

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



LINEA CATANIA - SIRACUSA

DIREZIONE TECNICA

UO PROGETTAZIONE FUNZIONALE ED ESERCIZIO

PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA

Collegamento ferroviario con il Porto di Augusta

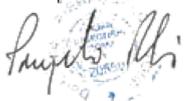
Fase 1B

STUDIO DI TRASPORTO

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.
RS62 00 R 16 RG TS0003 001 B

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Esecutiva	M. Malara	Dicembre 2022	F.A. Marciano	Dicembre 2022	P. Carlesimo	Dicembre 2022	P. Rivoli Aprile 2023 
		M. Marino		M. Medda				
		S. Sestito						
B	Rimissione per iter autorizzatorio	M. Malara	Aprile 2023	F.A. Marciano	Aprile 2023	P. Carlesimo	Aprile 2023	
		M. Marino		M. Medda				
		S. Sestito						

File: RS62.00.R.16.RG.TS0003.001.B

n. Elab.: 83

Sommario

1. INTRODUZIONE	3
1.1 PROGETTI CORRELATI.....	5
1.2 OBIETTIVI DELLO STUDIO	6
2. INQUADRAMENTO DELL'AREA DI STUDIO	7
3. APPROCCIO METODOLOGICO	9
3.1 MODELLO LOGISTIC	10
3.2 MODELLI DI CALCOLO DEI PREZZI PER MODO.....	11
4. APPLICAZIONE PER IL COLLEGAMENTO FERROVIARIO CON IL PORTO DI AUGUSTA.....	13
4.1 GENERAZIONE.....	13
4.2 DISTRIBUZIONE	18
4.3 SCELTA MODALE.....	18
5. SCENARI DI TRAFFICO ANALIZZATI.....	21
5.1 SCENARIO ATTUALE 2017.....	25
5.2 SCENARIO POTENZIALE 2017.....	25
5.3 SCENARIO DI ATTIVAZIONE 2026.....	26
5.4 SCENARIO DI PROGETTO A LUNGO TERMINE 2051	27
5.5 ANALISI DI CONFRONTO TRA SCENARI.....	29
6. CONCLUSIONI.....	30

1. INTRODUZIONE

Il documento illustra i risultati dello studio di trasporto sviluppato nell'ambito del Progetto di Fattibilità Tecnico Economica del Collegamento Ferroviario con il Porto di Augusta, intervento che rientra nel Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) il cui Protocollo d'Intesa fra Autorità di Sistema Portuale del Mare di Sicilia Orientale, Rete Ferroviaria Italiana e Regione Siciliana, è stato sottoscritto in data 7 agosto 2020.

Tale intervento si inserisce nel programma di ampliamento del porto commerciale di Augusta e consiste nella realizzazione di una bretella ferroviaria di collegamento tra il nuovo porto e la rete ferroviaria nazionale. Ciò favorirà l'incremento dell'intermodalità ferro-nave e lo sviluppo del traffico merci con caratteristiche prestazionali in linea con gli standard di rete TEN-T.

La città di Augusta, sita in provincia di Siracusa, è attualmente attraversata dalla direttrice ferroviaria che collega tra di loro i due capoluoghi di Catania e Siracusa. L'attuale tracciato in corrispondenza dell'attraversamento del territorio comunale augustano è composto da un singolo binario con una serie di curve e controcurve che permettono l'avvicinamento della ferrovia al nucleo storico della città (Figura 1).



Figura 1 - Area di intervento

Una volta attraversato il centro abitato, la linea ferroviaria percorre un tratto vicino il porto di Augusta che è caratterizzato da tre differenti ambiti:

- Petrolifero – energetico;
- Industriale;
- Commerciale e RoRo.

Allo stato attuale i traffici si sviluppano nell'ambito petrolifero-energetico e in quello industriale.

Il collegamento ferroviario al porto di Augusta, riguarda l'ambito Commerciale, situato nella parte settentrionale e per il quale sono in corso ipotesi di sviluppo infrastrutturale da parte dell'AdSP.

L'intervento si inserisce nel progetto di ampliamento del porto commerciale di Augusta e consiste nella realizzazione di una bretella ferroviaria che collega il nuovo parco ferroviario alla rete ferroviaria nazionale. L'obiettivo è quello di rispettare gli Adempimenti previsti da Reg 1315/2013 per i porti Core, in ottica di sviluppo delle connessioni insulari e da/per il continente.

La configurazione di progetto, denominata Fase 1B (Figura 2) in relazione ad una possibile realizzazione per fasi, è costituita da:

- un binario di Presa e Consegna (PEC) con modulo maggiore di 600 metri elettrificato e dotato di segnalamento collegato alla linea ferroviaria e prosegue fino ad un cancello che delimita l'area di competenza RFI dall'area di competenza dell'autorità portuale;
- le dotazioni tecnologiche come da standard RFI;
- successivamente al cancello un fascio di tre binari tronchi, non elettrificati e non dotati di segnalamento, di lunghezza ≥ 600 metri per la composizione e scomposizione dei treni e il carico scarico contenitori;
- la connessione tra banchina e fascio di binari costituita da una viabilità che costeggia il fascio, con annesso piazzale dimensionato per consentire le manovre dei mezzi adibiti al carico/scarico e stoccaggio dei contenitori.

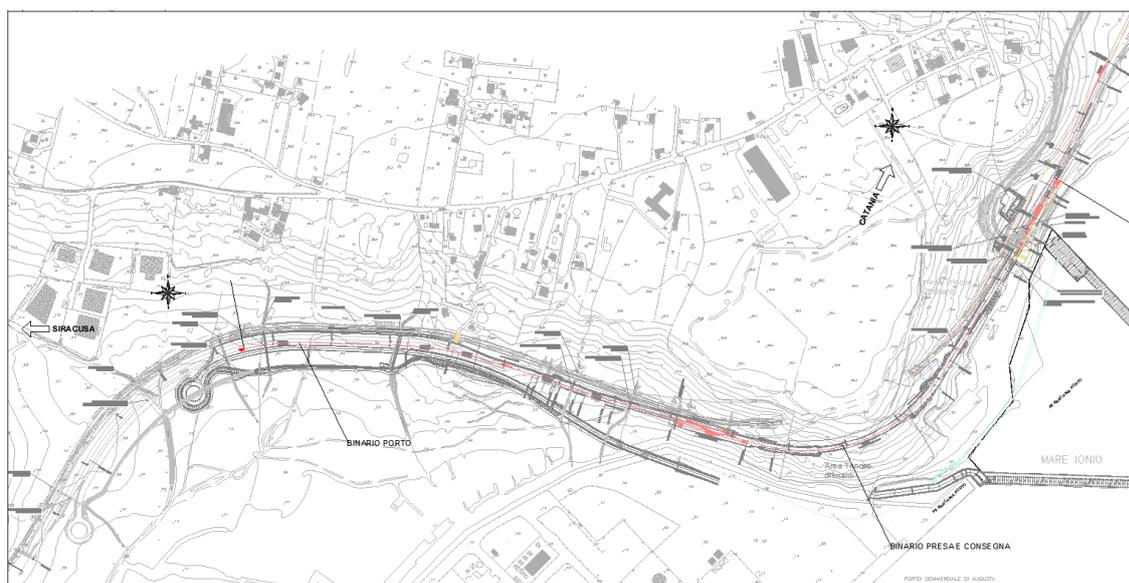


Figura 2 - Assetto finale di Progetto

1.1 PROGETTI CORRELATI

L'area di Augusta è interessata da un altro intervento infrastrutturale: il progetto del Bypass di Augusta. Tale intervento prevede la realizzazione di una variante della linea storica, avente l'obiettivo di eliminare la cesura nel centro urbano di Augusta, con conseguente delocalizzazione della stazione esistente. Al progetto infrastrutturale si associa anche un potenziamento dell'offerta ferroviaria derivante dal completamento dell'itinerario Palermo-Catania. Per effetto della riduzione della percorrenza chilometrica, lungo la tratta Bicocca-Targia (facente parte della linea Messina-

Catania-Siracusa) si registra una diminuzione del tempo di percorrenza, beneficio di cui godranno ovviamente anche i treni merci da/per il Porto. Il progetto del bypass, inoltre, si contraddistingue per caratteristiche geometriche e prestazionali coerenti con i traffici merci generati ed attratti dal Porto.

1.2 OBIETTIVI DELLO STUDIO

Il quadro programmatico europeo vede la Sicilia connessa all'Europa attraverso il **corridoio Scandinavo-Mediterraneo**¹, nelle due direttrici Messina-Palermo e Messina-Catania, due porti Core, Palermo (e Termini Imerese) e Augusta, una serie di porti Comprehensive (Messina, Milazzo, Siracusa, Trapani e Gela) e l'interporto Comprehensive di Catania Bicocca.

Tale impostazione programmatica pone le basi della struttura della rete portante per lo sviluppo del sistema logistico e per l'instradamento dei flussi merci lungo le due direttrici Messina-Palermo e Messina-Catania, a supporto dei punti di snodo portuali e interportuali.

In una visione strategica, pertanto, l'intervento oggetto di studio rappresenta uno step fondamentale per l'attuazione del piano che vede Augusta come porto leader della Sicilia sul segmento container gateway e transshipment, puntando su caratteristiche peculiari come la posizione baricentrica, le rotte di traffico internazionale del Mediterraneo, la presenza di fondali molto profondi, le ampie superfici degli specchi d'acqua e dei piazzali, i buoni collegamenti stradali e ferroviari e l'assenza di vincoli legati ad interferenze con aree urbane. Finalità non secondaria, indotta e accelerata dalla realizzazione del progetto, è lo sviluppo di traffico Ro-Ro legato ai flussi di interscambio tra la Sicilia ed il Centro-Nord Italia (Autostrade del Mare corridoio tirrenico ed adriatico), tra la Sicilia e la Grecia e di interscambio con i nuovi flussi provenienti dal nord Africa.

Dato il suddetto quadro programmatico ed i target di prestazione attesi connessi al completamento del corridoio Scandinavo-Mediterraneo, l'obiettivo dello studio è quello di stimare la quota dei flussi merci, attualmente movimentati esclusivamente con la modalità stradale, in diversione verso il modo ferroviario come conseguenza della realizzazione del collegamento ferroviario con il Porto di Augusta e in relazione alla competitività, in termini di tempi e costi, del servizio ferroviario rispetto a quello su gomma.

Gli obiettivi del progetto sono coerenti con il ruolo di nodo Core di Augusta come uno dei 25 porti all'interno del Corridoio TEN-T Scandinavo-Mediterraneo.

¹ RFI (2021), Business Merci

2. INQUADRAMENTO DELL'AREA DI STUDIO

Il porto di Augusta, situato in provincia di Siracusa nella Sicilia Orientale, è inserito nel **corridoio Scandinavo-Mediterraneo**² delle Reti TEN-T “CORE” NETWORK come Porto Strategico dell’Unione Europea per la sua posizione baricentrica lungo le rotte del traffico internazionale (Figura 3).

Grazie alla sua favorevole collocazione in prossimità della linea ferroviaria Messina-Catania-Siracusa, il Porto di Augusta rappresenta inoltre uno dei due “porti Core” siciliani, assieme a quello di Palermo. Attualmente però, non ha un proprio fascio di binari collegato direttamente collegato alla linea ferroviaria³.

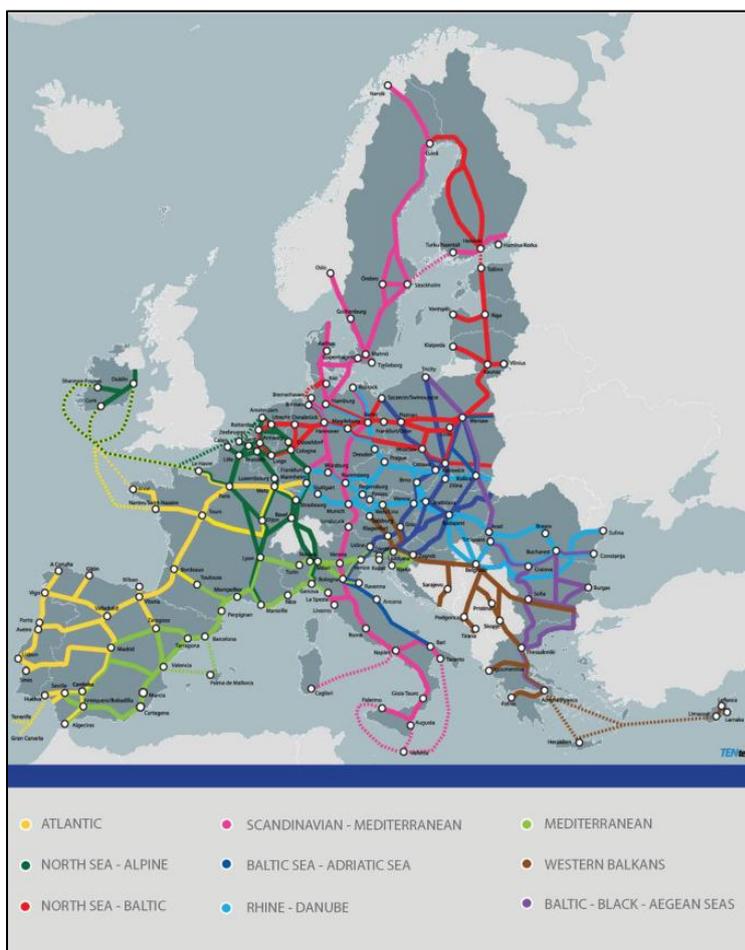


Figura 3 – Corridoi europei TEN-T (fonte: <https://www.rfi.it/it/rete/in-europa/corridoi-ten-t.html>)

² RFI (2021), Business Mercati

³ Autorità Portuale di Augusta, Aprile 2017. Progetto Preliminare 2^a FASE Porto Commerciale di Augusta, “Collegamento ferroviario. Modello di Gestione di Esercizio”.

All'interno del porto di Augusta si trovano un polo industriale con il porto petrolifero, commerciale, una base militare ed un porto/città con due darsene. Il porto si divide in due parti: rada esterna e rada interna o porto megarese; ad esso si accede attraverso due imboccature che interrompono i complessivi 6,5 km circa di diga foranea che lo proteggono. Il complesso portuale è protetto da circa 6,5 km di dighe foranee con due aperture di ingresso. I pontili raggiungono 6,8 km di lunghezza ed il porto dispone di 43 accosti disposti su 1.160 m di banchine. Le superfici attrezzate sono di oltre 250.000 metri quadrati, con estensioni previste nell'ambito del recupero delle aree industriali adiacenti dismesse. All'interno del porto si trovano anche cantieri navali, di riparazione, rimessaggio e rifornimento. Una parte cospicua è dotata di attracchi e attrezzature ad uso turistico/diportistico.



Figura 4 – Dettaglio Terminal Porto di Augusta (fonte: <https://www.adspmaresiciliaorientale.it/porto-di-augusta>)

Una delle attività principali del porto è rappresentata dall'attività di trasporto marittimo dei prodotti di raffinazione del petrolio che rendono il porto leader in Italia e nel mondo, nonché di prodotti chimici, fertilizzanti, cemento, fosfati, ferro, legname, marmo, basalto e carbone fossile per un totale annuo di circa 1,5 milioni di tonnellate.

La futura connessione del porto di Augusta alla linea ferroviaria Messina-Catania-Siracusa creerà, a sua volta, un collegamento ferroviario diretto tra il porto e l'interporto di Catania Bicocca,

	LINEA CATANIA – SIRACUSA Collegamento ferroviario con il Porto di Augusta PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA					
STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA RS62	LOTTO 00	CODIFICA R 16 RG	DOCUMENTO TS 0003 001	REV. B	FOGLIO 9 di 33

offrendo importanti occasioni di interscambio modale tra i traffici merci marittimi e quelli via terra (su ferro e su gomma⁴).

3. APPROCCIO METODOLOGICO

Di seguito si descrive l'approccio metodologico utilizzato per la simulazione della scelta del modo per il trasporto delle merci nello scenario di progetto che vede realizzato il nuovo collegamento ferroviario tra la rete nazionale ed il Porto di Augusta.

Nel caso del trasporto delle merci, in generale, ai fini della riproduzione del processo decisionale di scelta del modo, si deve fare riferimento a più soggetti coinvolti, tra i quali:

- colui che sopporta i costi di trasporto (franco fabbrica, franco destino, ecc.);
- colui che organizza la spedizione (mittente, destinatario, spedizioniere, ecc.);
- colui che decide la modalità di trasporto (mittente, destinatario, spedizioniere, ecc).

In letteratura⁵, sono proposte diverse formulazioni dei modelli di ripartizione modale a scala interregionale che fanno riferimento a diversi approcci metodologici (descrittivo, di inventario, di utilità aleatoria).

I modelli più diffusi si rifanno al paradigma dell'utilità aleatoria per simulare la scelta del modo di trasporto per le merci (Figura 5) e possono, a loro volta, essere distinti in due categorie:

- i **modelli Logistic** (logistici), che simulano in modo integrato una sequenza di scelte logistiche fra cui la dimensione e la frequenza delle spedizioni, nonché la scelta del modo di trasporto;
- i **modelli Consignment** (a spedizione), che simulano la scelta del modo per una singola spedizione.

⁴ Autorità Portuale di Augusta, Aprile 2017. Progetto Preliminare 2^a FASE Porto Commerciale di Augusta, "Collegamento ferroviario. Modello di Gestione di Esercizio"

⁵ Russo F. (2005), Sistemi di trasporto merci.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA CATANIA – SIRACUSA Collegamento ferroviario con il Porto di Augusta PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA					
	STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA RS62	LOTTO 00	CODIFICA R 16 RG	DOCUMENTO TS 0003 001	REV. B

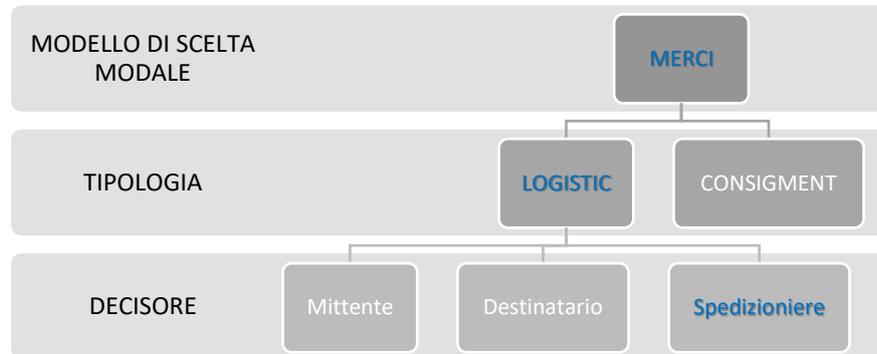


Figura 5 – Flowchart delle formulazioni dei modelli di ripartizione modale a scala interregionale

Nel caso oggetto di studio, considerati i volumi di traffico e la regolarità dei collegamenti, il modello che si è ritenuto più opportuno utilizzare è il Logistic.

Un ulteriore elemento di classificazione che deve essere considerato è relativo al decisore della spedizione, dal momento che, come detto, esistono diversi soggetti che possono decidere il modo di trasporto che deve essere utilizzato. Nel caso in esame si può ipotizzare che le decisioni non vengano prese direttamente dal mittente o dal destinatario, ma da uno spedizioniere che assume tutte le decisioni sulla scelta modale per conto delle aziende interessate.

3.1 MODELLO LOGISTIC

Il modello Logistic, come precedentemente descritto, simula una sequenza di scelte logistiche come la scelta del modo di trasporto, la frequenza delle spedizioni e la dimensione in maniera integrata.

Il modello ipotizza che la scelta del modo di trasporto dipenda dalla disutilità (costo) logistica connessa al suo utilizzo. La generica alternativa è rappresentata dalla combinazione del modo-servizio di trasporto m e alla quantità di spedito in ciascuna spedizione q . Pertanto, nell'ambito del paradigma della teoria dell'utilità aleatoria, la probabilità di scegliere l'alternativa mq per il generico utente/decisore n , nell'ipotesi che i residui aleatori siano identicamente ed indipendentemente distribuiti secondo una variabile aleatoria Gumbel a media nulla e parametro θ , può essere espressa mediante un modello di tipo Logit:

$$P^n[mq/ijSQ] = \frac{\exp(V^n_{mq}/\theta)}{\sum_{(mq) \in I^n_{mq}} \exp(V^n_{mq}/\theta)}$$

dove:

- $P[mq/ij_sQ]$ è la probabilità di spedire tramite il modo-servizio m una quantità q di merce di tipo s per un utente di categoria n , lungo la relazione ij e con una quantità totale di spedito nel periodo di riferimento pari a Q ;
- I^n_{mq} è l'insieme delle alternative mq disponibili per il generico utente/decisore di categoria n ;
- V^n_{mq} è l'utilità sistematica del generico utente/decisore della categoria n che spedisce tramite il modo-servizio m la quantità di merce q .

L'utilità sistematica può essere espressa come combinazione lineare degli attributi $X_{mq,u}$ secondo i parametri β_u^{mq} :

$$V_j(X_j^i) = \sum_u \beta_u^{mq} X_{mq,u}$$

dove i parametri β_u^{mq} rappresentano i coefficienti da calibrare, mentre gli attributi $X_{mq,u}$ rappresentano le variabili di costo e/o tempo da attribuire allo specifico modo-servizio m .

3.2 MODELLI DI CALCOLO DEI PREZZI PER MODO

La struttura proposta per il modello di calcolo del prezzo del trasporto su gomma è la seguente:

$$P_{av,q} = m_{av}C_{av} + qb_{av}$$

in cui:

- $P_{av,q}$ è il prezzo per la spedizione di un quantitativo q fra una coppia di zone utilizzando un vettore v con automezzo della classe a , in euro;
- q è la quantità in massa per la spedizione relativa alla coppia considerata, in tonnellate;
- C_{av} è il costo su rete calcolato per il vettore v con l'automezzo della classe a di portata massima sufficiente per q , in euro;
- m_{av}, b_{av} sono parametri calibrare.

In particolare, il costo su rete:

$$C_{tot} = C_I + C_{I,conducente}$$

dove:

- C_I è il costo generico comprendente l'aliquota derivante dal costo carburante, pedaggio e costi vari, in euro;
- $C_{I,conducente}$ è il costo del conducente relativo all'intero percorso, in euro.

Invece, l'individuazione dei prezzi per il vettore ferroviario con spedizione a carro singolo è un processo caratterizzato da una elevata variabilità in quanto i prezzi attuali sono funzioni di: tipo di merce, tipo di carro, peso della spedizione, distanza e, a volte, sconti per elevati quantitativi di spedito annuo.

La struttura di calcolo ufficiale attuale del prezzo ferroviario P_{cl} , relativo ad una generica classe cl è del tipo:

$$P_{cl} = TO_{cl}(dist)K_{cl}(VP_{cl})q$$

Il prezzo P_{cl} dipende dalla tariffa ordinaria per il trasporto della merce, determinata in funzione della distanza da percorrere e da coefficienti correttivi.

Data la complessità di determinazione del prezzo ufficiale, in letteratura⁶ si propone un modello semplificato in cui si ipotizza che il prezzo della singola spedizione sia funzione soltanto della quantità in peso della merce spedita e della distanza tra il luogo di origine e quello di destinazione.

Per la valutazione della distanza si ipotizza che il decisore consideri mediamente quella di minimo percorso origine e destinazione. La struttura del modello per la determinazione del prezzo su ferrovia è la seguente:

$$P_q = mD + qb$$

in cui:

- P è il prezzo totale per la spedizione, in euro;
- q è la quantità da spedire, in tonnellate;
- D è la distanza su rete della relazione o/d, in chilometri;
- m, b sono parametri da calibrare:

Nel proseguo del documento verrà descritta la metodologia adottata per la calibrazione del modello di scelta modale presentato e saranno presentati i risultati ottenuti dall'applicazione dello stesso rispetto a diversi scenari di progetto per il porto di Augusta.

⁶ Russo F. (2005), Sistemi di trasporto merci.

4. APPLICAZIONE PER IL COLLEGAMENTO FERROVIARIO CON IL PORTO DI AUGUSTA

Come detto l'obiettivo dello studio è quello di stimare la futura ripartizione modale dei flussi merci su strada e su ferrovia derivante dall'intervento di collegamento ferroviario con il Porto di Augusta, attraverso l'applicazione del modello di tipo Logistic precedentemente presentato.

Operativamente l'applicazione del modello ha previsto i seguenti step principali:

1. Generazione

- individuazione delle relazioni origine-destinazione, in seguito OD;
- stima del volume di merce potenzialmente movimentata da/per il porto di Augusta.

2. Distribuzione

- ripartizione del volume di merce stimato tra le OD del porto di Augusta;

3. Scelta Modale

- calibrazione dei parametri funzionali del modello; stima dei costi generalizzati e dei prezzi di spedizione per il modo gomma e per il modo ferro;
- calcolo delle funzioni di utilità e delle probabilità di scelta modale per gomma e ferro;
- stima delle tonnellate movimentate per modo.

4.1 GENERAZIONE

La localizzazione geografica e commerciale del porto di Augusta presenta una rilevante potenzialità in grado di intercettare opportunità tipiche del traffico marittimo del Mediterraneo dove si vengono attualmente a integrare due reti di servizi marittimi:

- la prima, collegata al cosiddetto traffico contenitori transoceanico; si tratta di linee che utilizzano i porti italiani di transhipment che collegano l'Europa con il resto del mondo, ridistribuendo il traffico in trenta porti europei e sui grandi porti nazionali attraverso servizi feeder;
- la seconda, costituita dal traffico interno al Mediterraneo delle navi Ro-Ro che rappresentano i servizi tipici delle Autostrade del Mare.

Per l'applicazione del modello di scelta modale si sono innanzitutto ricostruite le relazioni origine-destinazione da analizzare. Considerato che al momento il collegamento ferroviario col porto di

Augusta è inesistente e non disponendo quindi di dati di traffico osservati, ai fini della calibrazione del modello si è fatto riferimento al traffico relativo ad uno dei principali scali merci del sud Italia, ovvero Bari Lamasinata, in quanto le relazioni OD da esso gestite sono identificative del corridoio Scandinavo-Mediterraneo nel quale rientrerà anche lo scalo merci del Porto di Augusta.

In totale sono state individuate 36 relazioni OD (Figura 6) ricavate dall'analisi della Piattaforma Integrata della Circolazione (PIC) di RFI rilevando una intera settimana del mese di Novembre 2019 (pre-Covid19).



Figura 6 – Relazioni origine-destinazione considerate nel caso oggetto di studio

Da una prima analisi di tali relazioni (Tabella 1), effettuando un raggruppamento per macroaree in coerenza con la classificazione Istat, si può evincere che confrontando le distanze medie su gomma e su ferro si riscontrano valori pressoché comparabili; i prezzi medi sono più vantaggiosi su ferro per le relazioni verso il centro e verso il nord, mentre sono più vantaggiosi su gomma per le relazioni verso sud poiché caratterizzate da spostamenti mediamente più corti. Si stima, inoltre, che circa il 58% delle relazioni OD analizzate sono dirette verso il nord Italia, circa il 14% hanno destinazione il centro Italia, mentre il restante 28% il sud Italia.

Tabella 1 – Distanze e prezzi medi per relazioni OD raggruppate per macroaree

Macro area	Distanza media su gomma [km]	Prezzo medio su gomma [migliaia €]	Distanza media su ferro [km]	Prezzo medio su ferro [migliaia €]
Nord	1.352	1,71	1.340	1,28
Centro	1.101	1,38	1.064	1,07
Sud	481	0,56	497	0,64

Al fine di stimare la quantità di merce trasportata su ferro imputabile alla realizzazione del nuovo collegamento ferroviario merci di Augusta Porto si è fatto riferimento al Progetto Preliminare dell'Autorità Portuale di Augusta del 2017⁷.

In tale documento, la previsione sulla movimentazione containers a regime è dichiarata pari a circa 500.000 TEU/anno. Tale dato è stato ricavato sulla base di un'analisi di benchmark tra i porti di Gioia Tauro e Malta che costituiscono attendibili riferimenti nel medesimo bacino territoriale, riferendosi a statistiche storiche dell'andamento della movimentazione merci nei due porti nell'intervallo temporale dal 1995 al 2022 (Figura 7).

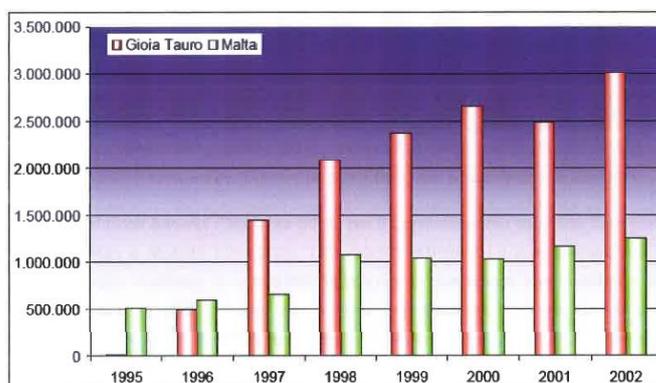


Figura 7 – Mercati in containers (TEU/anno) nei porti di Gioia Tauro e Malta 1995-2022 (Fonte: APdA)

In linea generale, l'andamento effettivo del traffico containers nei due porti di riferimento nel successivo periodo 2005-2015 (Figura 8) avvalorava l'ipotesi di crescita e consolidamento ad Augusta del settore containers merci.

⁷ Autorità Portuale di Augusta (APdA), Aprile 2017. Progetto Preliminare 2^ FASE Porto Commerciale di Augusta, "Collegamento ferroviario. Modello di Gestione di Esercizio".

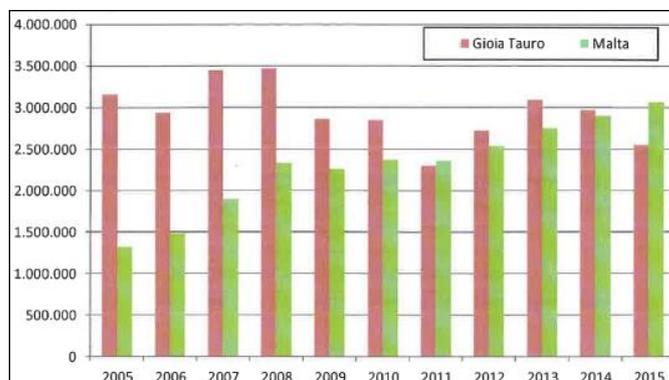


Figura 8 – Mercati in containers (TEU/anno) nei porti di Gioia Tauro e Malta 2005-2015 (Fonte: APdA)

Relativamente all'aliquota di movimentazione su ferro da/per l'entroterra, presa come dato di base per lo sviluppo del presente studio di trasporto, la Regione Siciliana-ASI Siracusa ha prefigurato in via cautelativa per il porto di Augusta un'incidenza corrispondente al 15% del totale delle movimentazioni containers a regime, ossia circa 75.000 TEU/anno sul totale di circa 500.000 TEU/anno stimati in sede SIA 2004 (PP Autorità Portuale di Augusta 2017).

Per tale quantitativo si attende un conferimento prioritario di merci via terra da/per l'interporto Bicocca di Catania, con un'incidenza indicativamente stimabile nel 90% ed un possibile contributo residuale dato dallo scalo merci Pantanelli di Siracusa, con un'incidenza complessiva indicativamente stimabile nel 10%.

La matrice O/D delle movimentazioni portuali future (in TEU/anno) riferita al grafo schematizzato in Figura 9 (in cui l'Autorità Portuale indica i seguenti centroidi: 1 → via mare/tranship; 2 → via mare/feeder; 3 → via terra/Interporto Bicocca CT; 4 → via terra/scalo Pantanelli SR; 5 → porto Augusta) evidenzia la distribuzione percentuale della domanda merci tra le relazioni Origine/Destinazione, con particolare riferimento, ai fini dello studio, della movimentazione su ferro da/per l'entroterra tra le relazioni O/D stimata nell'ordine dei 75.000 TEU/anno (Figura 9): 3 → 5 (via terra/Interporto Bicocca → porto di Augusta) e viceversa, e 4 → 5 (via terra/scalo Pantanelli SR → porto di Augusta) e viceversa.



Figura 9 – Grafo schematico tra O/D (Fonte: APdA)

Ai fini del presente studio, nella Tabella 2 è esplicitata la domanda merci movimentata su ferro da/per l'entroterra, ripartita secondo le percentuali indicate (90% dei 75.000 TEU/anno sulla relazione Bicocca → porto di Augusta e viceversa, 10% dei 75.000 TEU/anno sulla relazione Pantanelli Siracusa → porto di Augusta e viceversa).

Tali stime rappresentano l'input del presente studio.

Tabella 2 – Matrice O/D movimentazioni portuali future (Fonte: APdA)

O/D	1	2	3	4	5
1	-	-	-	-	85.000
2	-	-	-	-	42.500
3	-	-	-	-	33.750
4	-	-	-	-	3.750
5	85.000	42.500	33.750	3.750	

Secondo tali assunzioni, in Tabella 3 è riportata la stima della domanda merci su ferro riferita all'anno 2017 (in seguito, scenario potenziale), considerando 365 giorni lavorativi e un peso medio di ≈ 14 ton per ogni container di volume 1 TEU.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA CATANIA – SIRACUSA Collegamento ferroviario con il Porto di Augusta PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA					
	STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	RS62	00	R 16 RG	TS 0003 001	B	18 di 33

Tabella 3 – Stima della domanda merci su ferro nello scenario attuale

Relazione O/D	TEU/anno	TEU/giorno	ton/anno	ton/giorno
Augusta-Catania	33.750	92	472.500	1.295
Catania-Augusta	33.750	92	472.500	1.295
Augusta-Siracusa	3.750	10	52.500	144
Siracusa-Augusta	3.750	10	52.500	144

Dunque, la potenziale domanda merci su ferro sulla direttrice Augusta-Catania (in entrambe le direzioni) è pari a circa 2.590 ton/gg; analogamente lungo la direttrice Augusta-Siracusa (in entrambe le direzioni) è pari a circa 290 ton/gg.

Considerando che la maggior parte delle merci potrebbero essere dirette verso le destinazioni poste a nord di Augusta e dirette verso scali che a seguito di rottura di carico indirizzano le merci verso il nord Europa e che il potenziamento del porto di Augusta mira alla identificazione di un porto commerciale strategico Core (vedi capitolo 2), nel modello si è assunta a riferimento la sola quota di merce stimata per la direttrice nord.

La stima delle tonnellate di merce trasportata su gomma è stata ricavata a partire dalla conoscenza del valore delle merci movimentate su ferro e delle quote modali desunte dal modello calibrato e validato (vedi paragrafo 4.3) sullo scalo merci di Bari Lamasinata.

4.2 DISTRIBUZIONE

Per distribuire il volume di merce precedentemente stimato tra le OD del porto di Augusta, poiché l'individuazione delle stesse si è basata sullo scalo di Bari Lamasinata, si è ipotizzato di ripartirlo applicando le stesse percentuali di distribuzione osservate tra le OD di Bari Lamasinata.

4.3 SCELTA MODALE

Il modello di scelta modale di tipo Logistic è stato calibrato sulla base dei dati osservati nello scalo merci di Bari Lamasinata preso a riferimento come uno dei maggiori scali merci del sud Italia e appartenente al medesimo Corridoio Scandinavo-Mediterraneo.

I modelli di utilità aleatoria possono essere visti come delle relazioni matematiche che forniscono la probabilità di spedire tramite il modo servizio m in funzione del vettore $X_{mq,u}$ degli attributi di tutte le alternative disponibili, e del vettore β di parametri dell'utilità sistematica.

Il modello calibrato sui dati dello scalo merci di Bari Lamasinata, paragonabile per caratteristiche al futuro scalo ferroviario oggetto di studio, è stato impostato su due modalità di trasporto: gomma e ferro. Per ognuna delle modalità sono state costruite le rispettive funzioni di utilità come β_{tempo}

per il tempo di viaggio, β_{prezzo} per il prezzo della modalità di trasporto considerata (come descritto nel capitolo 3), mentre solo per la modalità ferro si è aggiunta la variabile specifica dell'alternativa intrinseca del modo.

Gli attributi di tempo e di distanza per il modo gomma sono stati estrapolati rispettivamente a partir da analisi ad hoc basate sui valori ricavati da Google Maps e da EcoTransit, mentre quelli relativi al modo ferro sono stati ricavati rispettivamente analizzando le estrazioni dei treni merci presenti sul PIC di RFI e da EcoTransit⁸ e tenendo in considerazione il tempo necessario per attraversare lo Stretto di Messina. Inoltre, per la stima dei tempi di viaggio su gomma si è tenuto conto del periodo di riposo previsto da normativa per i conducenti che prevede l'interruzione della guida di 45 min ogni 4h e 30 min, trascurando le 3h aggiuntive di sosta previste da normativa per i viaggi superiori a 9h secondo l'ipotesi di presenza di almeno due conducenti⁹.

Per la determinazione dell'attributo prezzo di entrambe le modalità si è fatto riferimento a quanto formulato in letteratura¹⁰ (per approfondimenti si rimanda al paragrafo 3.2). Tali attributi sono stati calcolati in funzione dei costi del carburante (a loro volta funzione di velocità e lunghezza del percorso), del pedaggio, omogenizzati prendendo in considerazione la spedizione di una cassa mobile di 30 ton.

A partire dai costi generalizzati di ogni relazione OD, sono state calcolate le funzioni di utilità ferro e gomma (sulla base del modello Logistic implementato) al fine di calcolare le probabilità di scelta modale ferro e gomma in seguito utilizzate per la stima delle tonnellate movimentate per modo.

Le funzioni di utilità scelte, distinte per gomma e ferro, sono:

$$U_{gomma} = t_{gomma} * \beta_{tempo\ gomma} + prezzo_{gomma} * \beta_{prezzo\ gomma}$$

$$U_{ferro} = t_{ferro} * \beta_{tempo\ ferro} + prezzo_{ferro} * \beta_{prezzo\ ferro} + FERRO$$

Le rispettive probabilità modali sono state stimate applicando il modello Logistico, la cui generica forma funzionale è descritta nel paragrafo 3.1.

Per stimare i coefficienti β del modello è stato applicato il metodo di minimizzazione dello scarto quadratico tra le tonnellate di merce osservate e le tonnellate di merce stimate, considerando una probabilità doppiamente vincolata. I valori così ottenuti sono riportati nella Tabella 4.

⁸ <https://www.ecotransit.org/en/>

⁹ <https://www.cgtrucks.it/ore-di-guida-camion-come-funziona/>

¹⁰ Russo F. (2005), Sistemi di trasporto merci.

Tabella 4 – Stima dei coefficienti da modello

Coefficients β	
$\beta_{\text{tempo gomma}}$	-1,4279
$\beta_{\text{tempo ferro}}$	-0,3250
$\beta_{\text{prezzo gomma}}$	-0,1311
$\beta_{\text{prezzo ferro}}$	-0,6876
FERRO	-2,3629

Per verificare la bontà del risultato è stata utilizzata la formulazione del GEH e la funzione ρ^2 . Dal confronto tra valori simulati da modello e valori osservati si riscontra un buon adattamento dei risultati, come si deduce dalle seguenti figure (Figura 10 e Figura 11), ottenendo anche un GEH per il modo gomma pari a circa 75% (circa 94% se si impone una soglia di accettabilità pari a 10 anziché 5) e per il modo ferro pari a circa 89% (circa 97% se si impone una soglia di accettabilità pari a 10 anziché 5).

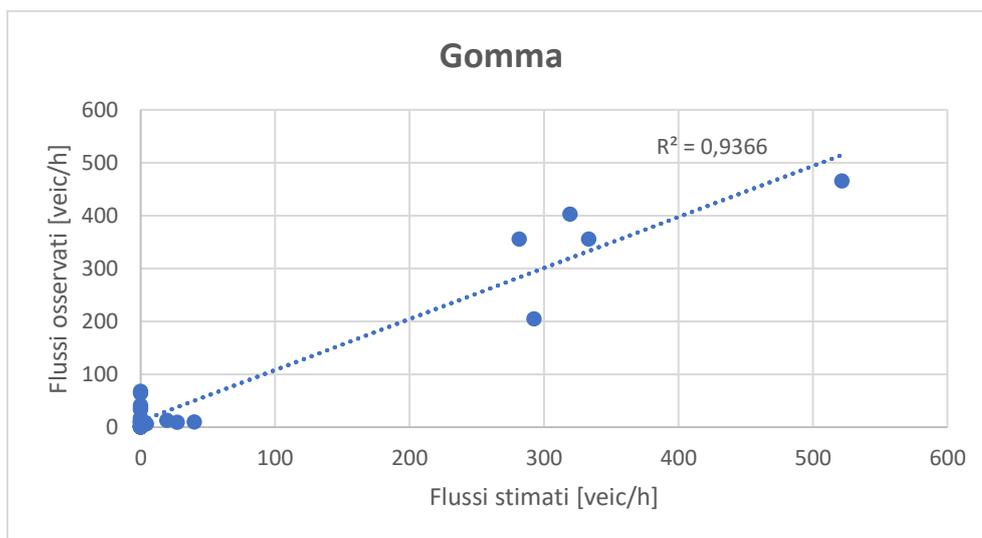


Figura 10 – Calibrazione del modello: Scattergram modo Gomma

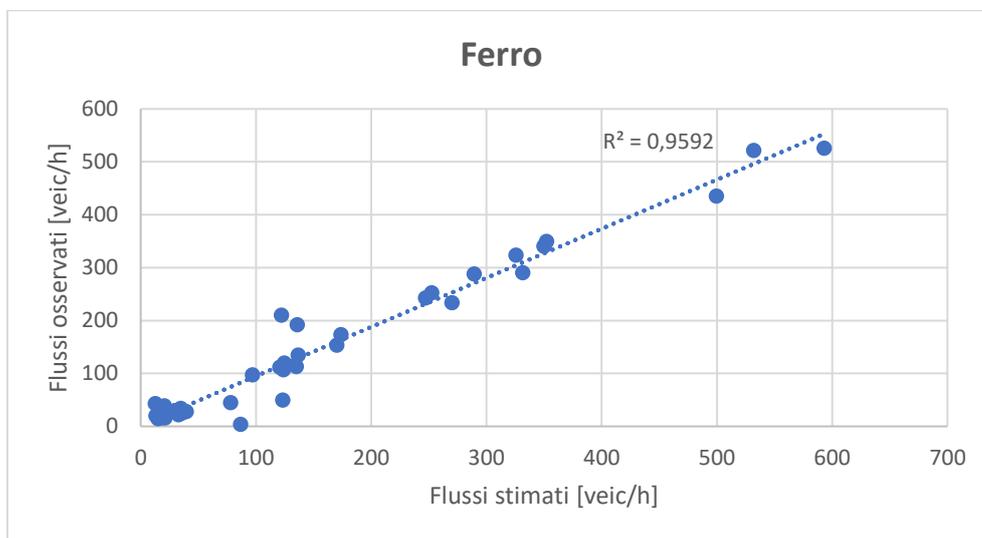


Figura 11 – Calibrazione del modello: Scattergram modo Ferro

5. SCENARI DI TRAFFICO ANALIZZATI

Gli scenari di traffico simulati ed analizzati sono descritti come segue:

- **Scenario attuale 2017**, in cui l'unica modalità disponibile per la movimentazione delle merci è la gomma e, pertanto, si considera che il totale delle tonnellate stimate viaggi interamente su tale modalità.
- **Scenario potenziale 2017**, rappresenta uno scenario fittizio che stima l'ipotetica ripartizione modale fra gomma e ferro del volume di merci stimato allo scenario di attuale attraverso l'applicazione del modello di ripartizione modale costruito.
- **Scenario di attivazione 2026**, che riguarda la realizzazione del nuovo collegamento ferroviario del porto per cui le merci viaggiano sia su ferro sia su gomma e considera una variazione della domanda stimata al 2026 sulla previsione dell'andamento del PIL (Prodotto Interno Lordo ai prezzi di mercato per abitante) e una velocizzazione media stimata con l'ausilio del Piano Commerciale di RFI (Edizione Giugno 2022)¹¹.
- **Scenario di progetto a lungo termine 2051**, che riguarda la realizzazione del nuovo collegamento ferroviario del porto per cui le merci viaggiano sia su ferro sia su gomma e considera una variazione della domanda stimata al 2051 sulla previsione dell'andamento

¹¹ <https://www.rfi.it/it/chi-siamo/Il-rapporto-con-lo-Stato-e-con-gli-stakeholder/il-piano-commerciale.html>

del PIL (Prodotto Interno Lordo ai prezzi di mercato per abitante) e una velocizzazione media stimata con l'ausilio del Piano Commerciale di RFI (Edizione Giugno 2022).

Per lo scenario di attivazione e per quello di progetto a lungo termine, pertanto, si è tenuto conto di una variazione della domanda merci e di una velocizzazione media della rete ferroviaria, supponendo che i prezzi dello spostamento su ferro e su gomma non subiscano variazioni rispetto allo scenario potenziale 2017. Tale ipotesi è stata assunta a seguito dell'analisi del trend del valore medio del Prezzo Unico Nazionale¹² (PUN), mostrato nella Figura 14, da cui risulta un andamento non uniforme del prezzo dell'energia elettrica, ed un aumento esponenziale nell'ultimo anno di analisi (2022) condizionato dal contesto socio-politico. Pertanto, non rilevando una tendenza prevalente, positiva o negativa, piuttosto un andamento caratterizzato da una serie di oscillazioni, si è ritenuto opportuno in via cautelativa non tener conto di tale variabilità.

La variazione di domanda è stata stimata tramite la proiezione dei dati socio-economici¹³ del PIL (Prodotto Interno Lordo ai prezzi di mercato per abitante) dall'anno 2000 all'anno 2019 (pre-Covid19), il cui andamento è riportato nel grafico seguente (Figura 12).

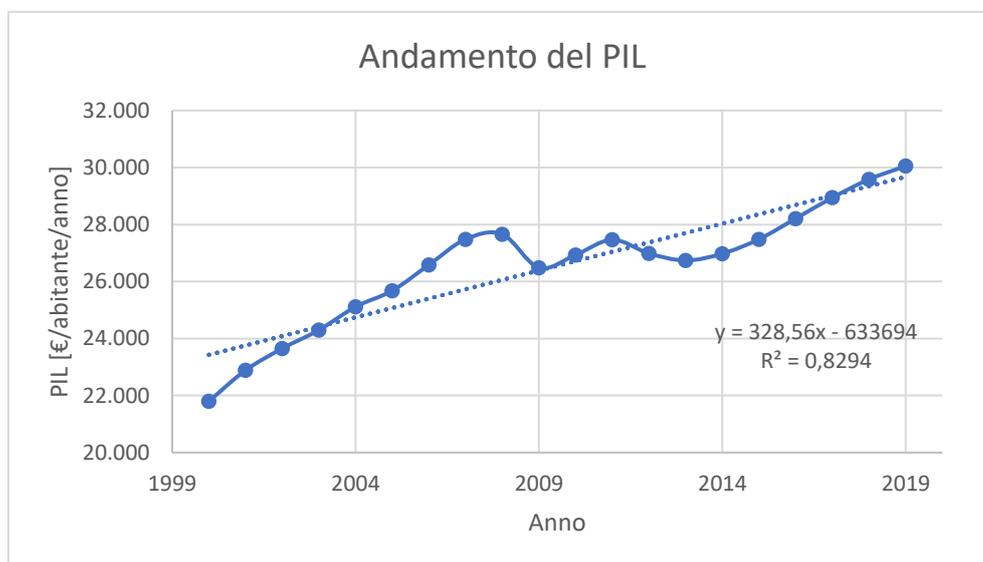


Figura 12 – Andamento del PIL

Utilizzando la funzione di interpolazione riportata in figura, si è stimato un aumento del PIL pari a +10,46% al 2026 e pari a +38,84% al 2051, entrambi rispetto allo scenario potenziale del 2017.

¹² <https://www.mercatoelettrico.org/It/Statistiche/ME/DatiSintesi.aspx>

¹³ <https://demo.istat.it/>

Per ogni scenario (attivazione e progetto a lungo termine) si è applicato il modello sviluppato secondo la metodologia descritta nei precedenti paragrafi al fine di prevedere le future percentuali modali gomma-ferro a seguito dell'introduzione del nuovo collegamento ferroviario in progetto, tenendo anche in considerazione una percentuale media di velocizzazione della rete ferroviaria come desunto a partire dai tempi di recupero indicati nel Piano Commerciale di RFI specificata nei successivi paragrafi dedicati.

Inoltre, al fine di verificare la stabilità dei risultati del modello di ripartizione modale sono state sviluppate ed implementate due funzioni statistico-descrittive finalizzate a stimare un possibile aumento dei prezzi di gomma e ferro rispetto al 2017, calcolato al 2026 per lo scenario di attivazione e al 2051 per quello di progetto a lungo termine. Il risultato è stato, quindi, quello di ottenere due scenari aggiuntivi, uno per l'anno di attivazione 2026, uno per quello di progetto a lungo termine 2051 che hanno gli stessi tempi dello scenario corrispondente allo stesso anno e prezzi differenti.

Per valutare la variazione del prezzo della gomma si è fatto riferimento ai prezzi annuali dei carburanti e combustibili rilasciati dal Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica - Direzione Generale Infrastrutture e Sicurezza¹⁴, considerando il valore al netto dell'accisa e dell'IVA e solamente in relazione ad alimentazione a benzina e a gasolio desunte come prevalenti a seguito di un'analisi del Parco Veicolare dei mezzi pesanti dell'ACI¹⁵. Per poter proiettare tali prezzi agli orizzonti temporali individuati si è proceduto pesando rispetto alla quota percentuale media della tipologia di alimentazione di cui sopra. L'andamento ottenuto considerando gli anni dal 1996 al 2021 è riportato in Figura 13.

Utilizzando la funzione di interpolazione riportata in Figura 13, si è stimato un aumento del prezzo gomma pari a +48,60% al 2026 e pari a +125,62% al 2051, entrambi rispetto allo scenario potenziale del 2017.

Invece, per quanto riguarda la variazione del prezzo su ferro si è utilizzato il valore medio del Prezzo Unico Nazionale¹⁶ (PUN) dell'energia elettrica tenendo in considerazione che la maggior parte della rete italiana è elettrificata e che l'energia può essere considerata la voce di costo prevalente rispetto alle restanti. Il range di valori analizzati varia tra il 2011 e il 2021¹⁷ (Figura 14).

¹⁴ <https://dgsaie.mise.gov.it/open-data>

¹⁵ <https://opv.aci.it/WEBDMCircolante/>

¹⁶ <https://www.mercatoelettrico.org/It/Statistiche/ME/DatiSintesi.aspx>

¹⁷ Si nota che il valore di R^2 della regressione lineare non è ottimale, tuttavia, si sarebbero potuti raggiungere valori più significativi tralasciando il valore del PUN dell'anno 2021 portando però ad un trend della regressione decrescente.

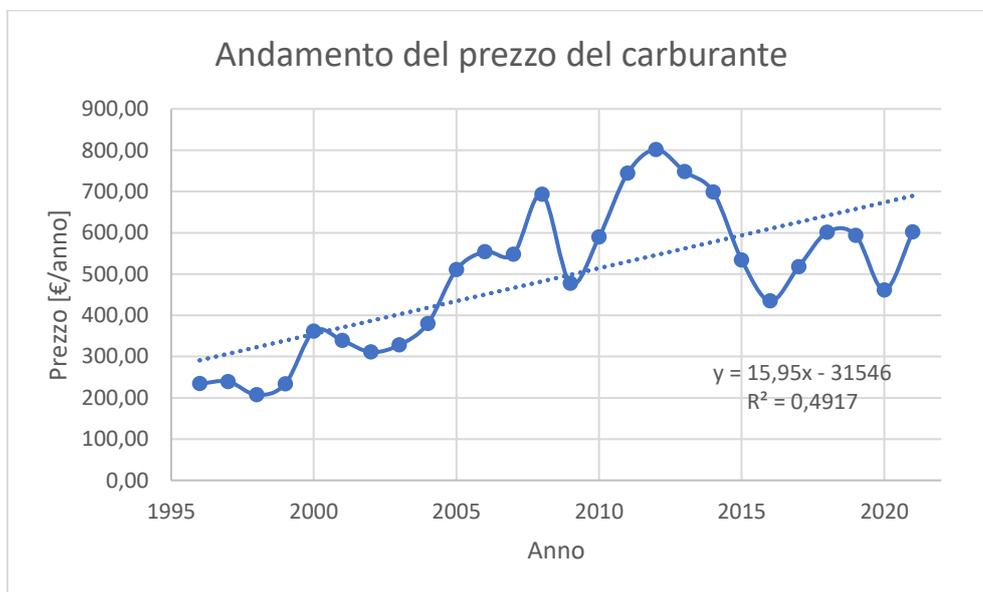


Figura 13 – Andamento del prezzo del carburante

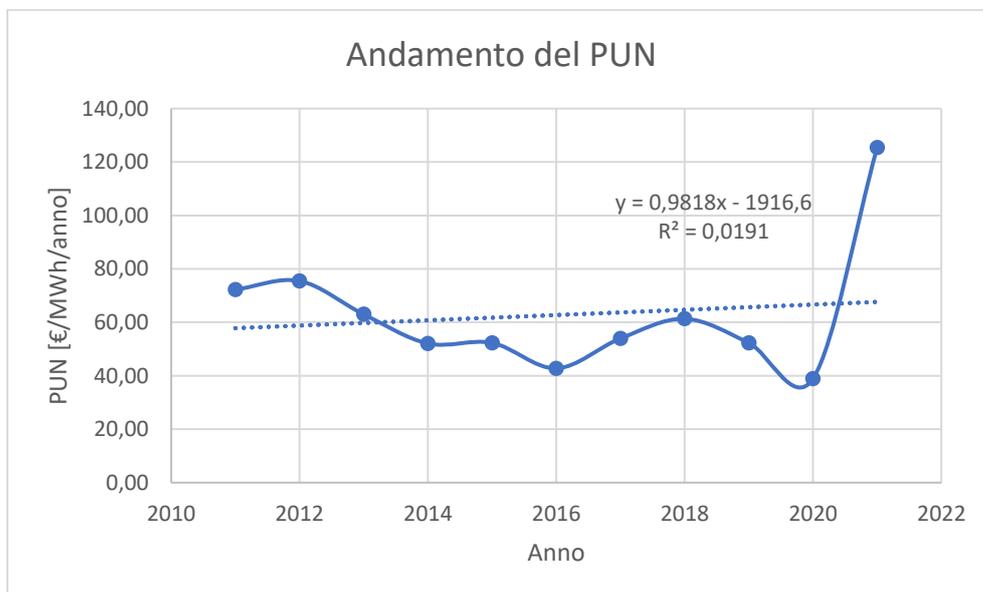


Figura 14 – Andamento del PUN

Utilizzando la funzione di interpolazione riportata in Figura 14, si è stimato un aumento del prezzo su ferro pari a +34,44% al 2026 e pari a +79,94% al 2051, entrambi rispetto allo scenario potenziale del 2017.

Le principali caratteristiche degli scenari simulati sono sintetizzate nella tabella seguente.

Tabella 5 – Caratteristiche principali degli scenari simulati

SCENARIO	ANNO	DOMANDA MERCI	TEMPO GOMMA*	TEMPO FERRO	PREZZO GOMMA	PREZZO FERRO
ATTUALE	2017	Domanda 2017 (AdSP)	Tempo rete attuale	modo non disponibile	prezzo att. §3.2	modo non disponibile
POTENZIALE	2017	Domanda 2017 (AdSP)	Tempo rete attuale	Tempo attuale (PIC, RFI)	prezzo att. §3.2	prezzo att. §3.2
ATTIVAZIONE	2026	Domanda 2017 (AdSP) + incremento secondo PIL	Tempo rete attuale	Tempo attuale (PIC, RFI) - velocizzazioni Piano Commerciale di RFI	prezzo att. §3.2	prezzo att. §3.2
ATTIVAZIONE - Aggiuntivo	2026	Domanda 2017 (AdSP) + incremento secondo PIL	Tempo rete attuale	Tempo attuale (PIC, RFI) - velocizzazioni Piano Commerciale di RFI	prezzo att. §3.2 + Incremento carburante	prezzo att. §3.2 + Incremento PUN
PROGETTO DI LUNGO TERMINE	2051	Domanda 2017 (AdSP) + incremento secondo PIL	Tempo rete attuale	Tempo attuale (PIC, RFI) - velocizzazioni Piano Commerciale di RFI	prezzo att. §3.2	prezzo att. §3.2
PROGETTO DI LUNGO TERMINE - Aggiuntivo	2051	Domanda 2017 (AdSP) + incremento secondo PIL	Tempo rete attuale	Tempo attuale (PIC, RFI) - velocizzazioni Piano Commerciale di RFI	prezzo att. §3.2 + Incremento carburante	prezzo att. §3.2 + Incremento PUN

*Analisi ad hoc basate sui valori ricavati da Google Maps. Inoltre, non si considerano variazioni dei tempi su gomma assumendo invariata la rete stradale in termini di offerta.

Nei paragrafi seguenti si riportano e si analizzano i risultati ottenuti dalla costruzione ed applicazione del modello per gli scenari suddetti.

5.1 SCENARIO ATTUALE 2017

Secondo il Progetto Preliminare dell'Autorità Portuale di Augusta del 2017¹⁸ che fornisce una stima delle tonnellate potenzialmente spostate su ferro e a seguito dell'implementazione del modello secondo la metodologia sopra descritta, la quantità di merce potenzialmente movimentata con origine il porto di Augusta è pari a 3.060 ton/gg, le quali, data l'assenza all'attualità di un collegamento ferroviario con il porto, in realtà continuerebbero ad essere trasportate con il solo mezzo gomma.

5.2 SCENARIO POTENZIALE 2017

Lo scenario potenziale 2017 prende in considerazione la realizzazione del nuovo collegamento ferroviario del porto e stima una potenziale ripartizione delle merci tra ferro e gomma.

Per individuare la distribuzione del volume di merce su ferro stimato tra le OD del porto di Augusta, poiché l'individuazione delle stesse si è basata sullo scalo di Bari Lamasinata, si è optato per distribuirlo applicando le stesse percentuali di distribuzione osservate tra le OD di Bari Lamasinata. Tali quantitativi sono stati successivamente ripartiti tra le due modalità tramite l'applicazione del modello. I prezzi utilizzati per tale scenario fanno riferimento a quanto proposto

¹⁸ Autorità Portuale di Augusta, Aprile 2017. Progetto Preliminare 2^ FASE Porto Commerciale di Augusta, "Collegamento ferroviario. Modello di Gestione di Esercizio".

in letteratura¹⁹ e sono calcolati in funzione dei costi del carburante (a loro volta funzione di velocità e lunghezza del percorso), del pedaggio, omogenizzati prendendo in considerazione la spedizione di una cassa mobile di 30 ton.

Pertanto, la quota di merce fra le coppie OD considerate nel presente studio trasportata su gomma è stimata pari a 471 ton/gg e su ferro è stimata pari a 2.589 ton/gg. Le percentuali modali ricavate dal modello, quindi, sono del 15,39% per la gomma e dell'84,61% per il ferro (Figura 15).

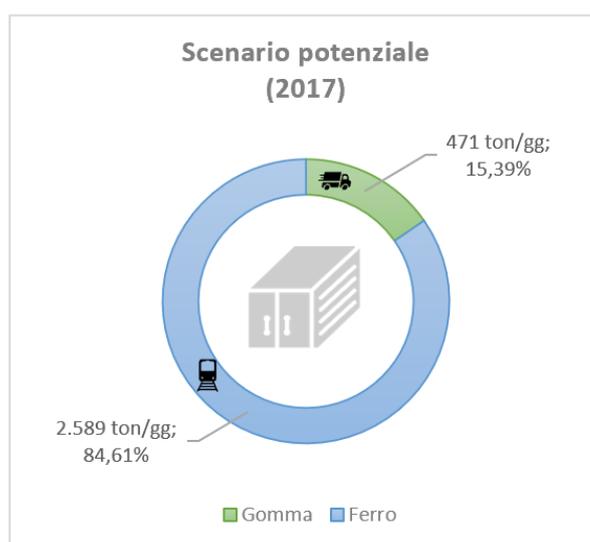


Figura 15 – Ripartizione modale nello scenario potenziale 2017

5.3 SCENARIO DI ATTIVAZIONE 2026

Lo scenario di breve termine vede il 2026 come anno di attivazione, poiché l'intervento oggetto di analisi rientra nel Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR).

Lo scenario è stato simulato supponendo che non vi sia variazione dei prezzi di spostamento su gomma e/o su ferro rispetto allo scenario potenziale 2017 e prevedendo, piuttosto, una "fisiologica" variazione della domanda merci e una velocizzazione media della rete ferroviaria. La prima è stata stimata basandosi sulla previsione dell'andamento del PIL (Prodotto Interno Lordo ai prezzi di mercato per abitante), mentre la seconda è stata stimata analizzando l'overview delle azioni descritte nel Piano Commerciale di RFI (Edizione Giugno 2022)²⁰ fino al 2026, per approfondimenti si rimanda al capitolo 5. I valori medi di previsione ottenuti al 2026 sono rispettivamente di un +10,46% di crescita per la domanda (stimata rispetto allo scenario

¹⁹ Russo F. (2005), Sistemi di trasporto merci.

²⁰ <https://www.rfi.it/it/chi-siamo/Il-rapporto-con-lo-Stato-e-con-gli-stakeholder/il-piano-commerciale.html>

potenziale del 2017) e di un -9,50% di riduzione sul tempo di percorrenza per la velocizzazione rispetto ad oggi.

Applicando il modello sviluppato al 2026 e tenendo conto di quanto sopra descritto, la quantità di merce potenzialmente movimentata dal porto di Augusta da e verso le OD individuate è stimata in 502 ton/gg su gomma e 2.878 ton/gg su ferro; le rispettive quote modali risultano pari al 14,86% per la gomma e all'85,14% per il ferro (Figura 16).

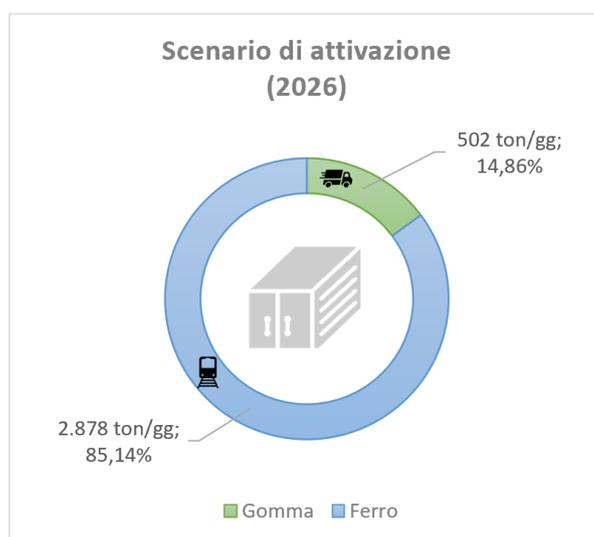


Figura 16 – Ripartizione modale nello scenario di attivazione (2026)

Oltre allo scenario di attivazione di riferimento (a prezzi costanti) è stato valutato anche uno scenario di attivazione aggiuntivo in cui si è supposto, oltre alle ipotesi di variazione della domanda e velocizzazione appena considerate, che la scelta possa essere influenzata dall'aumento dei prezzi di gomma e ferro rispetto allo scenario potenziale 2017, questi stimati come approfondito nel capitolo 5. L'aumento di prezzo considerato al 2026, valutato rispetto allo scenario potenziale del 2017, per la gomma è stato stimato pari a +48,60%, mentre per il ferro pari a +34,44%, per cui dal modello si ricavano i seguenti quantitativi di merce potenzialmente movimentata: 509 ton/gg in gomma e 2.871 ton/gg in ferro, pari rispettivamente a 15,05% in gomma e 84,95% in ferro.

5.4 SCENARIO DI PROGETTO A LUNGO TERMINE 2051

Lo scenario di progetto a lungo termine si riferisce all'anno 2051, ovvero trent'anni a partire dall'anno di progettazione, durata che tipicamente rappresenta il tempo di vita utile di un'opera infrastrutturale.

Allo stesso modo degli scenari precedenti viene considerato il nuovo collegamento ferroviario del porto di Augusta e la possibilità di poter movimentare le merci al 2051 con entrambe le modalità di riferimento. Come per lo scenario di attivazione non si è ipotizzata una variazione dei prezzi di spostamento su gomma e/o su ferro rispetto allo scenario potenziale 2017, piuttosto una variazione della domanda trasportata stimata basandosi sulla previsione dell'andamento del PIL (Prodotto Interno Lordo ai prezzi di mercato per abitante) e una velocizzazione media della rete ferroviaria considerando l'overview oltre il 2026²¹ descritta nel Piano Commerciale di RFI (Edizione Giugno 2022)²², per le quali si rimanda al capitolo 5 per approfondimenti. I valori medi di previsione stimati al 2051 sono rispettivamente di un +38,84% di crescita per la domanda (stimata rispetto allo scenario potenziale del 2017) e di un -6,41% di riduzione sul tempo di percorrenza per la velocizzazione rispetto allo scenario di attivazione.

Applicando il modello implementato al 2051 e tenendo conto di quanto sopra descritto, la quantità di merce potenzialmente movimentata dal porto di Augusta da e verso le OD individuate è stimata in 622 ton/gg su gomma e 3.627 ton/gg su ferro; le rispettive quote modali risultano pari a 14,63% per gomma e 85,37% per ferro (Figura 17).

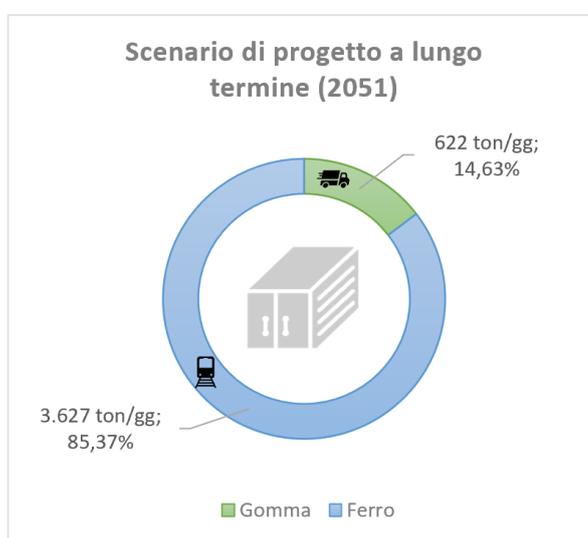


Figura 17 – Ripartizione modale nello scenario di progetto a lungo termine (2051)

Oltre allo scenario di scenario di progetto a lungo termine di riferimento (a prezzi costanti) è stato analizzato uno scenario di progetto a lungo termine aggiuntivo in cui si è ipotizzata, oltre alla

²¹ Si precisa che l'overview oltre il 2026 è una visione parziale che non tiene conto di tutti i possibili interventi che potrebbero essere promossi fino al 2051 anche dalle politiche delle reti TEN-T.

²² <https://www.rfi.it/it/chi-siamo/Il-rapporto-con-lo-Stato-e-con-gli-stakeholder/il-piano-commerciale.html>

variazione della domanda e alla velocizzazione già considerate in questo scenario di progetto, anche la possibile influenza dovuta all'aumento dei prezzi di gomma e ferro rispetto allo scenario potenziale 2017, questi stimati come descritto nel capitolo 5. L'aumento di prezzo al 2051, valutato sempre rispetto allo scenario potenziale del 2017, per la gomma è stato stimato pari a +125,62%, mentre per il ferro pari a +79,94%, per cui dal modello si ricavano i seguenti quantitativi di merce potenzialmente movimentata: 640 ton/gg in gomma e 3.609 ton/gg in ferro, pari rispettivamente a 15,05% in gomma e 84,95% in ferro.

5.5 ANALISI DI CONFRONTO TRA SCENARI

Gli scenari di progetto simulati, attivazione 2026, progetto di lungo termine 2051 ed i due aggiuntivi, differiscono rispetto allo scenario attuale e potenziale 2017 per i diversi volumi di domanda movimentati ed il valore delle variabili del modello (tempi e prezzi). Le variazioni percentuali di quest'ultimi sono riportate nella tabella seguente.

Tabella 6 –Variazione dei dati di base per gli scenari di progetto rispetto allo scenario attuale/potenziale 2017

SCENARIO	ANNO	DOMANDA MERCI	TEMPO GOMMA**	TEMPO FERRO	PREZZO GOMMA	PREZZO FERRO
ATTUALE e POTENZIALE	2017	--	--	--	--	--
ATTIVAZIONE	2026	+10,46%	0%	-9,50%	0%	0%
ATTIVAZIONE - Aggiuntivo	2026	+10,46%	0%	-9,50%	+48,60%	+34,44%
PROGETTO DI LUNGO TERMINE	2051	+38,84%	0%	-6,41%*	0%	0%
PROGETTO DI LUNGO TERMINE - Aggiuntivo	2051	+38,84%	0%	-6,41%*	+125,62%	+79,94%

*Valore rispetto al 2026 stimato con l'ausilio del Piano Commerciale di RFI (Edizione Giugno 2022).

**Non si considerano variazioni dei tempi su gomma assumendo invariata la rete stradale in termini di offerta.

Si noti dalla tabella precedente come lo "scenario 2026 aggiuntivo" e lo "scenario 2051 aggiuntivo" risultino molto prudenziali rispetto agli scenari 2026 e 2051. Tuttavia, è da tenere presente che, le curve di previsione dei prezzi (riportate nel capitolo 5) appaiono fortemente condizionate dalle recenti fluttuazioni di mercato decisamente sovrastimate rispetto ai valori degli anni precedenti che al contrario avrebbero previsto dei trend di prezzi decrescenti, soprattutto per i prezzi dell'energia elettrica. Per tale motivo, gli scenari senza variazione dei prezzi sono stati mantenuti come primari, anche in ragione del fatto che, l'implementazione del modello per gli scenari aggiuntivi che considerano la variazione dei prezzi di entrambe le modalità di trasporto comporta una variazione delle quote modali contenuta.

Applicando il modello sviluppato ai vari scenari e tenendo conto di quanto descritto nella tabella precedente, la quantità di merce potenzialmente movimentata e le percentuali modali sono riportate nella tabella seguente.

Tabella 7 – Percentuali modali stimate

SCENARIO	GOMMA [ton/gg]	FERRO [ton/gg]	%GOMMA	%FERRO
ATTUALE (2017)	3.060	0	100%	0%
POTENZIALE (2017)	417	2.589	15,39%	84,61%
ATTIVAZIONE (2026)	502	3.627	14,86%	85,14%
ATTIVAZIONE – Aggiuntivo (2026)	509	2.871	15,05%	84,95%
PROGETTO DI LUNGO TERMINE (2051)	622	3.627	14,63%	85,37%
PROGETTO DI LUNGO TERMINE – Aggiuntivo (2051)	640	3.609	15,05%	84,95%

6. CONCLUSIONI

Lo studio di trasporto analizza gli impatti derivanti dalla realizzazione del nuovo collegamento ferroviario inserito nel progetto di ampliamento del porto commerciale di Augusta e consistente nella realizzazione di una bretella ferroviaria che collega il nuovo porto ferroviario alla rete ferroviaria nazionale. Tale progetto è sviluppato nell'ambito del Progetto di Fattibilità Tecnico Economica del Collegamento ferroviario con il Porto di Augusta, intervento che rientra nel Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR).

In particolare, l'obiettivo dello studio è stato quello di stimare le tonnellate di merce potenzialmente in diversione verso la modalità ferroviaria, dal momento che allo stato attuale la modalità su gomma è l'unica disponibile. Tale obiettivo è coerente con il ruolo di nodo Core di Augusta considerato come uno dei 25 porti all'interno del Corridoio TEN-T Scandinavo-Mediterraneo.

Il modello di scelta modale sviluppato è di tipo Logistic, il quale simula in modo integrato una sequenza di scelte logistiche fra cui la dimensione e la frequenza delle spedizioni, nonché la scelta del modo di trasporto. In particolare, tra le diverse tipologie di decisore, nel caso in esame, si è ipotizzato che le decisioni non vengano prese direttamente dal mittente o dal destinatario, ma da uno spedizioniere che assume tutte le decisioni sulla scelta modale per conto delle aziende interessate. A partire dai costi generalizzati di ogni relazione OD, sono state calcolate le funzioni di utilità ferro e gomma (sulla base del modello Logistic implementato) al fine di calcolare le

probabilità di scelta modale ferro e gomma utilizzate per la stima delle tonnellate movimentate per modo.

Gli scenari analizzati contemplano uno scenario attuale 2017, in cui si assume che tutte le merci (stimate dal Progetto Preliminare dell'Autorità Portuale di Augusta del 2017) viaggino su gomma essendo l'unica modalità attualmente disponibile dal porto di Augusta; uno scenario potenziale 2017 in cui si valuta, attraverso l'applicazione del modello di scelta modale costruito, la possibile ripartizione modale delle merci tra le due modalità gomma e ferro a seguito dell'introduzione del nuovo collegamento ferroviario con il porto; uno scenario di attivazione, al 2026, e uno scenario di progetto a lungo termine 2051, a trent'anni dall'anno di progettazione, in cui si considera anche una variazione della domanda stimata sulla previsione dell'andamento del PIL (Prodotto Interno Lordo ai prezzi di mercato per abitante), rispetto allo scenario potenziale del 2017, e una velocizzazione media stimata con l'ausilio del Piano Commerciale di RFI (Edizione Giugno 2022), rispetto ad oggi. Agli orizzonti temporali 2026 e 2051 sono stati valutati degli scenari aggiuntivi che tengono conto anche della variazione dei prezzi di gomma e ferro, in modo da fornire una valutazione in linea con i trend attuali di crescita.

Di seguito si riassumono i risultati ottenuti in termini di quantitativi di merce movimentati per ciascun modo in relazione agli scenari sopra descritti (Tabella 8).

Tabella 8 – Riepilogo dei risultati dell'applicazione del modello di scelta modale per i diversi scenari

SCENARI	GOMMA [ton/gg]	FERRO [ton/gg]	Δ GOMMA rispetto scenario potenziale	Δ FERRO rispetto scenario potenziale
ATTUALE (2017)	3.060	0	--	--
POTENZIALE (2017)	471	2.589	--	--
ATTIVAZIONE (2026)	502	2.878	+6,59%	+11,16%
PROGETTO DI LUNGO TERMINE (2051)	622	3.627	+31,97%	+40,09%

Analizzando i risultati ottenuti nei vari scenari, a partire dallo scenario potenziale 2017, si può osservare come il modello preveda una importante diversione modale da gomma a ferro, la quale per quest'ultima modalità si aggira intorno all'85% (Tabella 9). Già solo applicando il modello allo scenario potenziale 2017 è possibile notare come la modalità ferro sposti un quantitativo di merce circa sei volte maggiore rispetto alla modalità gomma. Inoltre, sia per lo scenario di attivazione che per lo scenario di progetto a lungo termine si evince un incremento di merce trasportata dovuta alla variazione di domanda proiettata con il PIL (Prodotto Interno Lordo ai prezzi di mercato per abitante) e alla velocizzazione media stimata per la rete ferroviaria.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA CATANIA – SIRACUSA Collegamento ferroviario con il Porto di Augusta PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA					
	STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	RS62	00	R 16 RG	TS 0003 001	B	32 di 33

Tabella 9 – Percentuali modali stimate

SCENARIO	%GOMMA	%FERRO
ATTUALE (2017)	100%	0%
POTENZIALE (2017)	15,39%	84,61%
ATTIVAZIONE (2026)	14,86%	85,14%
ATTIVAZIONE – Aggiuntivo (2026)	15,05%	84,95%
PROGETTO DI LUNGO TERMINE (2051)	14,63%	85,37%
PROGETTO DI LUNGO TERMINE – Aggiuntivo (2051)	15,05%	84,95%

Per quanto riguarda gli scenari di progetto aggiuntivi, come si evince dalla Tabella 10, i risultati ottenuti confermano che, anche considerando in via cautelativa un aumento dei prezzi di gomma e di ferro, le quote modali rimangono pressoché invariate e a favore del ferro per una quota pari a circa l'85% (Tabella 9). L'incremento dei prezzi, andando ad influenzare entrambe le modalità, comporta una sostanziale stabilità dei risultati dimostrando che anche in questi scenari più cautelativi la competitività del ferro rimane prevalente nel caso in esame, andando a confermare una intrinseca competitività del modo ferro sulle spedizioni che si sviluppano su lunghe distanze (circa il 58% delle relazioni OD analizzate sono dirette verso il nord Italia).

Tabella 10 – Riepilogo dei risultati dell'applicazione del modello di scelta modale per gli scenari aggiuntivi

SCENARI	GOMMA [ton/gg]	FERRO [ton/gg]	ΔGOMMA rispetto allo scenario potenziale	ΔFERRO rispetto allo scenario potenziale
ATTUALE (2017)	3.060	0	--	--
POTENZIALE (2017)	471	2.589	--	--
ATTIVAZIONE – Aggiuntivo (2026)	509	2.871	+8,02%	+10,90%
PROGETTO DI LUNGO TERMINE – Aggiuntivo (2051)	640	3.609	+35,77%	+39,40%

Considerato che l'infrastruttura ferroviaria di progetto è caratterizzata da un modulo di lunghezza 600 m, i volumi di merce giornalieri, in ingresso ed in uscita, saranno movimentati attraverso operazioni di carico/scarico di circa 2 treni/gg, numero di servizi compatibile con la capacità del fascio di binari ed un adeguato attrezzaggio del porto.

Inoltre, data un'operatività del porto continua nell'anno e assumendo una quantità di riferimento per ogni contenitore trasportato di 30 ton (Russo 2005), è stato possibile procedere alla stima dei veic*km sottratti da strada (e dei correlati treni*km generati) in favore della modalità ferroviaria così come riportato nella seguente tabella:

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA CATANIA – SIRACUSA Collegamento ferroviario con il Porto di Augusta PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA					
	STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	RS62	00	R 16 RG	TS 0003 001	B	33 di 33

Tabella 11 – Variazione percorrenze scenari di progetto

SCENARIO ATTIVAZIONE	
veic*km/anno risparmiati	37.550.917
treni*km/anno incrementali	622.866
SCENARIO DI LUNGO TERMINE	
veic*km/anno risparmiati	47.343.682
treni*km/anno incrementali	784.956

Tra tutti i tipi di trasporto merci, quello via treno risulta essere la modalità per le medie-lunghe distanze con il minor impatto sull'ambiente. I risultati ottenuti, si traducono in termini di sostenibilità ambientale in una riduzione delle emissioni di CO₂, in quanto il trasporto della merce in treno le riduce in media del 55% rispetto al solo trasporto su gomma.

In conclusione, tenendo conto delle ipotesi formulate, nonché dei dati e degli elementi progettuali disponibili, si può dedurre che l'intervento del Collegamento Ferroviario con il Porto di Augusta incide globalmente in modo positivo sul sistema della mobilità a livello nazionale, comportando un incremento dell'utilizzo della modalità ferroviaria più sostenibile e sicura.