie ed il valore dei passeggeri saliti-discesi alle stazioni.

2.2.5.2 Modelli di scelta del percorso su strada

Per il trasporto su strada, la scelta del percorso è effettuata al livello di unità veicolare, stimata a partire dal dato dei passeggeri da modello tramite opportuni coefficienti di occupazione veicolare.

Il modello di assegnazione per il trasporto stradale è in generale del tipo "tutto-o-niente", dove per ogni coppia O-D si determina il percorso migliore (ossia quello che minimizza il costo generalizzato del trasporto stradale) e si assegna tutta la domanda su di esso. Il costo generalizzato è funzione prevalentemente del tempo di viaggio, della distanza e dei pedaggi.

I tempi di percorrenza degli archi stradali sono fissi, ma per costruzione sono comprensivi dei livelli di congestione medio del giorno feriale della rete, in funzione della classificazione degli archi.

<i>Prof. Ing. Agostino Nuzzolo</i>			
<i>Aggiornamento degli studi sui flussi di traffico previsti in relazione alla messa in esercizio del Ponte</i>			<i>22 gennaio 2024</i>

Nel costo generalizzato sono inclusi due tipi di pedaggio:

- pedaggio chilometrico, tipico dei sistemi chiusi, basato su tariffa chilometrica unitaria e diverso per classe veicolare;
- pedaggio fisso, tipico dei sistemi aperti e per infrastrutture particolari quali tunnel e ponti.

Il pedaggio chilometrico e il pedaggio fisso sono due parametri della rete stradale del modello.

Per definizione, il modello di assegnazione al percorso migliore assegna la domanda su un unico itinerario. Ciò è sufficiente ai fini del presente studio per l'analisi degli scenari in cui esista un unico itinerario di attraversamento (traghetto oppure Ponte). Nel caso di compresenza di due itinerari di attraversamento alternativi (eventuali scenari progettuali con compresenza del Ponte), tale approccio è integrato con un modello probabilistico che stima la percentuale di uso del Ponte in base alla disponibilità a pagare degli utenti.

Nell'Appendice Modellistica sono riportati maggiori dettagli circa la definizione della curva di diversione per la stima della quota di traffico sul Ponte in caso di presenza di servizi di traghettamento veicolare in competizione.

2.2.6 La stima della mobilità indotta

La mobilità indotta, nella letteratura scientifica del settore, è costituita dalla mobilità che non si sarebbe avuta in assenza dell'intervento in valutazione e che si genera per le relazioni origine – destinazione che nello scenario di progetto hanno un costo generalizzato dello spostamento inferiore a quello dello scenario di riferimento.

Una volta ottenuto i livelli di domanda dello scenario di intervento per ciascuna modalità di trasporto, ad essi vengono aggiunte le quote di domanda indotta, ottenute con il metodo di stima riportato nella Appendice Modellistica.

Per la mobilità di lunga percorrenza, la domanda indotta è calcolata unicamente per il modo ferroviario, che presenta le maggiori riduzioni percentuali di costo generalizzato nello scenario progettuale rispetto alla situazione esistente e che quindi più contribuisce al miglioramento dell'accessibilità territoriale.

<i>Prof. Ing. Agostino Nuzzolo</i>			
<i>Aggiornamento degli studi sui flussi di traffico previsti in relazione alla messa in esercizio del Ponte</i>			<i>22 gennaio 2024</i>

2.3 Mobilità passeggeri di breve e media distanza

Come innanzi riportato, la mobilità connessa ai collegamenti di breve – media distanza comprende:

- la mobilità locale nell'area dello Stretto, con origine e destinazione all'interno delle Città Metropolitane di Reggio Calabria e Messina,
- la mobilità tra le regioni Sicilia e Calabria, esclusa quella innanzi definita come locale.

2.3.1 Area di studio e zonizzazione

Per la mobilità di media-breve percorrenza, l'area di studio comprende le intere regioni Calabria e Sicilia. Per quanto concerne la suddivisione dell'area di studio in zone di traffico, considerata l'ubicazione dell'intervento di progetto da realizzare, si è ritenuto opportuno adottare un livello di dettaglio che aumenta avvicinandosi allo Stretto di Messina; in particolare sono stati adottati tre livelli di zonizzazione, definiti come segue:

- Livello 1: i territori delle province di Sicilia e Calabria, ad eccezione delle Città Metropolitane di Reggio Calabria e Messina, sono stati suddivisi a livello provinciale o di aggregazione di province per i territori più distanti dallo Stretto;
- Livello 2: i territori delle Città Metropolitane di Reggio Calabria e Messina, esclusi i due comuni capoluogo, sono stati suddivisi a livello di aggregazioni di Comuni (ciascuna zona coincide uno o più comuni aggregati in funzione delle variabili socio-economiche e dell'ubicazione territoriale, con particolare riferimento all'accessibilità allo Stretto);
- Livello 3: i comuni di Reggio Calabria e Messina sono stati suddivisi in più zone su base censuaria basandosi sulle sezioni di censimento ISTAT (ciascuna zona è definita dall'aggregazione di più sezioni di censimento).

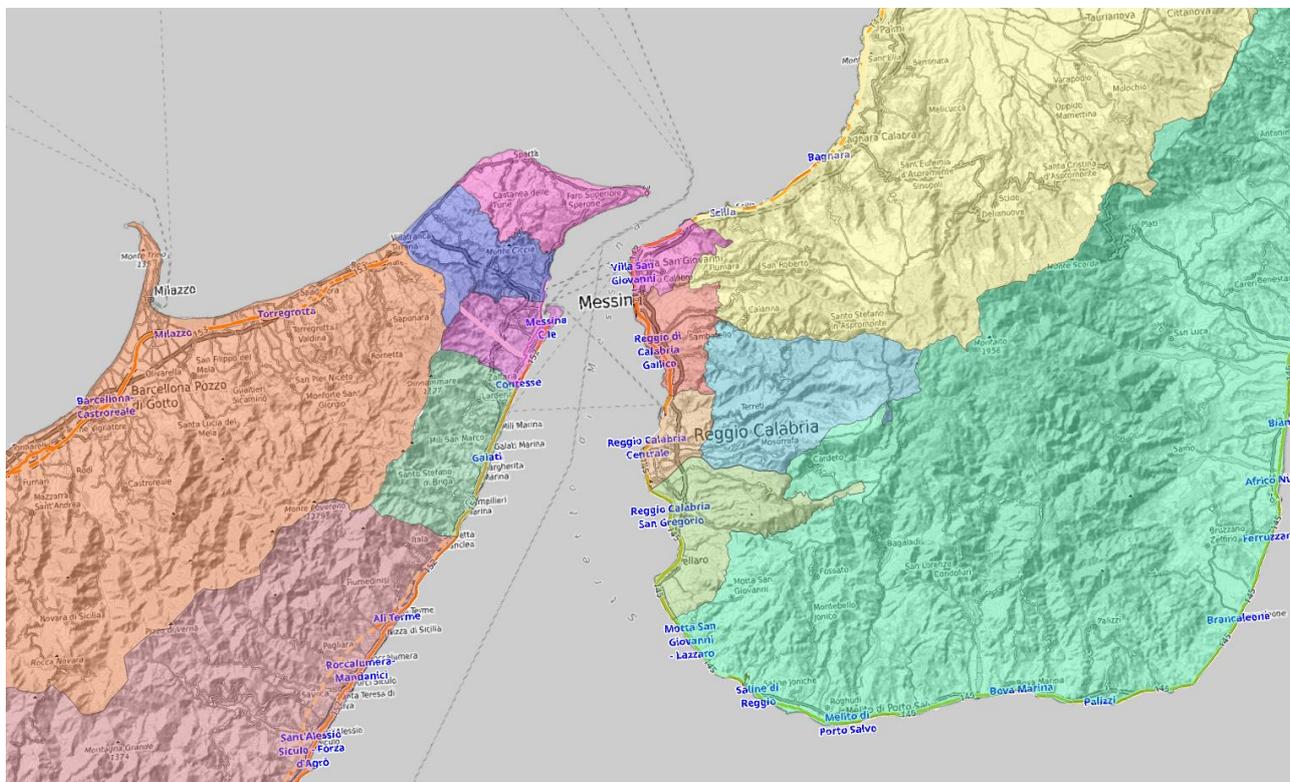
Il numero totale di zone relative all'ambito locale è complessivamente pari a 21, di cui:

- 8 relative alla zonizzazione di livello 1;
- 5 relative alla zonizzazione di livello 2 (3 per la città metropolitana di Reggio Calabria e 2 per Messina);
- 8 relative alla zonizzazione di livello 3 (4 per il comune di Reggio Calabria e 4 per il comune di Messina).

La zonizzazione di livello 3 è riportata a titolo illustrativo nella figura seguente.

Prof. Ing. Agostino Nuzzolo		
Aggiornamento degli studi sui flussi di traffico previsti in relazione alla messa in esercizio del Ponte		22 gennaio 2024

Figura 2-4 Zonizzazione di livello 3 per i comuni di Reggio Calabria e Messina



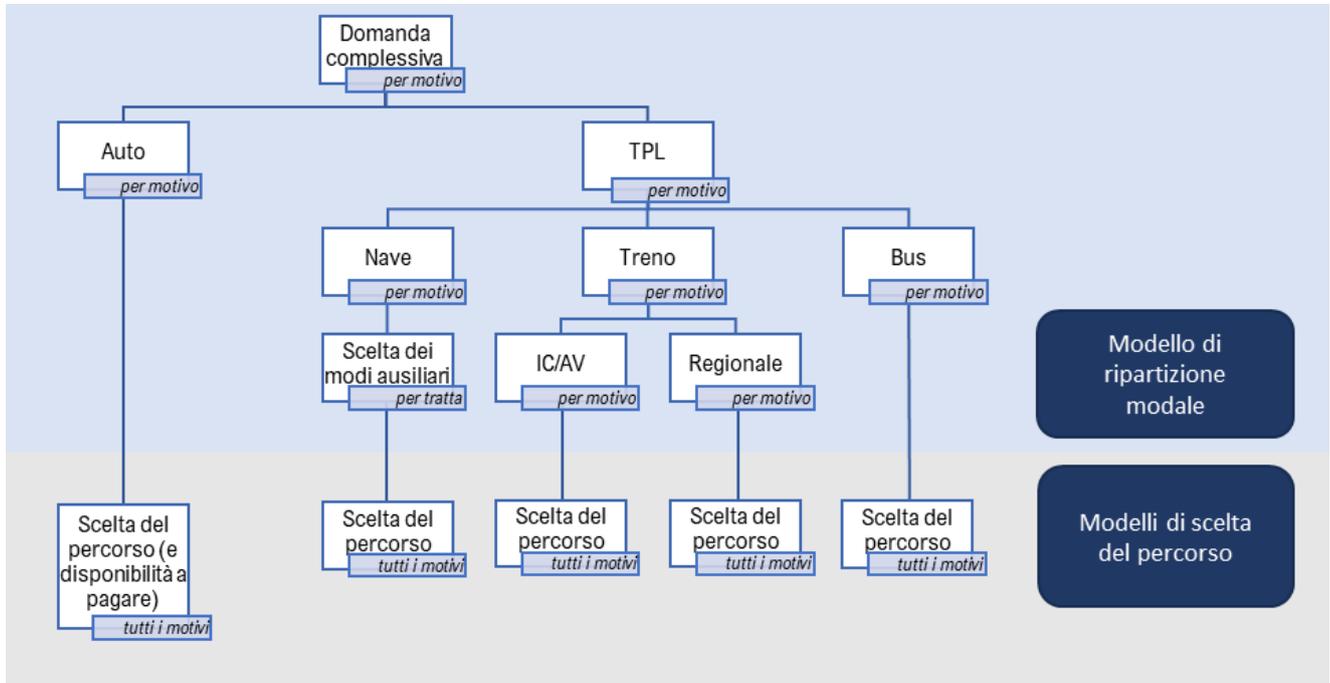
2.3.2 Procedura di previsione della domanda passeggeri di breve-media distanza

In questo paragrafo viene sinteticamente descritta la procedura di previsione della domanda e del traffico futuro di breve e media distanza che attraverserà lo Stretto di Messina negli scenari di riferimento e di progetto.

Anche in questo caso, la procedura si sviluppa a partire dalla ricostruzione delle matrici O/D attuali del traffico annuo per modo di trasporto; la domanda complessiva viene poi proiettata al futuro sulla base delle ipotesi di sviluppo della mobilità, per ottenere il livello della Domanda di Trasporto agli orizzonti temporali corrispondenti agli scenari infrastrutturali futuri di Offerta di Trasporto da analizzare. In base ai valori degli attributi di livello di servizio - ALS di ciascun modo, propri di tali scenari, vengono stimati la ripartizione modale tra auto, nave (traghetto o aliscafi), treno e bus, e – per i veicoli stradali - la percentuale di uso del Ponte negli eventuali scenari di progetto con ipotesi di permanenza dei servizi marittimi dello Stretto.

Prof. Ing. Agostino Nuzzolo		
Aggiornamento degli studi sui flussi di traffico previsti in relazione alla messa in esercizio del Ponte		22 gennaio 2024

Figura 2-5 Procedura di previsione della domanda passeggeri di breve-media percorrenza



Per l'applicazione della procedura, si è pertanto proceduto a:

- ricostruzione delle matrici O/D attuali per modo di trasporto;
- calcolo degli attributi di Livello di Servizio per gli scenari di Offerta considerati (attuale e futuri);
- ri-calibrazione dei modelli di domanda;
- applicazione dei modelli di domanda agli scenari futuri.

2.3.3 Ricostruzione delle matrici O/D

La ricostruzione delle matrici O/D modali è stata effettuata sulla base dei dati di mobilità e di traffico disponibili, in particolare sulla base di:

- Flussi di traffico tra Sicilia e resto d'Italia, come ricostruiti sulla base dei dati raccolti per l'anno base 2022;
- Matrici FCD per gli spostamenti su autovettura in attraversamento dello Stretto;
- Matrici Vodafone ricostruite a partire dai dati di telefonia mobile;
- Matrici ISTAT censuarie del pendolarismo (2011) per sezione di censimento.

<i>Prof. Ing. Agostino Nuzzolo</i>			
<i>Aggiornamento degli studi sui flussi di traffico previsti in relazione alla messa in esercizio del Ponte</i>			<i>22 gennaio 2024</i>

Oltre che per il modo, le matrici O/D sono caratterizzate anche per motivo dello spostamento. I motivi considerati sono:

- lavoro;
- studio;
- affari;
- acquisti, tempo libero e svago;
- altri motivi.

In assenza di indagini aggiornate e specifiche, la disaggregazione per motivo di spostamento è basata sulla ripartizione osservate nelle indagini condotte nel 2010 ad un campione di circa 4.300 passeggeri in attraversamento dello Stretto. Dalla stessa indagine sono state desunte le quote per i modi ausiliari (accesso al porto di imbarco ed egresso da porto di sbarco a destinazione) per la modalità marittima (traghetti e navi veloci).

2.3.4 Modello di ripartizione modale della domanda

Per la simulazione della scelta modale viene utilizzato un modello logit multinomiale disponibile ed impiegato per gli studi di traffico della AV SA-RC (vedi sito del Dibattito Pubblico). Il modello è stato ricalibrato sui dati di mobilità e traffico ricostruiti per l'area del presente studio di traffico.

Il modello fornisce la probabilità che il generico utente, compiendo uno spostamento fra una zona origine ed una zona destinazione per un prefissato motivo, utilizzi un determinato modo di trasporto. La formulazione del modello è di tipo logit multinomiale multilivello (come rappresentato nella precedente Figura 2-5), secondo la seguente struttura:

- Ad un primo livello, è distinta la domanda dell'auto privata da quella che utilizza sistemi di trasporto collettivi (Auto vs TPL);
- Ad un secondo livello, è distinta la domanda tra i diversi sistemi di trasporto collettivo (treno, bus e nave);
- Un terzo livello è implementato per i modi ferro e nave:
 - Per la modalità ferroviaria, il terzo livello consente di ripartire la domanda ferroviaria tra utenti dei soli treni regionali da quelli che utilizzano almeno per una tratta servizi di lunga percorrenza (IC/AV) per spostamenti interni all'area di studio;
 - Per la modalità marittima, il terzo livello consente di stimare le quote modali utilizzate per i modi ausiliari delle tratte di accesso/egresso dai porti di imbarco, distinguendo

<i>Prof. Ing. Agostino Nuzzolo</i>			
<i>Aggiornamento degli studi sui flussi di traffico previsti in relazione alla messa in esercizio del Ponte</i>			<i>22 gennaio 2024</i>

tra piedi, bus, auto e treno. Tale livello consente di calcolare correttamente il costo composto tra zona di origine/destinazione e porto di imbarco/sbarco, che quindi è utilizzato nella funzione di utilità del modo marittimo.

La scelta di adottare un modello con struttura gerarchica è stata dettata dalla necessità di simulare tassi di sostituzione marginale differenti tra i diversi sistemi di trasporto, tenendo quindi conto della maggior sostituibilità (e quindi competizione) tra modi di trasporto pubblico con servizi di linea (bus, treno, nave) rispetto all'utilizzo dell'automobile privata.

Sono stati calibrati cinque differenti modelli di scelta modale per la mobilità di breve-media percorrenza tra Sicilia e Calabria, uno per ciascuno dei motivi analizzati (lavoro, studio, affari, acquisti tempo libero e svago, e altri motivi).

Le modalità considerate nel modello di ripartizione modale sono complessivamente quattro: autovettura privata, bus di linea regionale, ferrovia e nave. Come evidenziato in precedenza, il modo ferroviario è ulteriormente distinto per tipologia di servizio utilizzato (regionale e lunga percorrenza).

Per ciascun modo di trasporto, gli Attributi di Livello di Servizio che compaiono nella funzione di utilità sono attributi di livello di servizio e territoriale: i primi sono relativi alle caratteristiche del servizio offerto dal singolo modo, come il tempo di viaggio e il costo dello spostamento; i secondi sono relativi a talune caratteristiche dell'ambito geografico dello spostamento (ad esempio la collocazione dell'origine o della destinazione). Esistono inoltre attributi specifici dell'alternativa, o costanti modali, che valgono 1 per un modo e 0 per gli altri e tengono conto di quelle caratteristiche proprie di ciascun modo non valutabili quantitativamente (ad esempio la privacy dell'auto) o comunque non esplicitamente presenti all'interno delle funzioni d'utilità.

Gli attributi di livello di servizio (tempi e costi monetari per coppie O/D) vengono calcolati per ogni modo considerato sulla base dei modelli di offerta stradale e dei servizi di trasporto collettivo (bus, treno, nave).

Il calcolo degli attributi della rete stradale per ogni coppia O/D, note le funzioni di costo sui singoli archi, avviene generando preliminarmente per ogni coppia o/d il percorso minimo, rispetto al costo generalizzato dello spostamento, sul quale si ricavano i necessari ALS. Gli attributi relativi alle reti dei servizi, per un'assegnata coppia O/D, vengono calcolati su una rete dei servizi implementabile con un approccio per linee.

Maggiori dettagli circa la formulazione, gli attributi e la calibrazione e validazione del modello di scelta modale per la domanda di breve-media percorrenza sono riportati nell'Appendice Modellistica.

<i>Prof. Ing. Agostino Nuzzolo</i>			
<i>Aggiornamento degli studi sui flussi di traffico previsti in relazione alla messa in esercizio del Ponte</i>			<i>22 gennaio 2024</i>

2.3.5 Modelli di scelta del percorso

Una volta ottenute le matrici di domanda per ciascuno scopo e modo di trasporto, queste vengono aggregate per modo e quindi, in dipendenza degli ALS futuri dei percorsi possibili sulle reti modali di ciascun sistema di trasporto, vengono anche stimate le quote di utilizzo dei diversi itinerari, e quindi dei diversi nodi ed archi delle reti.

Le procedure di scelta del percorso implementate nel modello possono essere distinte in due categorie:

- Modelli di scelta del percorso su reti di servizi, in cui la scelta dell'utente avviene sull'utilizzo di servizi di linea programmati, e che nel caso del modello di lunga percorrenza si applica alle modalità aereo, treno e bus di linea;
- Modelli di scelta del percorso su reti stradali, che si applica alle modalità che utilizzano veicoli su strada con percorso non programmato, ovvero autovetture private e autobus a noleggio.

2.3.5.1 Modelli di scelta del percorso su reti di servizi

Il modello di scelta del percorso rappresenta l'interazione domanda-offerta, ed è in grado di assegnare al sistema di offerta la domanda di mobilità nelle diverse componenti modali.

In particolare, nel caso del modello passeggeri lunga percorrenza l'interazione tra domanda e offerta è composta da due modelli distinti che riguardano:

- l'assegnazione a frequenza della matrice marittima al grafo dei servizi di linea di attraversamento dello Stretto, tenendo conto delle quote modali delle diverse modalità di accesso/egresso stimate nel modello di ripartizione modale;
- l'assegnazione a frequenza della matrice dei bus di linea al grafo dei relativi servizi;
- l'assegnazione a frequenza della matrice treno regionale sulla rete di offerta dei servizi ferroviari regionali;
- l'assegnazione a frequenza della matrice treno lunga percorrenza (IC/AV) sulla rete di offerta dei servizi ferroviari regionali e LP, con obbligo di uso di almeno un servizio treno di lunga percorrenza e che consente di ripartire la domanda tra le differenti tipologie di servizio (IC/AV) con il modello di scelta del percorso.

Nel modello di assegnazione della componente pubblica la scelta del servizio è legata agli ALS dei diversi possibili itinerari in termini di tempo di percorrenza (comprensivo di tempi di attesa e trasbordi). Come risultato del modello di scelta del percorso per la modalità ferroviaria, è in

<i>Prof. Ing. Agostino Nuzzolo</i>			
<i>Aggiornamento degli studi sui flussi di traffico previsti in relazione alla messa in esercizio del Ponte</i>			<i>22 gennaio 2024</i>

particolare possibile ottenere il carico sulle tratte ferroviarie ed il valore dei passeggeri saliti-discesi alle stazioni dei servizi regionali, incluse le nuove stazioni in progetto per il Servizio Metropolitano.

2.3.5.2 Modelli di scelta del percorso su strada

Per il trasporto su strada, la scelta del percorso è effettuata al livello di unità veicolare, stimata a partire dal dato dei passeggeri da modello tramite opportuni coefficienti di occupazione veicolare.

Il modello di assegnazione per il trasporto stradale è in generale del tipo “tutto-o-niente”, dove per ogni coppia O-D si determina il percorso migliore (ossia quello che minimizza il costo generalizzato del trasporto stradale) e si assegna tutta la domanda su di esso. Il costo generalizzato è funzione prevalentemente del tempo di viaggio, della distanza e dei pedaggi.

I tempi di percorrenza degli archi stradali sono fissi, ma per costruzione sono comprensivi dei livelli tipici di congestione della rete, in funzione della classificazione degli archi.

Nel costo generalizzato sono inclusi due tipi di pedaggio:

- pedaggio chilometrico, tipico dei sistemi chiusi, basato su tariffa chilometrica unitaria e diverso per classe veicolare;
- pedaggio fisso, tipico dei sistemi aperti e per infrastrutture particolari quali tunnel e ponti.

Il pedaggio chilometrico ed il pedaggio fisso sono due parametri della rete stradale del modello.

Per definizione, il modello di assegnazione al percorso migliore assegna la domanda su un unico itinerario. Ciò è sufficiente ai fini del presente studio per l’analisi degli scenari in cui esista un unico itinerario di attraversamento (traghetto oppure Ponte).

Nel caso di compresenza di due itinerari di attraversamento alternativi (scenari progettuali con compresenza del Ponte), tale approccio è integrato con un modello probabilistico che stima la percentuale di uso del Ponte in base alla disponibilità a pagare degli utenti.

Nell’Appendice Modellistica sono riportati maggiori dettagli circa la definizione della curva di diversione per la stima della quota di traffico sul Ponte in caso di presenza di servizi di traghettamento veicolare in competizione.

<i>Prof. Ing. Agostino Nuzzolo</i>			
<i>Aggiornamento degli studi sui flussi di traffico previsti in relazione alla messa in esercizio del Ponte</i>			<i>22 gennaio 2024</i>

2.3.6 La stima della mobilità indotta

Come per la mobilità di lunga percorrenza, una volta ottenuto i livelli di domanda dello scenario di intervento per ciascuna modalità di trasporto, ad essi vengono aggiunte le quote di domanda indotta, ottenute con il metodo di stima riportato nella Appendice Modellistica.

Per la mobilità di breve-media percorrenza, la domanda indotta è calcolata per i modi stradale e ferroviario, che presentano le maggiori riduzioni di costo generalizzato nello scenario progettuale rispetto alla situazione esistente e che quindi contribuiscono al miglioramento dell'accessibilità territoriale.

2.4 Mobilità merci

Il modello merci analizza i volumi di trasporto merci e commerciale tra Sicilia e Italia continentale. In particolare, le unità di trasporto considerati nella modellazione sono:

- Veicoli commerciali leggeri (furgoni);
- Veicoli commerciali pesanti in attraversamento dello Stretto (merci su strada);
- Veicoli commerciali pesanti tra Sicilia e resto d'Italia movimentati su traghetti di lunga percorrenza (merci RoRo);
- Unità di trasporto intermodale ferroviario (UTI).

Nell'ambito del modello, sono state analizzate unicamente le tipologie di merci/modalità di trasporto la cui domanda possa risentire di variazioni degli Attributi di Livello di Servizio conseguenti all'entrata in esercizio del Ponte. Pertanto, non sono state oggetto delle analisi:

- le merci rinfuse (liquide e solide), i contenitori su rotte feeder transoceaniche ed i prodotti petroliferi, che sono vincolati a specifiche modalità di trasporto (per condotta o con navi/cisterna), nonché le categorie merceologiche sostanzialmente vincolate al trasporto marittimo convenzionale;
- i traffici esistenti di trasporto ferroviario tradizionale (stimati in circa 16 mila carri annui al 2022), che si riferiscono in particolare al trasporto di materiali e semilavorati dell'impianto siderurgico Duferco di Pace del Mela (Città Metropolitana di Messina). Infatti, si ritiene che, per la tipologia di traffico, oltre che per le tendenze in atto a livello nazionale ed internazionale, anche questa componente di traffico non sia influenzata in modo significativo dalla realizzazione del Ponte, mantenendo un volume in linea con quello attuale ed in

<i>Prof. Ing. Agostino Nuzzolo</i>			
<i>Aggiornamento degli studi sui flussi di traffico previsti in relazione alla messa in esercizio del Ponte</i>			<i>22 gennaio 2024</i>

evoluzione con le tendenze complessive di mercato, pur con una eventuale diversificazione dei clienti.

2.4.1 Area di studio e zonizzazione

Per l'analisi del collegamento stabile Sicilia-Continente, considerata l'influenza che tale intervento può avere su tutto il sistema di trasporto nazionale merci, si è assunta come area di studio tutto il territorio italiano.

Considerata l'ubicazione dell'intervento di progetto da realizzare, si è ritenuto opportuno procedere ad una zonizzazione dell'area di studio adottando un livello di dettaglio che aumenta avvicinandosi allo Stretto di Messina, pur mantenendo un livello di zonizzazione piuttosto aggregato rispetto ai modelli passeggeri, in considerazione anche della minore quantità di flussi coinvolti e della minore disponibilità di dati necessari ad una maggiore disaggregazione spaziale.

La zonizzazione adottata per il modello di domanda merci conta complessivamente 13 zone, come da tabella seguente.

Tabella 2-1 Zonizzazione per la previsione della domanda merci

N	Zona	N	Zona
1	Messina	8	Resto Calabria e Basilicata
2	Catania	9	Campania
3	Siracusa e Ragusa	10	Resto Sud
4	Enna e Caltanissetta	11	Centro
5	Agrigento	12	Nord-Ovest
6	Palermo e Trapani	13	Nord-Est
7	Reggio Calabria	-	-

2.4.2 Procedura di previsione della domanda merci

Questo paragrafo descrive la procedura di previsione della domanda e del traffico futuro merci che attraverserà lo Stretto di Messina, sia sul Ponte che con gli eventuali servizi di traghettiamento.

Come per i passeggeri, anche per le merci la procedura si sviluppa a partire dalle matrici O/D attuali del traffico annuo per modo di trasporto. Tuttavia, nel caso del modello merci, si hanno due

<i>Prof. Ing. Agostino Nuzzolo</i>			
<i>Aggiornamento degli studi sui flussi di traffico previsti in relazione alla messa in esercizio del Ponte</i>			<i>22 gennaio 2024</i>

procedure distinte (con relative matrici di domanda) per il traffico commerciale leggero e per il traffico intermodale merci propriamente detto:

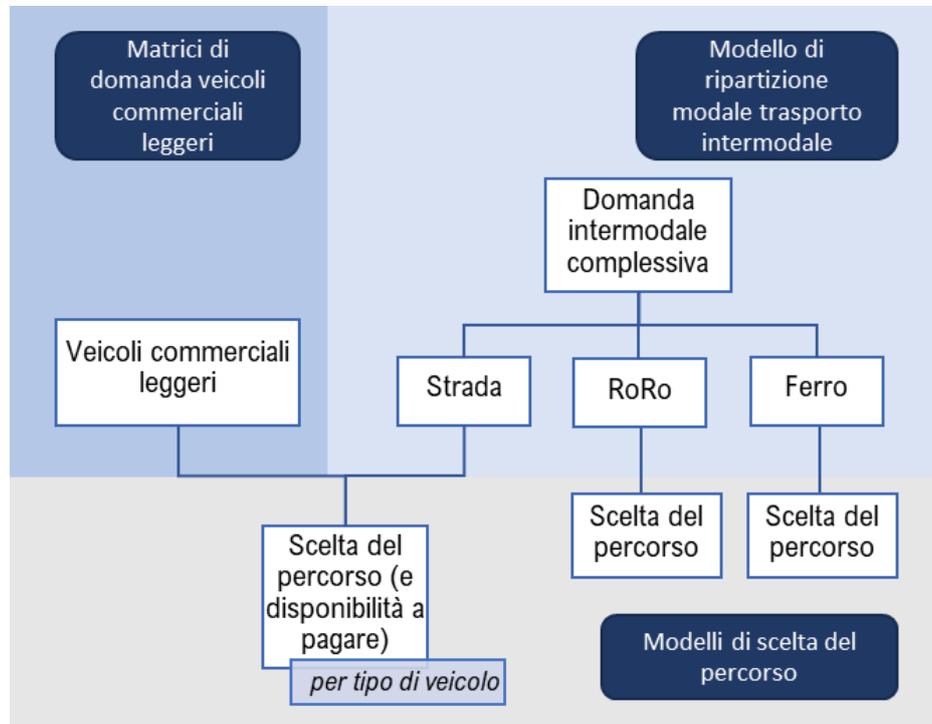
- I veicoli commerciali leggeri (furgoni) costituiscono un segmento specifico di domanda, prevalentemente di media-breve percorrenza, con caratteristiche piuttosto eterogenee, che comprende sia veicoli di servizio di attività artigianali, commerciali e di piccola industria, sia mezzi dedicati ad attività logistiche di piccola e media distribuzione. Tale segmento di domanda è sostanzialmente vincolato al trasporto su strada, e pertanto il suo livello di domanda non è soggetto a variazioni modali in risposta a variazioni negli ALS. Per questo segmento, nella presente analisi per questa componente si implementa esclusivamente un modello di scelta del percorso delle matrici di domanda ai diversi orizzonti temporali;
- Il traffico intermodale riguarda il trasporto merci in unità di carico (UTI) che possono utilizzare diversi modi di trasporto tra Sicilia e resto d'Italia: strada (autocarri, autoarticolati o veicoli equivalenti), navi traghetto di lunga percorrenza (veicoli stradali merci accompagnati o di semirimorchi non accompagnati su traghetto RoRo) o trasporto ferroviario intermodale (carri intermodali per il trasporto di casse mobili e ribassati per il trasporto di semirimorchi). Questa seconda componente rappresenta un mercato contendibile tra i diversi modi di trasporto – in funzione dei rispettivi ALS nei diversi scenari - e pertanto sono stati implementati sia modelli di ripartizione modale sia modelli di scelta del percorso.

In termini procedurali, una volta ricostruita la domanda all'anno base, il livello complessivo di domanda viene proiettato al futuro sulla base delle ipotesi di sviluppo della Domanda di Trasporto. Per la componente di modello relativa al trasporto intermodale, il livello futuro della domanda merci viene poi ripartito tra le modalità disponibili attraverso i modelli di ripartizione modale, in dipendenza degli ALS futuri del sistema di trasporto.

Per entrambe le tipologie di veicoli stradali (veicoli commerciali leggeri e pesanti) viene infine stimata la percentuale di uso del Ponte con un modello di scelta del percorso nel caso di presenza di servizi marittimi sullo Stretto.

Prof. Ing. Agostino Nuzzolo			
Aggiornamento degli studi sui flussi di traffico previsti in relazione alla messa in esercizio del Ponte			22 gennaio 2024

Figura 2-6 Procedura di previsione della domanda merci



Anche nel settore delle merci, la procedura di previsione si articola quindi nei seguenti passi:

- ricostruzione delle matrici O/D attuali per modalità di trasporto;
- calcolo degli attributi di Livello di Servizio per gli scenari di offerta considerati (attuale e futuri);
- ri-calibrazione dei modelli di domanda disponibili;
- applicazione del sistema di modelli agli scenari di offerta futuri.

2.4.3 Ricostruzione delle matrici O/D

La procedura di ricostruzione delle matrici O/D interessa le modalità di trasporto: Strada (distinta tra veicoli commerciali leggeri e pesanti), Ferrovia, Mare (in particolare, servizi Roll On-Roll Off).

Le matrici di domanda dei veicoli commerciali leggeri sono stimate in termini di **unità veicolari**. Per le altre modalità, relative al trasporto merci intermodale, le matrici sono invece definite in termini di **unità di trasporto intermodale**.

Tenuto conto dell'attuale composizione delle flotte di mezzi commerciali pesanti per il trasporto merci e dei carri per il trasporto intermodale terrestre, si è assunta quale unità di carico intermodale di riferimento il semi-rimorchio, e pertanto si ha un coefficiente di equivalenza unitario sia per un veicolo

<i>Prof. Ing. Agostino Nuzzolo</i>			
<i>Aggiornamento degli studi sui flussi di traffico previsti in relazione alla messa in esercizio del Ponte</i>			<i>22 gennaio 2024</i>

commerciale pesante ed un carro ferroviario intermodale:

- Veicoli commerciali pesanti (trattore e semirimorchio): 1 UTI;
- Carri ferroviari intermodali (carri ribassati *Sdgmns* di lunghezza pari a 18.4 m): 1 UTI

Per la ricostruzione delle matrici O/D attuali si è fatto riferimento alle informazioni da fonte e a quelle reperite mediante le indagini disponibili ed in particolare:

- Dati FCD relativi agli spostamenti di veicoli commerciali leggeri e pesanti;
- Dati di carico sui servizi RoRo forniti dalle Autorità di Sistema Portuale;
- Flussi di trasporto merci ferroviario intermodale forniti da RFI;
- Matrice regionale del trasporto merci su strada (ISTAT).

Le matrici attuali sono state utilizzate per la calibrazione del modello di scelta modale definito all'interno della procedura di previsione.

<i>Prof. Ing. Agostino Nuzzolo</i>			
<i>Aggiornamento degli studi sui flussi di traffico previsti in relazione alla messa in esercizio del Ponte</i>			<i>22 gennaio 2024</i>

2.4.4 Modello di ripartizione modale per la domanda merci intermodale

Per la simulazione della scelta modale, anche in questo caso viene utilizzato un modello logit multinomiale, sviluppato e ricalibrato a partire da quello già disponibile ed impiegato per gli studi di traffico della AV SA-RC. Il modello è stato ricalibrato sui dati di mobilità e traffico ricostruiti per l'area del presente studio di traffico.

In particolare, è stato definito un modello logit in cui a ciascuna alternativa è associata una specifica funzione di utilità sistematica, i cui Attributi di Livello di Servizio (ALS) sono costituiti da una combinazione lineare di caratteristiche dei sistemi di trasporto. L'insieme delle alternative disponibili è condizionato dalla relazione O/D, e per ciascuna relazione O/D è possibile individuare le alternative modali disponibili tra strada, ferrovia e mare (RO-RO).

L'applicazione del modello di ripartizione modale consente di ricavare per ogni coppia O/D le probabilità P_m di uso dei diversi modi di trasporto m .

Nella stima dell'utilità sistematica associata a ciascun modo di trasporto sono stati considerati unicamente i costi di trasporto monetari, inclusivi delle seguenti componenti:

- Costi monetari di trasporto, calcolati per ciascun modo come somma di costi fissi, costi variabili in funzione del tempo (distinto tra soste e condotta) e costi variabili in funzione della distanza e pedaggi;
- Valore di immobilizzazione della merce da parte del cliente finale, in funzione del tempo complessivo di trasporto tra origine e destinazione;

Le formulazioni (e quindi le singole componenti) dei costi di trasporto sono basati su modelli di costo di trasporto merci sviluppati ed applicati nell'ambito di precedenti analisi condotte per conto di RFI, tra cui quelle completate per l'analisi del progetto AV Salerno – Reggio Calabria. I valori monetari di costo sono stati aggiornati all'anno base 2022 sulla base dei più recenti dati disponibili.

I parametri del modello logit di ripartizione modale (coefficiente di scala e coefficienti degli attributi specifici dell'alternativa, o costanti modali) sono invece stati stimati tramite analisi di regressione sulla base degli ALS e delle quote modali osservate per O/D relativamente ai flussi tra Sicilia ed Italia continentale. La determinazione degli Attributi di Livello di Servizio (ALS) necessari per la calibrazione e l'applicazione del modello di scelta modale è fatta per singola coppia O/D.

Maggiori dettagli circa la formulazione, gli attributi e la calibrazione e validazione del modello di scelta modale per la domanda di breve-media percorrenza sono riportati nell'Appendice Modellistica.

<i>Prof. Ing. Agostino Nuzzolo</i>			
<i>Aggiornamento degli studi sui flussi di traffico previsti in relazione alla messa in esercizio del Ponte</i>			<i>22 gennaio 2024</i>

2.4.5 Modelli di scelta del percorso

Il modello di assegnazione per ciascuna modalità di trasporto e del tipo a cammini impliciti del tipo “tutto-o-niente”, dove per ogni coppia O-D si determina il percorso migliore (ossia quello che minimizza il costo generalizzato del trasporto multi-modale) e si assegna tutta la domanda su di esso. Il costo generalizzato per la ricerca del percorso di minimo costo è funzione del tempo di viaggio, della distanza e dei pedaggi

In particolare, sono stati messi a punto tre diversi modelli di scelta del percorso:

- Assegnazione della matrice di domanda di veicoli trasportati vi mare (RoRo) sul grafo multi-modale delle reti stradale e marittima merci;
- Assegnazione della matrice di domanda di trasporto intermodale ferroviario di UTI sul grafo multi-modale delle reti stradale e ferroviaria merci;
- Assegnazione della matrice di domanda di veicoli commerciali leggeri e pesanti sul grafo della rete stradale;

Il modello di assegnazione per i modi RoRo e ferro si basa sulla combinazione delle diverse componenti del percorso tra ciascuna coppia di nodi origine-destinazione (O-D) che possono essere così riassunte:

- percorso di accesso al porto/terminal ferroviario – Rappresenta i collegamenti dalle zone di origine al punto di accesso al sistema di trasporto, che sono costituiti dai collegamenti stradali (primo miglio) dalla zona di origine ai terminali ferroviari / porti di imbarco;
- percorso su nave RoRo o treno utilizzando i servizi disponibili – Rappresenta la porzione di viaggio effettuata su nave o ferro secondo le caratteristiche definite per ciascun servizio considerato;
- percorso di egresso dal porto/terminal ferroviario – Rappresenta i collegamenti dal punto di egresso del sistema di trasporto alle zone di destinazione; essi sono dunque costituiti dai collegamenti stradali (ultimo miglio) dai terminali ferroviari / porti di sbarco alla zona di destinazione.

Per la modalità stradale, la procedura di assegnazione non presenta particolari specificità, ed è analoga a quella utilizzata per il trasporto passeggeri. In particolare, nel caso di compresenza di due itinerari di attraversamento alternativi (scenari progettuali con compresenza del Ponte), l’assegnazione al cammino di minimo costo è integrato con un modello probabilistico che stima la percentuale di uso del Ponte in base alla disponibilità a pagare degli utenti. Tale modello è implementato tramite una curva di diversione costruita sulla base di una distribuzione log-normale

<p><i>Prof. Ing. Agostino Nuzzolo</i></p>			
<p><i>Aggiornamento degli studi sui flussi di traffico previsti in relazione alla messa in esercizio del Ponte</i></p>			<p><i>22 gennaio 2024</i></p>

della disponibilità a pagare (Valore del tempo). Ai fini della costruzione della curva di diversione per la mobilità di veicoli commerciali, si è assunto un valore del tempo mediano pari a 30 €/h per i veicoli commerciali leggeri e 55 €/h per i veicoli commerciali pesanti.

Nell'Appendice Modellistica sono riportati maggiori dettagli circa la definizione della curva di diversione per la stima della quota di traffico sul Ponte in caso di presenza di servizi di traghettamento veicolare in competizione.

<i>Prof. Ing. Agostino Nuzzolo</i>			
<i>Aggiornamento degli studi sui flussi di traffico previsti in relazione alla messa in esercizio del Ponte</i>			<i>22 gennaio 2024</i>

3 I DATI UTILIZZATI

3.1 Introduzione

Come già riportato, i dati reperiti ed utilizzati per le analisi del presente aggiornamento sono costituiti da:

- dati da fonti secondarie;
- dati Floating Car Data – FCD dei veicoli in transito sullo Stretto;
- dati telefonici Vodafone sulla mobilità tra Sicilia e Calabria.

Per i dati da fonte ed i dati Telefonici ci si è avvalsi anche della intermediazione della Struttura Tecnica di Missione del MIT, mentre i dati FCD sono stati acquisiti direttamente da SdM SpA. Nel seguito di questo capitolo vengono dettagliate le tipologie di dati raccolti, con la fonte di provenienza.

Per le analisi sono stati utilizzati anche i risultati indagini pregresse riportate nel cap. 1 (in attesa del completamento di quelle programmate).

3.2 Dati da fonte

I dati da fonte sono stati reperiti presso enti quali Istat, Autorità di Sistema Portuale – AdSP della Sicilia e dello Stretto, ANAS, Consorzio della Autostrade Siciliane - CAS, RFI, come più in dettaglio riportato nella tab. 3.1.

Tabella 3-1 Dati da fonte utilizzati per l'aggiornamento dello studio di traffico

DATI	FONTE
DATI DEMOGRAFICI E SOCIOEC. 2022	Istat
SERVIZI PASSEGGERI 2022	
Servizi ferroviari	Trenitalia, NTV
Servizi RoRo passeggeri e auto al seguito su traghetti e navi veloci	Siti Traghetti Sicilia
Servizi passeggeri e auto al seguito Stretto	Caronte, Blufferries, Meridiana, Blujet
Servizi aerei	Assaeroporti, OAG e ENAC
Servizi bus lunga percorrenza	Aziende bus LP/ Flixbus + altri
SERVIZI MERCI 2022:	
Servizi ferroviari merci tradizionale e combinato	RFI
Servizi traghetti e navi veloci MERCI E MISTI Merci	Siti Traghetti Sicilia
Servizi Merci Stretto	Siti Caronte, Blufferries, Meridiana
OD MOBILITÀ PERSONE DA SICILIA 2022	
OD lavoro pendolare e studio, per modo	ISTAT
Matrici biglietti ferroviari	Trenitalia - NTV

<i>Prof. Ing. Agostino Nuzzolo</i>			
<i>Aggiornamento degli studi sui flussi di traffico previsti in relazione alla messa in esercizio del Ponte</i>			<i>22 gennaio 2024</i>

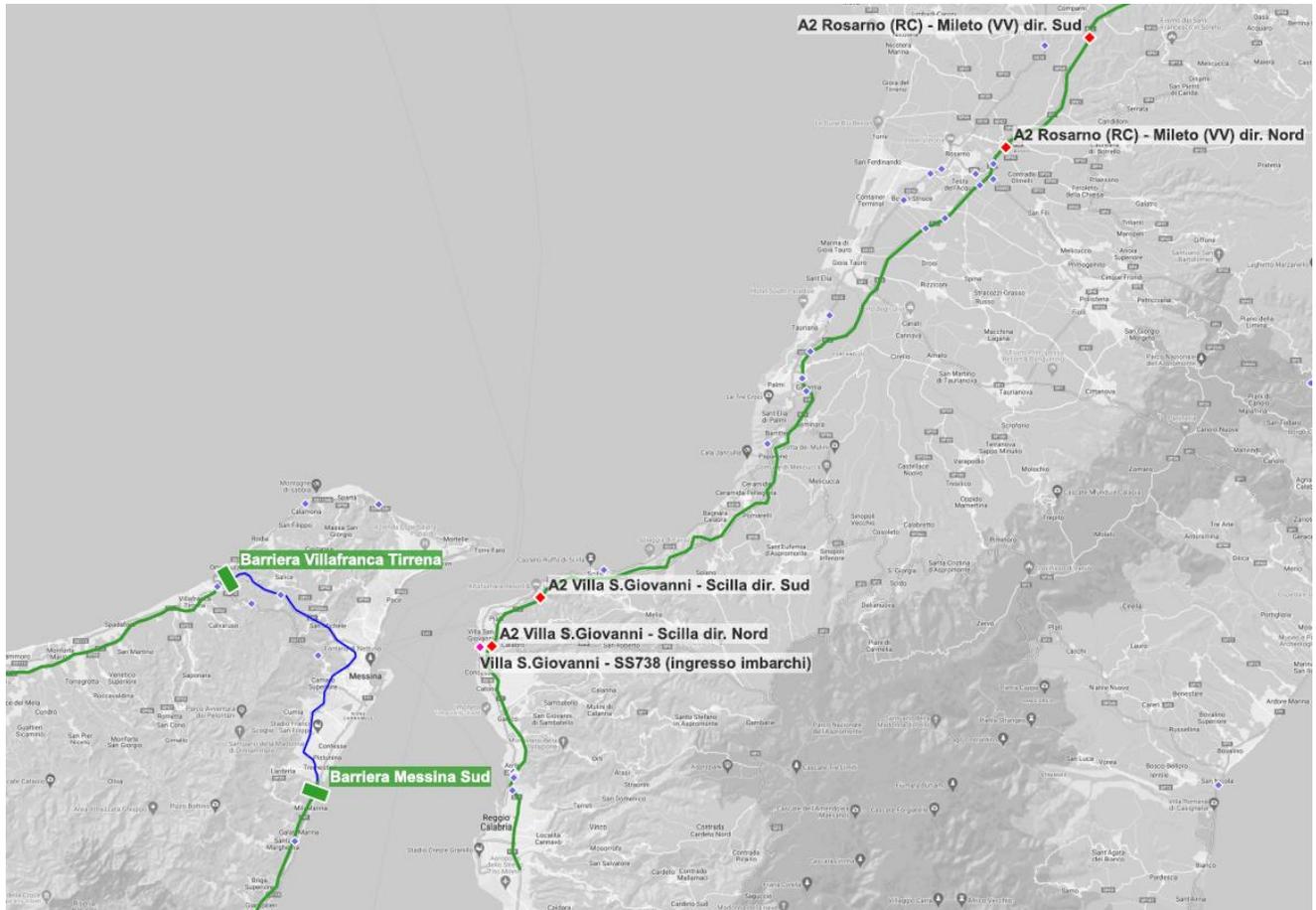
DATI	FONTE
Matrici OD aereo nazionale	Assaeroporti, OAG e ENAC
Matrici passeggeri e auto al seguito su traghetti e navi veloci	AdSP
OD VEICOLI E TONNELLATE MOBILITÀ MERCI 2022	
O/D veicoli commerciali in attraversamento Stretto	Viasat
Matrici Istat merci su strada Sicilia – resto Italia per modalità 2022 o ultimo disp.	ISTAT
Matrici carri e tonnellate merci su ferro Sicilia - Italia	RFI
Matrici Veicoli merci e tonnellate su RORO cabotaggio da porti Sicilia 2022	AdSP
DATI DI TRAFFICO VEICOLI E PERSONE 2011- 2022	
Conteggi postazioni ANAS	ANAS
Caselli autostrade Messina	Cons. Autostrade Siciliane
Passeggeri e Veicoli su RORO	AdSP
Aeroporti Palermo, Trapani, Catania, Comiso	Assaeroporti, OAG e ENAC
Rotabili passeggeri e merci in attravers. Stretto	AdSP, RFI
Traffico pax e veicoli Stretto	AdSP
TRAFFICI MERCI VEICOLI E TONNELLATE 2011- 2022	
Veicoli e Tonnellate RORO	AdSP
Veicoli e Tonnellate per porti dello Stretto	AdSP

I conteggi di traffico utilizzati sono di fonte ANAS e Consorzio Autostrade Siciliane - CAS. In particolare, sono stati reperiti da CAS i numeri di veicoli classificati in transito sulla A20, Palermo – Messina e sulla A18, Catania - Messina, per i singoli mesi degli anni 2020, 2021 e 2022.

Sono stati inoltre forniti da ANAS:

- I dati delle postazioni site sull'autostrada A2 (15108 e 1896_NEW) a partire dal 3° trimestre 2021;
- i dati dal 2019 al 2022 sulle tre sezioni, ricadenti nei comuni di Falerna, Francavilla Angitola e Palmi,
- i dati di traffico trimestrali dal 2014 al 2018 della postazione 1897 sita nei pressi di Palmi sulla A2 al Km 400+226.

Figura 3-1 Conteggi di traffico nell'area dello Stretto



3.3 Floating Car Data

La fornitura di FCD da parte di Viasat alla Stretto di Messina ha le seguenti caratteristiche:

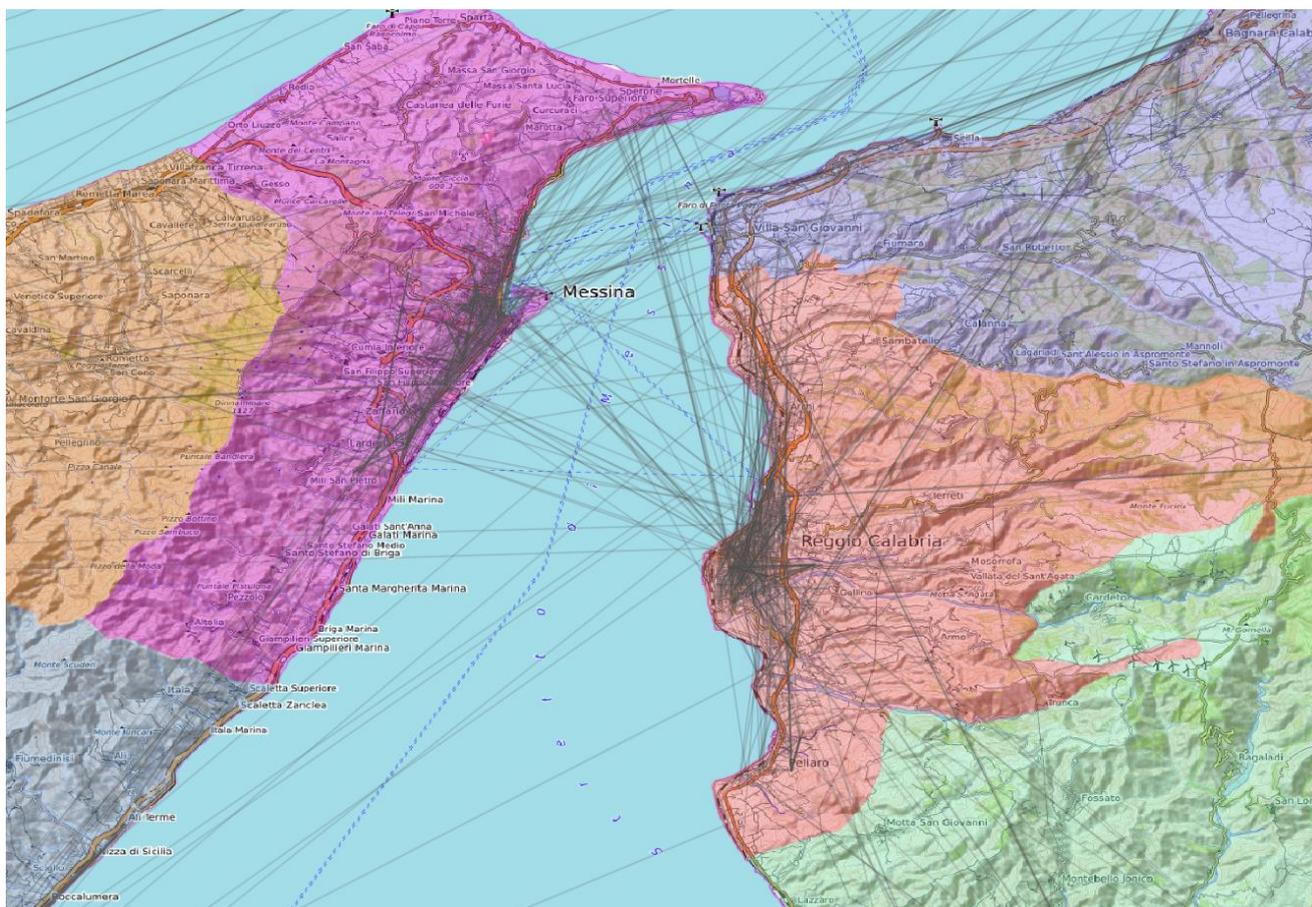
- **Testate di Viaggio e dati di qualificazione di base:** Intestazione e posizioni intermedie per viaggi che abbiano punti interni all'area considerata e data di inizio e/o di fine all'interno del periodo di fornitura specificato;
- **Area di estrazione:** Province di Messina e Reggio Calabria;
- **Periodi di estrazione:** Dal lunedì 21 al venerdì 25 ottobre 2019, dal lunedì 24 al venerdì 28 ottobre 2022, e dal giovedì 21 al lunedì 25 luglio 2022.

Prof. Ing. Agostino Nuzzolo		
Aggiornamento degli studi sui flussi di traffico previsti in relazione alla messa in esercizio del Ponte		22 gennaio 2024

Tabella 3-2 Consistenza del campione FCD

Periodo	Giorni di monitoraggio	Campione totale (Viaggi da fonte)		Attraversamenti dello Stretto (Viaggi da elaborazione)	
		Autovetture	Commerciali	Autovetture	Commerciali
Ottobre 2022	da lunedì 24 a venerdì 28 ottobre 2022	148.202	5.012	403	238
Ottobre 2019	da lunedì 21 a venerdì 25 ottobre 2019	170.353	11.651	348	314
Luglio 2022	da giovedì 21 a lunedì 25 luglio 2022	141.176	4.756	754	216

Figura 3-2 Rappresentazione dei viaggi FCD nell'area dello Stretto



<p><i>Prof. Ing. Agostino Nuzzolo</i></p>			
<p><i>Aggiornamento degli studi sui flussi di traffico previsti in relazione alla messa in esercizio del Ponte</i></p>			<p><i>22 gennaio 2024</i></p>

Oltre che per la ricostruzione della matrice attuale della mobilità su strada (distinta per passeggeri e merci), i dati FCD sono stati utilizzati anche per ricostruire i tempi effettivi di attraversamento dello Stretto, a partire dall'ingresso nella zona portuale d'imbarco sino all'uscita dalla zona portuale di approdo. Tali tempi sono stati quindi utilizzati nella costruzione e validazione del grafo del modello di offerta stradale.

3.4 Dati telefonici

La Struttura Tecnica di Missione del MIT ha fornito la matrice OD degli spostamenti del giorno medio di ottobre 2019 tra le provincie della Sicilia e quelle della Calabria e tra le provincie della Sicilia e le restanti regioni d'Italia, di fonte VODAFONE.

<i>Prof. Ing. Agostino Nuzzolo</i>			
<i>Aggiornamento degli studi sui flussi di traffico previsti in relazione alla messa in esercizio del Ponte</i>			<i>22 gennaio 2024</i>

4 LE COMPONENTI DI TRAFFICO TRA SICILIA E RESTO D'ITALIA

4.1 Premessa

Il presente capitolo, che è una rielaborazione del contenuto del capitolo “3 - Domanda di Mobilità” del Rapporto Steer “Collegamento stabile tra Sicilia e Calabria: aggiornamento della domanda di mobilità”, riporta l’analisi delle caratteristiche delle componenti di traffico Sicilia – Resto d’Italia e dell’evoluzione di tali componenti sia nel periodo 2011-2022, sia stagionali che durante l’anno.

L’analisi è condotta in termini di tre macro-componenti:

- **Traffico di attraversamento**, costituito da passeggeri e merci rilevati dall’Autorità di Sistema Portuale dello Stretto (ASPdS), con focus sui porti di Messina, Tremestieri, Reggio Calabria e Villa San Giovanni. I dati a disposizione consentono di fornire i risultati in termini di passeggeri, autovetture, tonnellate merci e veicoli merci per le diverse compagnie di navigazioni presenti tra il 2011 e aprile 2023 (traghetti, aliscafi e RFI).
- **Traffico Ro Ro tra Sicilia e Italia continentale**, relativo ai collegamenti marittimi di cabotaggio (passeggeri, autovetture, tonnellate merci e veicoli merci) dei porti di Messina, Palermo, Termini Imerese e Catania, sulla base dei dati forniti dalle diverse Autorità Portuali tra il 2010 e aprile 2023.
- **Traffico aereo**, basato sulle banche dati di Assaeroporti, OAG e ENAC.

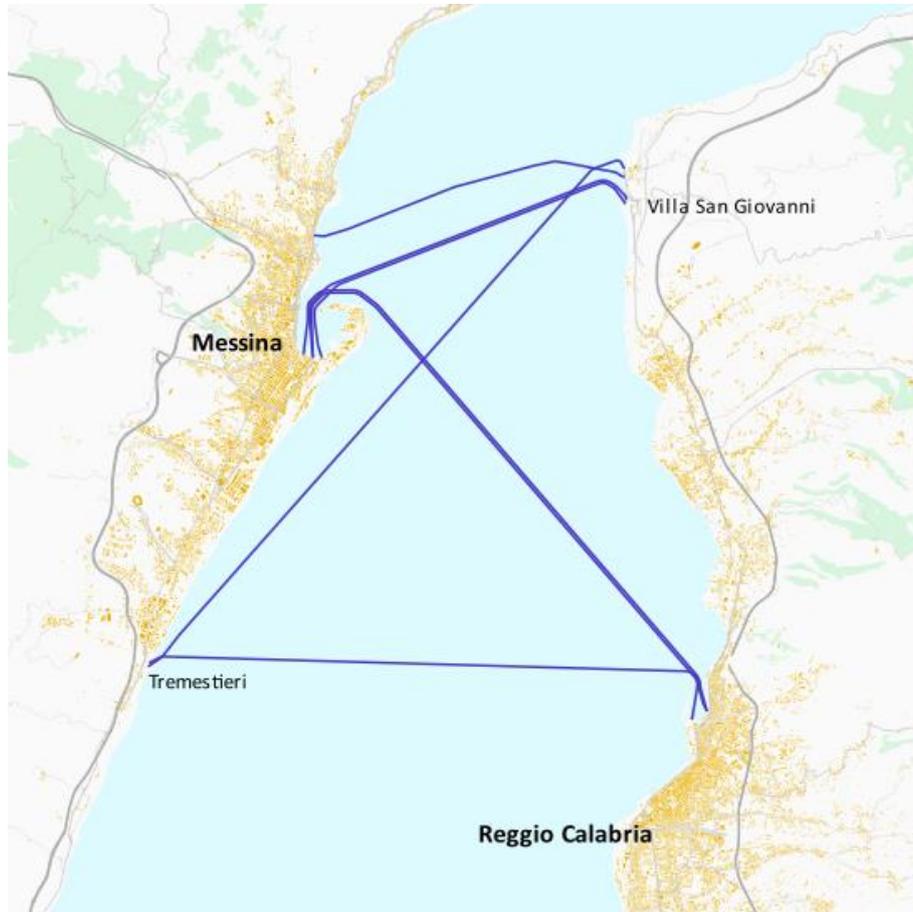
4.2 Traffico di attraversamento

Il sistema di attraversamento dello Stretto di Messina interessa le località di Villa San Giovanni/Reggio Calabria, sulla sponda calabrese, e Messina Porto Storico/Rada San Francesco/Tremestieri, lungo la sponda siciliana.

In teoria il traffico commerciale dovrebbe usare esclusivamente Tremestieri, ma a causa delle problematiche di utilizzabilità di questo porto e delle regole di dirottamento a Rada San Francesco in caso di punte di traffico, anche Rada San Francesco smaltisce una cospicua quota del traffico merci totale.

Prof. Ing. Agostino Nuzzolo			
Aggiornamento degli studi sui flussi di traffico previsti in relazione alla messa in esercizio del Ponte			22 gennaio 2024

Figura 4-1 Rotte di attraversamento dello Stretto di Messina



Fonte: Steer

Al 2022 il servizio è affidato alle seguenti compagnie di navigazione (traghetti e aliscafi):

- Caronte&Tourist: conta circa il 76% dei passeggeri e il 50% delle tonnellate totali merci in attraversamento nel 2022 e offre un servizio per passeggeri con/senza veicolo al seguito e veicoli merci lungo la tratta Messina Rada San Francesco – Villa San Giovanni e prevalentemente per veicoli merci sulla Tremestieri – Villa San Giovanni.
- Meridiano: serve la tratta Tremestieri – Reggio Calabria prevalentemente per mezzi merci.
- Blueferries: offre un servizio di traghetti tra Messina Porto Storico – Villa San Giovanni per il trasporto passeggeri con e senza veicolo al seguito e tra Tremestieri – Villa San Giovanni per i veicoli merci.
- Blujet: svolge un servizio con navi veloci che collega Messina a Villa San Giovanni e a Reggio Calabria. Trasporta solo passeggeri senza auto al seguito e rappresenta il 12% della domanda passeggeri totale al 2022.

<i>Prof. Ing. Agostino Nuzzolo</i>			
<i>Aggiornamento degli studi sui flussi di traffico previsti in relazione alla messa in esercizio del Ponte</i>			<i>22 gennaio 2024</i>

- RFI: del gruppo Ferrovie dello Stato Italiane, effettua il trasporto ferroviario dei treni passeggeri e carri ferroviari/cisterne. In passato ha anche trasportato passeggeri con e senza veicolo al seguito e veicoli merci.

Le analisi riportate di seguito si basano sui dati ricevuti dall’Autorità di Sistema Portuale dello Stretto di Messina tra gennaio 2011 ad aprile 2023, tenendo conto che:

- il numero di passeggeri riportati comprende sia le persone con e senza auto al seguito, così come gli autisti dei veicoli pesanti;
- la distinzione per classe veicolare per ciascuna compagnia di navigazione separa le autovetture private dai mezzi pesanti, che comprendono sia i furgoni che i veicoli commerciali pesanti, ad eccezione dei dati di RFI che si riferiscono al numero di carri ferroviari o cisterne trasportati sulle navi;
- l’Autorità di Sistema Portuale dello Stretto rileva il dato grezzo del numero di mezzi pesanti e carri ferroviari per stimare successivamente il tonnellaggio in sbarco e imbarco sulla base di fattori che tengono conto della diversa quota di vuoti per le due direzioni.

4.2.1 Traffico passeggeri

Nel 2022 la quasi totalità dei traffici passeggeri e autovetture in attraversamento dello Stretto è servita dal **Porto Storico di Messina e dalla Rada S. Francesco, con 8,6 milioni di passeggeri e 1,8 milioni di autovetture**, prevalentemente sulla rotta tra Messina – Villa S. Giovanni.

Figura 4-2 Passeggeri e autovetture (2022)

Porto di imbarco/sbarco	Passeggeri*	Autovetture
Messina	8.602.240	1.744.968
Tremestieri	894.537	78.286
Totale	9.496.777	1.823.254

* *Passeggeri con e senza auto al seguito servizi da traghetti, aliscafi e RFI*

Fonte: Steer

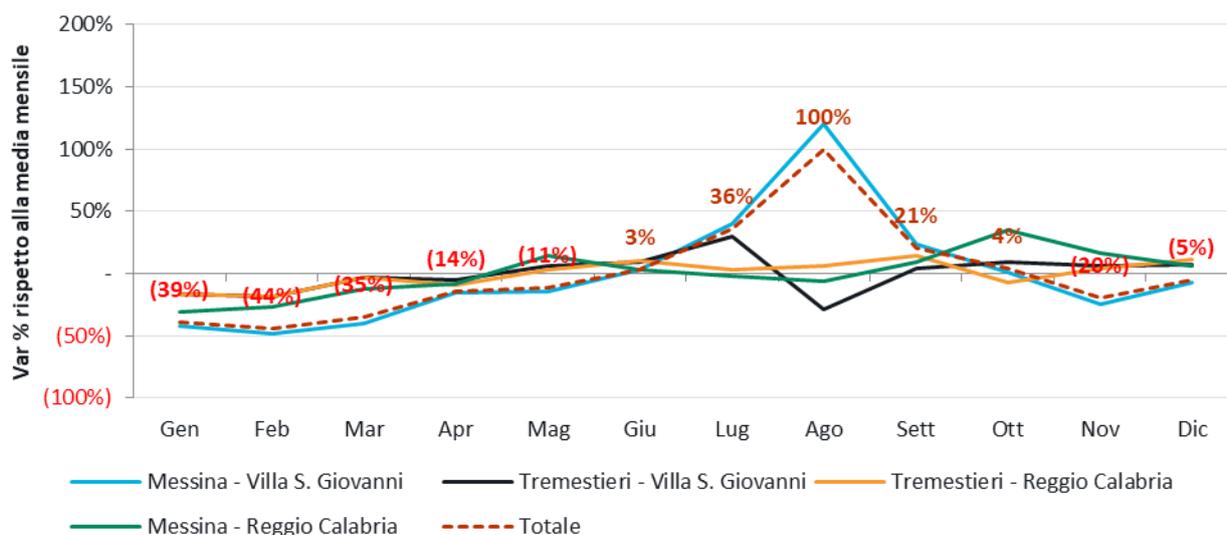
La tratta tra Messina – Villa S. Giovanni presenta un picco estivo concentrato tra luglio e settembre, con il mese di agosto che registra volumi il doppio più alti del mese medio annuale. Durante i mesi invernali, specialmente tra gennaio e marzo, il traffico si riduce considerevolmente, mentre appaiono pienamente nella media i mesi di giugno e ottobre.

L’andamento riscontrato per la tratta tra Messina – Villa S. Giovanni è indice di una quota importante

Prof. Ing. Agostino Nuzzolo		
Aggiornamento degli studi sui flussi di traffico previsti in relazione alla messa in esercizio del Ponte		22 gennaio 2024

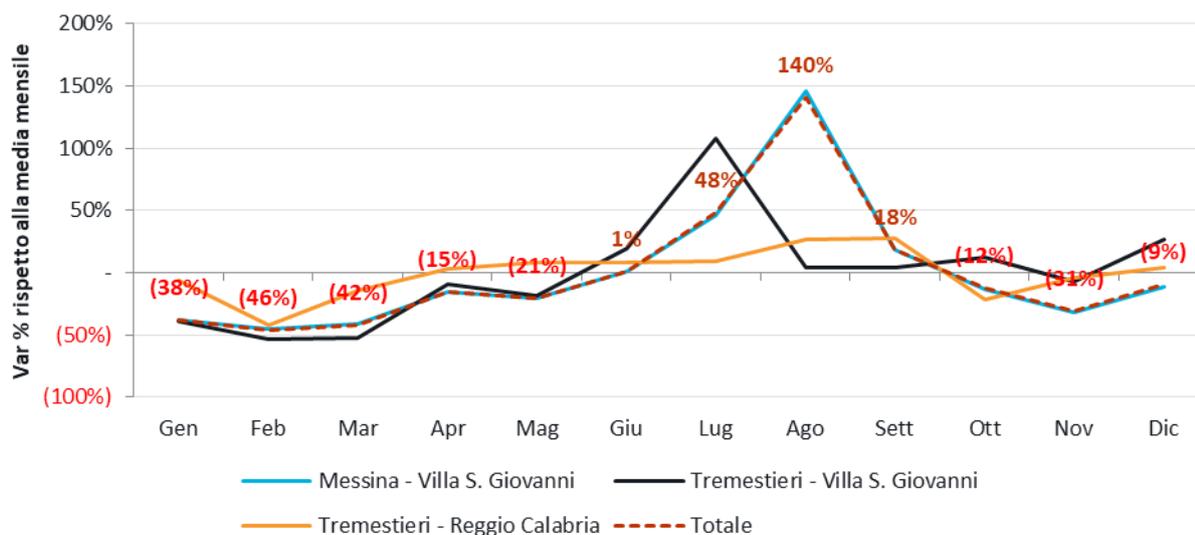
di traffico turistico e stagionale, al contrario invece delle altre rotte che presentano un andamento più costante durante i diversi mesi dell'anno tipico di un traffico di tipo prevalentemente locale/sistemico.

Figura 4-3 Stagionalità passeggeri in attraversamento (2022)



Fonte: Steer su dati di SdM

Figura 4-4 Stagionalità autovetture in attraversamento (2022)



Fonte: Steer su dati di SdM

<i>Prof. Ing. Agostino Nuzzolo</i>		
<i>Aggiornamento degli studi sui flussi di traffico previsti in relazione alla messa in esercizio del Ponte</i>		<i>22 gennaio 2024</i>

4.2.2 Traffico merci e veicoli pesanti

Le tonnellate di attraversamento dello Stretto trasportate su mezzi stradali si concentrano tra i porti di Messina e Villa S. Giovanni (71%), con una quota ridotta direzionata verso Reggio Calabria (29%).

Per quanto riguarda la componente che viaggia su carri ferroviari e cisterne, si sottolinea che la tratta Messina – Villa S. Giovanni è l'unica servita da RFI. In questo caso il coefficiente di riempimento è pari a 6,9 ton/carro. Tuttavia, si evidenzia tale valore è da considerarsi teorico, in quanto le tonnellate riportate sono frutto di una stima dell'Autorità di Sistema Portuale dello Stretto sulla base di considerazioni legate alla direzione ed alla quota di vuoti.

Tabella 4-1 Tonnellate e veicoli pesanti/carri ferroviari (2022)

Porto di imbarco/sbarco	Veicoli merci		Ferroviario		Totale	
	Mezzi	Tonnellate	Carri	Tonnellate	Mezzi/Carri	Tonnellate
Messina	236.227	1.596.793	66.676	459.166	302.903	2.055.959
Tremestieri	586.345	4.089.380	-	-	586.345	4.089.380
Totale	822.572	5.686.173	66.676	459.166	889.248	6.145.339

**Includono i traffici traghetti e di RFI*

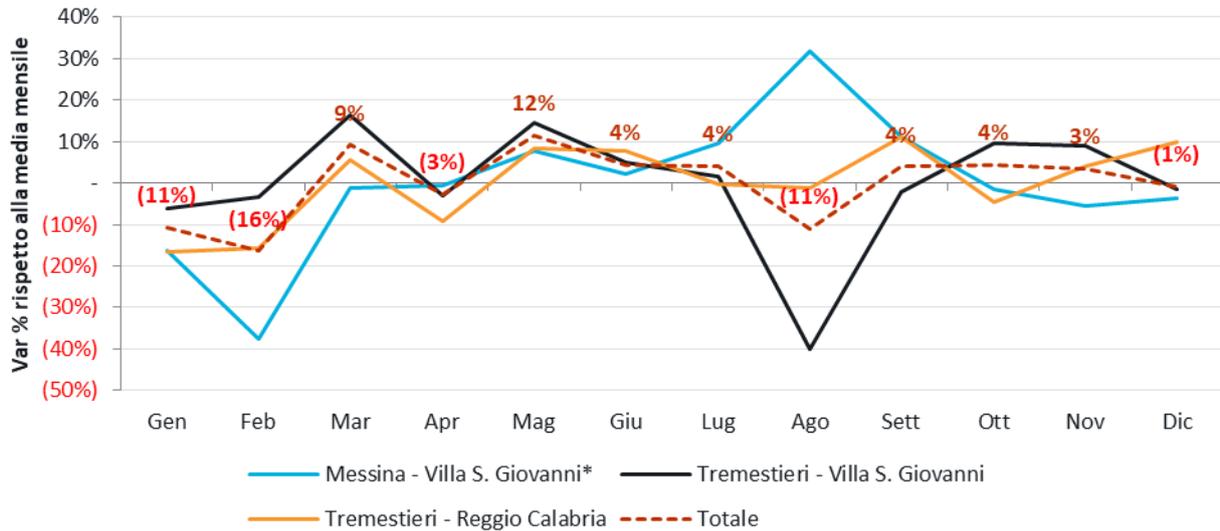
Fonte: Steer su dati di SdM

In generale, essendo l'andamento del traffico merci più stabile durante l'anno, eccetto una riduzione durante i periodi festivi, il profilo mensile dei traffici merci Ro-Ro ha variazioni moderate durante l'arco dell'anno, con cali in concomitanza alle principali festività (gennaio, aprile, agosto) e febbraio.

Le rotte principali di Messina – Villa S. Giovanni e Tremestieri – Villa S. Giovanni presentano andamenti dei traffici merci simili durante i mesi invernali, mentre si discostano particolarmente durante i mesi estivi. Infatti, a causa dei meccanismi di ripartizione dei traffici merci tra Tremestieri e i porti di Messina Storico e Rada San Francesco, se la prima tratta presenta aumenti di traffico merci stradale e ferroviario, la seconda ha riduzioni del 40% rispetto alla media annuale, portando così il traffico complessivo di attraversamento a un -11%.

Prof. Ing. Agostino Nuzzolo		
Aggiornamento degli studi sui flussi di traffico previsti in relazione alla messa in esercizio del Ponte		22 gennaio 2024

Figura 4-5 Stagionalità unità merci Ro-Ro in attraversamento (2022)



*La tratta Messina – Villa S. Giovanni include sia il traffico stradale che ferroviario

Fonte: Steer su dati di SdM

4.3 Traffico Ro-Ro tra Sicilia e Italia Continentale

Di seguito si presentano i dati di mobilità relativi ai principali collegamenti marittimi a servizio di passeggeri e merci attivi tra la Sicilia e l'Italia continentale, ad esclusione di quelli di attraversamento dello Stretto già analizzati in precedenza. In particolare, l'analisi si è concentrata sui porti di:

- **Messina:** con focus sulla rotta di cabotaggio da Milazzo verso Salerno a servizio di passeggeri e merci.
- **Palermo:** principale via d'accesso alla Sicilia per traffici passeggeri e merci, sotto l'Autorità di Sistema Portuale del Mare di Sicilia Occidentale.
- **Termini Imerese:** sempre di competenza dell'Autorità di Sistema Portuale del Mare di Sicilia Occidentale, a 30 km dal porto di Palermo e movimentata principalmente veicoli commerciali Ro-Ro.
- **Catania:** di competenza dell'Autorità di Sistema Portuale del Mare di Sicilia Orientale, che negli anni ha ridotto la componente Ro-pax, orientandosi maggiormente verso il trasporto merci.

Complessivamente il traffico passeggeri Ro-Ro tra Sicilia e Italia continentale (ad eccezione dell'attraversamento dello Stretto) si attesta tra 1,4 e 1,5 milioni di passeggeri.

<i>Prof. Ing. Agostino Nuzzolo</i>			
<i>Aggiornamento degli studi sui flussi di traffico previsti in relazione alla messa in esercizio del Ponte</i>			<i>22 gennaio 2024</i>

È importante sottolineare che:

- I volumi di passeggeri rappresentano la sola componente traghetti Ro-Pax, ad esclusione del traffico crociere e di quello con le isole. Comprendono inoltre sia le persone con e senza auto al seguito, così come gli autisti dei mezzi pesanti;
- I risultati vengono riportati per le auto al seguito e per i veicoli merce, comprensivi sia dei pieni che dei vuoti;
- Tutti i dati analizzati sono stati forniti dalle singole Autorità di Sistema Portuale dal 2010 al 2022, ad eccezione di quella dello SdM per cui sono disponibili dal 2011.

4.3.1 Traffico passeggeri

Al 2022, a fronte dei 1,4 milioni di passeggeri tra Sicilia e Italia continentale, vi sono state circa 505.000 auto al seguito.

Tabella 4-2 Passeggeri e autovetture Sicilia-Italia continentale (2022)

Porto di imbarco/sbarco	Passeggeri	Autovetture*
Messina	65.972	12.332
Palermo	1.221.750	450.016
Termini Imerese	71.346	25.315
Catania	4.493	17.513
Totale	1.363.561	505.176

*Sola componente di auto al seguito

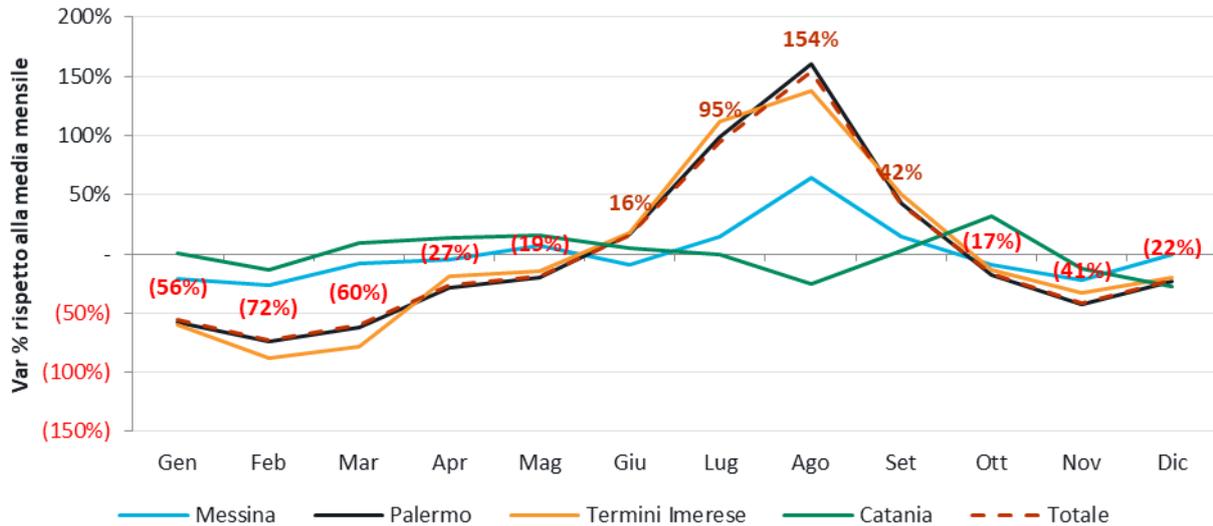
Fonte: Steer su dati SdM, AdSP Mare di Sicilia Occidentale e Orientale

Le stagionalità dei volumi passeggeri e autovetture Ro Ro tra Sicilia e Italia continentale risulta più marcata rispetto all'andamento dei traffici di attraversamento dello Stretto. La stagionalità più marcata è indice di una quota maggiore di turismo che influenza in positivo e in negativo i volumi totali mensili.

La stagione di picco estivo risulta sempre tra giugno e settembre ma con volumi più alti rispetto alla media del +154%, rispetto al +100% dell'attraversamento. Risultano più drastici invece i cali nella stagione invernale, con volumi del -72% a febbraio rispetto al mese medio annuale (-44% per l'attraversamento).

Prof. Ing. Agostino Nuzzolo		
Aggiornamento degli studi sui flussi di traffico previsti in relazione alla messa in esercizio del Ponte		22 gennaio 2024

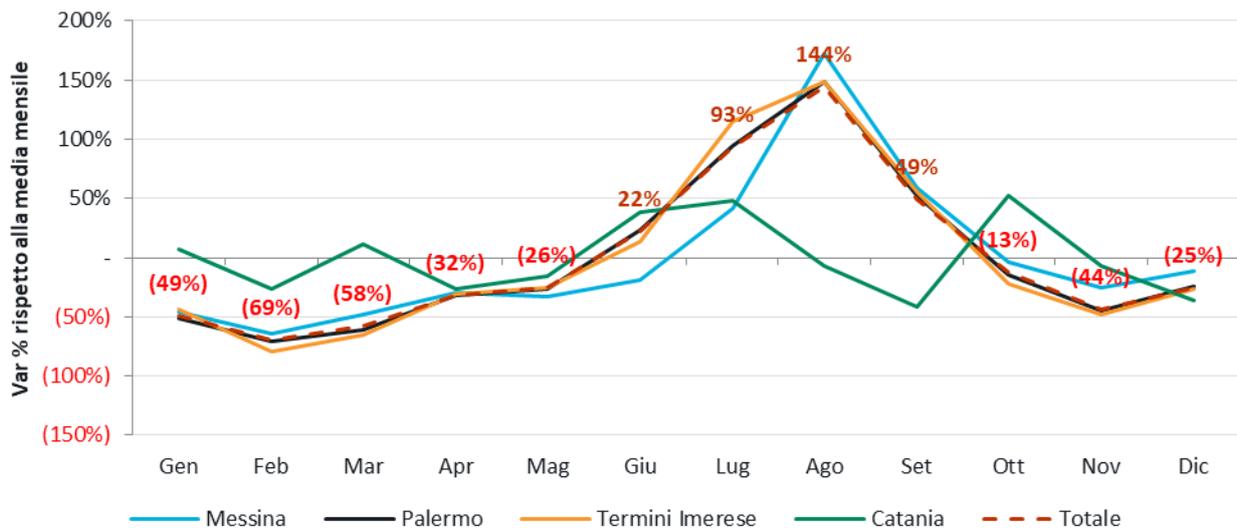
Figura 4-6 Stagionalità passeggeri Sicilia-Italia continentale (2022)



Fonte: Steer su dati SdM, AdSP Mare di Sicilia Occidentale e Orientale

L'andamento delle auto al seguito tra Sicilia-Italia continentale è soggetto alle stesse considerazioni fatte per i passeggeri. In particolare, presenta variazioni rispetto al mese medio annuale di +144% ad agosto e contrazioni fino a -46% a febbraio.

Figura 4-7 Stagionalità autovetture Sicilia-Italia continentale (2022)



Fonte: Steer su dati SdM, AdSP Mare di Sicilia Occidentale e Orientale

Prof. Ing. Agostino Nuzzolo		
Aggiornamento degli studi sui flussi di traffico previsti in relazione alla messa in esercizio del Ponte		22 gennaio 2024

4.3.2 Traffico merci e veicoli pesanti

Nel 2022 il totale dei rotabili movimentati nei principali porti analizzati è stato pari a 667.000 unità, per 14,4 milioni di tonnellate. I carichi medi risultano intorno alle 21,5 ton/unità, comprensivi di vuoti.

Tabella 4-3 Tonnellate e unità Ro-Ro Sicilia-Italia continentale (2022)

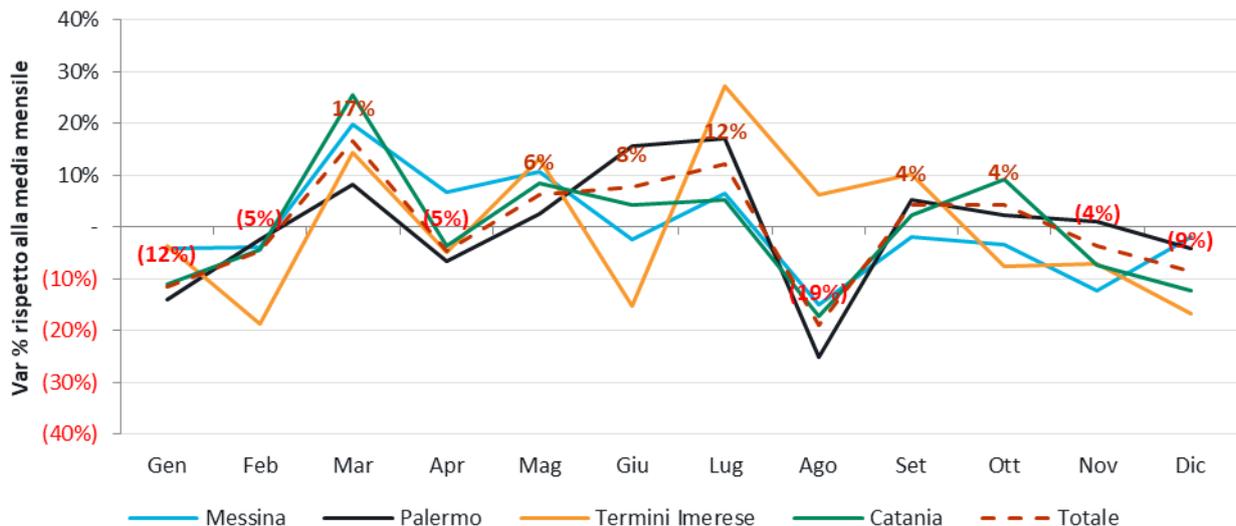
Porto di imbarco/sbarco	Unità Ro-Ro	Tonnellate
Messina	61.058	409.268
Palermo	293.938	6.492.365
Termini Imerese	45.191	1.101.556
Catania	266.942	6.355.714
Totale	667.129	14.358.903

*Fonte: Assoport. Rappresenta la sola componente servita dai traghetti, con e senza auto al seguito.

Fonte: SdM, AdSP Mare di Sicilia Occidentale e Orientale.

L'andamento mensile delle unità merci Ro-Ro tra Sicilia-Italia continentale risulta in linea con la stagionalità dei volumi in attraversamento dello Stretto. L'analisi mostra anche in questo caso, grosse contrazioni nei periodi festivi di gennaio, aprile ed agosto.

Figura 4-8 Stagionalità unità Ro-Ro Sicilia-Italia continentale (2022)



Fonte: SdM, AdSP Mare di Sicilia Occidentale e Orientale.

<i>Prof. Ing. Agostino Nuzzolo</i>			
<i>Aggiornamento degli studi sui flussi di traffico previsti in relazione alla messa in esercizio del Ponte</i>			<i>22 gennaio 2024</i>

4.4 Traffico Aereo

4.4.1 Traffico passeggeri

Il sistema aeroportuale siciliano, che **nel 2022 ha raggiunto la quota di quasi 13 milioni di passeggeri nazionali**, è composto dagli aeroporti di Catania, Palermo, Trapani e Comiso, ed in particolare:

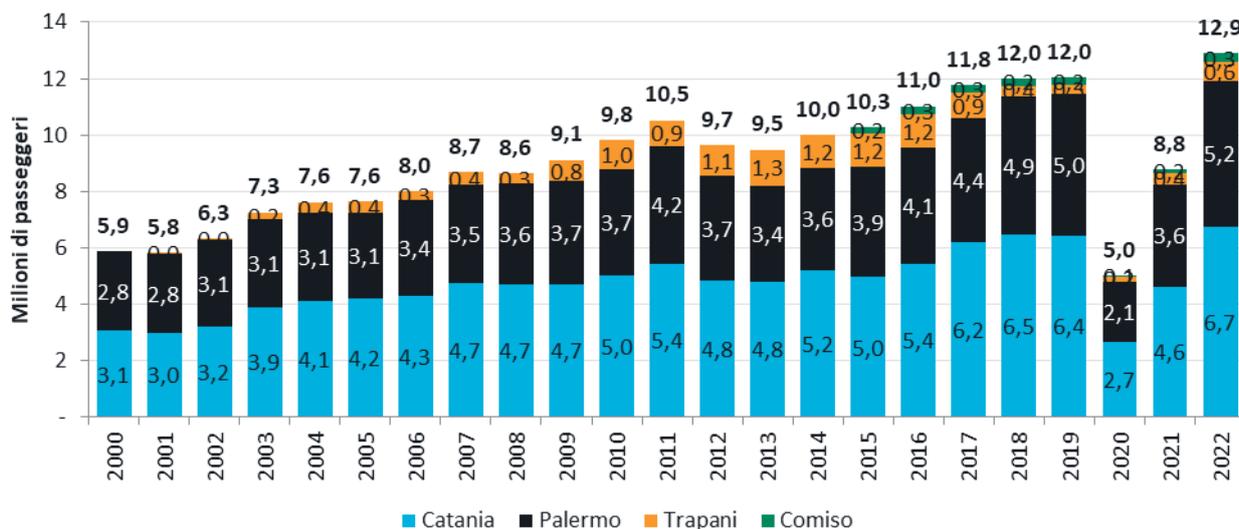
- L'aeroporto di Catania serve la Sicilia orientale e, negli ultimi 22 anni, ha registrato il maggior numero di passeggeri nazionali all'interno della regione.
- L'aeroporto di Palermo, che serve il capoluogo di regione e la parte settentrionale della regione è il secondo aeroporto siciliano per importanza.
- Infine, sono attivi l'aeroporto di Trapani, situato a nord ovest, e l'aeroporto di Comiso, che serve la parte sud-orientale, che hanno movimentato una quota marginale (circa l'8% in totale nel 2022) dei passeggeri nazionali da e per la Sicilia negli ultimi anni.

Il trend dei passeggeri nazionali sugli scali siciliani ha visto una costante crescita fino al 2011, quasi raddoppiando il numero di passeggeri nazionali. Nei due anni successivi vi è stata una forte contrazione dei passeggeri nazionali causata, per il caso di Catania, dalla chiusura dello scalo nel 2012 a causa di lavori infrastrutturali. In seguito, dal 2014 al 2019 si è assistito ad una forte crescita, bloccata dalle restrizioni causate dalla diffusione del COVID-19 che ha ridotto drasticamente il numero di passeggeri nel 2020 e 2021.

Nel 2022 il traffico passeggeri domestico negli scali siciliani ha recuperato e superato i volumi del 2019 (+7,1%), mostrando un trend positivo e performance migliori della media nazionale.

Complessivamente, il totale dei passeggeri domestici in Sicilia è cresciuto ad una media annua (CAGR) di +3,6% tra il 2000 e il 2022, con una crescita maggiore nel primo decennio (CAGR 2000-2010: +5,3%). Il rallentamento della crescita del numero dei passeggeri dal 2010 (CAGR 2010-2022: +2,3%) è stato principalmente causato dagli effetti del COVID-19 e dal calo dei passeggeri riscontrato nel 2012 e 2013.

Figura 4-9 Passeggeri/anno nazionali per gli aeroporti siciliani (2000-2022)



Fonte: Assoaeroporti

In termini di tipologia di domanda, sul traffico complessivo degli aeroporti analizzati la componente internazionale è cresciuta di più della componente domestica.

In particolare, lo scalo di Catania è passato da circa l'80% di traffico nazionale ad un 60% nel 2019 e analogamente, l'aeroporto di Palermo ha visto diminuire la percentuale di passeggeri domestici sul totale dall'86% del 2010 al 72% del 2019.

Durante il 2020 e 2021, questa tendenza si è invertita a causa delle restrizioni pandemiche, ma già nel 2022 la percentuale di passeggeri nazionali è tornata in linea con i valori 2019.

Le destinazioni domestiche con il maggior numero di passeggeri da/per la Sicilia sono state quelle del nord Italia che sono cresciute ad una media annua del 3,4% dal 2010 al 2022, aumentando il loro market share di 5 punti percentuali nello stesso periodo (da 48% al 2010 al 53% nel 2022). Nel 2022, la principale relazione con il nord Italia risulta la rotta Catania – Milano Malpensa, che somma circa il 32% dei traffici regionali provenienti dal nord Italia.

Tra i collegamenti con il nord Italia (Bergamo, Bologna, Milano Linate, Verona, Torino, Treviso e Venezia), tutti ad esclusione di Milano Linate hanno incrementato il numero di passeggeri da e per la Sicilia. Tale crescita ha riguardato sia lo scalo di Palermo che quello di Catania, mentre il numero di passeggeri delle coppie O/D Bergamo – Trapani e Bologna – Trapani ha subito delle leggere diminuzioni.

<i>Prof. Ing. Agostino Nuzzolo</i>		
<i>Aggiornamento degli studi sui flussi di traffico previsti in relazione alla messa in esercizio del Ponte</i>		<i>22 gennaio 2024</i>

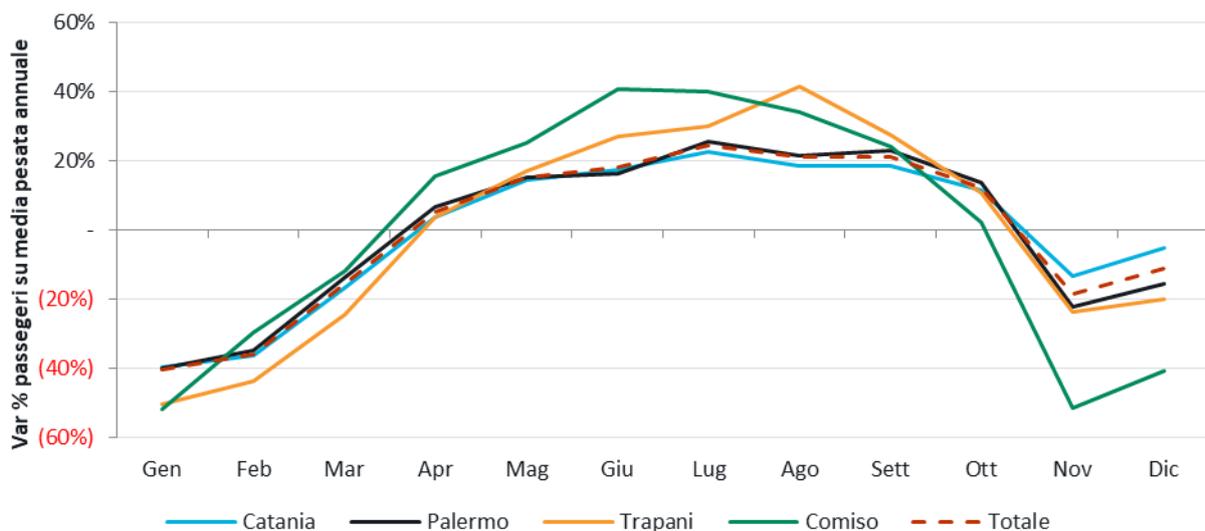
Lo scalo di Roma Fiumicino si conferma l'aeroporto con i volumi maggiori di traffico nazionale verso la Sicilia (25% sul totale regionale), con il collegamento principale verso Catania. Ciononostante, tra il 2010 e il 2022 vede una diminuzione del numero di passeggeri da e verso Palermo e Catania, con un market share che passa da 32% a 21%, pari a una decrescita media annua del 1,2%.

Un trend in crescita è confermato dagli scali di Napoli e Pisa che hanno aumentato il loro market share negli anni, dal 7% al 10% tra il 2010 e il 2022, con tassi di crescita medio annua rispettivamente del 6,7% e 3,8%.

Lo scalo di Pisa mostra una ripresa dei voli verso lo scalo di Trapani grazie all'ingresso di Ryanair nello scalo Siciliano. La maggior parte dei passeggeri da e per l'aeroporto di Trapani, infatti, provengono da aeroporti con un'ampia presenza di compagnie low cost, come Bologna e Bergamo per il nord Italia e Pisa per l'Italia centrale. In seguito alla progressiva riduzione dei voli Ryanair, lo scalo ha perso la maggior parte delle destinazioni servite (es. Pisa) e conseguentemente anche una quota molto elevata dei volumi di traffico.

L'andamento mensile degli aeroporti siciliani evidenzia un periodo di "alta stagione" molto ampio (aprile-ottobre). Gli aeroporti di Catania e Palermo mostrano differenze leggermente inferiori rispetto a Trapani e Comiso, legate ai volumi di domanda e alle diverse percentuali di offerta LC.

Figura 4-10 Stagionalità passeggeri aeroportuali nazionali (2000-2022)



Fonte: Assoaeroporti

<p><i>Prof. Ing. Agostino Nuzzolo</i></p>			
<p><i>Aggiornamento degli studi sui flussi di traffico previsti in relazione alla messa in esercizio del Ponte</i></p>			<p><i>22 gennaio 2024</i></p>

4.4.2 Cargo aereo

Le merci trasportate via aerea da e per la Regione Sicilia sono in costante diminuzione dal 2004. Escludendo, infatti, gli anni successivi alla pandemia di COVID-19 in cui si è assistito a una crescita dell'import/export ed e-commerce, le tonnellate di merci movimentate dagli scali di Palermo e Catania sono in diminuzione e si aggirano intorno alle 11/12.000 tonn/anno. Per questi motivi, il cargo aereo non è stato considerato nella previsione di traffico futuro del Ponte.

<i>Prof. Ing. Agostino Nuzzolo</i>			
<i>Aggiornamento degli studi sui flussi di traffico previsti in relazione alla messa in esercizio del Ponte</i>			<i>22 gennaio 2024</i>

5 L'ANDAMENTO DEL TRAFFICO COMPLESSIVO NEL PERIODO 2011-2022

Il presente capitolo, che è una rielaborazione del contenuto del capitolo "4 – Quadro complessivo della domanda di mobilità da e per la Sicilia" del Rapporto Steer "Collegamento stabile tra Sicilia e Calabria: aggiornamento della domanda di mobilità", riporta l'analisi delle caratteristiche del traffico complessivo Sicilia – Resto d'Italia e della sua evoluzione nel periodo 2011-2022.

5.1 Andamento storico della domanda passeggeri

Nel 2022 si sono spostati tra la Sicilia e il continente quasi 24 milioni di passeggeri, un volume che non ha ancora pienamente recuperato i livelli del 2019 pre-pandemia (-1,8%).

Da anni si riscontrano diverse criticità sulla offerta di trasporto stradale e, soprattutto, ferroviaria di collegamento tra la Sicilia ed il resto d'Italia, che hanno condizionato la scelta dell'utente indirizzandolo verso le modalità concorrenziali. Pertanto, negli anni la domanda di mobilità da/per la Sicilia si è sempre più polarizzata verso il trasporto aereo a scapito dell'attraversamento su gomma e ferro.

La contrazione di domanda su strada e ferro è imputabile principalmente ai seguenti fattori, analizzati più in dettaglio in successivi paragrafi:

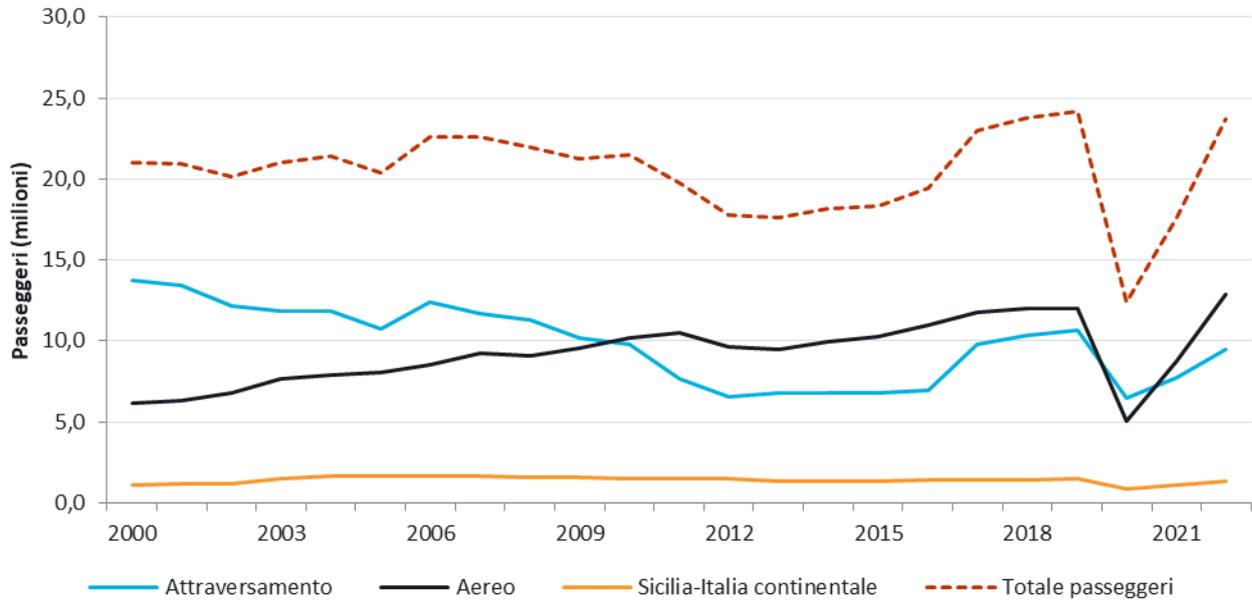
- peggioramento dell'offerta ferroviaria di attraversamento dello Stretto e mancata introduzione dei servizi AV;
- un aumento dell'offerta aerea, dovuta soprattutto all'ingresso dei vettori low-cost;
- mancato recupero dei traffici pre-cantieri sulla Salerno-Reggio Calabria, che furono dirottati verso le altre modalità per la presenza dei lavori;

Va anche evidenziata una progressiva contrazione dell'offerta di corse RoRo pax, a causa principalmente della razionalizzazione di alcuni servizi, come riportato nel seguito.

Nel grafico seguente si illustrano gli andamenti delle tre componenti di domanda passeggeri (attraversamento, roro e aereo) tra il 2000 e il 2022.

Prof. Ing. Agostino Nuzzolo		
Aggiornamento degli studi sui flussi di traffico previsti in relazione alla messa in esercizio del Ponte		22 gennaio 2024

Figura 5-1 Andamento domanda passeggeri complessivi 2000-2022



Fonte: Steer

Tabella 5-1 CAGR di mobilità passeggeri

	CAGR 2000-2011	CAGR 2011-2022
Attraversamento	-5,1%	1,9%
Aereo	4,9%	1,9%
Sicilia-Italia continentale	2,8%	-1,0%
Totale passeggeri	-0,6%	1,7%

Fonte: Steer

Si può osservare un differente andamento nel periodo 2000 -2011 ed in quello seguente fino al 2022, come anche evidenziato dai relativi CARG nella tabella:

- nel periodo 2000-2011 si una notevole crescita del trasporto aereo e del RoRo pax a scapito dell'attraversamento su auto e su treno, con il risultato di una leggera contrazione media del -1,6% annuo;
- nel periodo 2011-2022 l'aereo cresce, ma non con i ritmi del periodo precedente, il RoRo pax si contrae, mentre cresce l'attraversamento, anche se l'offerta ferroviaria decresce pesantemente, con valore di crescita media del totale passeggeri dell'1,7% annuo, nonostante i due periodi critici del 2012 e del Covid.

<i>Prof. Ing. Agostino Nuzzolo</i>			
<i>Aggiornamento degli studi sui flussi di traffico previsti in relazione alla messa in esercizio del Ponte</i>			<i>22 gennaio 2024</i>

In linea con le considerazioni fatte precedentemente, per il periodo 2011 – 2022 si riporta infine la composizione della domanda di mobilità passeggeri tra le diverse modalità di trasporto: traghetti attraversamento Stretto e Ro-Ro, aliscafi e aereo.

La componente di domanda passeggeri sui traghetti Ro-Ro si mantiene abbastanza stabile e quella in attraversamento Stretto cresce di circa 3 milioni di passeggeri passando da un modal share del 32,5% al 39,4%.

La quota di traffico aereo passa dal 53,3% nel 2011 al 54,3% nel 2022, in crescita comunque di 2,3 milioni di passeggeri, a scapito principalmente della domanda ferroviaria che perde 1,4 milioni di passeggeri passando dal 9,1% nel 2011 a un 1,7% nel 2022.

Sostanzialmente stabile, sia come modal share (circa 5%), che come numero di passeggeri, la componente pedonale che utilizza gli aliscafi.

Tabella 5-2 Domanda di mobilità passeggeri 2011-2022

Modo di trasporto	2011		2022	
	Milioni pax	%	Milioni pax	%
Con e senza auto + Traghetto	6,4	32,5%	9,3	39,4%
Ferro + Traghetto	1,8	9,1%	0,4	1,7%
Aliscafi	1,0	5,1%	1,1	4,7%
Aereo	10,5	53,3%	12,9	54,3%
TOTALE	19,7	100,0%	23,8	100,0

Fonte: Steer

I traffici attraverso lo Stretto, pertanto, passano da quote del 65% della domanda complessiva del 2000, fino ad attestarsi a un 40% dal 2011 in poi. I traffici aerei nazionali al contrario gestiscono circa un 30% della domanda al 2000 per poi crescere fino a quota 53% nel 2011.

I servizi di cabotaggio tra Sicilia e Italia continentale contano infine una quota tra il 5% e l'8% della domanda complessiva.

Più in dettaglio, l'analisi delle varie componenti di domanda passeggeri evidenzia le seguenti dinamiche:

- Tra la domanda di attraversamento, si evidenzia il calo del servizio ferroviario gestito da RFI per la tratta Messina – Villa S. Giovanni tra il 2011 e il 2022, con il 73% delle corse in meno, pari a perdite del 77,8% in termini di passeggeri.
- I traffici dei servizi di cabotaggio tra Sicilia e Italia continentale presentano crescite moderate.

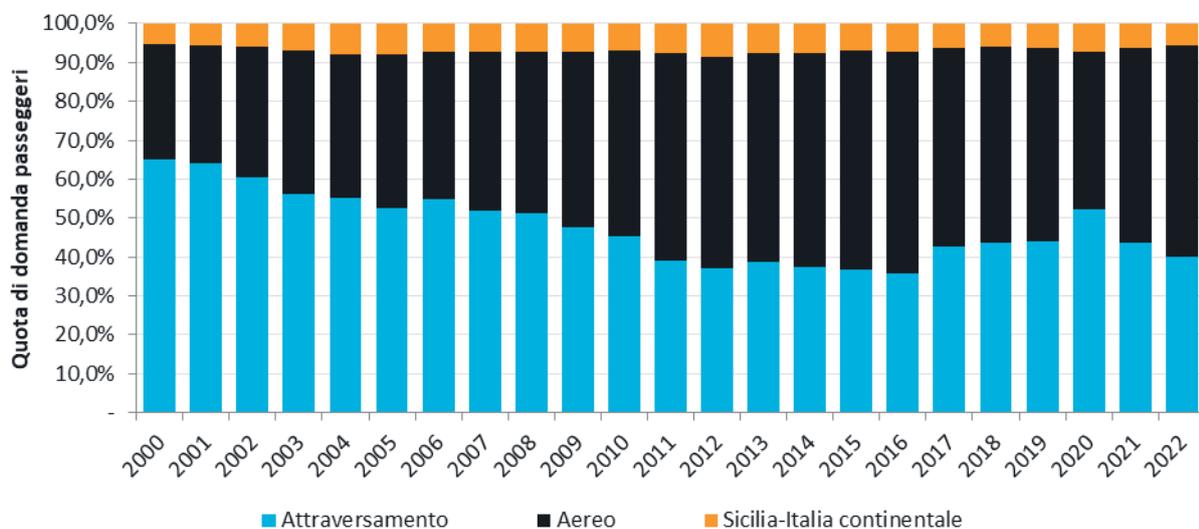
Prof. Ing. Agostino Nuzzolo			
Aggiornamento degli studi sui flussi di traffico previsti in relazione alla messa in esercizio del Ponte			22 gennaio 2024

La relazione principale risulta tra Palermo e Napoli, che conta circa il 43% dei traffici totali tra la Sicilia e l'Italia continentale nel 2022. Negli ultimi anni si evidenziano variazioni nell'offerta di servizio Ro-Pax tra la Sicilia e l'Italia continentale. Catania, infatti, ha gradualmente ridotto la quota passeggeri e presenta attualmente solo autisti di mezzi commerciali. Per il porto di Palermo invece aumenta la relazione con Livorno, mentre si riducono i traffici con Civitavecchia.

- I traffici aerei tra il 2013 e il 2022 risultano più alti del 35,9%, in linea con i posti a sedere offerti (+30,4%) grazie all'aumento del servizio di low cost a Catania e Palermo. Le principali rotte aeree sono tra Catania-Roma Fiumicino (12% sul totale), Catania-Milano Malpensa (10%) e Palermo-Roma Fiumicino (9%).

L'evoluzione delle quote modali negli spostamenti passeggeri da/per la Sicilia sono rappresentate nel grafico seguente.

Figura 5-2 Evoluzione delle quote di domanda passeggeri da/per la Sicilia



Fonte: Steer

Prof. Ing. Agostino Nuzzolo			
Aggiornamento degli studi sui flussi di traffico previsti in relazione alla messa in esercizio del Ponte			22 gennaio 2024

5.2 Andamento storico delle merci

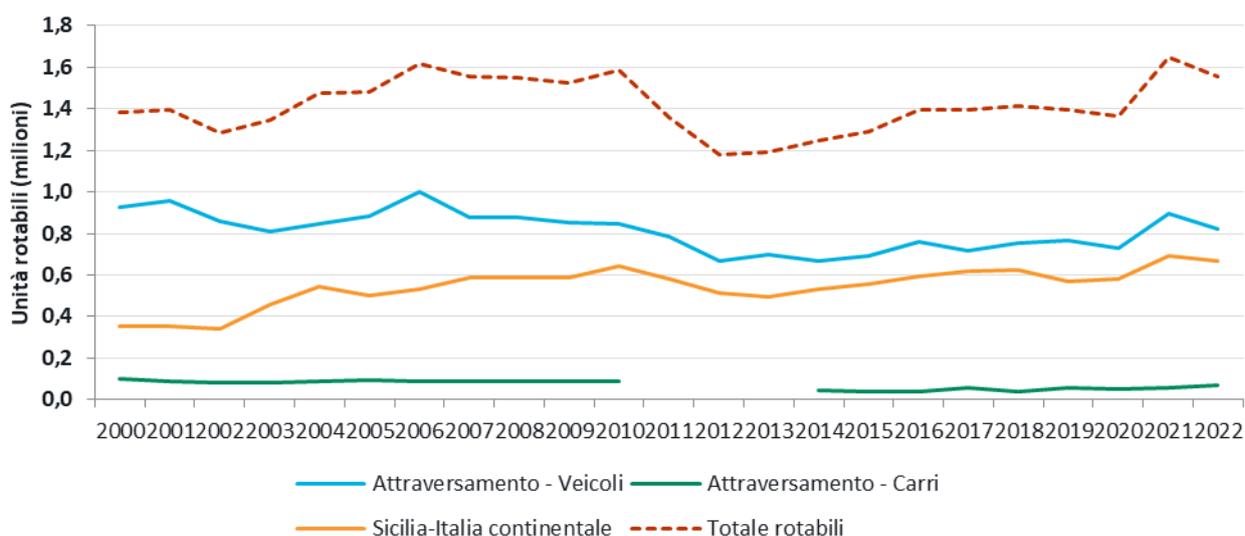
Il trasporto merci tra Sicilia e resto d'Italia avviene con tre modalità di trasporto: stradale (con attraversamento dello Stretto su traghetto), traghetto di lunga percorrenza (RoR) e ferro. La quota di traffico cargo trasportata via aereo è del tutto marginale e quindi trascurabile ai fini delle presenti analisi.

Con riferimento alle tre modalità principali (strada, RoRo e ferro), anche per le merci valgono le considerazioni sulla criticità dell'offerta di trasporto stradale e, soprattutto, ferroviaria di collegamento tra la Sicilia ed il resto d'Italia, che hanno condizionato la scelta dell'utente indirizzandolo verso le modalità concorrenziali:

- peggioramento dell'offerta di servizi ferroviari merci dalla Sicilia, legata anche alla riduzione di domanda merci dell'automotive di Termini Imerese;
- i rilevanti tempi e costi connessi all'attraversamento dello Stretto da parte dei treni merci, incompatibili con le esigenze della logistica moderna;
- mancato recupero dei traffici pre-cantieri sulla Salerno-Reggio Calabria, che furono dirottati verso il Ro Ro, favorito anche dal mare-bonus.

Nel grafico e tabella seguenti si riassumono gli andamenti delle tre componenti di domanda passeggeri (attraversamento stradale e ferroviario e RoRo) tra il 2000 e il 2022.

Figura 5-3 Andamento merci complessivo 2000-2022 (autocarri e carri ferroviari)



Fonte: Steer

<i>Prof. Ing. Agostino Nuzzolo</i>			
<i>Aggiornamento degli studi sui flussi di traffico previsti in relazione alla messa in esercizio del Ponte</i>			<i>22 gennaio 2024</i>

Al fine della precedente rappresentazione, si è scelto di rappresentare la serie storica in unità di carico merci piuttosto che in tonnellate merce, in quanto queste ultime spesso non rappresentano dati osservati ma stime a partire dai mezzi stradali e carri ferroviari.

Va tuttavia tenuto presente che anche l'andamento in termini di unità rotabili complessive ha valore puramente indicativo, dato che il dato dei carri ferroviari comprende anche quelli passeggeri e che i mezzi pesanti su gomma ed i carri ferroviari (in particolare per il trasporto tradizionale) hanno portate differenti e variabili nel tempo (in ragione sia di fattori logistici che della tipologia di merce trasportata). Un andamento più coerente potrebbe essere ricostruito per il trasporto stradale e ferroviario intermodale in termini di UTI (Unità di Trasporto Intermodale), ma questo dato storico purtroppo non è disponibile per il trasporto ferroviario, essendo disponibile purtroppo esclusivamente un dato aggregato (carri ferroviari totali - ovvero merci tradizionali, combinati e passeggeri).

L'analisi consente comunque di individuare in modo qualitativo alcuni andamenti di fondo:

- nel periodo 2000-2011 si evidenzia una buona crescita del trasporto RoRo;
- nel periodo 2011-2022 l'attraversamento cresce, nonostante le perdite del treno ed i due periodi critici del 2012 e del Covid, mentre il RoRo merci cresce ad un tasso inferiore.

Per il traffico merci Ro Ro tra Sicilia e Italia continentale da traino fanno i porti di Palermo e Catania che movimentano l'84,1% delle unità Ro-Ro, in particolare con le relazioni Palermo-Napoli, Palermo-Genova, Catania-Salerno e Catania-Livorno.

È infine interessante notare come l'offerta dei servizi Ro Ro per il traffico merce sia variata negli anni. Il Porto di Catania ha potenziato gradualmente la connessione con Livorno, mentre ha interrotto dal 2022 i servizi verso il porto di Napoli, che nel 2011 rappresentava la rotta principale. Nel 2022 i volumi maggiori si riscontrano invece per la tratta Catania-Salerno, con 3.400 autisti di veicoli stradali merci. Il porto di Palermo ha ridotto notevolmente gli scambi con Civitavecchia, potenziando maggiormente quelli verso Genova.

Per quanto detto sopra, da un punto di vista quantitativo, sono stati analizzati i soli volumi trasportati su strada, per cui si dispone della serie storica del periodo 2011-2022, che tuttavia nel periodo 2011-2014 non è pienamente rappresentativo dato che in tali anni RFI effettuava nei servizi di traghettamento dello Stretto il trasporto di autoveicoli stradali, anche se in modo del tutto marginale rispetto agli alti operatori.

La tabella a pagina seguente mostra quindi i dati per il trasporto di mezzi pesanti tra Sicilia e continente nel periodo 2011-2022.

Prof. Ing. Agostino Nuzzolo			
Aggiornamento degli studi sui flussi di traffico previsti in relazione alla messa in esercizio del Ponte			22 gennaio 2024

Tabella 5-3 Traffico di mezzi pesanti tra Sicilia e resto d'Italia 2011-2022

Modo di trasporto	2011	2014	2019	2020	2021	2022
RoRo	578.730	533.480	566.792	582.937	690.243	667.129
Attraversamento	619.966	669.675	769.054	730.971	897.129	822.572
Totale	1.198.696	1.203.155	1.335.846	1.313.908	1.587.372	1.489.701

Esaminando i tassi di crescita del traffico di mezzi pesanti si osserva:

- una crescita media annua (CAGR) pari al 2,0% per il periodo 2011-2022, per cui tuttavia non si dispone del dato di traffico di RFI;
- una crescita media annua (CAGR) pari al 2,7% per il periodo 2014-2022, per cui la serie storica è omogenea e completa.

5.3 Correlazione dell'evoluzione della mobilità con gli indicatori socio-economici

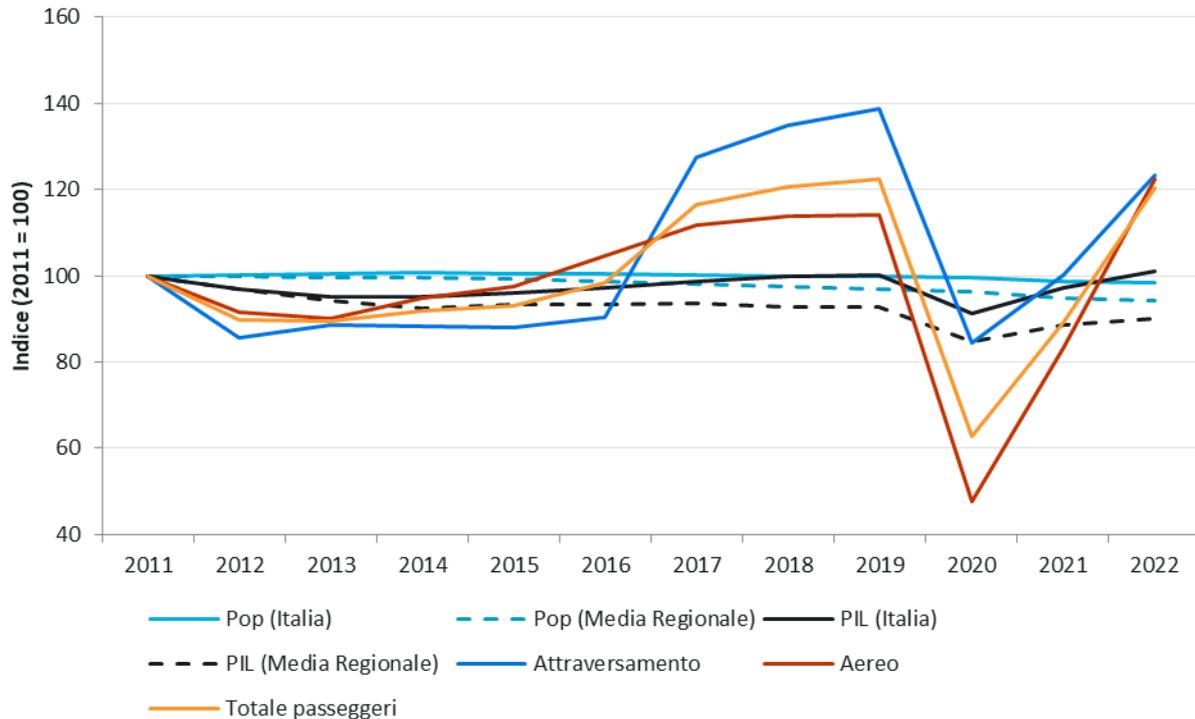
Per quel che riguarda la domanda di mobilità passeggeri tra la Sicilia e il continente, l'andamento dell'ultimo decennio non sembra mostrare una chiara correlazione con i principali indicatori socio-economico (PIL e Popolazione).

In particolare, anche l'andamento demografico negativo delle regioni Sicilia e Calabria, non sembra avere un impatto sulla domanda di mobilità passeggeri, che comunque, nonostante il calo demografico, dal 2010 risulta in aumento.

La crescita di mobilità passeggeri trova invece conferme dall'andamento del settore turistico in Sicilia, a cui può aver contribuito anche la dinamica dell'offerta. In particolare, la crescita della mobilità aerea, frutto del potenziamento dell'offerta *low cost* da/per la Sicilia, ha migliorato l'accessibilità della Sicilia, indicando che è il miglioramento delle connessioni ad essere stato determinante sulla crescita della mobilità.

Prof. Ing. Agostino Nuzzolo		
Aggiornamento degli studi sui flussi di traffico previsti in relazione alla messa in esercizio del Ponte		22 gennaio 2024

Figura 5-4 Evoluzione della domanda di mobilità passeggeri rispetto a PIL e Popolazione

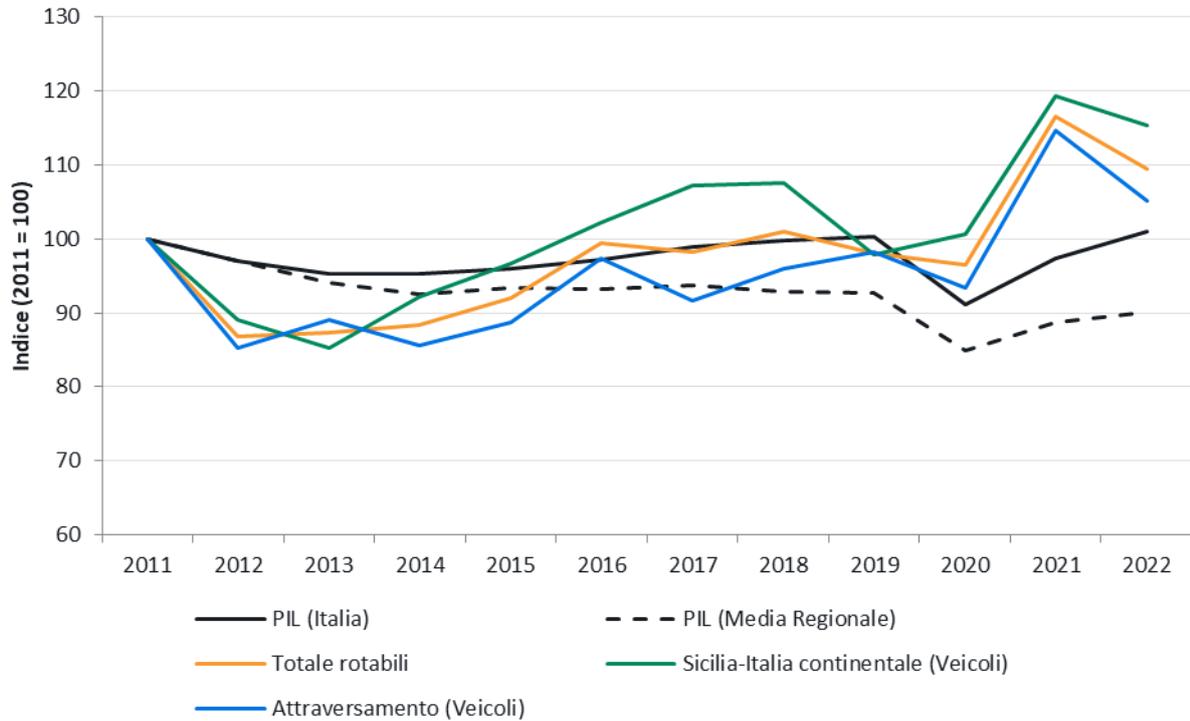


Fonte: Steer su dati Istat, Assaeroporti, Assoport, Eurostat

Per quel che riguarda invece il trasporto merci, l'evoluzione del numero di unità di carico riflette maggiormente le oscillazioni del PIL italiano, ma crescendo con tassi più elevati di quest'ultimo. Inoltre, anche in questo caso, non si evidenzia un effetto dell'evoluzione del PIL regionale, che mostra un andamento decrescente, laddove il traffico merci tra Sicilia e resto d'Italia è in crescita.

Infine, si evidenzia come a seguito all'impatto da COVID-19, la domanda stradale merci mostri crescita molto più sostenute rispetto al PIL, così come osservato in generale su tutto il territorio nazionale.

Figura 5-5 Evoluzione del numero di mezzi merci rispetto al PIL



Fonte: Steer su dati Istat, Assoport, Eurostat

Prof. Ing. Agostino Nuzzolo			
Aggiornamento degli studi sui flussi di traffico previsti in relazione alla messa in esercizio del Ponte			22 gennaio 2024

6 LA STRUTTURA GEOGRAFICA DELLA MOBILITÀ ALL'ANNO BASE (2022)

6.1 Introduzione

In questo capitolo vengono analizzate i flussi di domanda tra Sicilia ed Italia Continentale ricostruiti all'anno base 2022 per le diverse componenti della mobilità (passeggeri e merci), per le diverse modalità di trasporto e per le principali componenti geografiche.

La tabella successiva riporta i flussi di traffico annuo in attraversamento dello Stretto.

Tabella 6-1 Flussi di traffico in attraversamento dello Stretto nel 2022

Flussi Stretto	Mezzi (Veicoli/Carri)		Passeggeri	
	Fonte	Valore annuo	Fonte	Valore annuo
Traffico stradale		Veicoli		
Autovetture e motocicli	AdSP	1.823.254	Elab. Dati Fonte	3.828.833
<i>di cui motocicli</i>	Elab. Dati Fonte	16.388	Elab. Dati Fonte	16.388
<i>di cui autovetture</i>	Elab. Dati Fonte	1.806.866	Elab. Dati Fonte	3.812.445
Mezzi pesanti	AdSP	822.572	Elab. Dati Fonte	2.093.446
<i>di cui furgoni e minibus regionali</i>	Elab. Dati Fonte	176.643	Elab. Dati Fonte	859.588
<i>di cui autocarri merci</i>	Elab. Dati Fonte	604.800	Elab. Dati Fonte	
<i>di cui bus lunga percorrenza</i>	Elab. Dati Fonte	41.129	Elab. Dati Fonte	1.233.858
Totale	AdSP	2.645.826	Elab. Dati Fonte	5.922.279
Traffico ferroviario		Carri		
Carri ferroviari passeggeri	Elab. da orario	17.520	Trenitalia	421.760
Carri ferroviari merci	Elab. Dati RFI	36.236		
<i>di cui intermodali</i>	Elab. Dati RFI	19.768		
<i>di cui tradizionale</i>	Elab. Dati RFI	16.468		
Totale		53.756		421.760
Traffico passeggeri senza auto al seguito				
<i>di cui in trasferimento su ferro LP a Villa San Giovanni</i>		-	Trenit., Italo	296.119
<i>di cui spostamenti regionali su nave veloce</i>		-	AdSP	1.104.712
<i>di cui spostamenti regionali su traghetto</i>			Elab. Dati Fonte	1.774.846
Totale				3.175.677
Totale autoveicoli e passeggeri Stretto		2.699.582		9.519.716

<i>Prof. Ing. Agostino Nuzzolo</i>			
<i>Aggiornamento degli studi sui flussi di traffico previsti in relazione alla messa in esercizio del Ponte</i>			<i>22 gennaio 2024</i>

Come si evince dalla tabella, i flussi di traffico annuo in attraversamento dello Stretto sono articolati secondo tre componenti

- Il traffico stradale, in cui l'intero spostamento avviene su uno stesso autoveicolo, che viene quindi caricato, insieme al conducente, agli eventuali passeggeri ed al carico merce, su un traghetto in servizio sulle rotte di attraversamento dello Stretto;
- Il trasporto ferroviario, in cui l'attraversamento avviene a bordo dei treni trasportati dai servizi di navigazione dedicati di RFI;
- Traffico passeggeri senza auto al seguito, in cui l'attraversamento passeggeri avviene senza veicolo al seguito e l'intero spostamento viene quindi completato da tratte di accesso/egresso ai porti di imbarco/sbarco con altre modalità di trasporto. All'interno di questa categoria ricadono anche gli spostamenti dei passeggeri che attraversano lo Stretto autonomamente su nave o aliscafo e quindi utilizzano per la tratta continentale del proprio spostamenti i treni di lunga percorrenza che servono Villa San Giovanni.

Nella tabella seguente sono riportati gli altri flussi di traffico tra Sicilia ed Italia continentale all'anno base 2022, che comprendono la quota di autoveicoli trasportati su traghetti lungo rotte che non interessano esclusivamente lo Stretto (modalità RoRo) ed il traffico aereo.

Tabella 6-2 Altri flussi di traffico tra Sicilia ed Italia continentale nel 2022

Altri flussi tra Sicilia e resto d'Italia	Mezzi (Veicoli/Carri)		Passeggeri	
	Fonte	Valore annuo	Fonte	Valore annuo
Autoveicoli RoRo		Veicoli		
Veicoli leggeri	AdSP	505.176	AdsP	1.363.561
Veicoli merci	AdSP	657.843		
Totale autoveicoli e passeggeri RoRo	AdSP	1.163.019	AdSP	1.363.561
Traffico aereo				
Totale traffico aereo				12.886.966
Totale altri flussi tra Sicilia e resto d'Italia		1.163.019		14.250.527

Infine, nell'ultima tabella di sintesi sono riportati i flussi complessivi di traffico tra Sicilia ed Italia continentale nel 2022, che ammontano complessivamente a circa 3,9 milioni di veicoli (ovvero carri ferroviari) e 23,8 milioni di passeggeri. Per ottenere una stima complessiva dei passeggeri su tutte le modalità di trasporto, si è assunto un coefficiente medio di riempimento veicolare pari a 2.0 per i veicoli leggeri trasportati sulla modalità RoRo.

Prof. Ing. Agostino Nuzzolo			
<i>Aggiornamento degli studi sui flussi di traffico previsti in relazione alla messa in esercizio del Ponte</i>			22 gennaio 2024

Tabella 6-3 Sintesi complessiva dei flussi di traffico tra Sicilia ed Italia continentale nel 2022

Flussi totali	Mezzi		Passeggeri	
		Valore annuo		Valore annuo
Veicoli leggeri		2.328.430		4.839.185
Veicoli pesanti		1.480.415		2.446.655
<i>di cui bus lunga percorrenza</i>		41.129		1.233.858
Carri ferroviari passeggeri		17.520		421.760
Carri ferroviari merci		36.236		
Passeggeri senza veicolo al seguito				16.062.643
Totale		3.862.601		23.770.243

I flussi riportati in tabella non comprendono i flussi merce prettamente marittimi (contenitori o merci rinfuse), la cui entità è ritenuta invariante rispetto alla presenza del Ponte e quindi non sono stati inclusi nelle presenti analisi.

6.2 Mobilità passeggeri

6.2.1 Struttura complessiva della mobilità

I flussi passeggeri annui al 2022 tra Sicilia ed Italia continentale sono complessivamente pari a 23,8 milioni, di cui circa 1,2 milioni corrispondenti ad autisti di furgoni e veicoli stradali merci, per un totale quindi di un flusso di mobilità passeggeri pari a 22,6 milioni di passeggeri annui.

Tale domanda comprende numerose componenti, sia in termini geografici (in Sicilia, in continente ed in itinerario di collegamento scelto, ovvero in attraversamento dello Stretto o meno) che di modalità di trasporto. Per una analisi sintetica, la domanda di mobilità passeggeri è stata quindi riclassificata secondo quattro dimensioni:

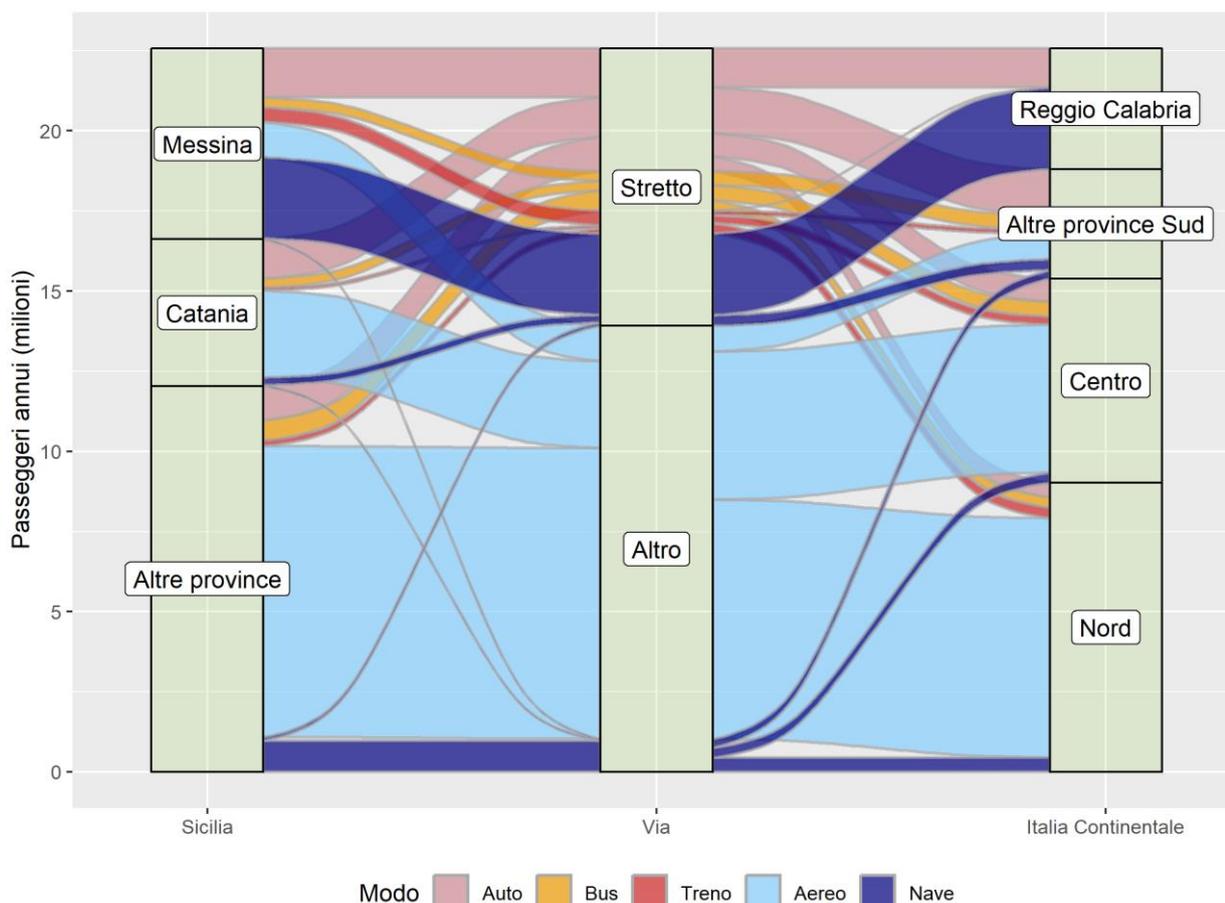
- La zona di origine/destinazione in Sicilia, distinguendo tra la Città Metropolitana di Messina, la Città Metropolitana di Catania ed il resto della Sicilia;
- La zona di origine/destinazione in Italia Continentale, distinguendo tra la Città Metropolitana di Reggio Calabria, altre province del Sud Italia, Centro Italia e Nord Italia;
- L'itinerario utilizzato per il collegamento tra Sicilia e Italia Continentale, ovvero in attraversamento dello Stretto o meno;
- La modalità di trasporto utilizzata per il collegamento tra Sicilia e Continente, ovvero aereo, autovettura, autobus, treno o nave/aliscafo. Per semplicità di visualizzazione, nella modalità

Prof. Ing. Agostino Nuzzolo			
Aggiornamento degli studi sui flussi di traffico previsti in relazione alla messa in esercizio del Ponte			22 gennaio 2024

nave sono stati ricompresi sia i passeggeri che utilizzano i servizi RoRo di lunga percorrenza (con veicoli al seguito o meno) sia i passeggeri che attraversano lo Stretto senza veicoli al seguito. I passeggeri in attraversamento dello Stretto con veicolo al seguito sono invece assegnati alla modalità stradale. Infine, si precisa che la classificazione è in via generale basata sul solo modo di attraversamento (ovvero indipendentemente dai modi secondari utilizzati nelle tratte di accesso/egresso), con la sola eccezione dei passeggeri che attraversano lo Stretto su navi/aliscafi completando lo spostamento per la tratta continentale su treni di lunga percorrenza che fermano a Villa San Giovanni, che sono classificati come passeggeri ferroviari, essendo questo il modo principale utilizzato nello spostamento complessivo.

La figura seguente mostra i flussi passeggeri all'anno base così riclassificati.

Figura 6-1 Flussi di traffico passeggeri tra Sicilia e Italia continentale 2022



In termini geografici, le quote di mobilità relative alle Città Metropolitane dello Stretto (Messina e

<i>Prof. Ing. Agostino Nuzzolo</i>			
<i>Aggiornamento degli studi sui flussi di traffico previsti in relazione alla messa in esercizio del Ponte</i>			<i>22 gennaio 2024</i>

Reggio Calabria) sono molto rilevanti: in Sicilia, il 26% di spostamenti complessivi è originato o destinato a Messina e la quota di Reggio Calabria è del 17% sul totale del continente. In particolare, la mobilità locale tra le due Città Metropolitane dello Stretto è pari al 14% del totale complessivo della mobilità tra Sicilia e continente. Comparabilmente, tenendo conto della prossimità territoriale, risulta relativamente ridotta la mobilità tra Sicilia ed il resto del meridione (15%), a fronte di una mobilità significativa di lungo raggio con il Centro (28%) ed il Nord Italia (40%). In questo senso, la struttura della mobilità extra-regionale siciliana (e quindi delle relazioni socioeconomiche che la sottendono), è influenzata più del peso demografico ed economico delle diverse zone dell'Italia che non dalla prossimità alla Sicilia, con la sola eccezione della Città Metropolitana di Reggio Calabria, che presenta una forte relazione in particolare con Messina.

In termini di modo di trasporto, l'aereo risulta quella di gran lunga prevalente, con il 57% di quota modale circa sulla mobilità complessiva. In termini geografici, i passeggeri in aereo sono per il 58% in viaggio tra Sicilia e Nord Italia e per il 36% con il Centro Italia (in particolare Roma), mentre solo il restante 6% per il Sud Italia (in particolare Napoli). In ragione di questa distribuzione, la quota modale dell'aereo cresce per gli spostamenti più lunghi, con una quota modale che raggiunge l'83% per il Nord Italia.

Nave e autovettura sono invece le modalità di trasporto prevalenti per le brevi e medi distanze: in particolare, la modalità marittima (ovvero passeggeri di traghetti e aliscafi senza auto al seguito) è quella prevalente per gli spostamenti tra Sicilia (in particolare Messina) e Reggio Calabria, per cui serve circa due terzi dell'intera domanda. L'autovettura, di contro, risulta il modo prevalente per gli spostamenti tra Sicilia ed altre province meridionali, con una quota modale del 42% complessiva, che cresce ad oltre la metà se si considera la sola Calabria.

Infine, la quota di trasporto ferroviario è pari al 3,1% del totale, di cui circa un terzo effettua l'attraversamento in proprio tra Messina e Villa San Giovanni.

6.2.2 Matrici della mobilità passeggeri all'anno base

Nelle tabelle seguenti sono riportate le matrici di domanda passeggeri all'anno base ricostruite a partire dai dati disponibili riportati nel relativo capitolo. Le matrici sono relative ai seguenti segmenti di domanda:

- Autoveicoli in attraversamento dello Stretto;
- Autoveicoli leggeri su traghetti RoRo lunga percorrenza;
- Passeggeri bus lunga percorrenza in attraversamento dello Stretto;
- Passeggeri traghetti e aliscafi Stretto senza auto al seguito;

<i>Prof. Ing. Agostino Nuzzolo</i>		
<i>Aggiornamento degli studi sui flussi di traffico previsti in relazione alla messa in esercizio del Ponte</i>		<i>22 gennaio 2024</i>

- Passeggeri treno lunga percorrenza in attraversamento dello Stretto;
- Passeggeri Aereo.

Tabella 6-4 Autoveicoli in attraversamento dello Stretto

	Messina	Catania	Siracusa e Ragusa	Enna e Caltanissetta	Agrigento	Palermo e Trapani	Totale
Reggio Calabria	322.000	169.964	22.804	14.027	8.758	44.934	582.487
Vibo Valentia	27.108	27.386	10.357	4.416	1.184	11.684	82.135
Catanzaro	25.891	26.156	9.892	4.218	1.131	11.160	78.448
Cosenza e Crotona	25.402	25.663	9.706	4.138	1.110	10.949	76.968
Campania	84.422	85.288	32.255	13.752	3.688	36.388	255.793
Basilicata e Puglia	62.300	62.938	23.804	10.148	2.722	26.854	188.766
Lazio	71.547	72.280	27.336	11.655	3.126	30.839	216.783
Resto Centro	41.448	41.874	15.836	6.752	1.811	17.865	125.586
Nord Ovest	40.036	40.447	15.297	6.522	1.749	17.257	121.308
Nord Est	31.347	31.669	11.977	5.106	1.369	13.512	94.980
Totale	731.501	583.665	179.264	80.734	26.648	221.442	1.823.254

Tabella 6-5 Autoveicoli leggeri su traghetti RoRo lunga percorrenza

	Messina	Catania	Siracusa e Ragusa	Enna e Caltanissetta	Agrigento	Palermo e Trapani	Totale
Reggio Calabria	0	0	0	0	0	0	0
Resto Calabria e Basilicata	0	0	0	0	0	0	0
Campania	3.190	3.134	963	433	12.752	105.965	126.437
Resto Sud	0	0	0	0	0	0	0
Centro	3.748	3.682	1.131	509	14.982	124.498	148.550
Nord-Ovest	3.026	2.972	913	411	12.095	100.506	119.923
Nord-Est	2.369	2.327	715	322	9.470	78.694	93.897
Sardegna	413	406	125	56	1.651	13.718	16.369
Totale	12.746	12.521	3.847	1.731	50.950	423.381	505.176

<i>Prof. Ing. Agostino Nuzzolo</i>			
<i>Aggiornamento degli studi sui flussi di traffico previsti in relazione alla messa in esercizio del Ponte</i>			<i>22 gennaio 2024</i>

Tabella 6-6 Passeggeri bus lunga percorrenza in attraversamento dello Stretto

	Messina	Catania	Siracusa e Ragusa	Enna e Caltanissetta	Agrigento	Palermo e Trapani	Totale
Reggio Calabria	0	0	0	0	0	0	0
Vibo Valentia	0	0	0	0	0	0	0
Catanzaro	0	0	0	0	0	0	0
Cosenza e Crotona	0	0	0	0	0	0	0
Campania	56.564	57.557	32.231	19.174	18.381	61.581	245.488
Basilicata e Puglia	42.806	57.726	24.579	14.128	10.950	52.078	202.267
Lazio	74.810	69.378	39.251	27.982	24.508	63.753	299.682
Resto Centro	42.830	39.557	23.210	12.221	11.750	35.913	165.481
Nord Ovest	51.986	34.027	19.304	14.281	15.610	35.078	170.286
Nord Est	41.095	32.834	18.206	12.509	13.982	32.026	150.652
Totale	310.091	291.079	156.781	100.295	95.181	280.429	1.233.856

Tabella 6-7 Passeggeri treno lunga percorrenza in attraversamento dello Stretto

Anno	Messina	Catania	Siracusa e Ragusa	Enna e Caltanissetta	Agrigento	Palermo e Trapani	Totale
Reggio Calabria	1.965	1.016	191	150	156	737	4.215
Vibo Valentia	372	141	29	24	49	216	831
Catanzaro	235	189	39	33	27	119	642
Cosenza e Crotona	606	491	113	103	114	485	1.912
Campania	64.172	18.185	7.384	4.545	6.037	21.548	121.871
Basilicata e Puglia	4.148	1.538	561	357	400	1.690	8.694
Lazio	119.523	26.120	11.458	6.703	6.815	20.119	190.738
Resto Centro	41.063	6.219	2.789	1.742	2.536	7.259	61.608
Nord Ovest	146.232	20.203	9.848	6.400	8.732	20.542	211.957
Nord Est	75.987	12.493	5.827	3.857	5.099	12.149	115.412
Totale	454.303	86.595	38.239	23.914	29.965	84.864	717.880

<i>Prof. Ing. Agostino Nuzzolo</i>			
<i>Aggiornamento degli studi sui flussi di traffico previsti in relazione alla messa in esercizio del Ponte</i>			<i>22 gennaio 2024</i>

Tabella 6-8 Passeggeri traghetti e aliscafi Stretto senza auto al seguito

	Messina	Catania	Siracusa e Ragusa	Enna e Caltanissetta	Agrigento	Palermo e Trapani	Totale
Reggio Calabria	2.394.608	90.696	28.155	8.880	4.723	14.739	2.541.801
Vibo Valentia	74.826	5.669	0	567	1.134	9.506	91.702
Catanzaro	30.044	81.614	7.789	11.808	1.134	14.750	147.139
Cosenza e Crotona	31.177	62.638	2.267	2.267	0	567	98.916
Campania	0	0	0	0	0	0	0
Basilicata e Puglia	0	0	0	0	0	0	0
Lazio	0	0	0	0	0	0	0
Resto Centro	0	0	0	0	0	0	0
Nord Ovest	0	0	0	0	0	0	0
Nord Est	0	0	0	0	0	0	0
Totale	2.530.655	240.617	38.211	23.522	6.991	39.562	2.879.558

Tabella 6-9 Passeggeri aereo

Anno	Messina	Catania	Siracusa e Ragusa	Enna e Caltanissetta	Agrigento	Palermo e Trapani	Totale
Reggio Calabria	0	0	0	0	0	0	0
Vibo Valentia	0	0	0	0	0	0	0
Catanzaro	0	0	0	0	0	0	0
Cosenza e Crotona	0	0	0	0	0	0	0
Campania	36.630	127.256	77.708	37.173	31.034	288.945	598.746
Basilicata e Puglia	3.031	11.879	42.158	19.974	29.414	95.892	202.348
Lazio	175.089	542.346	351.290	166.511	168.502	1.159.325	2.563.063
Resto Centro	106.294	282.027	186.392	97.429	103.055	551.621	1.326.818
Nord Ovest	467.398	1.029.766	737.764	365.092	383.140	1.870.908	4.854.068
Nord Est	247.325	564.563	390.888	200.913	207.782	1.001.975	2.613.446
Transfer estero	62.058	153.253	107.020	53.150	55.297	297.699	728.477
Totale	1.097.825	2.711.090	1.893.220	940.242	978.224	5.266.365	12.886.966

<i>Prof. Ing. Agostino Nuzzolo</i>			
<i>Aggiornamento degli studi sui flussi di traffico previsti in relazione alla messa in esercizio del Ponte</i>			<i>22 gennaio 2024</i>

6.3 Mobilità merci

6.3.1 Struttura complessiva della mobilità

I flussi merci annui al 2022 tra Sicilia ed Italia continentale sono complessivamente pari a 1,48 milioni di unità veicolari, di cui 1,44 di autoveicoli (furgoni e autocarri) e 0,04 di carri ferroviari merci. Come ricordato in precedenza, a questi flussi vanno aggiunti i traffici merce prettamente marittimi (contenitori o merci rinfuse), la cui entità è ritenuta invariante rispetto alla presenza del Ponte e quindi non sono stati inclusi nelle presenti analisi.

Ai fini delle analisi del traffico, sono stati inoltre trattati separatamente i traffici esistenti di trasporto ferroviario tradizionale (stimati in circa 16 mila carri annui), che si riferiscono in particolare il trasporto di materiali e semilavorati dell'impianto siderurgico Duferco di Pace del Mela (Città Metropolitana di Messina). Infatti, si ritiene che, per la tipologia di traffico, oltre che per le tendenze in atto a livello nazionale ed internazionale, anche questa componente di traffico non sia influenzata in modo significativo dalla realizzazione del Ponte, mantenendo un volume in linea con quello attuale ed in evoluzione con le tendenze complessive di mercato, pur con una eventuale diversificazione dei clienti.

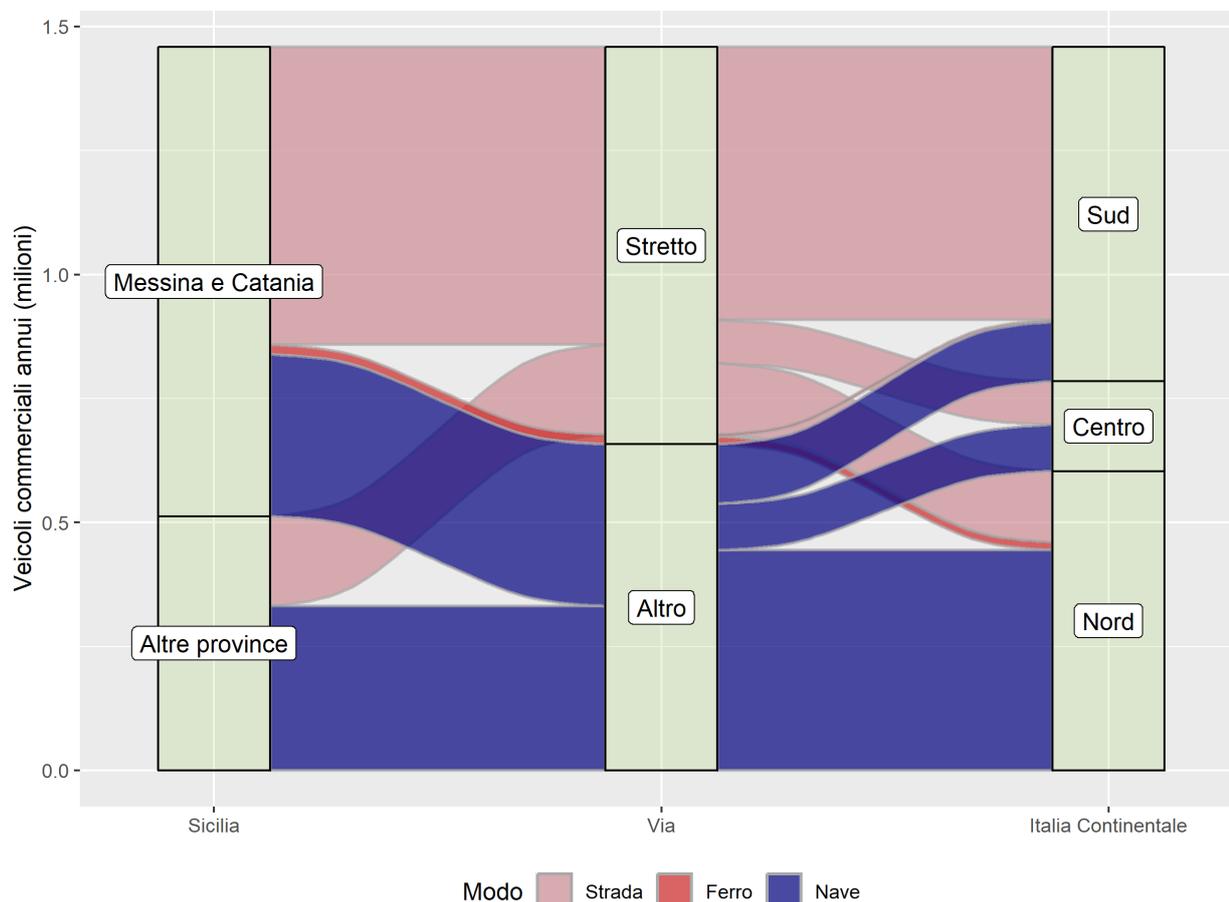
L'analisi, raffigurata nel grafico successivo, si è quindi concentrata su 1,46 milioni di unità stradali e ferroviarie intermodali tra la Sicilia ed il continente.

I flussi tra Sicilia ed Italia sono ripartiti su tre modalità di trasporto:

- La modalità stradale, che comprende tutti i flussi di autoveicoli che utilizzano i servizi di traghettamento dello Stretto e che ha una quota modale complessiva pari al 54%;
- La modalità ferroviaria, che comprende il trasporto merci intermodale ed ha una quota modale pari al 1,4% (a cui, come detto, si aggiunte un volume analogo di trasporto tradizionale);
- La modalità marittima, che comprende tutti i flussi su traghetti RoRo operati su rotte al di fuori dello Stretto (da Palermo, Messina e Catania a Salerno, Civitavecchia, Livorno, Genova, Brindisi e Ravenna) ed ha una quota modale pari al 45%.

Prof. Ing. Agostino Nuzzolo			
Aggiornamento degli studi sui flussi di traffico previsti in relazione alla messa in esercizio del Ponte			22 gennaio 2024

Figura 6-2 Flussi di veicoli commerciali e unità ferroviarie intermodali tra Sicilia e Italia continentale nel 2022



Come ben evidente nella precedente raffigurazione, da un punto di vista geografico, le modalità stradale e marittima risultano complementari, piuttosto che alternative, con quote modali di gran lunga prevalenti per la modalità stradale per il Sud Italia (82%), e per la modalità marittima per il Nord (74%) – con la sola eccezione per le relazioni con il Centro Italia, per cui le due modalità di trasporto hanno quote analoghe. Infine, è interessante notare che le relazioni di trasporto ferroviario interessano unicamente il Nord Italia, con una quota modale tutto sommato non trascurabile, tenuto conto della complessità logistica data dall'attuale attraversamento ferroviario dello Stretto (5,2% complessivo tra trasporto tradizionale ed intermodale, con quest'ultimo pari al 2,6%). Tale quota risulterebbe ancor maggiore se misurata in unità di peso, per via del maggior peso specifico delle merci trasportate sul ferro tradizionale.

<i>Prof. Ing. Agostino Nuzzolo</i>			
<i>Aggiornamento degli studi sui flussi di traffico previsti in relazione alla messa in esercizio del Ponte</i>			<i>22 gennaio 2024</i>

6.3.2 Matrici della mobilità merci all'anno base

Nelle tabelle seguenti sono riportate le matrici di domanda merci all'anno base ricostruite sulla base dei dati da fonti disponibili. Le matrici sono relative ai seguenti segmenti di domanda:

- Veicoli commerciali pesanti e leggeri in attraversamento dello Stretto;
- Veicoli merci su navi RoRo lunga percorrenza;
- Carri ferroviari merci.

Tabella 6-10 Veicoli commerciali pesanti e leggeri in attraversamento dello Stretto

	Messina	Catania	Siracusa e Ragusa	Enna e Caltanissetta	Agrigento	Palermo e Trapani	Totale
Reggio Calabria	61.953	35.483	5.129	8.190	3.855	41.201	155.811
Resto Calabria	49.448	58.684	14.807	18.542	8.149	12.114	161.744
Campania e Basilicata	45.497	54.281	13.659	17.273	7.585	11.181	149.474
Resto Sud	25.702	30.377	7.681	9.543	4.198	6.282	83.782
Centro	28.082	31.404	8.170	9.091	4.050	6.647	87.442
Nord-Ovest	16.675	21.893	5.254	7.826	3.381	4.340	59.370
Nord-Est	22.741	31.101	7.320	11.605	4.985	6.070	83.821
Totale	250.097	263.221	62.018	82.071	36.202	87.834	781.443

Tabella 6-11 Veicoli merci su navi RoRo lunga percorrenza

	Messina	Catania	Siracusa e Ragusa	Enna e Caltanissetta	Agrigento	Palermo e Trapani	Totale
Reggio Calabria	0	0	0	0	0	0	0
Resto Calabria e Basilicata	0	0	0	0	0	0	0
Campania	16.863	23.092	5.003	8.659	18.624	33.724	105.966
Resto Sud	1.862	2.550	553	956	2.800	5.070	13.792
Centro	11.784	19.714	4.271	7.393	17.981	32.560	93.702
Nord-Ovest	15.351	44.500	9.642	16.688	49.630	89.870	225.679
Nord-Est	15.198	76.670	16.612	28.751	28.986	52.488	218.704
Totale	61.058	166.525	36.081	62.447	118.020	213.712	657.843

<i>Prof. Ing. Agostino Nuzzolo</i>			
<i>Aggiornamento degli studi sui flussi di traffico previsti in relazione alla messa in esercizio del Ponte</i>			<i>22 gennaio 2024</i>

Tabella 6-12 Carri ferroviari merci

	Messina	Catania	Siracusa e Ragusa	Enna e Caltanissetta	Agrigento	Palermo e Trapani	Totale
Reggio Calabria	0	0	0	0	0	0	0
Resto Calabria e Basilicata	0	0	0	0	0	0	0
Campania	4.623	0	0	0	0	0	4.623
Resto Sud	826	2.324	267	228	0	0	3.644
Centro	4.576	0	0	0	0	0	4.576
Nord-Ovest	1.853	9.089	1.044	892	0	0	12.878
Nord-Est	9.415	907	104	89	0	0	10.515
Totale	21.293	12.320	1.415	1.208	0	0	36.236

<i>Prof. Ing. Agostino Nuzzolo</i>			
<i>Aggiornamento degli studi sui flussi di traffico previsti in relazione alla messa in esercizio del Ponte</i>			<i>22 gennaio 2024</i>

7 LO SCENARIO DI RIFERIMENTO ALL'ENTRATA IN ESERCIZIO DEL PONTE (2032)

7.1 Introduzione

Al fine di predisporre le previsioni di traffico sia per il PEF-Piano Economico Finanziario, che per l'analisi Costi – Benefici e le analisi ambientali, gli scenari di valutazione sono costituiti:

- dallo **scenario di riferimento**: scenario in cui si prevede siano implementati tutti gli interventi infrastrutturali e regolatori già programmati – ad eccezione dell'intervento oggetto di studio - con la conseguente revisione dei servizi di trasporto;
- dallo **Scenario di progetto**: scenario che prevede gli interventi infrastrutturali e regolatori considerati nello scenario programmatico, unitamente alla realizzazione dell'intervento oggetto di studio, e la conseguente revisione dei servizi di trasporto.

In questo capitolo viene trattato lo scenario di riferimento, rinviando al successivo per quello di progetto.

7.2 Infrastrutture e servizi di attraversamento dello Stretto

7.2.1 Ipotesi relative all'offerta infrastrutturale

Le ipotesi assunte in merito alle infrastrutture portuali dello Stretto riguardano il completamento del porto di Messina Tremestieri e la riqualificazione del Waterfront urbano di Messina, con conseguente cessazione di tutti i servizi di traghettamento sullo Stretto da Rada San Francesco ed i servizi di traghettamento da Messina Porto Storico (Previsione da PRP Porto Messina), eccetto quelli del traghettamento dei convogli ferroviari da Messina Porto Storico.

Restano quindi attivi a Messina i seguenti terminali e servizi:

- Messina Porto Storico:
 - Aliscafi: rotte **ME Porto Storico - Villa San Giovanni** e **ME Porto Storico – Reggio Calabria**
 - Traghetti FS per treni passeggeri e carri merci: rotta **ME Porto Storico – Villa San Giovanni**

<i>Prof. Ing. Agostino Nuzzolo</i>			
<i>Aggiornamento degli studi sui flussi di traffico previsti in relazione alla messa in esercizio del Ponte</i>			<i>22 gennaio 2024</i>

- Messina Tremestieri:
 - Traghetti per mezzi commerciali, veicoli leggeri (auto, bus, furgoni) e pax senza veicolo al seguito: rotta **ME Tremestieri - Villa San Giovanni e ME Tremestieri – Reggio Calabria**

7.2.2 Attraversamento ferroviario dello Stretto

Il programma di interventi per l'Attraversamento Dinamico di RFI è stato attualmente ridimensionato. Continuerà, pertanto, invece a non essere possibile l'attraversamento dei treni AV, per la impossibilità di scomposizione del relativo materiale e per la sospensione delle attività di acquisto di nave adatta, da 240 m. Saranno presenti n.2 traghetti ferroviari da 140 metri, che sono ritenuti sufficienti per il traffico a breve-medio termine, e continuerà il servizio ad appuntamento dei treni a lunga percorrenza a Villa S.G. con aliscafi ME-VSG.

Nella successiva figura sono riportati i tempi attuali e previsti nello scenario di riferimento, in cui si tiene conto delle più recenti ottimizzazioni e di quelle in corso di implementazione (modalità "loco/batterie"). I tempi sono riferiti ai convogli IC e IC notte.

Figura 7-1 Tempi attuali e futuri (scenario di riferimento) di attraversamento Stretto dei treni

<p>1. <i>Tempi attuali (2023) InterCity da arrivo a Messina Centrale a ripartenza da Villa San Giovanni:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Tempo di navigazione: 35'</i> • <i>Tempo di manovra scomposizione e ricomposizione: 40'</i> • <i>Tempi aggiuntivi di margine (da arrivo a ME C.le a inizio manovra imbarco e tra fine manovra sbarco a ripartenza da VSG): variabile da 30' a 60'</i> • <i>Tempo totale 105' – 135' (1h 45' – 2h 15') da cui tempi medi = 120' (2 h)</i> <p>2. <i>Tempi scenario di Riferimento InterCity con ottimizzazione attraversamento (modalità loco/batterie) per convogli 8 elementi + motrice</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Riduzione di 10' dei tempi di manovra, da cui tempi totali 95' – 125' (1h 35' – 2h 05'), da cui tempi medi di attraversamento = 110' (1h 50')</i>

Per le valutazioni riprodotte nel riquadro in merito ai tempi di attraversamento tra arrivo a Messina Centrale a ripartenza da Vila S.G. e viceversa, sono stati assunti quale punto di partenza i tempi medi da orario del 2023, che risultano inferiori di 15 minuti rispetto agli anni precedenti per l'adozione

<i>Prof. Ing. Agostino Nuzzolo</i>			
<i>Aggiornamento degli studi sui flussi di traffico previsti in relazione alla messa in esercizio del Ponte</i>			<i>22 gennaio 2024</i>

di imbarco/sbarco del locomotore del treno in attraversamento, evitando i tempi connessi al taglio del locomotore stesso. Inoltre, si è assunto che i tempi di attraversamento dei treni IC e notturni possano ridursi di ulteriori 5/10 minuti in modalità “loco/batterie”, ovvero effettuando l'imbarco con uso di batterie a bordo treno, che permettono di fare a meno del locomotore di manovra per le operazioni di imbarco e sbarco dei convogli.

7.3 Nuove infrastrutture e servizi di trasporto rilevanti in Sicilia e nel resto d'Italia

7.3.1 Ipotesi relative all'offerta infrastrutturale

In linea con l'attuale quadro programmatico, i principali interventi infrastrutturali ferroviari considerati al 2032 nello scenario di riferimento comprendono:

- il completamento del raddoppio della linea Palermo-Catania-Messina e della nuova linea Napoli-Bari, secondo i rispettivi standard progettuali;
- il completamento del primo lotto prioritario della linea AV Salerno – Reggio Calabria (Lotto 1 Battipaglia – Praia);
- interventi diffusi sulla rete per il trasporto merci della Sicilia, tra cui in particolare l'adeguamento a modulo, sagoma e peso assiale della linea Messina - Catania;
- interventi diffusi sulla linea Jonica, comprendenti la elettrificazione della tratta Sibari – Crotone.

Per quanto concerne altre infrastrutture, è particolarmente rilevante la realizzazione del terminal contenitori del porto di Augusta (lavori in corso) e relativo collegamento ferroviario (75 MI inclusi nel PNRR). È inoltre in programma la realizzazione del nuovo interporto di Termini Imerese, anche se questo intervento risulta in uno stato meno avanzato e quindi non è stato considerato ai fini delle presenti analisi.

7.3.2 Ipotesi relative all'offerta di servizi di trasporto ferroviario passeggeri

Nel presente paragrafo si riporta la struttura dell'offerta di servizi di trasporto ferroviario passeggeri ipotizzata nello scenario di riferimento. Gli schemi dei servizi sono rappresentati in più grafi di offerta ferroviaria, nei quali è riassunta l'offerta di trasporto in termini di coppie di treni/giorno.

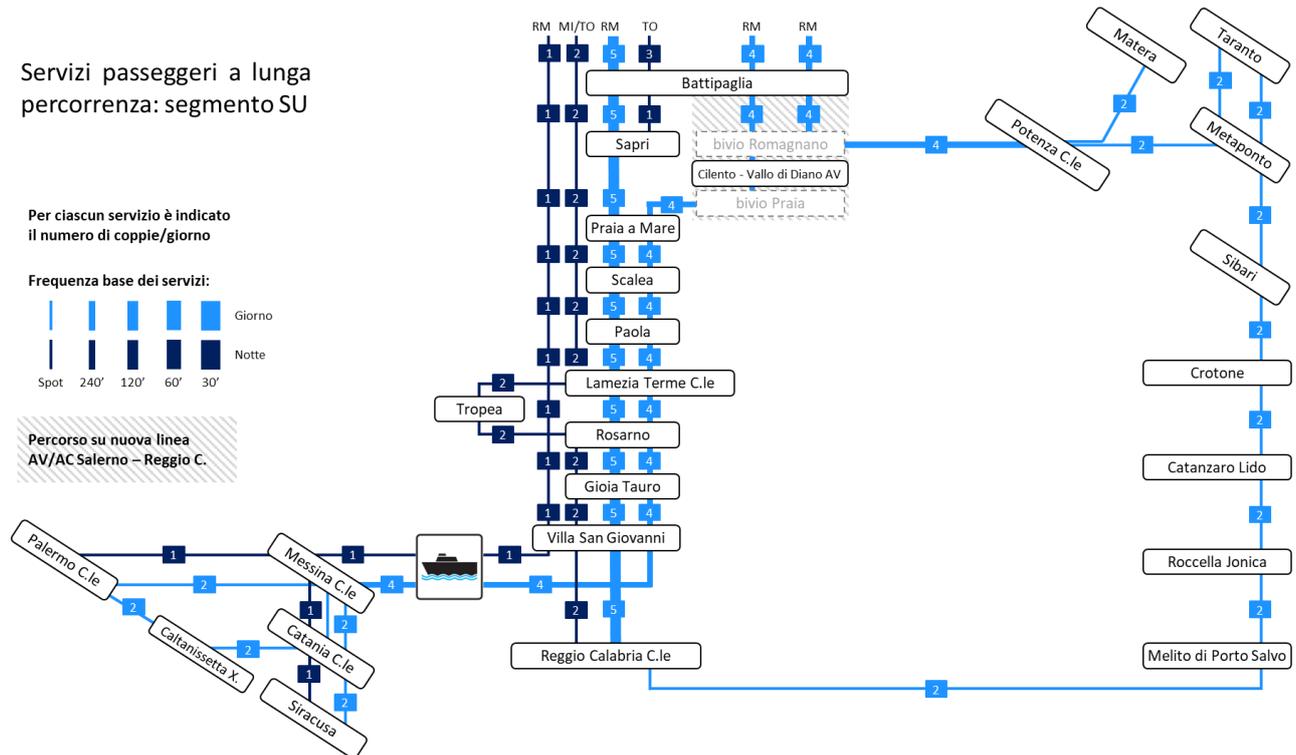
Prof. Ing. Agostino Nuzzolo		
Aggiornamento degli studi sui flussi di traffico previsti in relazione alla messa in esercizio del Ponte		22 gennaio 2024

In tutti gli scenari analizzati, il raggruppamento dei servizi è stato realizzato per segmenti commerciali:

- i servizi passeggeri a lunga percorrenza del segmento AV rappresentano i treni, eventualmente in capo a più Imprese Ferroviarie, che vengono tipicamente realizzati in un regime di mercato;
- i servizi passeggeri a lunga percorrenza del segmento SU rappresentano i treni espletati dalle IIFF nell'ambito di Contratti di Servizio Universale sottoscritti con il MIMS, identificati nelle categorie commerciali InterCity e InterCityNotte;
- i servizi passeggeri del segmento Regionale rappresentano i treni commissionati dalle Regioni alle IIFF nell'ambito di dedicati Contratti di Servizio, tenendo conto degli scenari di sviluppo futuro.

Nei seguenti grafi è riassunta l'offerta di trasporto presente nello Scenario di Riferimento. Il colore della linea indica la categoria commerciale, lo spessore della linea indica la frequenza temporale dei passaggi, mentre il numero di coppie/giorno espletate è indicato nei rettangolini. Rispetto alla situazione attuale, i collegamenti con la Sicilia sono potenziati tramite collegamenti IC giorno che utilizzano la linea Palermo – Catania – Messina velocizzata.

Figura 7-2 Scenario di Riferimento: servizi passeggeri a lunga percorrenza, segmento SU



Prof. Ing. Agostino Nuzzolo			
Aggiornamento degli studi sui flussi di traffico previsti in relazione alla messa in esercizio del Ponte			22 gennaio 2024

8 LO SCENARIO DI PROGETTO ALL' ENTRATA IN ESERCIZIO DEL PONTE (2032)

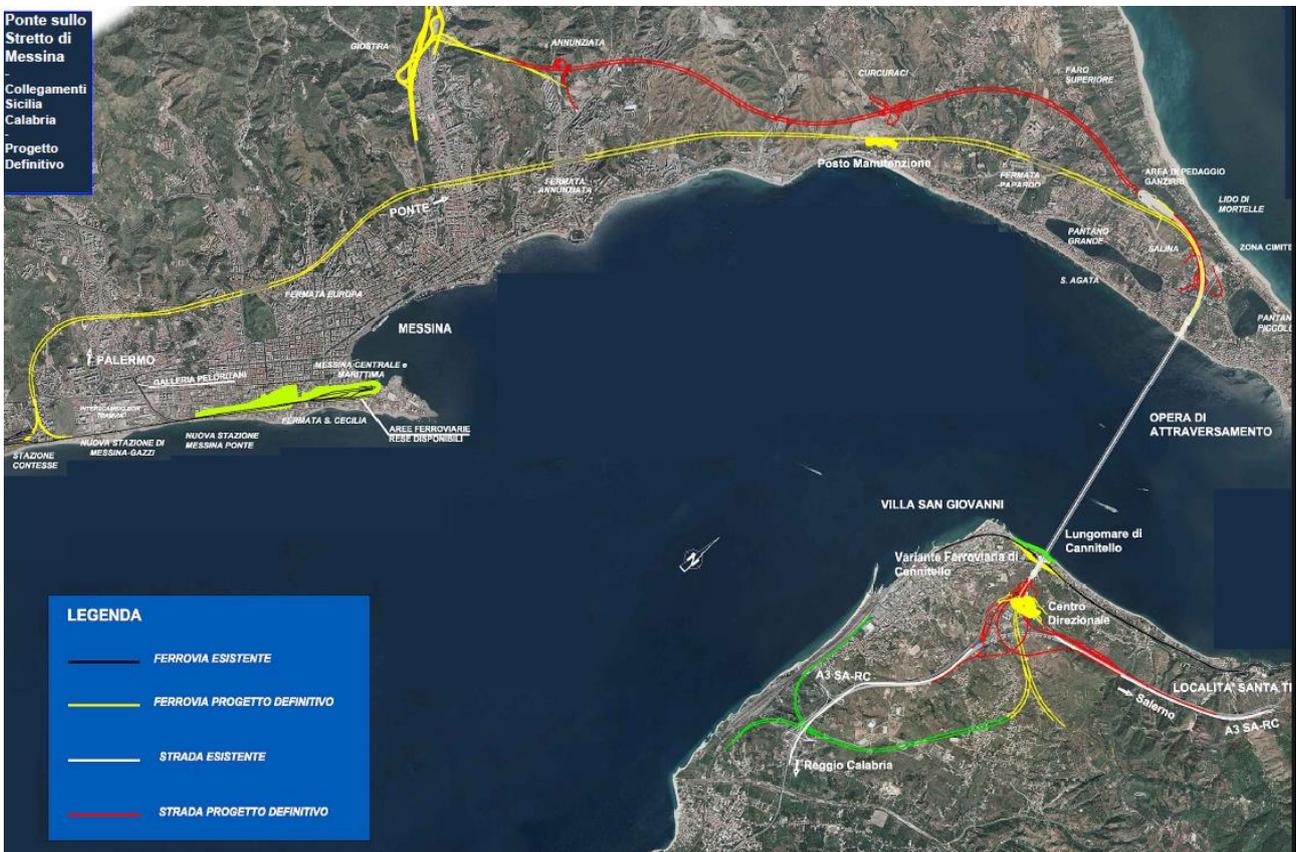
Gli scenari di progetto sono stati formulati in base ad una serie di ipotesi che hanno riguardato sia il Ponte, in termini di tempi di attraversamento, pedaggi di transito e servizi di trasporto che vi transiteranno (ferroviari regionali e lunga percorrenza e di bus di linea regionali), sia le altre modalità di trasporto concorrenti (in particolare i servizi marittimi di attraversamento dello Stretto e marittimi RO-RO di lunga percorrenza).

Nel seguito di questo capitolo, vengono descritte le ipotesi assunte nello scenario di progetto

8.1 L'infrastruttura di progetto: tempi di attraversamento e classi di pedaggio

La realizzazione del collegamento stabile prevede, oltre alla realizzazione del Ponte sullo Stretto, anche una infrastruttura di raccordo con le reti stradali e ferroviarie esistenti, come visibile nella corografia complessiva del progetto.

Figura 8-1 Corografia del Ponte e dei raccordi con le reti stradali e ferroviarie



<i>Prof. Ing. Agostino Nuzzolo</i>			
<i>Aggiornamento degli studi sui flussi di traffico previsti in relazione alla messa in esercizio del Ponte</i>			<i>22 gennaio 2024</i>

Tenuto conto delle caratteristiche infrastrutturali e dello sviluppo planimetrico, il Ponte sarà in grado di assicurare tempi di attraversamento pari a circa 15 minuti per i servizi ferroviari diretti tra Villa San Giovanni e Messina Centrale e circa 10 minuti su strada (tra lo Svincolo S.ta Trada e lo svincolo Giostra).

Per le classi di pedaggio dei veicoli stradali in transito sul Ponte si sono assunti valori coincidenti con le classi tariffarie dei traghetti al 2023, come da tabella seguente. Anche se altri scenari tariffari possono essere ipotizzati, in particolare con riduzione per il transito delle auto, in questa fase si è utilizzata l'ipotesi di iso-costi Ponte – Traghetti.

Tabella 8-1 Classi di pedaggio per i veicoli stradali in transito sul Ponte (ipotesi iso-costi)

CATEGORIA	Categoria veicolare	PEDAGGIO [€ per tratta, IVA inclusa]
VEICOLI SU STRADA – PASSEGGERI	Motocicli	8,7
	Autovetture (A/R in giornata)	19,1
	Autovetture (A/R entro 3 gg)	21,8
	Autovetture (A/R entro 90 gg)	34,7
	Autobus TPL	35,0
	Autobus a mercato	162,3
VEICOLI SU STRADA – MERCI	Furgoni	55,5
	Autocarri e veicoli pesanti merci	124,4

8.2 I servizi ferroviari di lunga percorrenza Sicilia – Resto d'Italia

I servizi ferroviari di Lunga Percorrenza tra la Sicilia e il resto d'Italia comprendono servizi AV Fast che percorrono l'intera dorsale AV tra Palermo e Roma e servizi IC (Servizio Universale) di collegamento di Palermo, Agrigento e Siracusa con l'Italia continentale.

Il numero di treni giornalieri per tipo di servizio sono riportati nella successiva Tabella 8-2 e sono stati ottenuti con un processo iterativo per bilanciare numero di treni e traffico passeggeri in termini di frequentazione media, in modo da ottenere un riempimento medio che indicativamente garantisce la sostenibilità economica dell'esercizio.

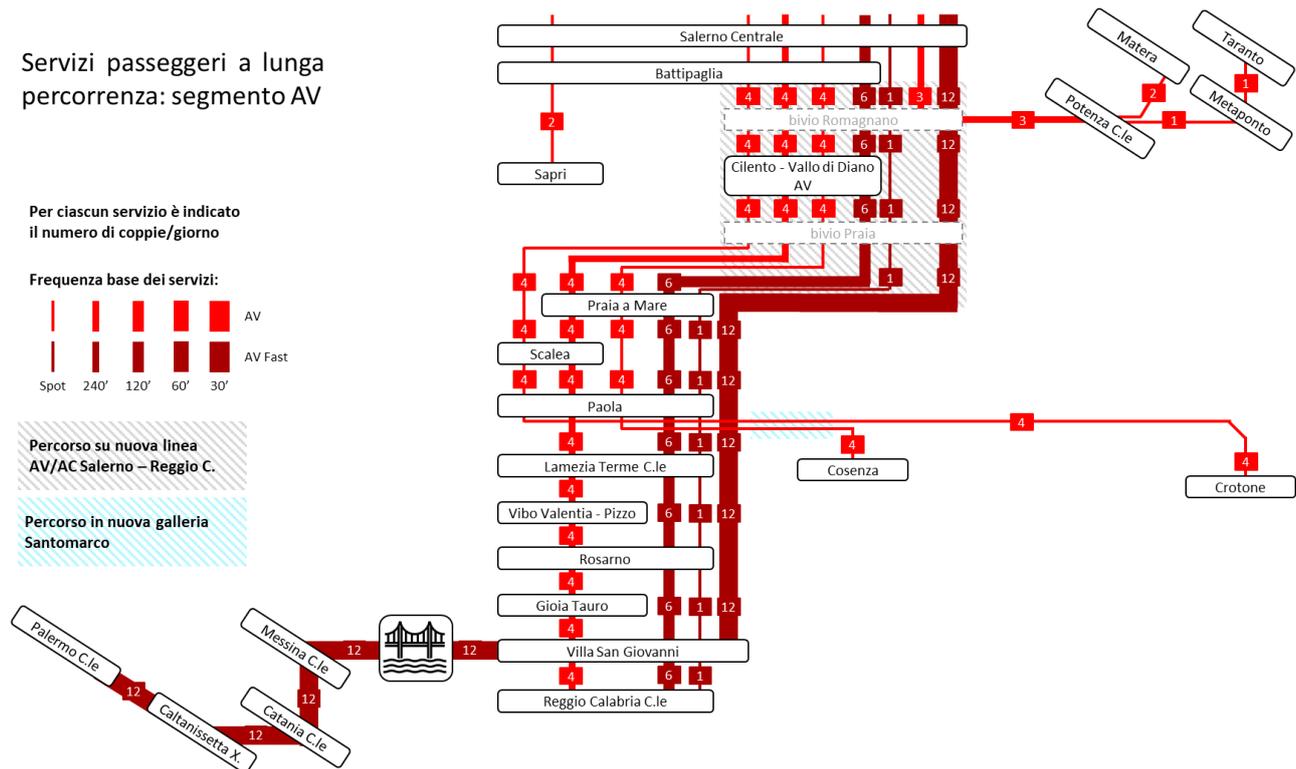
Prof. Ing. Agostino Nuzzolo		
Aggiornamento degli studi sui flussi di traffico previsti in relazione alla messa in esercizio del Ponte		22 gennaio 2024

Tabella 8-2 Servizi ferroviari in transito sul Ponte nel giorno feriale standard

Tipologia servizi	ATTUALI	FUTURI	Composizione convogli
Treni AV Fast	0	24	Elettrotreno con 8 carrozze
Treni IC Diurni	4	14	8 carrozze + 1 motrice
Treni IC Notturni	2	4	8 carrozze + 1 motrice
Treni/giorno totali pax LP	6	42	
Rotabili/giorno passeggeri LP	48	336	

Nei seguenti grafi è riassunta l'offerta di trasporto presente nello Scenario di Progetto con le medesime modalità applicate per le illustrazioni precedenti.

Figura 8-2 Scenario di Progetto: servizi passeggeri a lunga percorrenza, segmento AV



Come si evince dalla figura, grazie agli interventi infrastrutturali oggetto di analisi, nonché degli investimenti previsti nel quadro programmatico, è possibile incrementare i servizi Alta Velocità dedicati alla direttrice Salerno - Reggio Calabria e prolungati in Sicilia. Dal punto di vista della capacità infrastrutturale ciò è favorito dalla realizzazione di una nuova linea AV/AC dedicata fra le stazioni di Battipaglia e di Praia a Mare-Aieta-Tortora, nonché dal raddoppio della galleria Santomarco per quanto riguarda i treni AV da/per Cosenza e Crotona.

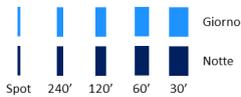
Prof. Ing. Agostino Nuzzolo			
Aggiornamento degli studi sui flussi di traffico previsti in relazione alla messa in esercizio del Ponte			22 gennaio 2024

Figura 8-3 Scenario di Progetto: servizi passeggeri a lunga percorrenza, segmento SU

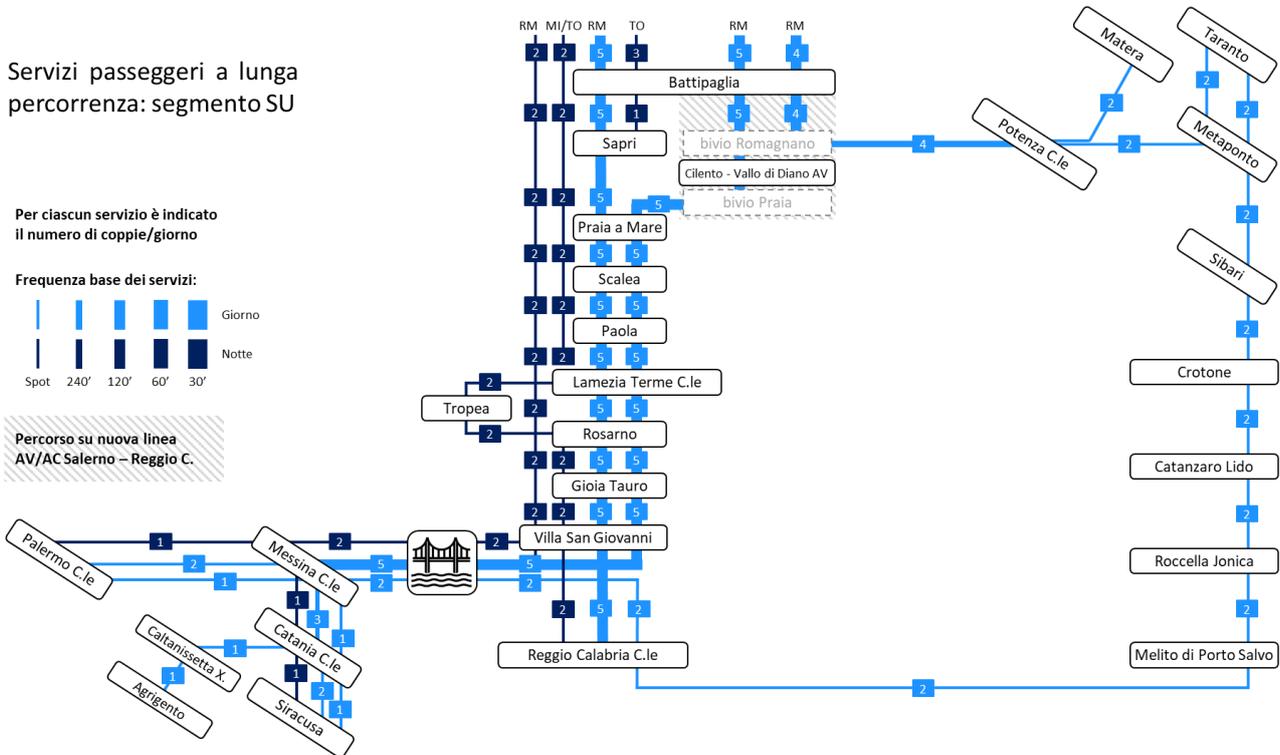
Servizi passeggeri a lunga percorrenza: segmento SU

Per ciascun servizio è indicato il numero di coppie/giorno

Frequenza base dei servizi:



Percorso su nuova linea AV/AC Salerno - Reggio C.



Come riportato in figura, anche parte dei treni del Servizio Universale ottiene un beneficio in termini temporali. In particolare, si è ipotizzato di instradare i treni IC della relazione Roma - Taranto in corrispondenza del bivio Romagnano e gli IC delle relazioni Roma - Sicilia in corrispondenza del bivio Praia. Il servizio LP tra Sicilia e Roma è integrato da un'ulteriore coppia di treni con partenza da Agrigento. Infine, le due coppie di treni/giorno Reggio Calabria - Taranto sono prolungate in Sicilia (una a Palermo ed una a Siracusa) per offrire un collegamento diretto tra Sicilia e Reggio Calabria / Calabria Ionica.

Per quanto concerne invece la valorizzazione dei risparmi di tempo di viaggio, indicativamente i risparmi di tempo ferroviario conseguibili con Ponte ed interventi infrastrutturali programmati (Lotto 1 AV SA-RC e velocizzazione PA-CT-ME) rispetto alla situazione attuale sono:

- CT-NA AV FAST risparmio circa 188' su 456' (41%) e scende sotto le 4 ore e mezza;
- CT-ROMA AV FAST risparmio circa 274' su 599' (46%) e scende sotto le 5 ore e mezza;
- PA-ROMA AV FAST risparmio circa 259' su 694' (37,3%).

Prof. Ing. Agostino Nuzzolo			
Aggiornamento degli studi sui flussi di traffico previsti in relazione alla messa in esercizio del Ponte			22 gennaio 2024

8.3 I servizi ferroviari regionali e bus Messina-Reggio Calabria

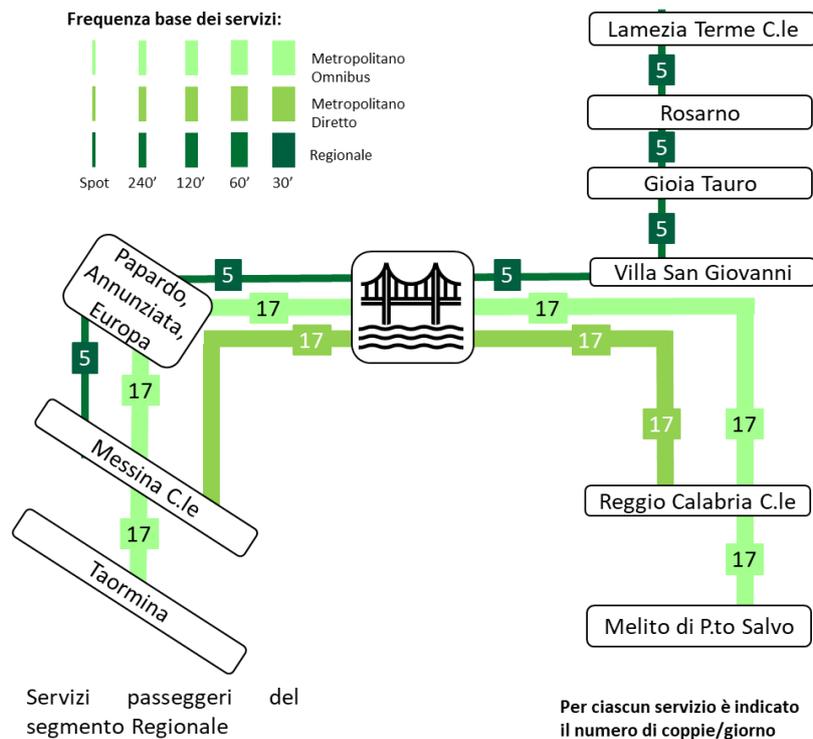
Il servizio ferroviario è articolato sulla direttrice **RC Centrale – Catona - Messina Gazzi – Messina Centrale**, con estensioni a sud di RC Centrale e di Gazzi.

In considerazione della struttura della matrice OD, si è prevista la seguente organizzazione dei servizi ferroviari regionali di attraversamento dello Stretto:

- Il servizio ferroviario Regionale Area Messina – Area RC viene effettuato, nel giorno feriale, dalle 5:30 alle 22:30, per un totale di 17 ore e prevede sul Ponte una frequenza di **2 coppie di corse/ora, per un totale di 34 coppie e di 68 treni regionali.**
- Delle due corse orarie, una è diretta RC Centrale – Messina Centrale, ed una omnibus, estesa a sud di RC (Milito di Porto Salvo) e di Messina (Taormina).
- A questo servizio di Area Stretto si aggiunge un **servizio IR ME- Lametia T.**, utile anche per l'Aeroporto di Lametia, con **5 coppie** di treni intercalati con i servizi Fast e Diurni.

Il totale dei treni R e IR previsti è di 78 al giorno ed il numero di rotabili in transito sul Ponte è 312 al giorno (4 carrozze/treno)

Figura 8-4 Scenario di Progetto: servizi passeggeri del segmento Regionale



<i>Prof. Ing. Agostino Nuzzolo</i>			
<i>Aggiornamento degli studi sui flussi di traffico previsti in relazione alla messa in esercizio del Ponte</i>			<i>22 gennaio 2024</i>

Il servizio bus prevede 2 coppie di linee tra le due sponde, con 19.200 passaggi annui sul Ponte, che collegano direttamente Reggio Calabria con la zona tirrenica dell'area metropolitana di Messina.

8.4 I servizi marittimi dello Stretto e di lunga percorrenza

Nello scenario di progetto, si prevede la cessazione di tutti i servizi (passeggeri e merci) di attraversamento via mare dello Stretto:

- Gli **aliscafi** sulle rotte Messina - Villa San Giovanni e Messina – Reggio Calabria, attualmente sovvenzionati per continuità territoriale, non saranno eserciti in quanto, a meno di nuove sovvenzioni pubbliche ad oggi non previste, non potranno coprire i costi di produzione del servizio con i ricavi ottenibili alle tariffe attuali; al contrario, aumentando le tariffe, eventuali operatori a mercato non potranno competere con il servizio ferroviario metropolitano sul Ponte, che offrirà livelli di servizio equivalenti o migliori (tempi di percorrenza, frequenze, capillarità delle stazioni) a tariffe convenzionate TPL;
- Parimenti, i **traghetti** per il trasporto di autovetture e autoveicoli a mercato libero per domanda insufficiente a coprire i costi di produzione del servizio, tenendo conto che da valutazioni effettuate sulla base dei costi generalizzati di trasporto e delle disponibilità a pagare degli utenti la quota di mercato residua sarà marginale anche nel caso di politiche tariffarie aggressive da parte degli armatori;
- Infine, i **traghetti FS** per il trasporto di carri ferroviari saranno utilizzati solo per situazioni emergenza, in caso di chiusura al traffico ferroviario del Ponte.

Per quanto riguarda il settore del trasporto marittimo di lunga percorrenza, anch'esso subirà una maggiore concorrenza del Ponte e del modo ferroviario, ma si ritiene che potrà mantenere un servizio analogo a quello attuale, salvo una riduzione dei servizi tra la costa ionica della Sicilia (Catania e Messina) ed il resto d'Italia.

8.5 I voli passeggeri tra Sicilia e resto d'Italia

Riguardo ai servizi aerei, si suppone che non vi sia una sostanziale modifica del servizio offerto in termini di rotte e tariffe rispetto a quello attuale.

<i>Prof. Ing. Agostino Nuzzolo</i>			
<i>Aggiornamento degli studi sui flussi di traffico previsti in relazione alla messa in esercizio del Ponte</i>			<i>22 gennaio 2024</i>

9 LE IPOTESI DI VARIAZIONE DELLA DOMANDA DI MOBILITÀ

Il presente capitolo ripota le ipotesi formulate in merito all'evoluzione della domanda di trasporto dall'anno base 2022 all'anno di prevista apertura al traffico del Ponte (2032). Tali ipotesi, che costituiscono input esogeni ai modelli di previsione descritti nel precedente Capitolo 2, riguardano:

- L'evoluzione tendenziale della domanda complessiva di mobilità passeggeri e merci tra Sicilia e resto d'Italia, adottate nelle stime previsionali per gli scenari futuri di riferimento e progetto ed invarianti rispetto alla realizzazione o meno del Ponte sullo Stretto;
- Le ulteriori componenti di crescita esogene rispetto ai modelli previsionali, che comprendono il traffico indotto merci ed il traffico merci ferroviario di attraversamento dello Stretto generato dal nuovo terminal contenitori di Augusta. Tali componenti di crescita si applicano unicamente agli scenari di progetto.

9.1 Le ipotesi di variazione tendenziale della mobilità sino al 2032

Come descritto nel precedente Capitolo 5 (Sezione 5.3), dalle analisi condotte sulla correlazione tra l'andamento nel tempo della domanda di mobilità passeggeri e merci e l'andamento delle caratteristiche demografiche (popolazione) e macroeconomiche (Pil nazionale e regionali) non è emersa una relazione chiara ed esplicativa.

Pertanto, ai fini del presente studio, si è preferito basare le previsioni dell'andamento della mobilità nel periodo 2023-2032 sull'andamento osservato degli ultimi anni fino al 2022 incluso, assumendo una sostanziale continuità delle tendenze in atto:

- Nel caso della **mobilità passeggeri**, nel periodo 2011-2022 si è riscontrato un tasso medio annuo di crescita pari all'1,7%, con una crescita complessiva del + 20,3% nel periodo. Per questa componente si ipotizzato un **tasso medio annuo di crescita futura dell'1,5%**, con una crescita complessiva per il periodo 2022-2032 pari al 16%;
- Nel caso della **mobilità merci**, una crescita media annua dei flussi merci pari al 2,0% per il periodo 2011-2022, per cui tuttavia si dispone di dati parziali. La crescita media annua del periodo 2014-2022, per cui sono disponibili dati completi, è stata invece pari al 2,7% annuo. Ai fini del presente studio, si è ipotizzato **tasso medio annuo di crescita futura dell'2,0%**, con una crescita complessiva per il periodo 2022-2032 pari al 22%.

<i>Prof. Ing. Agostino Nuzzolo</i>			
<i>Aggiornamento degli studi sui flussi di traffico previsti in relazione alla messa in esercizio del Ponte</i>			<i>22 gennaio 2024</i>

9.2 Le componenti di crescita esogena della domanda di trasporto merci

Le ulteriori componenti di crescita per il trasporto merci - esogene rispetto ai modelli previsionali - comprendono il traffico indotto merci ed il traffico merci ferroviario di attraversamento dello Stretto generato dal nuovo terminal contenitori di Augusta. Tali componenti di crescita si applicano unicamente agli scenari di progetto.

Per il mercato del trasporto merci, la stima della domanda indotta dal Ponte non è stata inclusa nei modelli previsionali, in quanto si ritiene che questa non sia un effetto direttamente riferibile all'incremento di accessibilità tra Sicilia e resto d'Italia, quanto un effetto combinato di questo e degli effetti macroeconomici degli investimenti in programma nell'area di studio (tra cui in particolare il Ponte stesso).

Infatti, la realizzazione del Ponte avrà effetti di stimolo dell'economia regionale sia in fase di realizzazione (*spending effect*) che di esercizio (incremento dell'integrazione dell'economia e delle reti di distribuzione dell'isola con quelle del continente). Nello scenario progettuale, l'impatto sul traffico merci di attraversamento (ferroviario intermodale e stradale) è stato assunto:

- pari ad un incremento del +10% dei flussi di traffico merci e commerciale di lunga percorrenza sul Ponte (relazioni tra Sicilia e regioni a nord della Calabria);
- pari ad un incremento del +20% dei flussi di traffico merci e commerciale di media-breve percorrenza sul Ponte (relazioni tra Sicilia e Calabria).

Infine, nello scenario progettuale si tiene conto di ulteriori sviluppi del traffico intermodale marittimo / ferroviario legato allo sviluppo del traffico contenitori al porto di Augusta, per cui è in fase di realizzazione il nuovo terminal con relativo raccordo ferroviario in progetto. Nello scenario di realizzazione del Ponte al 2032, e quindi di presenza di un collegamento ferroviario continuo, si ritiene verosimile l'attivazione di servizi gateway di collegamento tra il porto di Augusta ed il resto d'Italia per complessive 4 coppie treni/giorno (pari a 8 treni/giorno x 26 carri/treno x 280 g/anno = 54,080 carri/anno). Tali volumi di traffico ferroviario merci intermodale sono quindi additivi rispetto a quelli previsti da modello di previsione.

Si precisa che prudenzialmente si trascurano invece i potenziali sviluppi di traffico legato alla realizzazione del previsto Interporto di Termini Imerese.

<i>Prof. Ing. Agostino Nuzzolo</i>			
<i>Aggiornamento degli studi sui flussi di traffico previsti in relazione alla messa in esercizio del Ponte</i>			<i>22 gennaio 2024</i>

10 AGGIORNAMENTO DELLE PREVISIONI DELLA DOMANDA DI MOBILITÀ

10.1 Lo scenario di riferimento

10.1.1 Mobilità passeggeri

Nello scenario di riferimento, in ragione della crescita tendenziale attesa, i flussi passeggeri annui tra Sicilia ed Italia continentale, al netto di autisti di furgoni e veicoli stradali merci, raggiungono i 26,1 milioni di passeggeri annui.

In termini geografici, la struttura della domanda coincide con quella all'anno base, essendo assunto un tasso di crescita uniforme su tutta l'area di studio: si mantiene pertanto il forte peso degli spostamenti locali e di lunga percorrenza, mentre risulta proporzionalmente ridotta la mobilità tra Sicilia e resto del Sud Italia.

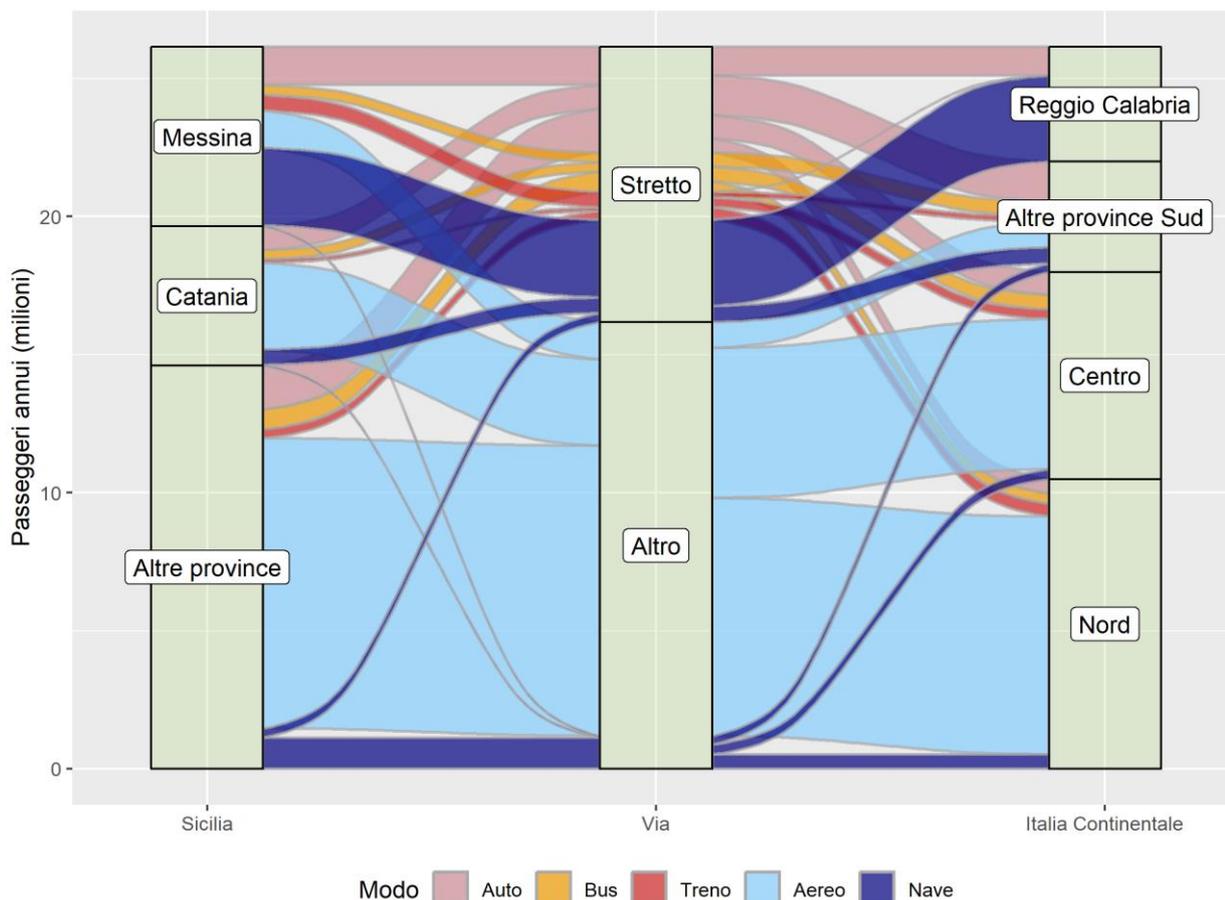
In termini di modo di trasporto, le variazioni a livello aggregato rispetto all'anno base sono piuttosto contenute, e l'aereo si conferma di gran lunga prevalente (57% di quota modale circa). Anche la quota modale dei bus lunga percorrenza rimane sostanzialmente stabile. Il miglioramento delle prestazioni della rete ferroviaria nazionale in Calabria ed in Sicilia consente un incremento della quota di trasporto ferroviario lunga percorrenza che, tuttavia, in assenza di significativi miglioramenti nell'attraversamento dello Stretto, resta complessivamente marginale (3,9% complessivo sull'intera area di studio).

Maggiori mutamenti nelle quote modali si riscontrano invece nelle modalità prevalenti per le brevi e medie distanze, ovvero auto e nave (passeggeri senza auto al seguito). In questo ambito, vi è infatti un peggioramento dei tempi di attraversamento dello Stretto su traghetto, in ragione della chiusura degli imbarchi di Rada San Francesco ed il conseguente spostamento a Tremestieri. Tale spostamento ha un impatto maggiore sulla mobilità su gomma, mentre i passeggeri senza auto al seguito hanno comunque la possibilità, laddove conveniente, di utilizzare gli aliscafi tra Messina Centro e Villa San Giovanni o Reggio Calabria. Per questa ragione, la quota modale dell'auto per gli spostamenti tra Sicilia ed altre province meridionali scende al 36% a fronte del 42% all'anno base, mentre per la nave si ha una crescita dal 17% al 22%.

La struttura modale e geografica della domanda passeggeri nello scenario di riferimento è riportata nella figura successiva.

Prof. Ing. Agostino Nuzzolo			
Aggiornamento degli studi sui flussi di traffico previsti in relazione alla messa in esercizio del Ponte			22 gennaio 2024

Figura 10-1 Flussi di traffico passeggeri tra Sicilia e Italia continentale nello scenario di riferimento (2032)

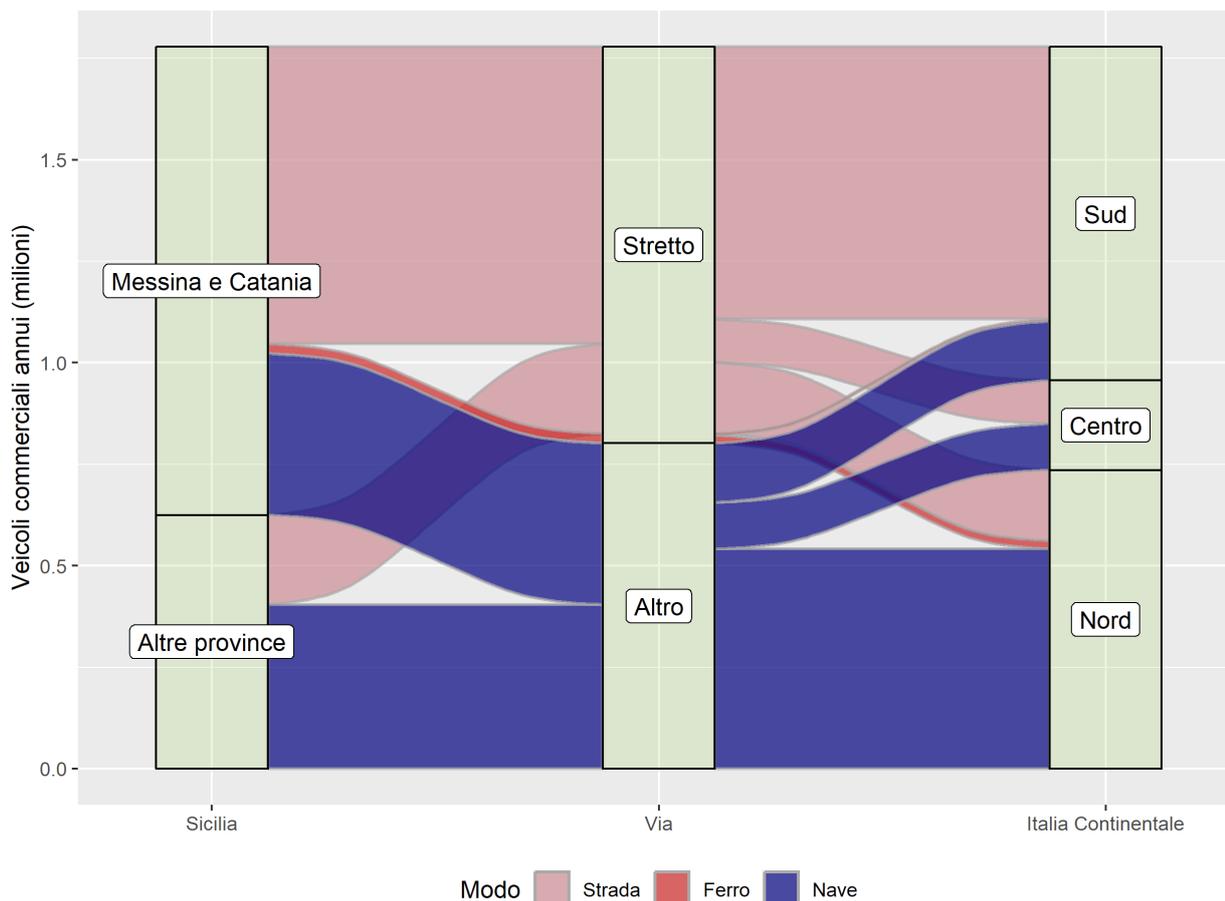


10.1.2 Mobilità merci

In ragione della crescita tendenziale, al 2032 i flussi annui di veicoli commerciali ed unità merci intermodali tra Sicilia ed Italia continentale sono complessivamente pari a 1,77 milioni di unità veicolari, in crescita rispetto ai 1,46 milioni dell'anno base 2022. Poiché per il trasporto merci i livelli di servizio dei sistemi di trasporto sono sostanzialmente analoghi a quelli dell'anno base (dal momento che il trasporto merci in attraversamento dello Stretto già oggi in condizioni normali utilizza le tratte Tremestieri – Villa San Giovanni), le quote modali dello scenario di riferimento sono anch'esse in linea con quelle all'anno base.

Prof. Ing. Agostino Nuzzolo			
Aggiornamento degli studi sui flussi di traffico previsti in relazione alla messa in esercizio del Ponte			22 gennaio 2024

Figura 10-2 Flussi di veicoli commerciali e unità ferroviarie intermodali tra Sicilia e Italia continentale nello scenario di riferimento (2032)



10.2 Lo scenario di progetto

10.2.1 Mobilità passeggeri

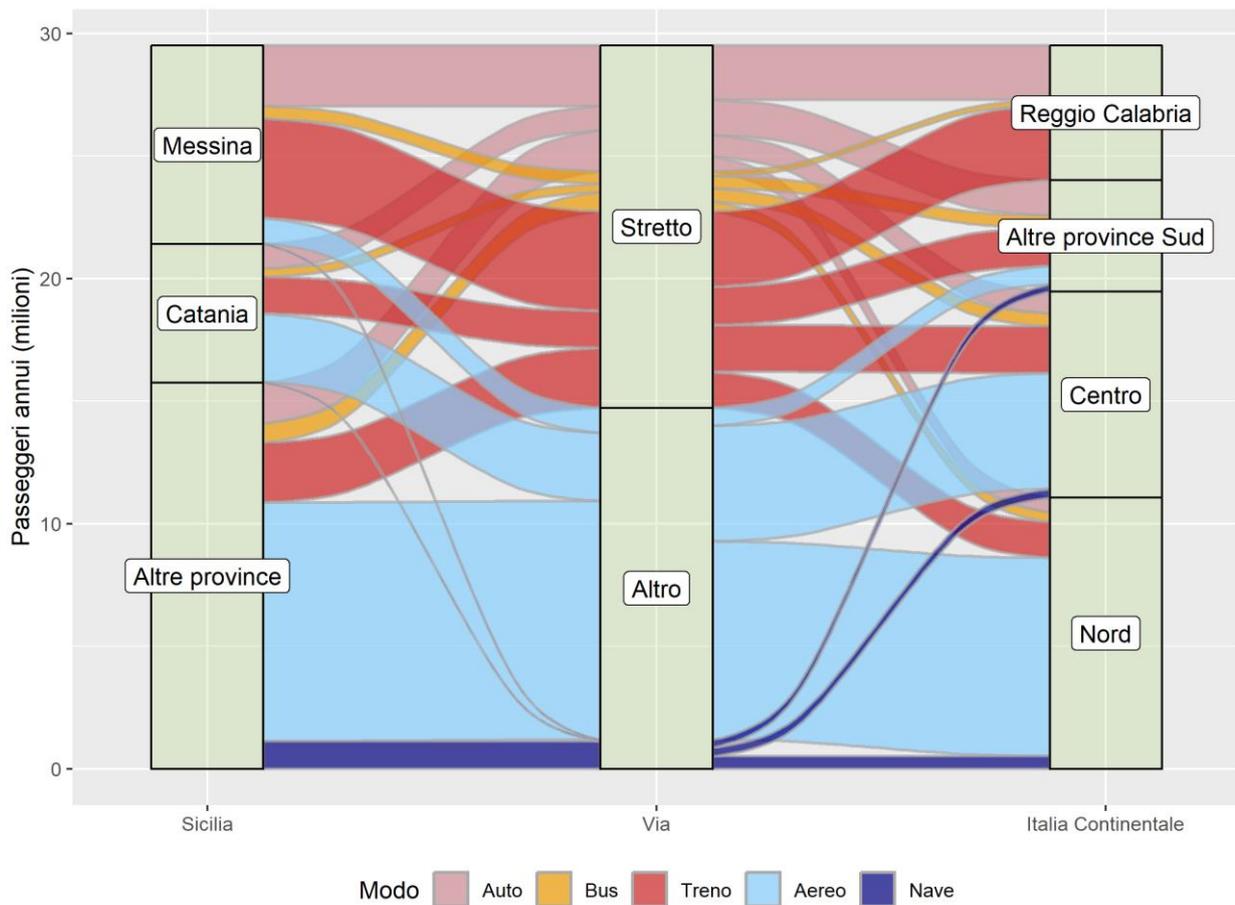
Nello scenario di progetto, in ragione della crescita tendenziale attesa e della domanda indotta, i flussi passeggeri annui tra Sicilia ed Italia continentale, al netto di autisti di furgoni e veicoli stradali merci, raggiungono i 29,5 milioni di passeggeri annui, con un incremento pari a 3,4 milioni rispetto allo scenario di riferimento allo stesso anno, in ragione della domanda indotta dal Ponte.

La domanda indotta si concentra prevalentemente sul modo ferroviario, per un valore complessivo di 2,8 milioni di passeggeri annui, pari a circa il 35% della domanda ferroviaria complessiva nello scenario progettuale (pari a circa 8 milioni di passeggeri annui). Una seconda componente di

Prof. Ing. Agostino Nuzzolo			
Aggiornamento degli studi sui flussi di traffico previsti in relazione alla messa in esercizio del Ponte			22 gennaio 2024

domanda indotta (0,6 milioni di passeggeri) utilizza invece un autoveicolo privato per spostamenti di meda-breve percorrenza, per una incidenza pari all'11% della mobilità su mezzo privato in attraversamento del Ponte nello scenario di progetto.

Figura 10-3 Flussi di traffico passeggeri tra Sicilia e Italia continentale nello scenario di progetto (2032)



La domanda indotta generata dall'incremento di accessibilità tra Sicilia e resto d'Italia produce una parziale modifica della struttura geografica della mobilità passeggeri, con un incremento relativo della componente tra Sicilia e Italia centro-meridionale. In particolare, in termini di distribuzione nell'Italia peninsulare, la quota di Reggio Calabria sale al 18,5% del totale sul continente (a fronte del 17% nell'anno base), mentre la quota del Nord Italia scende dal 40% al 37,5%. Le quote del resto del meridione e del Centro Italia hanno invece incrementi marginali e sono pari 15,5% e 28,5% rispettivamente.

<i>Prof. Ing. Agostino Nuzzolo</i>			
<i>Aggiornamento degli studi sui flussi di traffico previsti in relazione alla messa in esercizio del Ponte</i>			<i>22 gennaio 2024</i>

In termini di modo di trasporto, l'aereo resta il modo di trasporto di gran lunga prevalente, con il 46% di quota modale (a fronte del 57% nell'anno base). In termini geografici, la quota modale dell'aereo rimane dominante per gli spostamenti più lunghi, con una quota modale che raggiunge il 73% per il Nord Italia (a fronte dell'83% nell'anno base).

Con la realizzazione del Ponte, il treno è atteso diventare il secondo modo di collegamento tra Sicilia e Italia peninsulare, con una quota modale del 27%. In particolare, la quota ferroviaria resta relativamente bassa per i collegamenti con il Nord Italia (13%), ma sale sino al 46% per la mobilità tra Sicilia e resto del Sud Italia.

Nell'ambito della mobilità locale e regionale, la crescita del modo ferroviario tra scenario attuale e scenario progettuale è determinata dalla sostanziale "sostituzione" tra nave (passeggeri non accompagnati) e treno, con un evidente beneficio per l'utenza in termini di miglioramento dei livelli di servizio (tempi, capillarità della copertura territoriale, integrazione nella rete di trasporto regionale).

La quota modale dell'autovettura nello scenario progettuale resta sostanzialmente costante (17%), con un incremento di alcuni punti decimali. Infine, nello scenario progettuale, le quote modali delle altre modalità sono marginali, pari al 5,5% per il bus (in linea con lo scenario attuale) e del 4% per la nave, che ha una funzione residua per il collegamento tra Centro-Nord Italia e Sicilia Occidentale (collegamenti RoRo di lunga percorrenza).

10.2.2 Mobilità merci

In ragione della crescita tendenziale e della domanda indotta dagli investimenti previsti, al 2032 i flussi annui di veicoli commerciali ed unità merci intermodali tra Sicilia ed Italia continentale sono complessivamente pari a 1,97 milioni di unità veicolari e di carico intermodale, in crescita rispetto ai 1,46 milioni dell'anno base 2022.

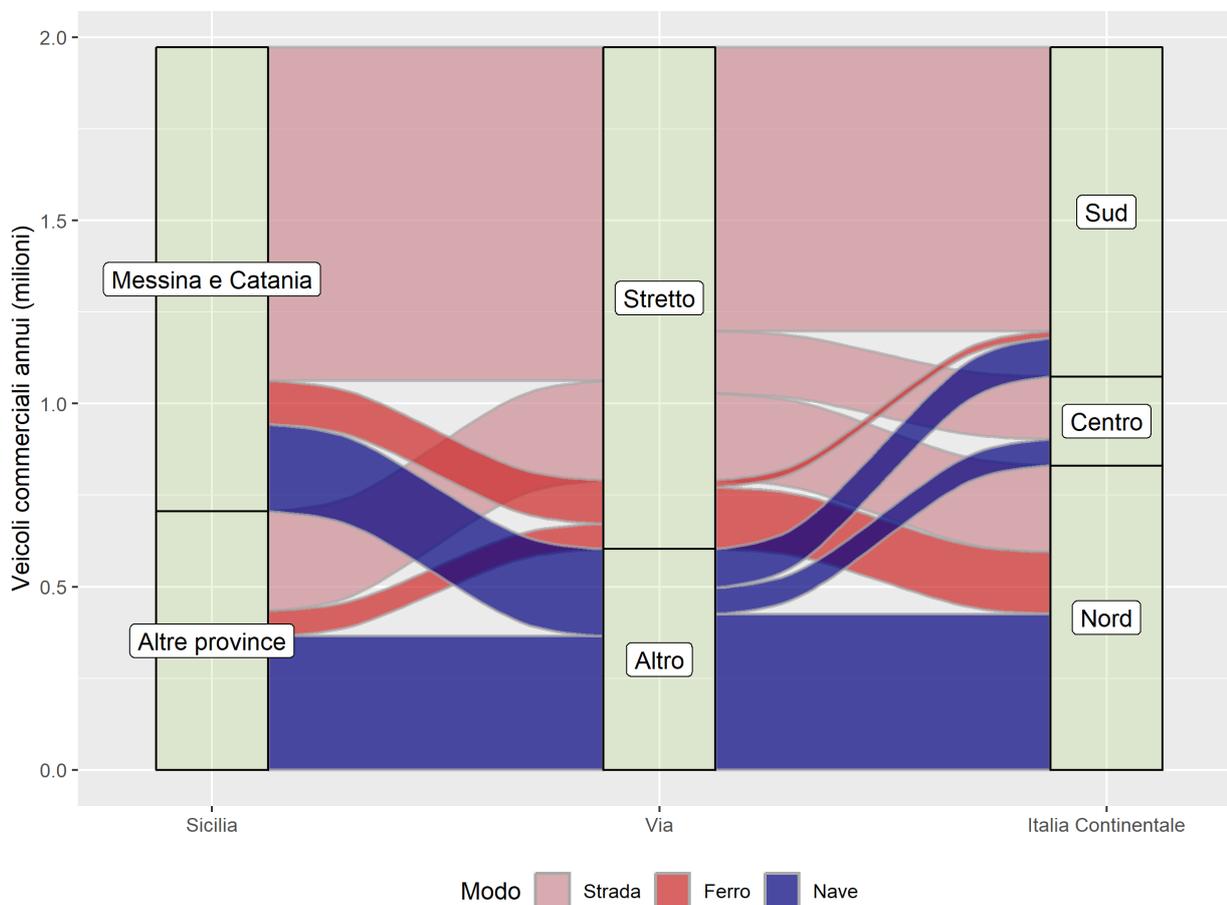
La quota di domanda indotta risulta pari a circa 0,2 milioni di unità, pari al 10% dei flussi complessivi dello scenario progettuale, e si ripartisce per circa due terzi sulla modalità stradale (furgoni ed autocarri) e per la quota restante sul treno (incluso in questo la quota relativa ai nuovi traffici ferroviari dal terminal contenitori del porto di Augusta).

Prof. Ing. Agostino Nuzzolo			
Aggiornamento degli studi sui flussi di traffico previsti in relazione alla messa in esercizio del Ponte			22 gennaio 2024

Complessivamente, nello scenario progettuale i flussi tra Sicilia ed Italia sono ripartiti su tre modalità di trasporto:

- La modalità stradale, che comprende tutti i flussi di autoveicoli che utilizzano il Ponte e che ha una quota modale complessiva pari al 60%;
- La modalità ferroviaria, che comprende il trasporto merci intermodale ed ha una quota modale pari al 9,5% (a cui si aggiunge un volume residuale di trasporto tradizionale, in evoluzione tendenziale rispetto ai volumi attuali);
- La modalità marittima, che comprende tutti i flussi su traghetti RoRo operati su rotte al di fuori dello Stretto (da Palermo, Messina e Catania a Salerno, Civitavecchia, Livorno, Genova, Brindisi e Ravenna) ed ha una quota modale pari al 30,5%.

Figura 10-4 Flussi di veicoli commerciali e unità ferroviarie intermodali tra Sicilia e Italia continentale nello scenario di progetto (2032)



<i>Prof. Ing. Agostino Nuzzolo</i>		
<i>Aggiornamento degli studi sui flussi di traffico previsti in relazione alla messa in esercizio del Ponte</i>		<i>22 gennaio 2024</i>

10.3 Quote modali della domanda di attraversamento

Nelle tabelle seguenti si riportano le quote modali complessive della domanda di mobilità in attraversamento dello Stretto per i diversi scenari analizzati, distinti tra>

- Mobilità passeggeri di lunga percorrenza, ovvero tra Sicilia e le regioni dell'Italia peninsulare a Nord della Calabria;
- Mobilità passeggeri di media – breve percorrenza, ovvero tra Regioni Sicilia e Calabria;
- Mobilità merci.

Nella mobilità merci si include sia la componente di trasporto intermodale, sia la quota aggiuntiva di traffico ferroviario tradizionale, espresso in numero di carri.

Tabella 10-1 Quote modali della domanda di attraversamento – lunga percorrenza

Modo di attraversamento	Attuale 2022	Riferimento 2032	Progetto 2032
Treno	4,2%	4,9%	18,4%
Bus	7,1%	7,1%	6,6%
Auto	12,4%	12,1%	11,9%
Nave	5,3%	5,3%	4,9%
Aereo	70,9%	70,6%	58,3%

Tabella 10-2 Quote modali della domanda di attraversamento – media-breve percorrenza

Modo di attraversamento	Attuale 2022	Riferimento 2032	Progetto 2032
Treno	0,2%	0,5%	59,2%
Bus	0,0%	0,0%	3,0%
Auto	38,1%	27,4%	37,8%
Nave	61,7%	72,1%	0,0%

Tabella 10-3 Quote modali della domanda di attraversamento – merci

Modo di attraversamento	Attuale 2022	Riferimento 2032	Progetto 2032
Treno	2,5%	2,5%	10,2%
Strada	53,0%	53,0%	59,4%
Nave	44,6%	44,6%	30,3%

<i>Prof. Ing. Agostino Nuzzolo</i>			
<i>Aggiornamento degli studi sui flussi di traffico previsti in relazione alla messa in esercizio del Ponte</i>			<i>22 gennaio 2024</i>

10.4 Previsioni di traffico sul Ponte

In questo capitolo vengono riportati i traffici annuali stradali e ferroviari in transito sul Ponte all'anno di apertura 2032 per lo scenario progettuale descritto in precedenza. I volumi di traffico sono ottenuti dai risultati dalle stime modellistiche illustrate nella sezione precedente, trasformando i volumi attesi di passeggeri in unità veicolari, tramite i coefficienti di occupazione medi osservati all'anno base.

La tabella seguente riporta il traffico stradale atteso sul Ponte all'anno previsto di apertura (2032).

Tabella 10-4 Traffico stradale atteso sul Ponte all'anno di apertura (2032)

Categoria veicolare	Traffico annuo al 2032
Motocicli	23.969
Autovetture (A/R in giornata)	448.586
Autovetture (A/R entro 3 gg)	651.886
Autovetture (A/R entro 90 gg)	1.313.052
Autobus locali (TPL)	19.200
Autobus lunga percorrenza	48.903
Furgoni	243.847
Autocarri	948.888
Totale	3.698.331

La tabella seguente riporta il traffico ferroviario atteso sul Ponte all'anno previsto di apertura (2032).

Tabella 10-5 Traffico ferroviario atteso sul Ponte all'anno di apertura (2032)

Tipologia materia rotabile	Traffico annuo al 2032
Carri ferroviari passeggeri (regionale)	113.880
Carri ferroviari passeggeri (lunga percorrenza)	122.640
Carri ferroviari merci	207.367
Totale	443.887

11 AGGIORNAMENTO DELLE PREVISIONI DI TRAFFICO DELLA METRO REGIONALE

11.1 Introduzione

In questo capitolo vengono aggiornate, in coerenza con l'aggiornamento delle previsioni di traffico del Ponte, anche le previsioni di traffico del nuovo sistema ferroviario metropolitano regionale che è previsto collegare le due sponde dello Stretto transitando sul Ponte.

Figura 11-1 Sistema ferroviario metropolitano dello Stretto



<i>Prof. Ing. Agostino Nuzzolo</i>			
<i>Aggiornamento degli studi sui flussi di traffico previsti in relazione alla messa in esercizio del Ponte</i>			<i>22 gennaio 2024</i>

Lungo il tratto ferroviario siciliano di allaccio del Ponte alla rete ferroviaria isolana, è prevista la realizzazione di tre nuove fermate, utilizzate dal nuovo servizio:

- la prima sorgerà in corrispondenza del **viale Europa**, nel centro cittadino, ed è destinata ad essere la fermata principale di Messina, in quanto vi effettueranno servizio anche i treni di lunga percorrenza eserciti tra la Sicilia e le altre Regioni italiane;
- a seguire, è prevista una fermata dedicata ai servizi ferroviari di tipo Regionale ed Urbano, al centro del quartiere residenziale dell'**Annunziata**;
- la terza fermata di progetto, infine, è prevista in corrispondenza del complesso universitario e del polo ospedaliero in località **Papardo**.

11.2 I servizi ferroviari regionali di progetto di attraversamento dello Stretto

Il servizio ferroviario metropolitano regionale di progetto è articolato sulla direttrice RC Centrale – Catona - Messina Gazzi – Messina Centrale, con estensioni sul lato calabrese a sud di RC Centrale e a nord di Villa S. G. e sul lato messinese da Gazzi verso la linea tirrenica e la linea ionica.

In considerazione della struttura delle matrici OD:

- Il servizio ferroviario Regionale Area Messina – Area RC viene effettuato, nel giorno feriale, dalle 5:30 alle 22:30, per un totale di 17 ore e prevede sul Ponte una frequenza di 2 coppie di corse/ora, per un totale di 34 coppie e di 68 treni regionali.
- Delle due corse orarie, una è diretta RC Centrale – Messina Centrale, ed una omnibus, estesa sul lato calabro a sud di RC (Melito di Porto San Salvo) e sul lato siciliano a sud di Messina (Taormina).
- A questo servizio di Area Stretto si aggiunge un servizio IR ME- Lametia T., utile anche per l'Aeroporto di Lametia, con 5 coppie di treni intercalati con i servizi Fast e Diurni.

Il totale delle corse R e IR previsti è di 78 al giorno.

<i>Prof. Ing. Agostino Nuzzolo</i>			
<i>Aggiornamento degli studi sui flussi di traffico previsti in relazione alla messa in esercizio del Ponte</i>			<i>22 gennaio 2024</i>

11.3 I collegamenti serviti dal sistema metropolitano regionale

L'utenza delle tre fermate è costituita da tre diversi segmenti di domanda.

Un primo segmento di domanda è costituito dagli spostamenti di **attraversamento dello Stretto**. Con la istituzione di servizi continui tra le due sponde, di cui paragrafo che segue, saranno collegate le due parti della cosiddetta Area Conurbata dello Stretto, che oggi si configura come una grande area urbana (si contano, complessivamente, circa 350.000 abitanti nelle tre città di Messina, Reggio Calabria e Villa San Giovanni) separata a metà da uno specchio d'acqua superabile solo con servizi marittimi.

Un secondo segmento di domanda è costituito dagli **spostamenti extraurbani su treni regionali** generati/attratti dalla città di Messina; in questo caso, le fermate di progetto rafforzano il ruolo di asse portante della mobilità extraurbana regionale che deve essere assolto dalla ferrovia, allo scopo di contenere la domanda di mobilità con mezzo individuale (e gli annessi elevati costi unitari in termini di: consumi energetici, emissioni inquinanti, congestione stradale ed incidentalità).

Il terzo segmento di domanda, infine, è costituito dagli **spostamenti urbani nella città di Messina**; in quanto le fermate di progetto estendono significativamente l'attuale offerta di trasporto collettivo dal centro cittadino verso la periferia settentrionale, che si sviluppa per altri 9km lungo la costa e vi risiede un quarto circa della popolazione totale di Messina. Inoltre, in località Papardo sorgono i due citati poli di gravitazione della domanda costituiti dall'Università e dall'ospedale comprensoriale.

Il presente aggiornamento ha riguardato la componente di attraversamento dello Stretto, mentre le altre due componenti sono assunte immutate rispetto alle previsioni precedenti.

11.4 Funzione di collegamento Messina – Reggio Calabria

11.4.1 Domanda di attraversamento dello Stretto nello scenario di riferimento

Nello scenario di riferimento, si prevede una domanda complessiva di passeggeri senza veicoli al seguito in attraversamento dello Stretto pari a circa 3,7 milioni di passeggeri annui, di cui circa la metà relativa a spostamenti tra le Città di Messina e Reggio Calabria.

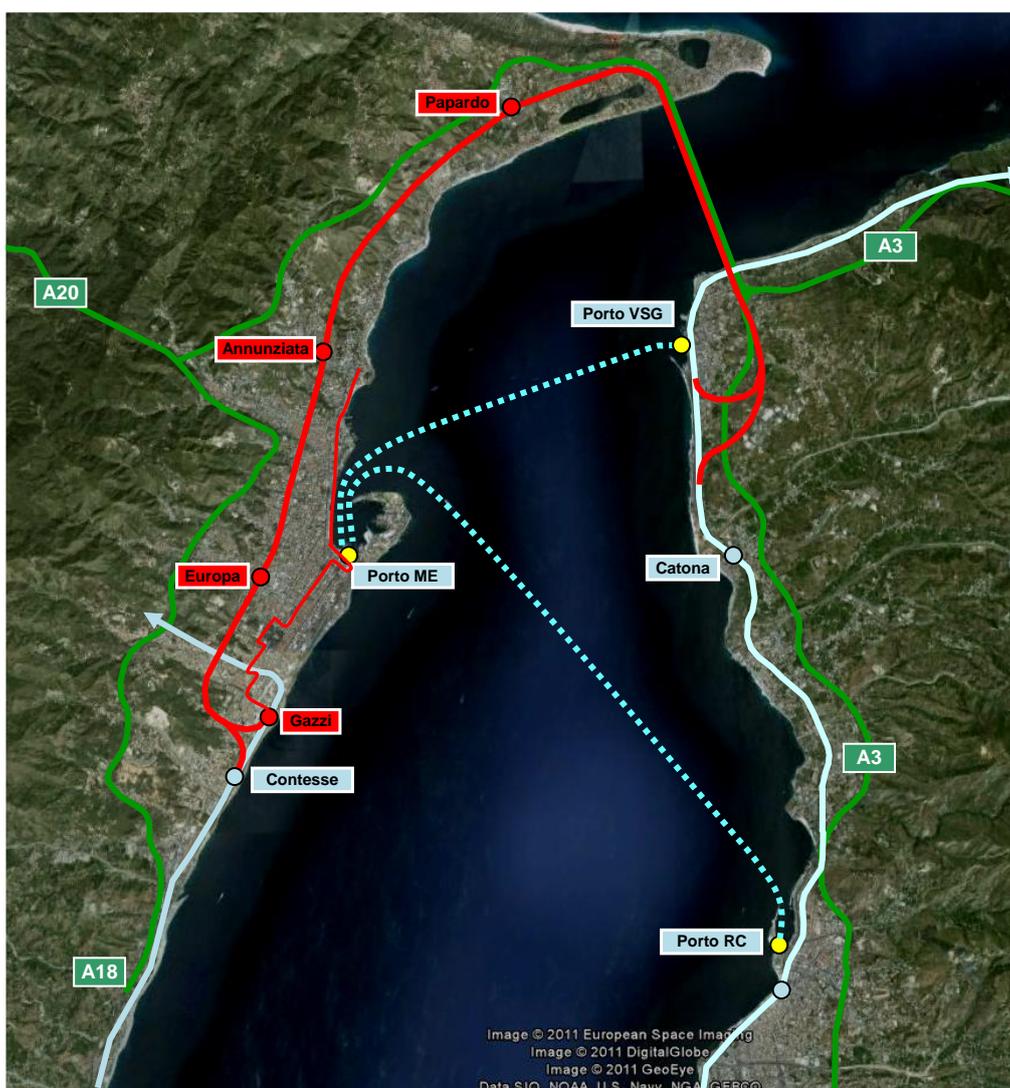
11.4.2 Scenario di progetto dei collegamenti sullo Stretto

Nella situazione di progetto si è assunta la ipotesi di cessazione dei servizi marittimi per l'attraversamento dello Stretto. Infatti, tenuto conto anche del tempo necessario per raggiungere

Prof. Ing. Agostino Nuzzolo			
Aggiornamento degli studi sui flussi di traffico previsti in relazione alla messa in esercizio del Ponte			22 gennaio 2024

dall'origine dello spostamento il porto (o la stazione) di partenza ed il tempo per raggiungere la destinazione finale dal porto (o dalla stazione) di arrivo, la durata complessiva del viaggio è praticamente la stessa sulle relazioni più favorevoli alla modalità marittima (Messina Centro↔Reggio Centro) mentre è significativamente più bassa nel caso ferroviario sulle altre relazioni, grazie al gran numero di fermate disponibili da entrambi i lati dello Stretto.

Figura 11-2 Confronto tra collegamenti marittimi e ferrovia



Nella tabella a pagina seguente sono messi a confronto i tempi di viaggio su alcune relazioni significative: centro Reggio↔Centro Messina, centro Reggio↔ Periferia Nord Messina e Periferia Nord Reggio↔Periferia Nord Messina.

<i>Prof. Ing. Agostino Nuzzolo</i>			
<i>Aggiornamento degli studi sui flussi di traffico previsti in relazione alla messa in esercizio del Ponte</i>			<i>22 gennaio 2024</i>

Tabella 11-1 Confronto dei tempi di viaggio Origine/Destinazione su alcune relazioni significative

Relazione	Modalità	Tempo
Da centro urbano Reggio A centro urbano Messina	Ferrovia	70'
	Via mare da Reggio	70'
	Via mare da Villa	75'
Da centro urbano Reggio A periferia Nord Messina	Ferrovia	60'
	Via mare da Reggio	75'
	Via mare da Villa	90'
Da periferia Nord Reggio A periferia Nord Messina	Ferrovia	50'
	Via mare da Reggio	80'
	Via mare da Villa	55'

Inoltre, il vantaggio per gli utenti provenienti/diretti alla periferia dei due capoluoghi di Provincia è maggiore, dato il maggior tempo di accesso/egresso dal porto rispetto all'origine/destinazione dello spostamento.

La convenienza dell'alternativa ferroviaria è esaltata, infine, da fattori quali la maggior affidabilità del servizio (certezza dell'effettuazione della corsa e certezza dei tempi di viaggio) ed il comfort a bordo dei viaggiatori.

Pertanto, coerentemente allo scenario di progetto utilizzato per le previsioni di traffico del Ponte, si è assunto la cessazione di tutti i servizi di attraversamento via mare:

- Assenza degli aliscafi ME – VSG e ME- RC, attualmente sovvenzionati per continuità territoriale, e non rinnovati per domanda insufficiente a coprire i costi di produzione del servizio
- Assenza traghetti merci a mercato libero per domanda insufficiente a coprire i costi di produzione del servizio

11.4.3 Domanda di attraversamento dello Stretto nello scenario di progetto

Nello scenario di progetto, si prevede una domanda di attraversamento dello Stretto sui servizi ferroviari regionali pari a circa 3,4 milioni di passeggeri annui, a cui si aggiungono circa 0,5 milioni di passeggeri di ambito regionale che utilizzano i treni IC o AV. Di questi, circa 1,6 milioni di passeggeri annui si spostano tra i comuni di Messina e Reggio Calabria.

<i>Prof. Ing. Agostino Nuzzolo</i>			
<i>Aggiornamento degli studi sui flussi di traffico previsti in relazione alla messa in esercizio del Ponte</i>			<i>22 gennaio 2024</i>

Il carico giornaliero in una giornata feriale ordinaria sulla tratta di attraversamento dei servizi regionali è stimato pari a circa 11.400 passeggeri/giorno, calcolato sulla base di un coefficiente di riporto all'anno pari a 300. Tenuto conto di un'offerta ferroviaria pari a 78 treni/giorno, il carico medio previsto all'attraversamento è pari a 146 passeggeri/treno, che risulta accettabile in termini di sostenibilità economica di un servizio nell'ambito del trasporto ferroviario regionale.

11.4.4 Frequentazione delle fermate di progetto

In relazione alla mobilità di attraversamento dello Stretto, per le tre fermate di progetto in esame è stato possibile prevedere il numero medio di viaggiatori saliti+discesi in una giornata feriale ordinaria:

- Messina Papardo: 1.100 utenti saliti+discesi al giorno;
- Messina Annunziata: 1.000 utenti saliti+discesi al giorno;
- Messina Europa: 3.300 utenti saliti+discesi al giorno.

In totale, gli spostamenti serviti dalle fermate di progetto sono circa 5.400, dei quali, il 21% circa interessato alla fermata Papardo, collocata in corrispondenza degli ingressi al polo universitario ed al complesso ospedaliero, ed il 19% interessato alla fermata Annunziata, collocata in posizione baricentrica rispetto all'omonimo popoloso quartiere.

Circa il 60% di tutti gli spostamenti che utilizzano le tre nuove stazioni dei servizi ferroviari Regionali si serve della fermata Europa.

11.5 Funzione di collegamento extraurbano regionale

Tenuto conto della domanda potenziale futura dei servizi ferroviari Regionali, le precedenti previsioni hanno elaborato anche per questo segmento di domanda le previsioni di frequentazione delle tre fermate di progetto. Tra di esse, la più frequentata risulta ancora Europa, con circa 2.300 passeggeri/giorno saliti+discesi, seguita da Papardo con circa 1.750 passeggeri/giorno; la fermata Annunziata, che si inserisce al centro di un quartiere prevalentemente residenziale, è interessata da poco meno di 1.000 utenti/giorno.

<i>Prof. Ing. Agostino Nuzzolo</i>			
<i>Aggiornamento degli studi sui flussi di traffico previsti in relazione alla messa in esercizio del Ponte</i>			<i>22 gennaio 2024</i>

11.6 Funzione di dorsale urbana del trasporto pubblico a Messina

Per il segmento di domanda degli spostamenti urbani, la frequentazione complessiva delle tre fermate di progetto è di circa 16.000 passeggeri saliti+discesi al giorno. In particolare, alla fermata Europa i saliti+discesi saranno circa 11.500/giorno, mentre alla fermata Annunziata saranno circa 1.300/giorno ed alla fermata Papardo 3.300/giorno. Anche per questo segmento di domanda emerge il peso dell'Università e del Polo Ospedaliero nel rendere la fermata Papardo più frequentata rispetto alla più centrale fermata Annunziata.

11.7 Traffici passeggeri complessivi delle fermate di progetto

Dal riepilogo dei dati di frequentazione delle fermate di progetto per tutti e tre i segmenti di domanda serviti, emerge il quadro di un servizio ferroviario di tipo suburbano, con un'offerta complessiva di corse ferroviaria adeguata ai volumi di traffico viaggiatori serviti.

Delle tre fermate di progetto in esame, la più frequentata è Europa, che è quella in posizione centrale rispetto al centro cittadino; in totale, gli utenti potenziali della fermata saranno circa 17.000 al giorno (saliti+discesi), al netto dei viaggiatori interessati ai treni di Lunga Percorrenza.

I due terzi di tutti gli utenti deriveranno da spostamenti di tipo urbano, sia con le fermate settentrionali di Annunziata e Papardo sia con le fermate meridionali da Contesse a Giampileri; il 19% circa degli utenti sarà costituito, invece, da viaggiatori provenienti/diretti al lato calabro dello Stretto ed il restante 13% circa sarà costituito da spostamenti da/per il resto della regione Sicilia.

Per la fermata Annunziata, le previsioni di frequentazione sono pari a circa 3.300 passeggeri saliti+discesi al giorno; di essi, il segmento di domanda più numeroso è ancora quello della mobilità urbana, con il 39% circa di tutti i frequentatori. L'incidenza degli spostamenti di attraversamento dello Stretto è maggiore che per il centro e corrisponde al 30% circa del totale; il restante 30% dei frequentatori è interessato ai collegamenti Regionali con il resto della Sicilia.

Nel caso della fermata Papardo, infine, interessata da circa 6.100 movimenti passeggeri/giorno (saliti+discesi) la domanda di mobilità urbana vale il 54% di tutti gli spostamenti serviti, mentre il 18% circa di spostamenti riguarda l'attraversamento dello Stretto ed il 28% circa spostamenti extraurbani con gli altri comuni siciliani.

<i>Prof. Ing. Agostino Nuzzolo</i>			
<i>Aggiornamento degli studi sui flussi di traffico previsti in relazione alla messa in esercizio del Ponte</i>			<i>22 gennaio 2024</i>

APPENDICE MODELLISTICA

A.1	IL MODELLO MULTIMODALE DI OFFERTA.....	99
A.1.1	Il grafo di base infrastrutturale.....	99
A.1.2	I servizi di trasporto.....	104
A.1.3	Costi, pedaggi e tariffe per l'utenza.....	112
A.2	I MODELLI DI DOMANDA.....	116
A.2.1	Modello di scelta modale passeggeri di lunga percorrenza	116
A.2.2	Modello di scelta modale della mobilità passeggeri di breve e media distanza	121
A.2.3	Modello di scelta modale merci.....	125
A.2.4	La stima della domanda indotta per la componente passeggeri.....	127
A.3	IL MODELLO DI SCELTA DEL PERCORSO PER IL TRASPORTO STRADALE...	128
A.3.1	Il modello di scelta del percorso.....	128
A.3.2	Il modello di disponibilità a pagare	129

Prof. Ing. Agostino Nuzzolo			
Aggiornamento degli studi sui flussi di traffico previsti in relazione alla messa in esercizio del Ponte			22 gennaio 2024

A.1 IL MODELLO MULTIMODALE DI OFFERTA

A.1.1 Il grafo di base infrastrutturale

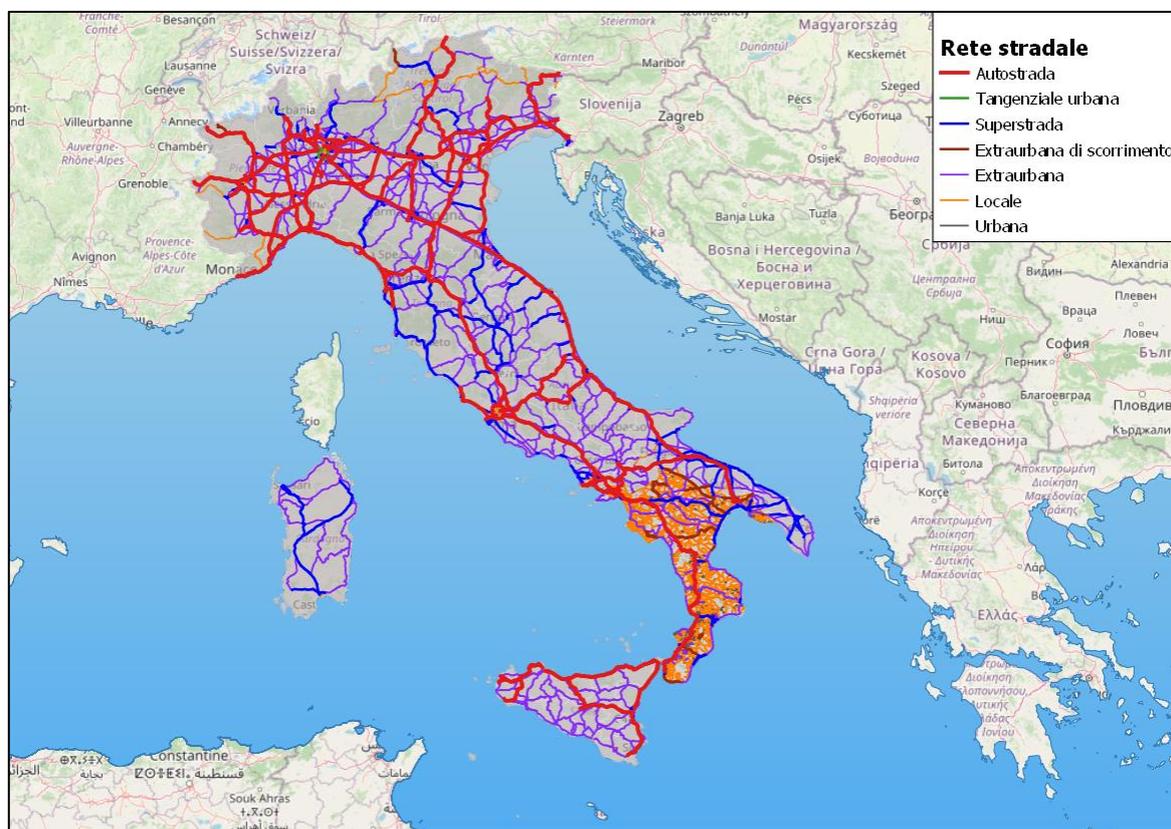
La rete stradale

La rete stradale globale è stata elaborata a partire da un grafo già precedentemente utilizzato per studi a livello nazionale, aggiornato sulla base delle informazioni disponibili nei documenti pubblicati dai concessionari autostradali.

Tabella 11-2 Tipologie archi di rete

Tipologia archi	Linktype
Archi stradali	1-9
Archi marittimi	10
Connettori	99

Figura 11-3 Grafo complessivo della rete stradale



Prof. Ing. Agostino Nuzzolo			
Aggiornamento degli studi sui flussi di traffico previsti in relazione alla messa in esercizio del Ponte			22 gennaio 2024

All'interno dell'area di studio, la rete è stata ulteriormente raffittita mediante l'utilizzo di ulteriori cartografie provenienti da OTM (Open Transport Map). Questa operazione è stata necessaria al fine di ottenere un maggiore dettaglio all'interno dell'area di studio, riuscendo a rappresentare anche strade locali e urbane. Infine, è stato eseguito il collegamento tra i due grafi in maniera tale da evitare sovrapposizioni e garantire la connettività della rete.

Figura 11-4 Grafo della rete stradale nell'area di intervento



Gli archi della rete sono quindi stati classificati a seconda della tipologia, associandovi oltre alla

<i>Prof. Ing. Agostino Nuzzolo</i>			
<i>Aggiornamento degli studi sui flussi di traffico previsti in relazione alla messa in esercizio del Ponte</i>			<i>22 gennaio 2024</i>

categoria da Codice della Strada anche i parametri utili al modello di scelta del percorso (velocità di percorrenza, numero di corsie, capacità,...).

Tabella 11-3 Tipologie archi della rete stradale

Tipologia archi	Linktype
Archi autostradali	1-3
Strada Urbana di scorrimento	4
Strada Extraurbana principale	5-6
Strada Extraurbana secondaria	7
Strada locale	8
Strada urbana	9

Dopo aver caratterizzato gli archi della rete a seconda della tipologia descritta nelle tabelle precedenti, è stata eseguita la validazione del grafo.

Questa è stata fatta analizzando distanze, tempi di percorrenza e velocità media dei percorsi tra le principali possibili origini e destinazioni all'interno dell'area di studio. È stato eseguito il confronto tra i risultati calcolati sulla rete e quelli estrapolati dal servizio di navigazione e mappatura web HERE WeGo.

In questo modo è stato possibile, laddove vi fosse necessità, andare a modificare iterativamente il grafo in maniera tale da minimizzare la differenza in termini di tempi di percorrenza, distanze dei percorsi e velocità media.

I risultati della validazione del grafo stradale, in termini di tempi e distanze sulle principali O-D, sono riportati nelle figure a pagina.

Figura 11-5 Validazione grafo stradale area di studio (distanze in km)

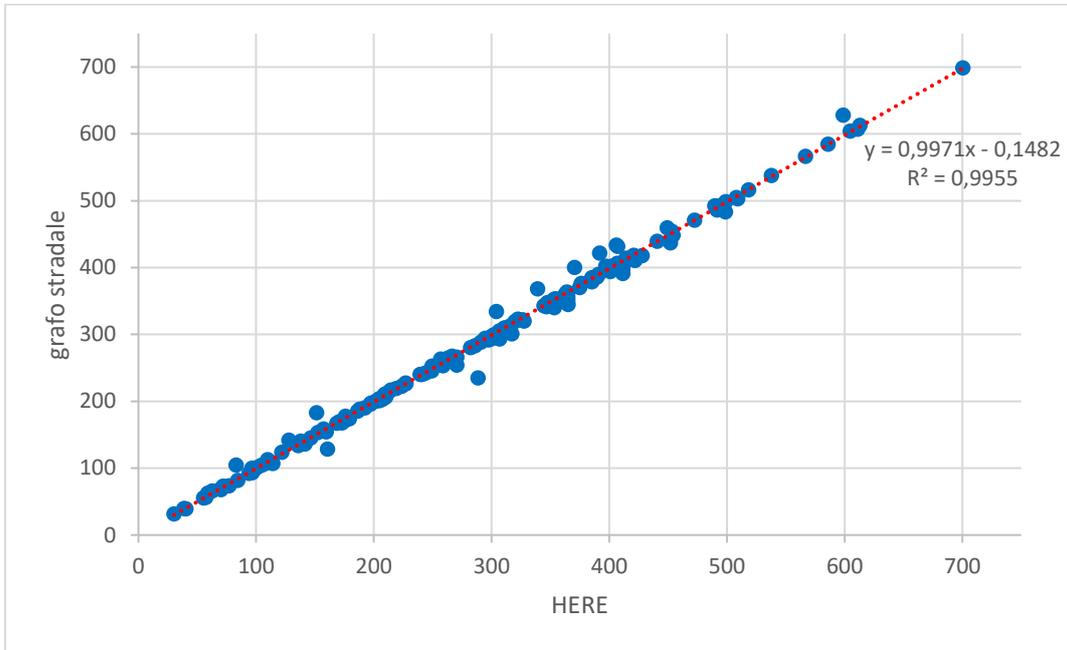
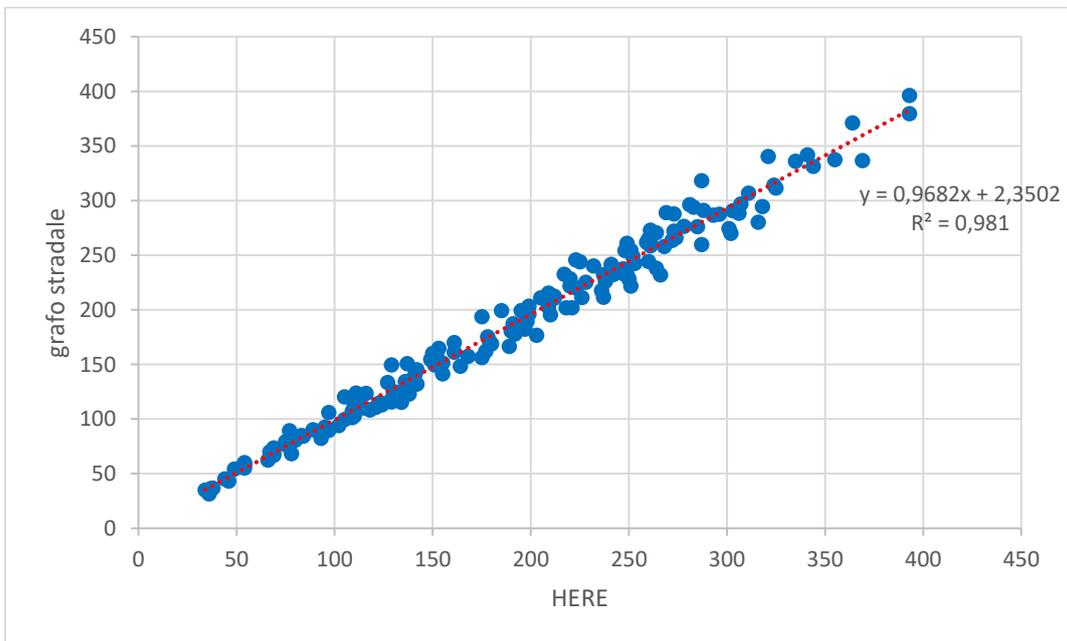


Figura 11-6 Validazione grafo stradale area di studio (tempi in min)



Prof. Ing. Agostino Nuzzolo		
Aggiornamento degli studi sui flussi di traffico previsti in relazione alla messa in esercizio del Ponte		22 gennaio 2024

La rete ferroviaria

Il grafo infrastrutturale comprende inoltre la rete ferroviaria, che include la rete RFI e le altre reti in affidamento ad altri gestori di carattere regionale.

Figura 11-7 Grafo complessivo della rete ferroviaria



Figura 11-8 Grafo della rete ferroviaria nell'area di intervento



<i>Prof. Ing. Agostino Nuzzolo</i>			
<i>Aggiornamento degli studi sui flussi di traffico previsti in relazione alla messa in esercizio del Ponte</i>			<i>22 gennaio 2024</i>

A.1.2 I servizi di trasporto

Trasporto ferroviario

I servizi ferroviari sono stati distinti tra servizi ferroviari a lunga percorrenza e servizi ferroviari regionali. Nel caso di servizi a lunga percorrenza sono state selezionate solamente le linee ritenute di interesse per l'area di studio, valutando e scegliendo per la codifica solamente i servizi ferroviari che effettuino fermate nell'area in esame. In modo analogo si è proceduto per i servizi ferroviari regionali, i quali sono stati considerati anche come adduzione al sistema di lunga percorrenza nel caso della relativa assegnazione ferroviaria. Il periodo temporale di riferimento è il giorno feriale medio del periodo scolastico. In modo analogo si è proceduto per i servizi ferroviari regionali, i quali sono stati considerati esclusivamente come adduzione al sistema di lunga percorrenza, nel caso della relativa assegnazione ferroviaria. Il periodo temporale di riferimento è il giorno feriale medio.

I servizi ferroviari sono stati individuati sulla base del database del servizio programmato sulla rete ferroviaria italiana relativo all'anno base.

Di seguito, viene riportata in tabella la classificazione dei treni codificati.

Tabella 11-4 Codifica categorie treno

CATEGORIA	DESCRIZIONE	TIPOLOGIA	FONTE
ES*	Treni EuroStar (51)	Lunga Percorrenza	Programmato
IC	Treni InterCity (53)	Lunga Percorrenza	Programmato
RV	Treni regionali veloci	Regionale Veloce	Programmato
REG	Treni regionali	Regionale	Programmato

Tabella 11-5 Codifica tipologia treno EuroStar (ES*)

Tipologia treno	Treni codificati
Frecciabianca	16
Frecciargento AV	8
Frecciarossa AV	17
Italo AV	10
TOTALE	51

Prof. Ing. Agostino Nuzzolo			
Aggiornamento degli studi sui flussi di traffico previsti in relazione alla messa in esercizio del Ponte			22 gennaio 2024

Nelle figure seguenti sono raffigurati i flussogrammi di offerta dei treni di lunga percorrenza (treni di categoria Intercity IC o Eurostar ES*, quest'ultima comprendente i treni Frecciabianca, Frecciargento AV, Frecciarossa AV e Italo AV) codificati nel modello di offerta.

Figura 11-9 Flussogramma offerta treni lunga percorrenza



Figura 11-10 Flussogramma offerta treni lunga percorrenza area di studio



Figura 11-11 Frequenza fermate treni lunga percorrenza



<i>Prof. Ing. Agostino Nuzzolo</i>			
<i>Aggiornamento degli studi sui flussi di traffico previsti in relazione alla messa in esercizio del Ponte</i>			<i>22 gennaio 2024</i>

Trasporto collettivo su gomma

Analogamente ai servizi ferroviari, anche per il trasporto su gomma è stata eseguita la distinzione tra servizi a lunga percorrenza e servizi regionali. Tuttavia, poiché la codifica dell’offerta TPL si riferisce ai soli servizi in attraversamento dello Stretto all’anno base non sono stati codificati servizi regionali, non essendo questi presenti nella programmazione degli enti.

Per il trasporto di linea di lunga percorrenza, attraverso il portale CheckMyBus sono stati individuati i principali operatori che effettuano viaggi di lunga percorrenza, con origine o destinazione nelle zone dell’area di studio.

Nel dettaglio, per la lunga percorrenza, sono stati codificati i servizi effettuati da Trenitalia (Freccialink, Bus sostitutivi Trenitalia), Italo (Italobus), FlixBus, Itabus, MarinoBus, Lirosi Autolinee, Autolinee Federico, Sais Autolinee, Autoservizi Salemi. I servizi Freccialink e Italobus, svolti dai rispettivi operatori ferroviari, sono acquistabili esclusivamente in connessione con un treno AV, e con tale vincolo sono stati codificati all’interno del modello di assegnazione ferroviaria. Il periodo temporale di riferimento è il giorno feriale medio del periodo scolastico.

Tabella 11-6 – Linee codificate trasporto su gomma

Tipologia di servizio	Linee codificate
Lunga percorrenza	226

Nella figura seguente è raffigurato il flussogramma di offerta dei bus di lunga percorrenza codificati nel modello di offerta.

Prof. Ing. Agostino Nuzzolo			
Aggiornamento degli studi sui flussi di traffico previsti in relazione alla messa in esercizio del Ponte			22 gennaio 2024

Figura 11-13 Flussogramma offerta bus di linea di lunga percorrenza



Trasporto aereo

Per il trasporto aereo sono stati analizzati i voli nazionali in partenza ed in arrivo negli aeroporti presenti all'interno dell'area di studio, ovvero quelli di Catania, Palermo, Trapani e Comiso in Sicilia, Reggio Calabria, Lamezia Terme e Crotone in Calabria.. Di tutti questi sono stati codificati i voli verso gli altri aeroporti italiani, analizzandone la frequenza settimanale. Il periodo temporale di riferimento è il giorno feriale medio del periodo scolastico.

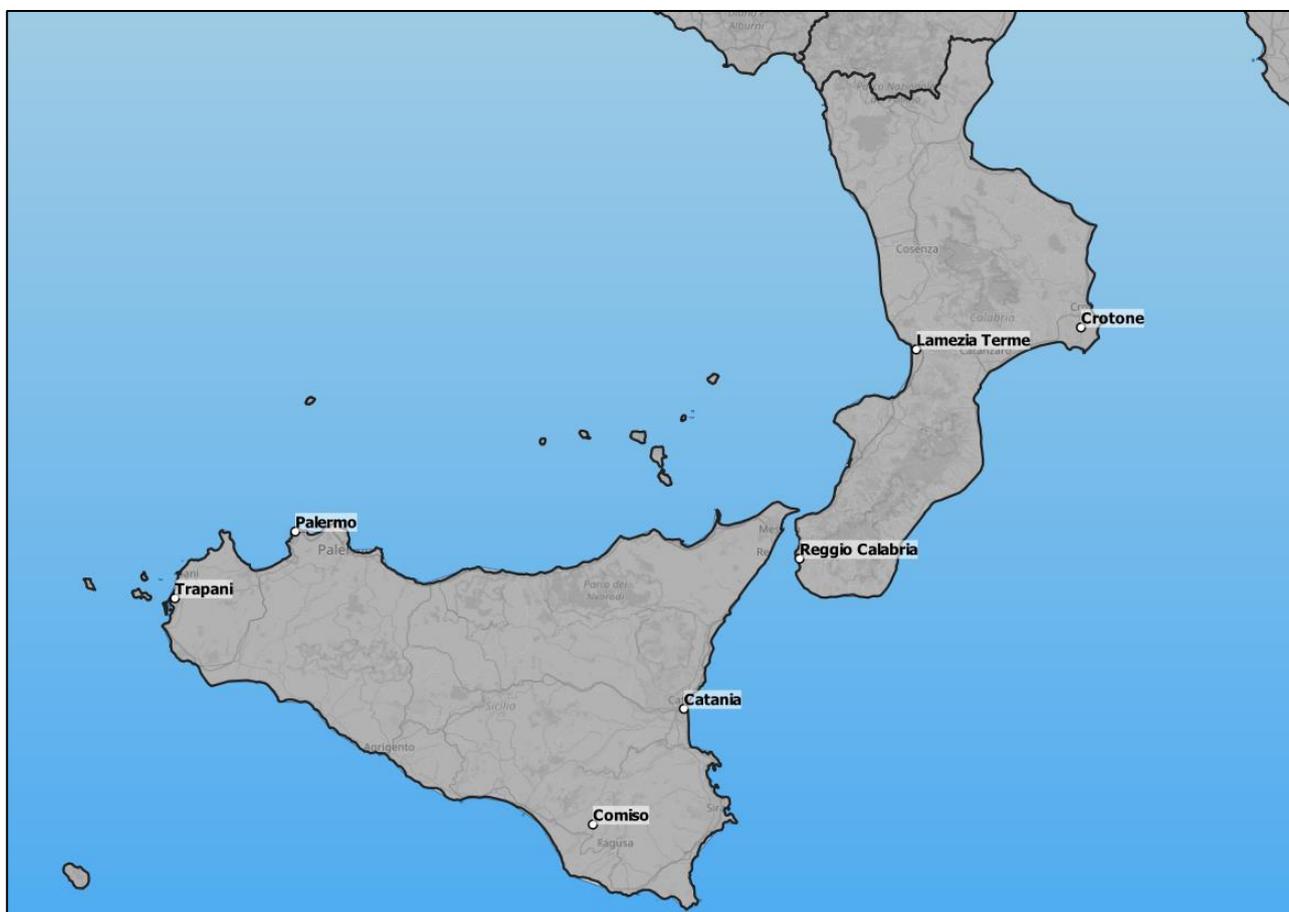
Tabella 11-7 Frequenza voli settimanali

Aeroporto	Frequenza voli settimanali
Catania	391
Palermo	356
Trapani	50

Prof. Ing. Agostino Nuzzolo			
Aggiornamento degli studi sui flussi di traffico previsti in relazione alla messa in esercizio del Ponte			22 gennaio 2024

Aeroporto	Frequenza voli settimanali
Comiso	26
Reggio Calabria	14
Lamezia Terme	135
Crotone	9

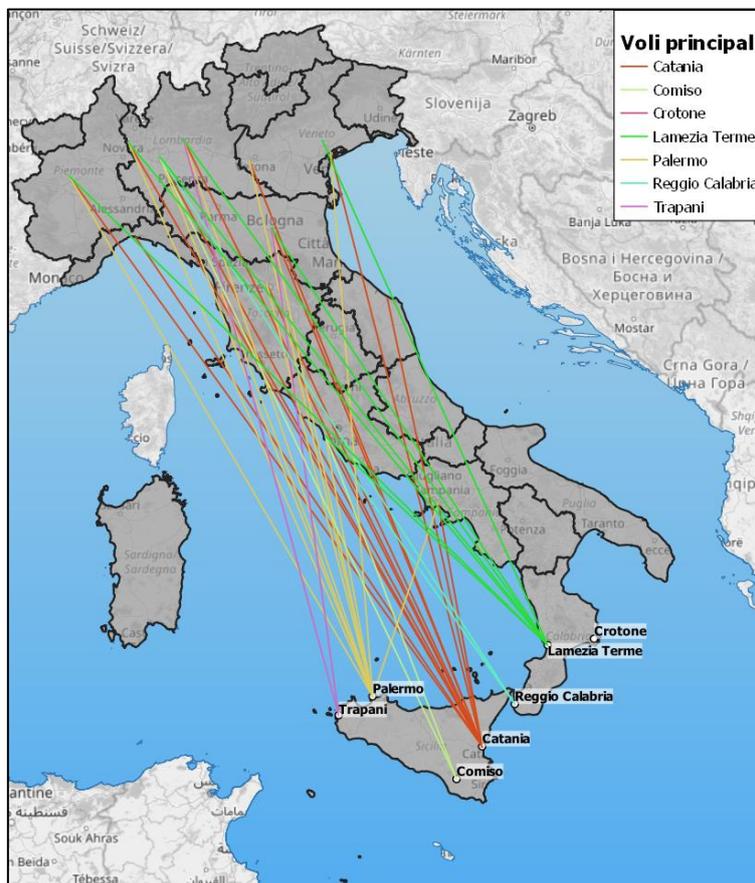
Figura 11-14 Aeroporti al servizio dell'area di studio



Nella figura seguente sono riportati i voli con origine/destinazione negli aeroporti analizzati e con frequenza settimanale maggiore o uguale a 7 (almeno un volo al giorno) per ogni coppia origine-destinazione.

Prof. Ing. Agostino Nuzzolo		
Aggiornamento degli studi sui flussi di traffico previsti in relazione alla messa in esercizio del Ponte		22 gennaio 2024

Figura 11-15 Collegamenti aerei al servizio dell'area di studio



Servizi marittimi di lunga percorrenza

Nel modello di offerta sono stati codificati i servizi marittimi di lunga percorrenza per il collegamento via mare della Sicilia al continente. La tabella seguente mostra il numero di rotte codificate per operatore

Tabella 11-8 Rotte RoRo codificate per operatore

Operatore	Numero rotte
CARTOUR	1
GNV	5
GRIMALDI	10
TIRRENIA	1

<i>Prof. Ing. Agostino Nuzzolo</i>			
<i>Aggiornamento degli studi sui flussi di traffico previsti in relazione alla messa in esercizio del Ponte</i>			<i>22 gennaio 2024</i>

Per ciascuna rotta sono stati raccolti gli attributi del servizio, ovvero i tempi di percorrenza, il numero di corse e le tariffe all'utenza.

A.1.3 Costi, pedaggi e tariffe per l'utenza

Modelli passeggeri

Costi e pedaggi del trasporto stradale

Per il trasporto su auto privata è stato considerato un costo operativo complessivo del mezzo pari a 0,216 €/km, comprendente le componenti di costo proporzionali alla percorrenza e relative a carburante, pneumatici, manutenzione e riparazione, mediate tra autovetture alimentate a benzina e a gasolio (fonte dati ACI). A ciò è stato aggiunto, ove necessario, il costo del pedaggio in € opportunamente aggiornato. Si ricorda comunque che, per quanto riguarda le autostrade nell'area di studio, la A2 Salerno – Reggio Calabria non è pedaggiata, mentre le tratte della A3 Napoli – Salerno e della A14 Bologna – Taranto sono a pedaggio. Si ricorda comunque che l'unica autostrada nell'area di studio, la A2 Salerno – Reggio Calabria, non è pedaggiata.

Tariffe del trasporto ferroviario

Per ciò che concerne il costo del trasporto ferroviario lato utente, sono state effettuate delle analisi separate per i servizi di lunga percorrenza a mercato (treni Alta Velocità AV), per i servizi universali di lunga percorrenza (treni Intercity IC) e per i servizi regionali.

Per i servizi a mercato, con riferimento alle principali O-D ricomprese nell'area di studio, sono state analizzate le tariffe previste ad un mese dalla ricerca del biglietto di corsa semplice più economico dagli operatori ferroviari (Trenitalia e NTV). La curva interpolante è stata implementata nel modello come curva di costo in funzione della distanza.

Per i servizi universali, invece, sono stati presi come riferimento i prezzi di corsa semplice sui treni Intercity tabellati da fonte MIT, a cui è stato applicato un tasso di sconto medio del 30% al fine di tenere conto della reale distribuzione delle tariffe nella vendita del servizio all'utenza.

Infine, le tariffe inerenti ai servizi regionali, le quali sono oggetto di accordo all'interno dei singoli contratti di servizio con le Regioni, sono state valutate sulla base dei prezzi dei biglietti di corsa semplice previsti per le Regioni Basilicata e Calabria. La relativa curva media per fasce di distanza è stata implementata nel modello come curva di costo in funzione della distanza.

<i>Prof. Ing. Agostino Nuzzolo</i>			
<i>Aggiornamento degli studi sui flussi di traffico previsti in relazione alla messa in esercizio del Ponte</i>			<i>22 gennaio 2024</i>

Tariffe del trasporto collettivo su gomma

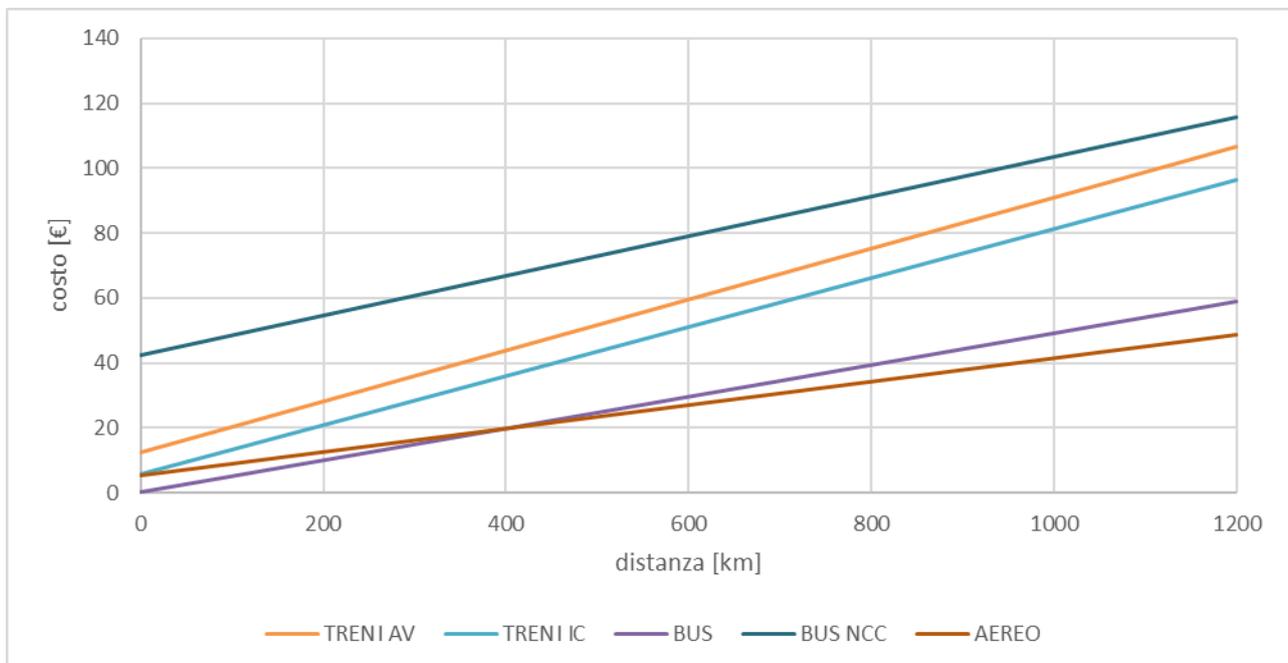
Per quanto riguarda i servizi di linea di lunga percorrenza effettuati dagli operatori su gomma, invece, con riferimento alle principali O-D ricomprese nell'area di studio sono state analizzate le tariffe previste ad un mese dalla ricerca del biglietto di corsa semplice per i vari operatori.

Per i servizi di linea regionali, invece, le tariffe sono stabilite all'interno dei contratti di servizio regionali, e sono state valutate sulla base dei prezzi dei biglietti di corsa semplice previsti per le Regioni Basilicata e Calabria. La relativa curva media per fasce di distanza è stata implementata nel modello come curva di costo in funzione della distanza.

Infine, per ciò che concerne i servizi di bus turistici a noleggio, sono state analizzate le tariffe per mezzo relative alle principali O-D ricomprese nell'area di studio, con ritorno in giornata o nel giorno successivo, come da servizio web per la richiesta di preventivi per il noleggio bus di Flixbus. La curva interpolante è stata implementata nel modello come curva di costo del mezzo in funzione della distanza. Si è inoltre tenuto conto di un sovrapprezzo per i collegamenti attraverso lo Stretto.

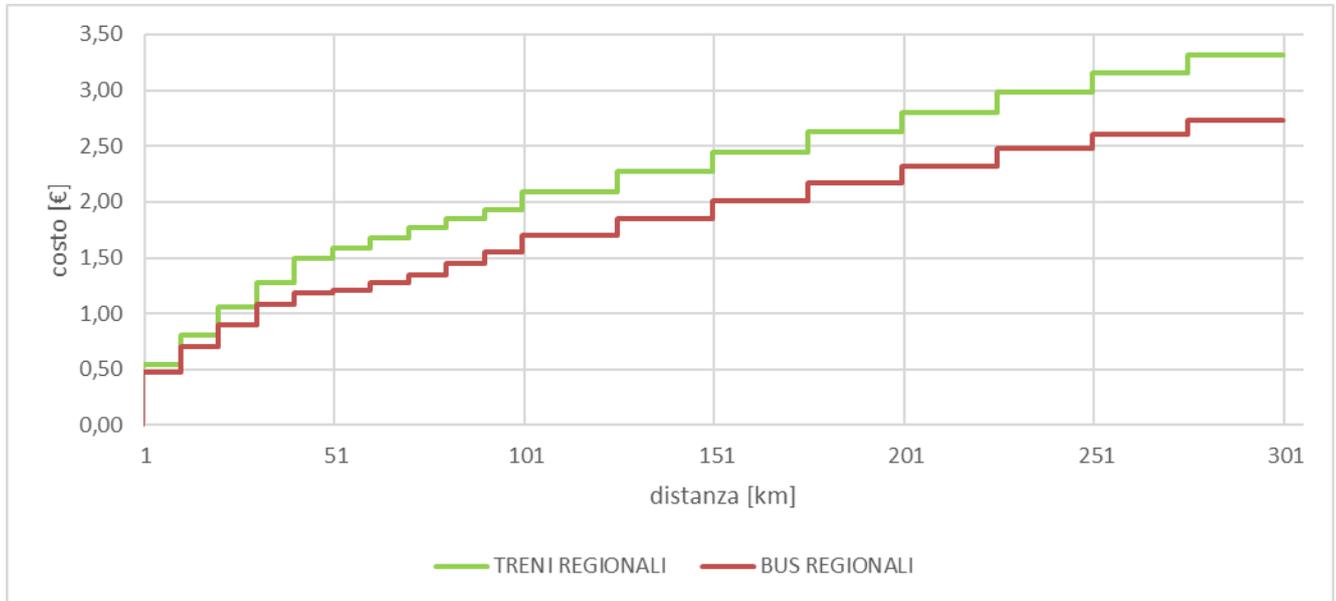
I grafici seguenti mostrano le differenti curve tariffarie adottate nel modello.

Figura 11-16 Tariffe all'utenza per distanza di spostamento (lunga percorrenza)



Prof. Ing. Agostino Nuzzolo			
Aggiornamento degli studi sui flussi di traffico previsti in relazione alla messa in esercizio del Ponte			22 gennaio 2024

Figura 11-17 Tariffe all'utenza per distanza di spostamento (trasporto regionale)



Modello merci

Per le valutazioni relative alla stima del costo del trasporto merci, sono stati utilizzati ed aggiornati modelli di costo applicati nell'ambito degli studi di traffico dell'Alta Velocità SA-RC e riportati nei rapporti pubblicati sul sito del relativo Dibattito Pubblico. Tali modelli consentono di stimare il costo di trasporto su strada e su ferro in funzione degli attributi di percorso (distanza e tempo di viaggio).

Per l'autotrasporto, gli elementi di costo inclusi nel modello comprendono:

- Costo orario del personale (condotta);
- Costi operativi orari (ammortamento ed assicurazione, ammortamento trattore e semirimorchio, assicurazioni e tasse);
- Costi operativi chilometrici (manutenzione, carburante, pneumatici)
- Spese generali e di struttura, rapportate all'ora di servizio.

La tabella seguente mostra i parametri di costo unitario stimati dalle singole voci analitiche e adottati ai fini del presente studio, aggiornati all'anno base secondo le più recenti pubblicazioni del Ministero.

<i>Prof. Ing. Agostino Nuzzolo</i>			
<i>Aggiornamento degli studi sui flussi di traffico previsti in relazione alla messa in esercizio del Ponte</i>			<i>22 gennaio 2024</i>

Tabella 11-9 Costi unitari del trasporto merci su strada

Elemento di costo	Unita' di misura	Valore
Costi orari guida	€/veicolo-h	28,2
Costi operativi e gestionali orari totali	€/veicolo-h	39,7
Costi operativi chilometrici totali	€/veicolo-km	0,81

Analogamente, è definito un modello di costo per il trasporto su ferro, che comprende:

- Costi fissi, relativi alla operazioni di preparazione e manova del treno nei terminali di carico/scarico;
- Costi operativi orari, relativi al personale di condotta ed agli ammortamenti
- Costi operativo energetici, relativi ai consumi energetici ed ai pedaggi ferroviari.
- Spese generali e di struttura, rapportate all'ora di servizio.

La tabella seguente mostra i parametri di costo unitario stimati dalle singole voci analitiche e adottati ai fini del presente studio

Tabella 11-10 Costi unitari del trasporto merci su ferro

Elemento di costo	Unita' di misura	Valore
Costo operativo fisso totale	€/treno	1460,0
Costi operativi orari totali	€/treno-h	616,2
Costi operativi chilometrici totali	€/treno-km	3,8

Ai fini della determinazione del costo finale, si è poi tenuto conto per il trasporto su strada delle soste guida previste da normativa, oltre che dei pedaggi stradali e costi delle eventuali tratte su nave. Per il trasporto su ferro si è inoltre tenuto conto del tempo e del costo monetario delle operazioni di movimentazione dell'unità di carico ai terminal di carico e scarico.

Prof. Ing. Agostino Nuzzolo			
Aggiornamento degli studi sui flussi di traffico previsti in relazione alla messa in esercizio del Ponte			22 gennaio 2024

A.2 I MODELLI DI DOMANDA

A.2.1 Modello di scelta modale passeggeri di lunga percorrenza

Formulazione e calibrazione iniziale del modello

Il modello iniziale è un modello specificato e calibrato nell'ambito degli studi di traffico dell'Alta Velocità SA-RC e riportati nei rapporti pubblicati sul sito del relativo Dibattito Pubblico. Il modello iniziale è stato **ricalibrato** sui dati di mobilità e traffico ricostruiti per l'area del presente studio di traffico.

La ripartizione degli spostamenti tra le diverse modalità consentite è stata simulata tramite modelli di tipo logit multinomiale, secondo la seguente formulazione:

$$P_{od}^{\hat{m}} = \frac{\exp(U_{od}^{\hat{m}})}{\sum_m \exp(U_{od}^m)}$$

essendo:

$$U_{od}^m = \sum_k \beta^{k,m} X_{od}^k$$

ed in cui:

$P_{od}^{\hat{m}}$	Quota del modo \hat{m} sul totale degli spostamenti per una relazione O-D
U_{od}^m	Utilità sistematica il modo m per la relazione O-D
X_{od}^k	Valore della variabile k dell'utilità sistematica per la relazione O-D
$\beta^{k,m}$	Coefficiente della variabile dell'utilità sistematica per la variabile k e per il modo m

I modelli sono stati calibrati sui dati di spostamento disponibili nei microdati pubblici dell'ISTAT, limitatamente ai soli spostamenti che insistono sull'area di studio. A tal riguardo, va tenuto presente che tali dati presentano una numerosità campionaria limitata (circa 340 interviste per lo scopo lavoro, 2'450 per vacanze e 1'200 per visite ad amici e parenti ed altro). La limitatezza del campione deriva sia dal limitato peso dell'area di studio rispetto ad un campione nazionale, sia alla relativa bassa frequenza di viaggi di lunga percorrenza rispetto ai viaggi di tipo sistematico nelle zone di residenza abituale. Inoltre, tali dati, per ragioni di confidenzialità, presentano informazioni aggregate relativamente all'origine (definita a livello regionale) ed alla destinazione (a livello provinciale) degli spostamenti.

Prof. Ing. Agostino Nuzzolo			
Aggiornamento degli studi sui flussi di traffico previsti in relazione alla messa in esercizio del Ponte			22 gennaio 2024

Per ovviare alla disponibilità di informazioni aggregate sulle origini e destinazioni degli spostamenti, questi sono stati preventivamente redistribuiti sulle corrispondenti zone in funzione dell'accessibilità relativa. In ogni caso, la bassa consistenza numerica del campione e l'indisponibilità di informazioni precise su origini e destinazioni, ha reso opportuno limitare il numero di variabili esplicative introdotte nel modello, nonché aggregare i sei motivi definiti nei modelli di generazione, distribuzione e ripartizione modale in tre distinti modelli di ripartizione (lavoro, vacanze e altro), differenziando in funzione della durata del viaggio le sole costanti modali.

Le variabili considerate nel modello sono quindi limitate alle sole statisticamente significative (in generale, tempi, costi e costanti modali). Sono inoltre state introdotte alcune variabili *dummy*, in grado di catturare differenze sistematiche nell'uso dei modi in funzione dell'origine o destinazione degli spostamenti (Sud peninsulare ovvero Sicilia).

Le tabelle successive illustrano i coefficienti stimati per i tre motivi di spostamento. Le modalità di trasporto considerate sono: aereo, bus di linea, bus turistico (per i soli spostamenti a scopo turistico), treno ed autovettura privata. Quest'ultimo è il modo di riferimento adottato in tutti i modelli, per cui la relativa costante modale è per definizione nulla.

Tabella 11-11 Coefficienti del modello di scelta modale: Motivi di lavoro (breve / lunga durata)

Variabile	U.M.	Stima	Errore stand.	Valore t	Pr(> t)	Signif.
COSTO	€	-0,008196	0,003323	-2,47	0,013642	*
TEMPO	min	-0,006142	0,001929	-3,18	0,001451	**
O-D (SICILIA) Bus Linea, Treno	1/0	-1,923	0,781	-2,46	0,0138	*
O-D (SUD) Bus Linea	1/0	-1,233	0,521	-2,36	0,018068	*
CM Aereo	1/0	-1,729	0,226	-7,64	2,12E-14	***
CM Bus Linea, Treno Breve	1/0	-1,437	0,390	-3,69	0,000227	***
CM Bus Linea Lunga	1/0	0,076	0,047	1,63	0,004634	**
CM Treno Lunga	1/0	-0,677	-0,239	2,83	0,103276	

Codici significatività: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

<i>Prof. Ing. Agostino Nuzzolo</i>		
<i>Aggiornamento degli studi sui flussi di traffico previsti in relazione alla messa in esercizio del Ponte</i>		<i>22 gennaio 2024</i>

Tabella 11-12 Coefficienti del modello di scelta modale: Vacanza (breve / lunga durata)

Variabile	U.M.	Stima	Errore stand.	Valore t	Pr(> t)	Signif.
COSTO	€	-0,009537	0,0015017	-6,35	2,14E-10	***
TEMPO	min	-0,003403	0,000702	-4,85	1,23E-06	***
O-D (SICILIA) Aereo	1/0	1,180	0,218	5,42	6,03E-08	***
O-D (SICILIA) Bus Linea, Treno	1/0	-0,224	0,299	-0,75	0,454	
O-D (SUD) Bus Linea, Treno	1/0	-1,033	0,255	-4,05	5,16E-05	***
CM Aereo Breve	1/0	-2,541	0,366	-6,95	3,77E-12	***
CM Bus Turistico Breve	1/0	-1,150	0,150	-7,65	1,95E-14	***
CM Bus Linea Breve	1/0	-1,720	0,302	-5,70	1,19E-08	***
CM Treno Breve	1/0	-2,065	0,329	-6,28	3,37E-10	***
CM Aereo Lunga	1/0	-2,871	0,197	-14,56	< 2E-16	***
CM Bus Turistico Lunga	1/0	-1,226	0,207	-5,91	3,34E-09	***
CM Bus Linea Lunga	1/0	-2,020	0,264	-7,65	2,00E-14	***
CM Treno Lunga	1/0	-1,140	0,170	-6,70	2,06E-11	***

Codici significatività: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Tabella 11-13 Coefficienti del modello di scelta modale: Visite a parenti o amici od altro (breve / lunga durata)

Variabile	U.M.	Stima	Errore stand.	Valore t	Pr(> t)	Signif.
COSTO	€	-0,013589	0,001680	-8,09	5,93E-16	***
TEMPO	min	-0,003712	0,000803	-4,62	3,77E-06	***
O-D (SICILIA) Aereo	1/0	1,642	0,221	7,45	9,70E-14	***
O-D (SUD) Bus Linea, Treno	1/0	-1,232	0,321	-3,83	0,000126	***
CM Aereo Breve	1/0	-2,402	0,516	-4,66	3,15E-06	***
CM Bus Linea Breve	1/0	-1,809	0,404	-4,48	7,46E-06	***
CM Treno Breve	1/0	-1,517	0,369	-4,11	3,93E-05	***
CM Aereo Lunga	1/0	-3,222	0,173	-18,68	< 2E-16	***
CM Bus Linea Lunga	1/0	-1,667	0,242	-6,89	5,71E-12	***
CM Treno Lunga	1/0	-1,258	0,150	-8,41	< 2E-16	***

Codici significatività: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

<i>Prof. Ing. Agostino Nuzzolo</i>			
<i>Aggiornamento degli studi sui flussi di traffico previsti in relazione alla messa in esercizio del Ponte</i>			<i>22 gennaio 2024</i>

Il tempo (ed il costo-i) di viaggio considerato nel modello comprende tutte le componenti del viaggio, includendo anche i tempi di accesso/egresso ed i relativi tempi di attesa (con un valore di soglia massima giornaliera pari a 1 h), nonché di trasbordo, così come stimati nel modello di offerta.

In fase di applicazione del modello di ripartizione agli scenari futuri, si è inoltre tenuto conto del miglioramento dell'attrattività legata alla disponibilità tra due città di collegamenti diretti, regolari e frequenti di servizi AV. Tale valore percepito del servizio AV (detto "edonico") è infatti indipendente dai soli parametri funzionali del servizio offerto (tempi, costi e frequenze) e pertanto sono stati considerati separatamente solo all'attivazione, negli scenari di riferimento o progetto, di nuovi servizi AV. Il valore "edonico" associato ai servizi ferroviari AV è stato desunto da un recente studio condotto in Italia², che fornisce un valore pari a 8.56 €/spostamento per gli spostamenti inferiori a 400 km e pari a 12.89 per spostamenti più lunghi, con riferimento agli spostamenti di turisti per motivi di vacanza. Tali valori, se rapportati al coefficiente del tempo di viaggio, corrisponderebbero a una riduzione del tempo percepito di spostamento pari a circa 50 e 75 minuti rispettivamente.

Ai fini del presente studio, si è adottato un valore "edonico" per gli spostamenti diretti AV pari a circa il 40% del valore stimato nello studio, introducendo inoltre un valore inferiore per spostamenti più corti di 200 km. Si è utilizzato il valore in termini di tempo, in quanto considerato più direttamente trasferibile alle diverse segmentazioni della domanda, a differenza del valore monetario, che necessariamente risente della differente disponibilità a pagare degli utenti. I valori adottati nel modello sono quindi riportati nella seguente tabella.

Tabella 11-14 Valore edonico dei servizi AV espresso in termini di riduzione del tempo percepito (min)

Distanza di spostamento su ferro (km)	Valore (min)
0-200 km	-10
200-400 km	-20
> 400 km	-30

² *Hedonic value of high-speed rail services: Quantitative analysis of the students' domestic tourist attractiveness of the main Italian cities.* A. Carteni, L. Pariota, I. Henke, 2017

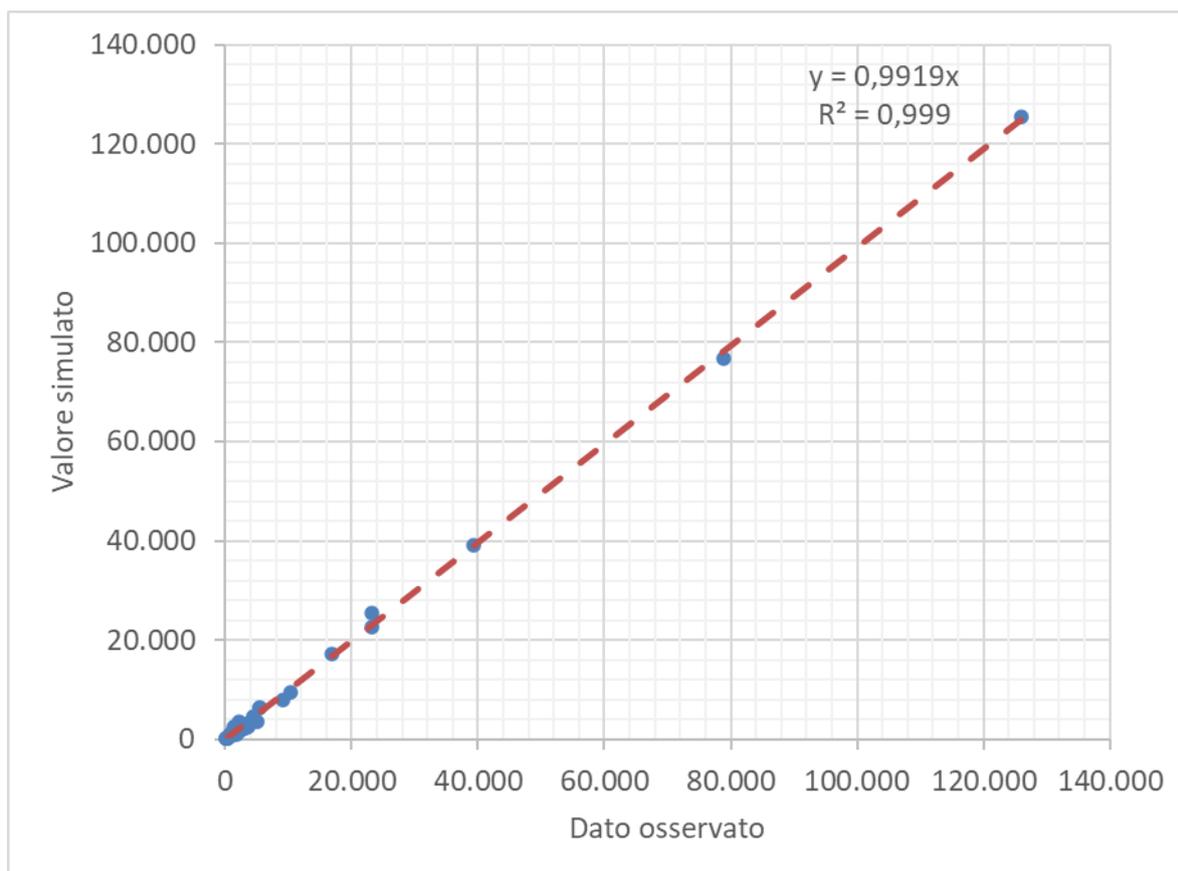
Prof. Ing. Agostino Nuzzolo			
Aggiornamento degli studi sui flussi di traffico previsti in relazione alla messa in esercizio del Ponte			22 gennaio 2024

Ri-calibrazione e validazione dei modelli nell'area di studio

Il modello di ripartizione di lunga percorrenza ai fini degli studi AV era già stato calibrato su un'area di studio comprensiva dell'attraversamento dello Stretto, e per questo è stato sufficiente procedere ad una sua ricalibrazione puntuale aggregata (modificando unicamente le costanti modali) per ottenere una buona riproduzione della distribuzione per modo osservata all'anno base.

La seguente rappresentazione grafica mostra la buona correlazione tra dato osservato e valore simulato dall'applicazione del modello ri-calibrato per l'area di studio.

Figura 11-18 Confronto tra flussi osservati e simulati per OD aggregate e modo



Nota. I valori di traffico si riferiscono al dato medio mensile del periodo scolastico

<i>Prof. Ing. Agostino Nuzzolo</i>			
<i>Aggiornamento degli studi sui flussi di traffico previsti in relazione alla messa in esercizio del Ponte</i>			<i>22 gennaio 2024</i>

A.2.2 Modello di scelta modale della mobilità passeggeri di breve e media distanza

Formulazione e calibrazione iniziale del modello

Anche in questo caso, il modello iniziale è un modello specificato e calibrato nell'ambito degli studi di traffico dell'Alta Velocità SA-RC e riportati nei rapporti pubblicati sul sito del relativo Dibattito Pubblico. Il modello è stato **ricalibrato** sui dati di mobilità e traffico ricostruiti per l'area del presente studio di traffico.

La ripartizione degli spostamenti tra le diverse modalità prese in esame (auto, treno, bus TPL) è stata simulata tramite modelli di tipo logit multinomiale, secondo la seguente formulazione:

$$P_{od}^{\hat{m}} = \frac{\exp(U_{od}^{\hat{m}})}{\sum_m \exp(U_{od}^m)}$$

essendo:

$$U_{od}^m = \sum_k \beta^{k,m} X_{od}^k$$

ed in cui:

$P_{od}^{\hat{m}}$	Quota del modo \hat{m} sul totale degli spostamenti per una relazione O-D
U_{od}^m	Utilità sistematica del modo m per la relazione O-D
X_{od}^k	Valore della variabile k dell'utilità sistematica per la relazione O-D
$\beta^{k,m}$	Coefficiente della variabile dell'utilità sistematica per la variabile k e per il modo m

I modelli di ripartizione modale relativi ai motivi lavoro e studio sono stati calibrati tramite metodi di massima verosimiglianza rispettivamente sulla base dei dati di spostamenti sistematici casa-lavoro e casa-studio disponibili dal censimento del pendolarismo 2011 dell'ISTAT, limitatamente ai soli spostamenti di interesse e che insistono sull'area di studio. I modelli di ripartizione modale relativi agli altri motivi, invece, sono stati trattati in modo aggregato a partire dai coefficienti ottenuti per il modello relativo al motivo lavoro, variando esclusivamente i valori delle costanti modali sulla base delle quote modali risultanti dai microdati disponibili dall'indagine "Uso del tempo" dell'ISTAT, per ciascun motivo.

<i>Prof. Ing. Agostino Nuzzolo</i>			
<i>Aggiornamento degli studi sui flussi di traffico previsti in relazione alla messa in esercizio del Ponte</i>			<i>22 gennaio 2024</i>

Le variabili considerate nei modelli sono quindi variabili relative al livello di servizio (tempi, costi, numero di trasbordi), variabili socioeconomiche (indice di addetti o residenti), variabili dummy (in grado di catturare differenze sistematiche nell'uso dei modi in funzione dell'origine o destinazione degli spostamenti) e costanti modali.

Le tabelle successive illustrano i coefficienti stimati per i motivi di spostamento lavoro e studio. Le modalità di trasporto considerate sono: treno, bus TPL, autovettura privata. Quest'ultimo è il modo di riferimento adottato in tutti i modelli, per cui la relativa costante modale è per definizione nulla.

Tabella 11-15 Coefficienti del modello di scelta modale (breve e media percorrenza): Motivi di lavoro

Variabile	U.M	Modo	Stima	Errore standard	Valore t	Pr(> t)
Costante modale Treno	0/1	Treno	-4.9146	0.0936	-52.4849	< 2e-16
Costante modale Bus	0/1	Bus	-3.1505	0.0311	-101.1907	< 2e-16
Tempo percepito Treno	min	Treno	-0.0078	0.0004	-21.0986	< 2e-16
Tempo percepito Bus	min	Bus	-0.0081	0.0003	-28.1616	< 2e-16
Tempo percepito Auto	min	Auto	-0.0230	0.0008	-29.2429	< 2e-16
Costo	€	Treno, Bus, Auto	-0.0906	0.0022	-41.6550	< 2e-16
N trasbordi	n	Treno, Bus	-0.0793	0.0291	-2.7211	0.00651
Assenza di stazione ferroviaria in zona di origine	0/1	Treno	-0.7863	0.0765	-10.2846	< 2e-16
Assenza di stazione ferroviaria in zona di destinazione	0/1	Treno	-1.0895	0.0888	-12.2692	< 2e-16
Indice di popolazione residente in un buffer di 4 km da stazione ferroviaria in zona di origine	0 - 1	Treno	0.5147	0.0745	6.9061	4.98e-12
Indice di addetti in un buffer di 1 km da stazione ferroviaria in zona di destinazione	0 - 1	Treno	0.7404	0.0652	11.3547	< 2e-16
Destinazione in grande città	0/1	Treno	1.0189	0.0290	35.1692	< 2e-16

Prof. Ing. Agostino Nuzzolo			
Aggiornamento degli studi sui flussi di traffico previsti in relazione alla messa in esercizio del Ponte			22 gennaio 2024

Tabella 11-16 Coefficienti del modello di scelta modale (breve e media percorrenza): Motivi di studio

Variabile	U.M	Modo	Stima	Errore standard	Valore t	Pr(> t)
Costante modale Treno	0/1	Treno	-1.2789	0.0231	-55.3198	< 2e-16
Costante modale Bus	0/1	Bus	0.8129	0.0166	49.0803	< 2e-16
Tempo percepito	min	Treno, Bus, Auto	-0.0067	0.0003	-25.5962	< 2e-16
Costo	€	Treno, Bus, Auto	-0.1267	0.0023	-55.4698	< 2e-16
N trasbordi	n	Treno, Bus	-0.1690	0.0278	-6.0808	1.2e-09
Assenza di stazione ferroviaria in zona di origine	0/1	Treno	-1.3268	0.0422	-31.4379	< 2e-16
Assenza di stazione ferroviaria in zona di destinazione	0/1	Treno	-1.7683	0.1453	-12.1664	< 2e-16
Destinazione in grande città	0/1	Treno	1.4320	0.0281	50.9563	< 2e-16

Il tempo (ed il costo) di viaggio considerato nel modello comprende tutte le componenti del viaggio, includendo anche i tempi di accesso/egresso ed i tempi di attesa (con un valore di soglia massima giornaliera pari a 1 h), nonché di trasbordo, così come stimati nel modello di offerta. Il tempo percepito, in particolare, è riportato con riferimento al fattore di pesatura dei tempi reali utilizzato nel modello di assegnazione ferroviaria e di assegnazione del trasporto collettivo su gomma per i tempi di attesa (*waitfactor*, pari a 1.3).

Gli indici di addetti e di popolazione residente che ricadono nei buffer circolari di raggio pari a, rispettivamente, 1 e 4 km, ed aventi centro nelle stazioni ferroviarie della zona, hanno valore compreso tra 0 e 1, indicizzando gli addetti o la popolazione residente così individuati rispetto al totale di addetti e di popolazione della zona.

La variabile dummy di destinazione in una grande città è posta pari a 1 nel caso in cui il Comune di destinazione abbia una popolazione maggiore di 100.000 abitanti.

Ri-calibrazione e validazione dei modelli nell'area di studio

Il modello di ripartizione di media-breve percorrenza ai fini degli studi AV era già stato calibrato su un'area di studio comprensiva della Regione Calabria, e per questo si ritiene costituisca un valido

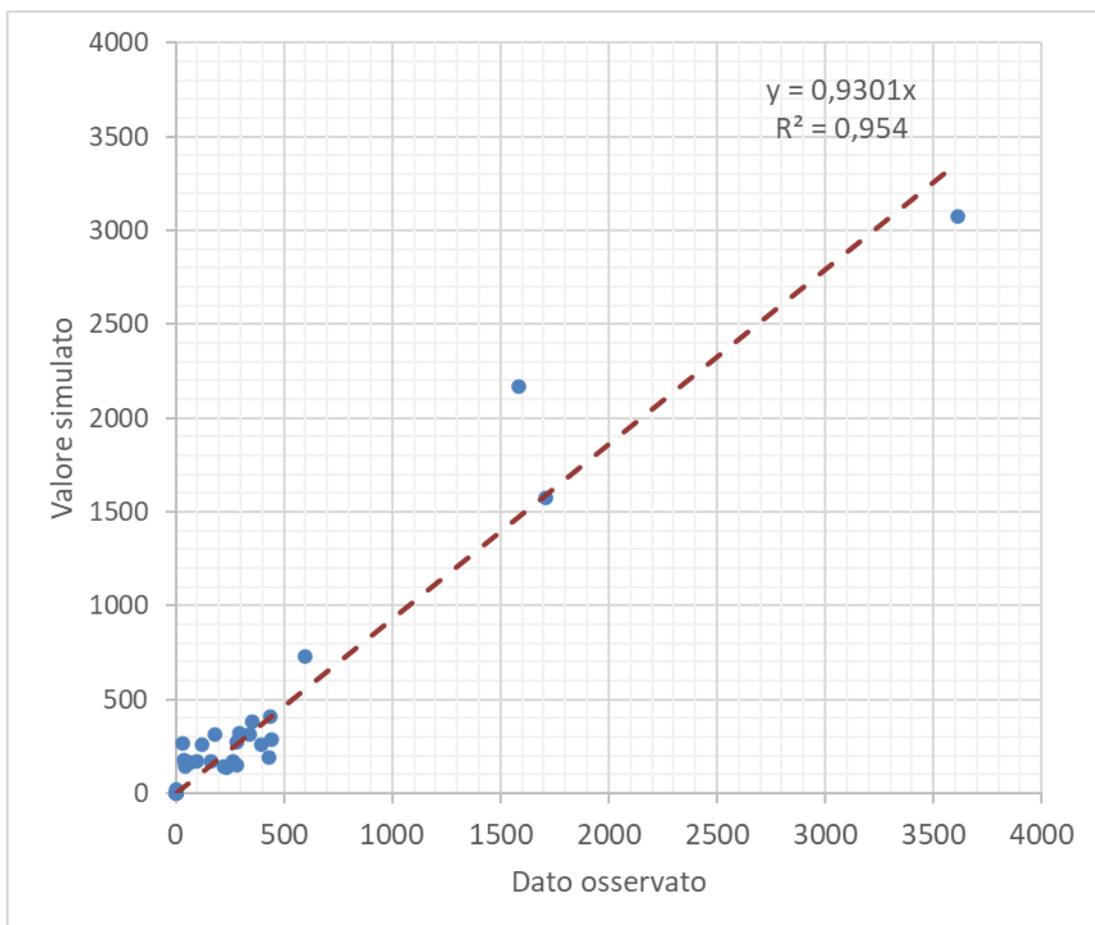
Prof. Ing. Agostino Nuzzolo			
Aggiornamento degli studi sui flussi di traffico previsti in relazione alla messa in esercizio del Ponte			22 gennaio 2024

punto di partenza per la costruzione del modello del traffico regionale dello Stretto. A tal fine sono state effettuate le seguenti revisioni:

- inserimento della modalità nave (traghetto/aliscafo) per i passeggeri senza auto al seguito, i cui coefficienti di utilità sono stati definiti per analogia a quelli stimati per gli altri modi;
- raggruppamento dei modi collettivo (treno, bus e nave) in un livello comune;
- ricalibrazione aggregata per ottenere una buona riproduzione della distribuzione per modo osservata all'anno base, soprattutto in termini di bilanciamento tra autovettura privata e trasporto collettivo.

La seguente rappresentazione grafica mostra la buona correlazione tra dato osservato e valore simulato dall'applicazione del modello ri-calibrato per l'area di studio.

Figura 11-19 Confronto tra flussi osservati e simulati per OD aggregate e modo



<i>Prof. Ing. Agostino Nuzzolo</i>			
<i>Aggiornamento degli studi sui flussi di traffico previsti in relazione alla messa in esercizio del Ponte</i>			<i>22 gennaio 2024</i>

A.2.3 Modello di scelta modale merci

La previsione dei traffici futuri di scambio merci della regione Sicilia prevede l'utilizzo di un modello di ripartizione modale che è calibrato sulla base della caratterizzazione della domanda attuale merci ricostruita mediante i dati raccolti o disponibili.

In particolare, è stato definito un modello Logit in cui a ciascuna alternativa è associato il costo di produzione del trasporto (stimato secondo i modelli di costo inclusi nel modello di offerta), cui si aggiunge il costo di immobilizzazione della merce in funzione del tempo totale di trasporto. La formulazione del modello è pertanto:

$$P_{od}^m = \frac{\exp(\beta \cdot C_{od}^m + ASC^m)}{\sum_m \exp(\beta \cdot C_{od}^m + ASC^m)}$$

essendo:

P_{od}^m	Quota del modo m sul totale degli spostamenti per una relazione O-D
C_{od}^m	Costo di produzione del trasporto del modo m per la relazione O-D
ASC^m	Cotante modale per il modo m
β	Coefficiente del costo di trasporto

L'insieme delle alternative disponibili è condizionato dalla relazione O/D, e per ciascuna relazione O/D è possibile individuare le alternative modali disponibili tra:

- Strada
- Ferrovia
- Mare (RO-RO)

La determinazione degli Attributi di Livello di Servizio (ALS) necessari per la calibrazione e l'applicazione del modello di scelta modale è fatta per singola coppia O/D.

La calibrazione dei coefficienti del modello (β , ASC) è stata effettuata tramite regressione alla massima verosimiglianza.

Prof. Ing. Agostino Nuzzolo		
Aggiornamento degli studi sui flussi di traffico previsti in relazione alla messa in esercizio del Ponte		22 gennaio 2024

La tabella seguente mostra i coefficienti del modello stimati sui dati dell'area di studio.

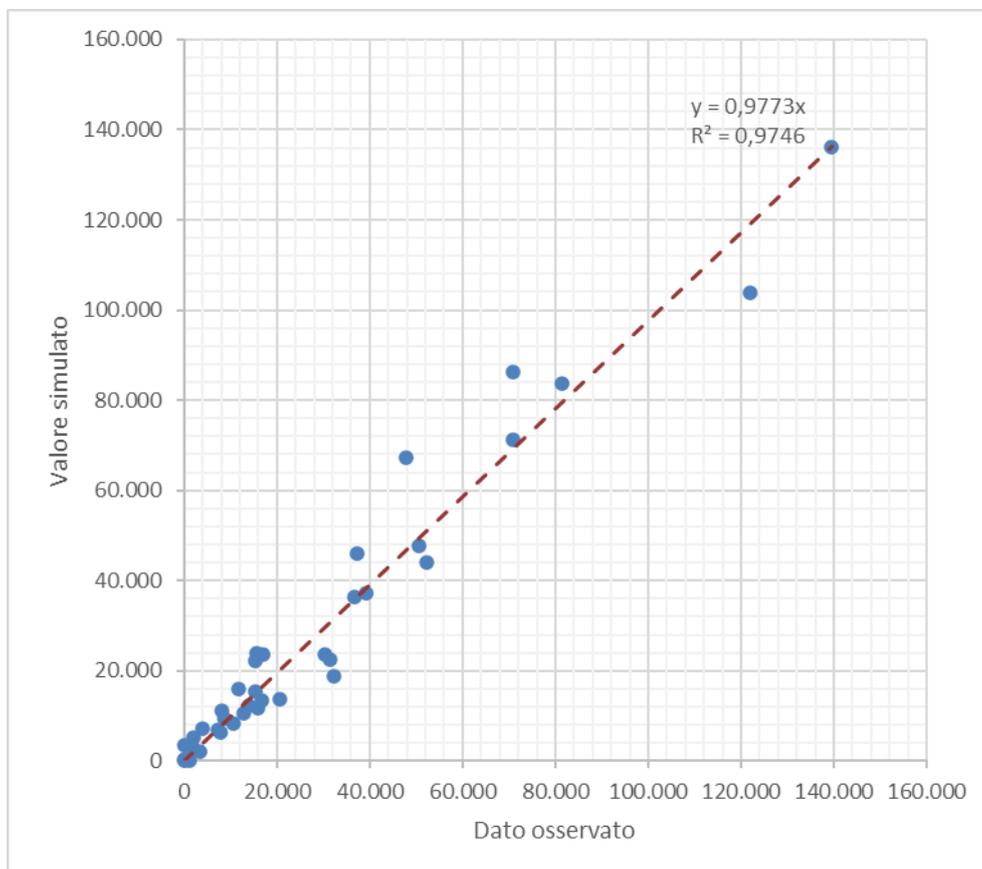
Tabella 11-17 Coefficienti del modello di scelta modale (breve e media percorrenza): Motivi di studio

Variabile	U.M.	Modo	Stima	Errore standard	Valore t	Pr(> t)	Signif.
Costo	€	Tutti	-0,036	0,004	-9,268	< 2e-4	***
ASC	-	Ferro	-3,450	0,313	-11,028	< 2e-4	***
ASC	-	RoRo	-0,830	0,186	-4,469	< 2e-4	***

Codici significatività: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

La figura seguente mostra, infine, la buona correlazione tra dato osservato e valore simulato dall'applicazione del modello calibrato per l'area di studio.

Figura 11-20 Confronto tra flussi osservati e simulati per OD aggregate e modo



<i>Prof. Ing. Agostino Nuzzolo</i>			
<i>Aggiornamento degli studi sui flussi di traffico previsti in relazione alla messa in esercizio del Ponte</i>			<i>22 gennaio 2024</i>

A.2.4 La stima della domanda indotta per la componente passeggeri

Come documentato da un'ampia letteratura, le reti ferroviaria AV sono in grado di raggiungere elevati livelli di domanda, non solo acquisendo utenti che in alternativa avrebbero viaggiato su modalità differenti (aereo, auto, ferro tradizionale), ma anche inducendo gli utenti ad effettuare spostamenti che altrimenti non avrebbero compiuto, o avrebbero compiuto con minore frequenza. Ad esempio, dal 2010 al 2017, la domanda indotta dai servizi TAV in Italia è stata di circa 17 milioni di passeggeri/anno, pari al 40% della domanda annua complessiva³. Fenomeni simili e di ampiezza paragonabile sono stati osservati in Francia e Spagna.

Ai fini della stima della domanda indotta dal progetto, nel presente studio si è utilizzata la seguente formulazione:

$$S_{od}^{m,prj} = S_{od}^{m,rif} \times \left(\frac{L_{od}^{m,prj}}{L_{od}^{m,rif}} \right)^{E^m}$$

dove:

- $S_{od}^{m,prj}$ numero di spostamenti tra le zone O e D per il motivo m nello scenario di progetto;
- $S_{od}^{m,rif}$ numero di spostamenti tra le zone O e D per il motivo m nello scenario di riferimento;
- $L_{od}^{m,prj}$ misura dell'accessibilità tra le zone O e D per il motivo m , nello scenario di progetto, dato dal valore della variabile inclusiva del modello di ripartizione modale (a sua volta definito come la logsomma delle utilità di ciascuna modalità di trasporto);
- $L_{od}^{m,rif}$ misura dell'accessibilità tra le zone O e D per il motivo m , definito come sopra, nello scenario di riferimento;
- E^m Elasticità puntuale della domanda all'accessibilità multi-modale.

La domanda indotta così calcolata è quindi allocata per intero alla modalità ferroviaria, essendo l'unica la cui utilità varia (incrementandosi) tra scenario di riferimento e di progetto.

³ *Perché TAV. Risultati, prospettive e rischi di un Progetto Paese*. A cura di E. Cascetta, 2019

<i>Prof. Ing. Agostino Nuzzolo</i>			
<i>Aggiornamento degli studi sui flussi di traffico previsti in relazione alla messa in esercizio del Ponte</i>			<i>22 gennaio 2024</i>

Tale formulazione, quindi, tiene conto del fatto che l'induzione di domanda dipende dal miglioramento complessivo dell'accessibilità multi-modale, e non solo dal miglioramento della connessione ferroviaria.

Adottando un valore di elasticità puntuale pari ad 1.0, si è ottenuta una quota di mobilità indotta complessiva sul trasporto ferroviario pari al 35%, che risulta inferiore ai dati osservati complessivi nel caso dell'AV già implementata in Italia.

A.3 IL MODELLO DI SCELTA DEL PERCORSO PER IL TRASPORTO STRADALE

A.3.1 Il modello di scelta del percorso

Per il trasporto su strada, la scelta del percorso è effettuata al livello di unità veicolare, stimata a partire dal dato dei passeggeri da modello tramite opportuni coefficienti di occupazione veicolare.

Il modello di assegnazione per il trasporto stradale è in generale del tipo "tutto-o-niente", dove per ogni coppia O-D si determina il percorso migliore (ossia quello che minimizza il costo generalizzato del trasporto stradale) e si assegna tutta la domanda su di esso. Il costo generalizzato è funzione prevalentemente del tempo di viaggio, della distanza e dei pedaggi.

I tempi di percorrenza degli archi stradali sono fissi, ma per costruzione sono comprensivi dei livelli di congestione della rete nel giorno feriale medio, in funzione della classificazione degli archi.

Nel costo generalizzato sono inclusi due tipi di pedaggio:

- pedaggio chilometrico, tipico dei sistemi chiusi, basato su tariffa chilometrica unitaria e diverso per classe veicolare. Questo pedaggio è differenziato per paese e viene moltiplicato per la distanza degli archi stradali dove tale attributo è diverso da zero;
- pedaggio fisso, tipico dei sistemi aperti e per infrastrutture particolari quali tunnel e ponti.

Il pedaggio chilometrico e il pedaggio fisso sono due parametri della rete stradale del modello.

<i>Prof. Ing. Agostino Nuzzolo</i>			
<i>Aggiornamento degli studi sui flussi di traffico previsti in relazione alla messa in esercizio del Ponte</i>			<i>22 gennaio 2024</i>

A.3.2 Il modello di disponibilità a pagare

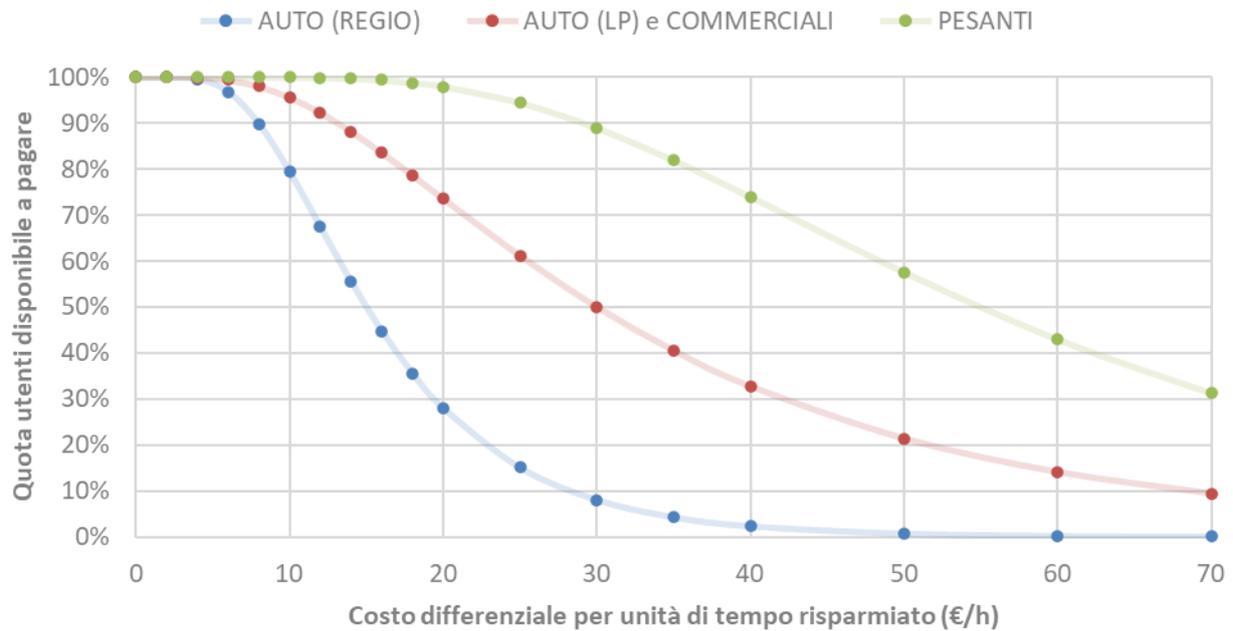
Per definizione, il modello di assegnazione al percorso migliore assegna la domanda su un unico itinerario. Questo è sufficiente ai fini del presente studio per l'analisi degli scenari in cui esista un unico itinerario di attraversamento (traghetto oppure ponte). Nel caso di compresenza di due itinerari di attraversamento alternativi (eventuali scenari progettuali con compresenza del Ponte), tale approccio è integrato con un modello probabilistico che stima la percentuale di uso del Ponte in base alla disponibilità a pagare degli utenti.

Tale modello è implementato tramite una curva di diversione costruita sulla base di una distribuzione log-normale della disponibilità a pagare (Valore del tempo), differenziato per categoria veicolare. I parametri della curva log-normale di distribuzione del valore del tempo sono riportati nella tabella a pagina seguente, mentre nel grafico successivo sono riportate le curve di risultati, in cui è rappresentata la quota di domanda disponibile a scegliere il percorso più costoso in funzione del costo per unità di tempo risparmiato. Nel calcolo del costo sono compresi non solo i pedaggi, ma anche il costo chilometrico, in modo da tener conto dei maggiori costi operativi legati all'attraversamento a motore acceso sul ponte.

Tabella 11-18 Parametri della distribuzione del valore del tempo per classe veicolare

Classe veicolare	Mediana	Parametro di dispersione
Autovetture media-breve percorrenza	15	0,495
Autovetture lunga percorrenza e veicoli commerciali leggeri	30	0,644
Veicoli commerciali pesanti	55	0,495

Figura 11-21 Curve di disponibilità a pagare



I valori del tempo mediani sono stati definiti in base ai valori riportati nelle linee guida ministeriali operative per la valutazione degli investimenti nel settore dei trasporti e dei costi orari stimati da modello di costo, mantenendosi comunque prudenzialmente al di sotto dei valori di riferimento. Il parametro di dispersione base (0.495) è rappresentativo della distribuzione dei redditi familiari, mentre è stato adottato un valore più ampio per le auto LP e furgoni per l'eterogeneità di queste categorie.