

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



**INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA
LEGGE OBIETTIVO N. 443/01**

PROGETTO DEFINITIVO

U.O. PROGETTAZIONE FUNZIONALE ED ESERCIZIO

**POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA
TRATTA RHO-GALLARATE**

QUADRUPPLICAMENTO RHO (e) – PARABIAGO (i) E RACCORDO Y

Studio di Trasporto

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA Progr. REV.

MDL1 30 D 16 RG ES0001 001 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione esecutiva	M. Medda <i>M. Medda</i>	11/2017	F.A. Marciando <i>F.A. Marciando</i>	11/2017	S. Bonelli <i>S. Bonelli</i>	11/2017	

File: MDL1-30-D-16-RG-ES0001-001-A

n. Elab.:

SOMMARIO

1	PREMESSA	4
2	OBIETTIVI.....	7
3	APPROCCIO METODOLOGICO	9
4	DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO	12
4.1	PIANO REGIONALE DELLA MOBILITÀ E DEI TRASPORTI (REGIONE LOMBARDIA, 2016)	12
4.2	STUDIO DI TRASPORTO NORD_ING (DICEMBRE, 2016)	15
5	ANALISI DI INQUADRAMENTO.....	18
5.1	TPL E TRASPORTO FERROVIARIO.....	18
5.2	FOCUS SU TRASPORTO MERCI.....	21
6	OFFERTA FERROVIARIA ATTUALE	23
7	COSTRUZIONE DEL MODELLO DI TRASPORTO “PD_RHO-PARABIAGO”	25
7.1	MODELLO DI DOMANDA	25
7.1.1	<i>Modello di Domanda PRMT</i>	25
7.1.2	<i>Modello di Domanda Nord-Ing</i>	27
7.1.3	<i>Modello di Domanda PD_Rho-Parabiago</i>	29
7.2	MODELLO DI OFFERTA.....	32
7.3	MODELLO DI ASSEGNAZIONE	36
7.3.1	<i>Costo Generalizzato</i>	37
7.3.2	<i>Calcolo dei Percorsi</i>	40
7.3.3	<i>Individuazione degli Ipercammini</i>	40
7.3.4	<i>Calcolo della Probabilità di Scelta dei Percorsi</i>	42
7.4	TEST DI AFFIDABILITÀ SUL MODELLO	44
8	APPLICAZIONE DEL MODELLO	47
8.1	SCENARI SIMULATI	47

8.1.1	Scenario "SC_2015_OZ" (Opzione Zero)	47
8.1.2	Scenario "SC_2025_F1" (Fase 1)	53
8.1.3	Scenario "SC_2030_F2" (Fase 2)	56
8.2	RISULTATI	57
8.2.1	Risultati grafici	57
8.2.2	Risultati numerici	60
9	VERIFICA DI COERENZA TRA FLUSSI STIMATI ED OFFERTA DI PROGETTO	66
10	CONCLUSIONI	70
11	PRINCIPALI FONTI BIBLIOGRAFICHE E SITI INTERNET	72

1 PREMESSA

Il presente documento descrive lo studio di trasporto eseguito nell'ambito del progetto di potenziamento della linea ferroviaria Rho-Arona ed, in particolare, della tratta Rho-Gallarate. Il progetto prevede il quadruplicamento della linea esistente a doppio binario fra le stazioni di Rho e Parabiago con l'inserimento della nuova fermata Nerviano. Inoltre, si prevede la realizzazione di un collegamento a semplice binario tra la stazione di Busto Arsizio e l'aeroporto di Malpensa, denominato Raccordo Y. La configurazione delineata dal progetto va intesa come una prima fase funzionale (Fase I) per la tratta di intervento, per la quale si prevede, in futuro, l'inserimento di un terzo binario tra Parabiago e Gallarate con la possibilità di estendere i servizi attestati fino a Gallarate (Fase II).

Dal punto di vista trasportistico, il nuovo collegamento a 4 binari tra Rho e Parabiago rappresenta lo strumento attuativo per l'incremento della mobilità ferroviaria di medio/breve raggio attraverso il potenziamento del servizio regionale/suburbano. Già ad oggi i collegamenti di tipo suburbano, regionale e regionale veloce, infatti, rappresentano circa l'80% dell'offerta commerciale in transito sulla tratta di progetto. Il traffico è composto per la restante parte da collegamenti di tipo lunga percorrenza e merci. Rispetto a questo aspetto il progetto si integra perfettamente con gli obiettivi perseguiti a livello strategico e programmatico dalla Regione Lombardia e pubblicati recentemente nel Piano Regionale della Mobilità e Trasporti (PRMT) nel dicembre 2016. Questi possono essere così sintetizzati:

- riduzione della congestione stradale, specie nelle aree e lungo gli assi più trafficati;
- miglioramenti dei servizi del trasporto collettivo TPL su gomma e su ferro;
- incremento dell'offerta intermodale;
- riduzione degli impatti sull'ambiente ed in particolare del tasso di inquinamento dell'aria;
- riduzione dell'incidentalità stradale in linea con gli obiettivi posti dall'UE.

Il raggiungimento degli obiettivi nel settore del TPL, sia su gomma sia su ferro, contribuirà, allo stesso tempo, al raggiungimento di quelli prefissati per il trasporto privato stradale, grazie alla diversione modale provocata dal miglioramento dell'attrattività del trasporto pubblico e la conseguente diminuzione dei flussi veicolari su strada.

Il progetto consentirà anche il miglioramento dell'accessibilità ferroviaria all'aeroporto di Malpensa, intervento considerato prioritario sia nel programma Connecting Europe Facility, in cui si indica come prioritario l'inserimento degli aeroporti core all'interno del sistema di corridoi di trasporto prioritari, sia

dalla programmazione nazionale in cui, all'interno del Piano Nazionale degli Aeroporti, si indica Malpensa quale scalo strategico e gate intercontinentale. Anche a livello regionale sia il Programma Regionale di Sviluppo (PRS) della X Legislatura del 2013, sia il PRMT del 2016, individuano nel potenziamento della rete ferroviaria e nello sviluppo di Malpensa due obiettivi prioritari (fonte, CERTeT - Centro Economia Regionale dei Trasporti e del Turismo: L'accessibilità ferroviaria da Nord a Malpensa: scenari e proposte operative, bozza Aprile 2016).

Il progetto di quadruplicamento della tratta Rho-Parabiago è in fase di iter approvativo del Progetto Definitivo emesso nel 2013, rispetto al quale è in essere il recepimento di una lista di osservazioni del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (riscontro al parere 98/2014).

Lo studio di trasporto si pone come obiettivo quello di rispondere alle osservazioni del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (CSSLP), di cui ai punti n° 1 e 2 di tale lista:

1. *“Le scelte funzionali relative al collegamento ferroviario in esame non risultano, in base alla documentazione agli atti, supportate da uno studio trasportistico aggiornato all'attualità.”*
2. *“In particolare si rileva che il progetto definitivo non risulta “integrato dagli elementi previsti per il progetto preliminare”, come prescritto dalla suddetta procedura di cui all'art. 167, comma 5, del D. Lgs. n. 163/2006 e ss.mm.ii.”*

Al fine di rispondere ai punti suddetti, si è eseguito uno studio di trasporto i cui risultati, secondo l'approccio tipico della progettazione, sono stati utilizzati per la verifica ricorsiva della mutua consistenza tra flussi, servizi e layout funzionale. In pratica, a partire dalla definizione di potenziali scenari di offerta futuri, caratterizzati da l'implementazione di nuovi servizi piuttosto che dal potenziamento e/o la modifica degli itinerari di quelli esistenti e che fossero coerenti con le performance consentite dalla configurazione funzionale di progetto (4 binari) per la tratta di intervento, si è simulata l'interazione tra domanda ed offerta per verificare la consistenza tra i flussi assegnati e la capacità di trasporto del sistema ferroviario.

Dal punto di vista applicativo, lo studio di trasporto, denominato “PD_Rho-Parabiago”, ha ripreso, per coerenza e continuità con lo stato dell'arte, modelli e procedure sviluppati nell'ambito del PRMT della Regione Lombardia per la realizzazione di un modello di trasporto multimodale implementato su software specialistico di simulazione Cube di Citilabs. Tale modello è stato successivamente aggiornato per l'implementazione e la simulazione di nuovi scenari di traffico per conto del gruppo “Nord-Ing”, nell'ambito delle attività di “Supporto tecnico per la realizzazione del progetto preliminare per un nuovo collegamento da/per Malpensa” (Dicembre, 2016). Nell'ambito di questo studio è stato eseguito un



Potenziamento della linea Rho-Arona
Tratta Rho-Gallarate
Quadruplicamento Rho (e) – Parabiago (i) e
raccordo Y

Studio di trasporto

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	30	D 16 RG	ES 0001 001	A	6 di 72

approfondimento sul modello di domanda in particolare per quanto concerne l'esplicitazione dei volumi di domanda da/per gli aeroporti regionali (tra i quali Malpensa).

Ai fini dello studio PD_Rho-Parabiago, quindi, a valle della condivisione ed organizzazione dei dati di base trasmessi dalla Regione Lombardia, sono state eseguite delle simulazioni di traffico utilizzando lo stesso software del PRMT. Le simulazioni hanno previsto l'implementazione di scenari di offerta ferroviaria più dettagliati e coerenti con il layout e le prestazioni che saranno consentite dalla tratta Rho – Parabiago a 4 binari (Fase I). I risultati ottenuti, sono stati successivamente analizzati, come detto, per una verifica delle scelte progettuali previste dal progetto definitivo, come richiesto dal CSLP.

Seppur fuori dagli obiettivi dello studio, le simulazioni di traffico sono state eseguite anche rispetto a configurazioni dell'offerta ferroviaria che traggono, in prospettiva, il completamento del progetto di potenziamento con la realizzazione del terzo binario tra Parabiago e Gallarate (Fase II).

2 OBIETTIVI

Al fine di rispondere alle osservazioni del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, gli obiettivi dello studio possono essere così sintetizzati:

- fornire una stima dei flussi di traffico passeggeri sulla tratta Rho – Gallarate, relativamente alle componenti di traffico di tipo suburbano/regionale (prevalente per la rilevante domanda di tipo sistematico/pendolare) e lunga percorrenza;
- validazione della configurazione funzionale e dell'offerta di servizi (modello di esercizio) previsti dal progetto definitivo rispetto ai flussi di domanda attesi.

Ai fini dello studio di trasporto non è stata considerata la domanda merci, poiché questa componente di traffico oltre ad essere meno rilevante di quella passeggeri, presenta caratteristiche di relativa stabilità (se non addirittura un decremento dei volumi trasportati negli ultimi anni come dimostrano le statistiche riportate nel seguito del documento), per cui il numero di servizi previsti dal progetto definitivo può essere considerato attendibile, in quanto in linea con l'offerta giornaliera attuale di treni merci.

I risultati ottenuti dallo studio di trasporto PD_Rho- Parabiago sono stati utilizzati per la validazione delle soluzioni progettuali adottate, sia dal punto di vista infrastrutturale, sia di esercizio. Il Progetto Definitivo, infatti, differisce dal Preliminare per la definizione di una configurazione a quattro binari tra Rho e Parabiago anziché prevederne tre. La differente configurazione infrastrutturale dipende dalla revisione delle previsioni di crescita sui volumi di traffico, rispetto a quanto era stato stimato nell'ambito del Progetto Preliminare. L'incremento dei flussi di domanda attesi si è tradotto nella necessità di rivedere il modello di esercizio futuro con un aumento complessivo del numero di treni/giorno offerti e, conseguentemente alle analisi funzionali, nell'opportunità di introdurre il quarto binario di collegamento affinché tali servizi siano operati con i dovuti margini di regolarità e puntualità e al fine di disporre di una capacità residua coerente con l'ulteriore incremento dei traffici previsto al completamento della configurazione di potenziamento della tratta Rho - Gallarate. Rispetto a queste considerazioni, il Progetto Definitivo non risulta, quindi, disallineato con il Progetto Preliminare piuttosto ne rappresenta un necessario aggiornamento al fine di evitare futuri problemi di saturazione della linea con conseguenti costosi e tardivi interventi tampone di potenziamento o, peggio, l'impossibilità di soddisfare quota parte della domanda di mobilità per limiti di capacità del sistema.



Potenziamento della linea Rho-Arona
Tratta Rho-Gallarate
Quadruplicamento Rho (e) – Parabiago (i) e
raccordo Y

Studio di trasporto

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	30	D 16 RG	ES 0001 001	A	8 di 72

In sintesi, lo studio è stato eseguito con l'obiettivo di confermare le scelte progettuali adottate nel progetto definitivo o, in alternativa, di supportarne il processo di aggiornamento sulla base dei riscontri quantitativi ottenuti dall'analisi dei risultati delle simulazioni.

3 APPROCCIO METODOLOGICO

Di seguito si descrive l'approccio adottato per lo sviluppo dello studio di trasporto PD_Rho-Parabiago. Gli aspetti modellistici saranno trattati più in dettaglio nel capitolo 8.

La simulazione dell'interazione domanda/offerta, ossia l'assegnazione dei flussi di traffico passeggeri sulla rete ferroviaria rispetto a determinate configurazione di offerta (infrastruttura e servizi) a determinati orizzonti temporali di riferimento, ha richiesto, la costruzione del modello di domanda, di quello di offerta e del modello di assegnazione.

La recente pubblicazione del PRMT della Regione Lombardia (dicembre 2016), è stata occasione per avere a disposizione una base dati consolidata ed attendibile per l'impostazione dello studio di trasporto da eseguire. Il PRMT, inoltre, nell'area di intervento contempla un'organizzazione del sistema ferroviario analoga a quella di progetto della tratta Rho-Parabiago, per cui le stime di traffico in esso contenute (o i modelli implementati per ottenerli) si possono considerare attendibili anche rispetto a quelle che si potrebbero ottenere da uno studio di trasporto "ex-novo" limitato alla sola area di studio della tratta di intervento. Piuttosto, l'eventuale livello di dettaglio "perso" rispetto ad una calibrazione dei modelli di trasporto tarata sulle caratteristiche di mobilità nell'area di studio, si può considerare compensato dalla maggiore attendibilità di un'assegnazione su "area vasta" che simula non solo l'effetto di un intervento isolato su rete ferroviaria, ma "l'effetto di rete" generato dall'insieme di interventi programmati nel medio e breve periodo dalla Regione Lombardia sia sulla rete stradale, sia sulla rete ferroviaria e che comportano una variazione della distribuzione dei flussi fra i vari modi (per effetto della diversione modale) con ripercussioni anche sulla tratta di intervento oggetto dello studio. Sulla base di queste considerazioni e in accordo con la Committenza e con la Regione Lombardia, si è deciso, pertanto, di mutuare parte dei modelli di trasporto già sviluppati per il PRMT.

Il modello PRMT è stato successivamente aggiornato per la simulazione di nuovi scenari di offerta dal gruppo "Nord-Ing", nell'ambito di un'analisi di fattibilità tecnico-economica per un nuovo collegamento tra il terminal T2 di Malpensa e Gallarate (fonte "Supporto tecnico per la realizzazione del progetto preliminare per un nuovo collegamento da/per Malpensa", dicembre 2016). Nello studio Nord_Ing è stato eseguito un aggiornamento ed approfondimento del modello di domanda relativo all'esplicitazione dei volumi di traffico da/verso gli aeroporti della regione Lombardia. Questo affinamento è stato considerato rilevante per il maggior dettaglio espresso sui flussi di domanda da/per l'aeroporto di Malpensa che rappresenta una delle località interessate dal progetto di potenziamento della linea Gallarate-Rho con la realizzazione del nuovo raccordo Y. Anche in questo caso si è concordato con la Committenza e con avallo della Regione Lombardia, nell'ambito dell'attività di

costruzione delle matrici di domanda da assegnare, di tenere in considerazione parte dei modelli di trasporto sviluppati per il modello Nord_Ing.

Per coerenza con lo studio Nord_Ing, pertanto, si sono considerati due orizzonti temporali di riferimento:

- 2025, assunto come anno di completamento ed attivazione della configurazione funzionante di Fase I, ossia realizzazione del quadruplicamento Rho-Parabiago (inclusa la nuova fermata Nerviano) e del raccordo Y;
- 2030, assunto come anno di completamento ed attivazione della configurazione funzionale di Fase II, ossia realizzazione del terzo binario tra Parabiago e Gallarate.

Nel modello di trasporto Nord_Ing sono stati aggiornati solo gli elementi della matrice di domanda PRMT relativi agli spostamenti intra-regionali (sottomatrice degli spostamenti interni). Ai fini della costruzione delle matrici di domanda da assegnare allo stato attuale e agli orizzonti temporali di riferimento si è seguito il seguente approccio:

- le sottomatrici degli spostamenti interni sono state assunte coincidenti con le matrici del modello Nord_Ing;
- le sottomatrici degli spostamenti esterni sono state assunte coincidenti con le sottomatrici del modello PRMT.

In maniera analoga al modello di domanda, anche per il modello di offerta si è utilizzata come base di partenza quanto già implementato nel modello Nord_Ing per la ricostruzione a scala regionale dell'offerta di trasporto sia per la rete stradale sia per quella ferroviaria e la specificazione delle funzioni di costo per le varie modalità di trasporto (privato e TPL sia su gomma che su ferro).

In particolare, ai fini dello studio Nord_Ing sono stati simulati diversi scenari di offerta ferroviaria tra cui quelli denominati "2015_RIFERIMENTO" e "2025_S0" sono risultati coerenti con lo stato attuale e quello di progetto di quadruplicamento della tratta Rho-Parabiago.

I modelli descrittivi degli scenari "2015_RIFERIMENTO" e "2025_S0" sono stati successivamente modificati al fine di ricostruire nell'ambito dell'area di studio le configurazioni dell'offerta di trasporto ferroviaria previste dal PD nello stato attuale e per le fasi funzionali I e II.

La costruzione degli scenari di offerta ferroviaria di progetto è stata eseguita attraverso la caratterizzazione dei servizi di trasporto offerti in termini di percorsi, fermate e frequenze. Sono stati



Potenziamento della linea Rho-Arona
Tratta Rho-Gallarate
Quadruplicamento Rho (e) – Parabiago (i) e
raccordo Y

Studio di trasporto

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	30	D 16 RG	ES 0001 001	A	11 di 72

ricostruiti sia i servizi attuali che rimangono inalterati nel tempo, sia quelli che subiranno delle modifiche in termini di percorso (prolungamenti) e/o frequenza e sia i nuovi servizi attestati a Parabiago (Fase I) o a Gallarate (Fase II) e quelli da/per Malpensa (via raccordo Y).

Le matrici di domanda assegnate per la simulazione dell'interazione domanda/offerta al 2025 e al 2030 sono quelle modali su ferrovia stimate nello studio Nord_Ing, calcolate in base ai futuri costi generalizzati di trasporto percepiti dagli utenti come effetto delle future prestazioni delle diverse modalità di trasporto, una volta eseguiti i vari interventi di potenziamento/ottimizzazione programmati sia per la rete stradale sia per quella ferroviaria.

Le matrici modali su ferro sono state, infine, assegnate al modello di rete suddetto utilizzando lo stesso modello di assegnazione sviluppato per il PRMT.



Potenziamento della linea Rho-Arona
Tratta Rho-Gallarate
Quadruplicamento Rho (e) – Parabiago (i) e
raccordo Y

Studio di trasporto

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	30	D 16 RG	ES 0001 001	A	12 di 72

4 DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO

Lo studio di trasporto PD_Rho-Parabiago, come detto, condivide dati, procedure e modelli implementati per gli studi di trasporto PRMT e Nord_Ing, dal momento che con questi esistono diversi punti di coerenza tra cui ambito territoriale, caratterizzazione della domanda, scenari di progetto ipotizzati, oltre ad essere entrambi di recente elaborazione. Di seguito si riporta una sintesi sui relativi contenuti.

4.1 Piano Regionale della Mobilità e dei Trasporti (Regione Lombardia, 2016)

Il Programma Regionale della Mobilità e dei Trasporti (PRMT) rappresenta il documento programmatico pubblicato da Regione Lombardia nel dicembre 2016 per il settore dei trasporti.

Il PRMT individua gli obiettivi, le strategie, le azioni per la mobilità ed i trasporti in Lombardia, rispetto ad un orizzonte temporale di riferimento il breve-medio periodo (circa 5 anni) ma secondo una pianificazione degli interventi che traguarda una prospettiva di medio-lungo termine. L'ambito geografico di riferimento è la Lombardia, considerata all'interno del complesso sistema di relazioni con l'esterno in cui essa si inserisce.

Il PRMT si caratterizza per un approccio integrato al tema dei trasporti e delle relazioni esistenti tra mobilità e territorio, ambiente e sistema economico per la volontà di mettere al centro dell'attenzione non il mezzo attraverso il quale avviene il movimento bensì il soggetto che lo compie: il cittadino che deve spostarsi per motivi di lavoro, di studio, di salute o nel suo tempo libero e le imprese che devono approvvigionarsi o distribuire merci.

È questa sensibilità e l'importanza riconosciuta alla domanda di trasporto che ha avviato l'attività per la definizione della Matrice regionale Origine/Destinazione 2014, strumento complesso e fondamentale di conoscenza delle caratteristiche della domanda messo a disposizione di tutti in formato Open Data ad aprile 2015.

L'ampia e complessa base dati del PRMT si completa con il sistema di monitoraggio del trasporto pubblico locale e regionale e, per il trasporto merci, con le indagini condotte nell'ambito del progetto di ricerca Eupolis "Mobilità delle merci: azioni per lo sviluppo del trasporto intermodale e la competitività della logistica" (2012).

La matrice regionale Origine/Destinazione 2014 è il risultato di una complessa interazione tra modellazioni trasportistiche, questionari on-line, interviste vis-à-vis (anche al cordone), analisi di indagini disponibili e della domanda esistente rilevata. Questa è costituita da una serie di elementi

disposti su più righe (origini) e su più colonne (destinazioni). Le origini/destinazioni degli spostamenti sono aggregate in zone di mobilità e possono essere sia interne al territorio della Lombardia sia esterne. Pertanto la matrice è schematicamente suddivisibile in quattro sottomatrici:

- matrice degli spostamenti interni, tra una zona origine ed una zona destinazione che ricadono all'interno del territorio lombardo;
- matrice degli spostamenti di scambio esterni-interni, con origine all'esterno della Regione e diretti verso l'interno;
- matrice degli spostamenti di scambio interni-esterni, con origine all'interno del territorio regionale e destinazione all'esterno;
- matrice degli spostamenti di attraversamento, con origini e destinazioni esterne al territorio regionale.

Il processo di zonizzazione ha individuato 1.495 zone, di cui 1.450 interne alla Regione Lombardia e 45 esterne, corrispondenti alle Province delle Regioni confinanti, alle restanti Regioni italiane, agli stati esteri ed ai continenti extraeuropei. Diversi comuni della Regione (ad esempio Varese, Como, Milano, Bergamo, ecc.) sono suddivisi in più zone, per un totale di 78 zone.

Poiché ogni spostamento è caratterizzato sia da un motivo sia dal modo di trasporto utilizzato, al livello più disaggregato si hanno matrici specifiche per ciascuna combinazione di motivo e modo. In sintesi, la matrice regionale O/D 2014 include:

- 8 modalità (auto conducente, auto passeggero, TPL gomma, TPL ferro, moto, bici, piedi e altro);
- 5 motivi:
 - lavoro, in cui sono compresi gli spostamenti effettuati per recarsi alla sede di lavoro.
 - studio, in cui sono compresi gli spostamenti effettuati per recarsi a scuola o all'università.
 - occasionali, in cui sono compresi gli spostamenti effettuati per fare acquisti e/o commissioni personali, accompagnare o prendere qualcuno, per fare visite, per svago o turismo, visite mediche.
 - affari, in cui sono compresi gli spostamenti effettuati per riunioni di affari o la visita di clienti. La scelta di considerare separatamente tale motivo è basata sulla specificità del motivo affari, né puramente sistematico né esclusivamente occasionale.

- rientri a casa, sia da scuola/ufficio sia dai luoghi di svago, visita, acquisti, ecc.

In sintesi i risultati derivanti dall'analisi della matrice regionale Origine-Destinazione 2014 hanno decretato:

- gli spostamenti che quotidianamente interessano la Lombardia sono pari a 16,40 milioni e sono cresciuti, rispetto al 2002, del 5,7%;
- chi si sposta compie mediamente 2,5 spostamenti al giorno, per i quali spende circa 1 ora e 6 minuti;
- gli spostamenti non sistematici (non attribuibili a lavoro e a studio) costituiscono circa il 50% del totale, escludendo i rientri;
- il Comune di Milano si conferma come il più importante attrattore della mobilità rispetto alla domanda dell'intera Lombardia, con una quota pari a circa il 21% (esclusi i rientri a casa);
- il Comune di Milano si conferma la città con il maggior utilizzo dei mezzi pubblici: complessivamente il trasporto collettivo (metropolitana, mezzo di superficie, treno e autobus extraurbano) assorbe circa il 41% del totale degli spostamenti interni al Comune Capoluogo motorizzati e non;
- nel segmento extraurbano che gravita su Milano, in termini di spostamenti tra il Comune di Milano e i restanti Comuni della Provincia, torna a prevalere l'auto privata, con circa il 55% di quota modale contro il 37% del Trasporto Pubblico Locale;
- il ruolo di attrattori della domanda di mobilità è esercitato prevalentemente dai Capoluoghi di Provincia, ma anche da alcuni centri di riferimento sub-provinciale (per esempio: Vigevano, Voghera, Crema, e l'area della direttrice del Sempione);
- i centri con ruolo prevalente di generatori di domanda sono ubicati principalmente nella cintura di Milano e nelle aree a ridosso degli altri capoluoghi e dei centri attrattori di mobilità;
- L'indice di mobilità è cresciuto dal 70% del 2002 al 74% del 2014. Il numero medio di spostamenti pro capite è invece sceso da 2,65 a 2,54;
- Il numero di passeggeri*km ha subito una contrazione del 16%, dai circa 164 milioni del 2002 ai circa 137 milioni del 2014, anche in ragione della riduzione della distanza media degli spostamenti passata dai 10,6 km del 2002 agli 8,7 km del 2014;

- Da una prima analisi dei motivi di spostamento, emerge la diminuzione, seppur contenuta (circa 3%), degli spostamenti per lavoro e il contestuale incremento degli spostamenti per affari, che riflette anche l'evoluzione del mercato del lavoro nel periodo di crisi economica. L'aumento degli spostamenti occasionali è in linea con le tendenze della mobilità a tutti i livelli territoriali.

Questa sintesi sul PRMT è stata estratta da parte dell'ampia documentazione e disponibile su sito della Regione Lombardia cui si rimanda per maggiori dettagli ed approfondimenti (fonte: <http://www.regione.lombardia.it>).

4.2 Studio di trasporto Nord_Ing (dicembre, 2016)

Lo studio di trasporto eseguito dal gruppo Nord_Ing rappresenta un'attività propedeutica all'analisi di fattibilità tecnico-economica del progetto preliminare per la realizzazione di un nuovo collegamento da/per Malpensa (collegamento T2-Gallarate), ed ha l'obiettivo, rispetto a quanto già elaborato nell'ambito del PRMT, di fornire un'analisi più approfondita in merito alla domanda di mobilità di riferimento per l'aeroporto di Malpensa, all'offerta di trasporto e al modello di simulazione.

In primo luogo lo studio ha richiesto un aggiornamento della matrice regionale Origine/Destinazione 2014 del PRMT. L'aggiornamento ha riguardato, ai fini degli obiettivi dello studio, l'esplicitazione della domanda di mobilità da/verso gli aeroporti lombardi ed, in particolare, quello di Malpensa attraverso i seguenti step:

- 1 attribuzione degli spostamenti diretti/provenienti all'/dall'esterno all'aeroporto di riferimento;
- 2 verifica e allineamento dei dati alle rilevazioni di traffico eseguite nel 2015;
- 3 proiezione agli scenari di progetto (2025).

La domanda aeroportuale di riferimento della Regione Lombardia nello «scenario attuale» è stata desunta dalla matrice regionale O/D 2014 a partire dal totale degli spostamenti riconducibili al modo di trasporto «Altro», pari a 167.614. Questo elemento di coerenza con lo studio Nord_Ing si è rivelato particolarmente importante per lo studio di trasporto PD_Rho-Parabiago ai fini della simulazione dei flussi di traffico sul raccordo Y.

L'attribuzione agli aeroporti degli spostamenti interni alla Regione Lombardia è avvenuta considerando i tre scali di Linate, Malpensa e Bergamo congiuntamente a quelli di Bologna e di Verona in modo differenziato in base al Comune lombardo di origine o di destinazione, mentre per quanto concerne l'attribuzione degli spostamenti di scambio con l'esterno sono stati applicati criteri differenti a seconda

che venissero considerati gli spostamenti interni all'Italia e all'Europa, quelli intercontinentali o quelli di attraversamento attribuendoli alternativamente ad alcuni di essi.

Gli spostamenti per ciascuna relazione O/D attribuita agli aeroporti di riferimento sono stati calibrati in base ai dati di traffico aereo rilevati nel mese di aprile 2015, mediante una serie di iterazioni che hanno tenuto conto della ripartizione tra i tre aeroporti lombardi dei passeggeri nazionali, internazionali e dei transiti e degli arrivi e delle partenze.

Dall'analisi della matrice O/D aggiornata al 2015, si è rilevato un numero medio di 100.599 spostamenti giornalieri che afferiscono ai tre aeroporti lombardi di Malpensa, Linate e Orio, di cui quasi il 50% attribuiti all'aeroporto di Malpensa.

Ai fini delle previsioni di crescita della domanda di mobilità per l'orizzonte 2025 sono stati considerati i seguenti scenari:

- SCENARIO A «PRUDENZIALE», che prevede una crescita dei passeggeri dei tre aeroporti lombardi in linea con quella dei Piani industriali di SEA per Malpensa e Linate e SACBO per Bergamo;
- SCENARIO B «OTTIMISTICO», in cui, limitatamente all'aeroporto di Malpensa, è prevista una crescita dei passeggeri pari al 50% rispetto al traffico attuale.

Allo scopo di considerare pienamente l'«effetto rete» derivante dagli interventi di sviluppo ferroviario previsto nell'area di Malpensa e le dinamiche regionali della domanda, anche la matrice OD 2014 relativa alle relazioni intra-regionali «extra-aeroportuali» è stata proiettata allo scenario 2025, prendendo a riferimento diversi fattori tra i quali la diminuzione della popolazione lombarda al 2025 pari al 6,41% (fonte: ISTAT), la crescita del PIL al 2023 del 7,7% (fonte: Prometeia) e l'aumento del numero di spostamenti giornalieri pro capite, che può essere considerato pari all'incremento del PIL nell'orizzonte decennale 2015-2025.

Relativamente alla modellizzazione dell'offerta di trasporto, in aggiunta allo scenario attuale 2015, denominato «2015_RIFERIMENTO», gli interventi di sviluppo dell'offerta ferroviaria regionale sono stati ricostruiti nei seguenti scenari:

- 2015_S, che prevede l'offerta attuale con l'aggiunta del collegamento T2-Gallarate;
- 2025_RIFERIMENTO, senza il collegamento T2-Gallarate e con il quadruplicamento Rho-Parabiago;
- 2025_S1, con il collegamento T2-Gallarate e il quadruplicamento Rho-Parabiago;

- 2025_S2, senza il collegamento T2-Gallarate, con il quadruplicamento Rho-Parabiago e il raccordo Y a doppio binario e con scavalco;
- 2025_S0, senza il collegamento T2-Gallarate, con il quadruplicamento Rho-Parabiago e il raccordo Y a semplice binario;
- 2030, con il collegamento T2-Gallarate e il quadruplicamento dell'intera tratta Rho-Parabiago-Gallarate.

In aggiunta è stato predisposto lo scenario 2015_Sbis, che presenta la medesima offerta del 2015_S eccetto per il servizio «Pedemontano» Bergamo-Carnate-Gallarate.

Per ogni scenario è stato predisposto un sistema di servizi, relativamente a Malpensa e al nord-ovest della Lombardia, che tra di essi differiscono per instradamenti, prolungamenti e frequenza.

I modelli di ripartizione modale e scelta del percorso sono stati applicati all'intera domanda regionale della Lombardia, successivamente all'attribuzione agli aeroporti delle relazioni con modo «altro». La domanda giornaliera «auto» e «treno» così ottenuta è stata infine assegnata alle reti stradale e ferroviario (fonte: Supporto tecnico per la realizzazione del progetto preliminare per un nuovo collegamento da/per Malpensa. Rapporto finale, Dicembre 2016)



Potenziamento della linea Rho-Arona
Tratta Rho-Gallarate
Quadruplicamento Rho (e) – Parabiago (i) e
raccordo Y

Studio di trasporto

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	30	D 16 RG	ES 0001 001	A	18 di 72

5 ANALISI DI INQUADRAMENTO

Le analisi sulla mobilità eseguite nel PRMT forniscono un chiaro inquadramento sullo stato del trasporto pubblico locale e merci in ambito regionale con dettagli interessanti sul trasporto ferroviario.

5.1 TPL e trasporto ferroviario

Le analisi sulla mobilità eseguite nel PRMT forniscono un inquadramento esaustivo sullo stato del trasporto pubblico locale in ambito regionale ed, più in particolare, sul trasporto ferroviario.

La domanda di trasporto collettivo ammonta complessivamente a circa 968 mln pax/anno ed è aumentata con un trend in crescita medio annuo superiore al 4% nel corso degli ultimi anni. La domanda ferroviaria regionale è cresciuta in modo rilevante, passando dai circa 400 mila pax/giorno nei primi anni 2000 ai circa 700 mila nel 2014 con incrementi particolarmente significativi su alcune direttrici: sulla Milano-Chiasso (linee S9+S11) è quasi triplicata in 10 anni; l'utenza della linea S6 Novara-Milano è raddoppiata dal 2005 al 2011; la domanda sulla relazione RegioExpress Milano-Bergamo è cresciuta del 44% in 6 anni.

Con riferimento al trasporto collettivo, la Lombardia presenta elementi di assoluta peculiarità nel contesto di riferimento nazionale. In relazione al trasporto ferroviario e al TPL su gomma, ad esempio, la Lombardia rappresenta, a livello nazionale, circa il 14% dell'offerta in termini di autobus*km e circa il 19% in termini di treni*km. Ciò è dovuto anche alla presenza di più di 6.000 autobus e di circa 2.300 corse ferroviarie al giorno.

La rete ferroviaria si estende in Lombardia per circa 2.000 km con un totale di 421 stazioni. Di tale rete:

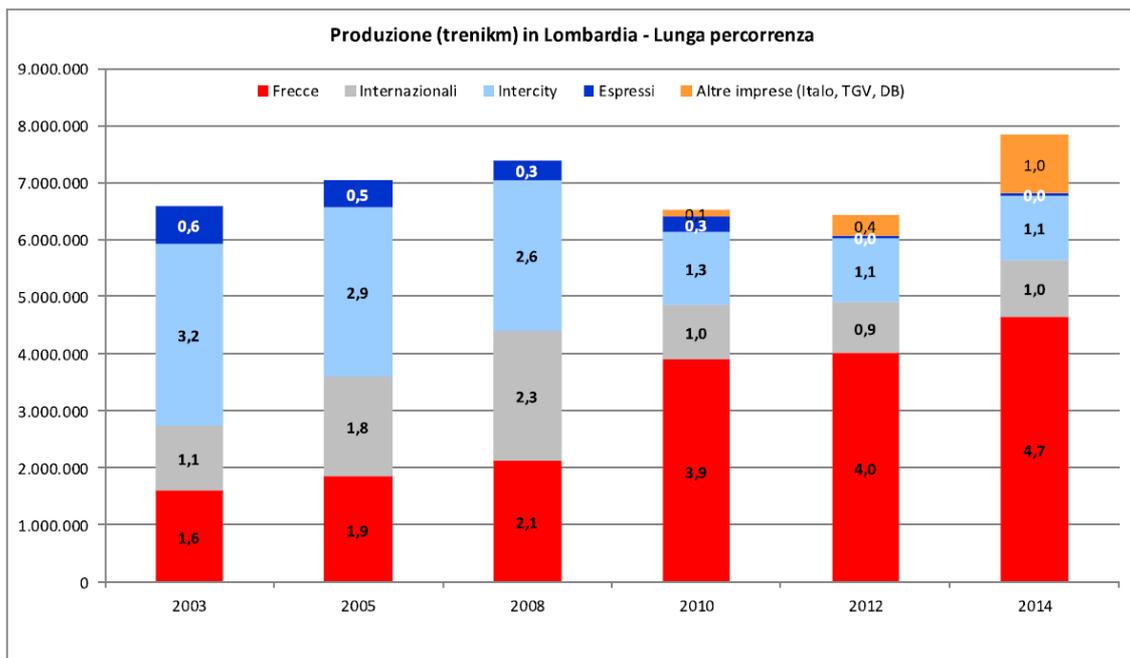
- circa 320 km con 120 stazioni costituiscono la rete regionale in concessione a Ferrovienord SpA;
- la restante parte appartiene alla rete nazionale in concessione a RFI SpA ed è suddivisa fra rete AV/AC (linea Milano - Bologna, linea Milano - Torino), rete fondamentale, rete complementare e linee nodo.

La rete regionale in concessione è esclusivamente dedicata ai servizi regionali e pertanto vede un traffico mediamente minore e molto omogeneo, mentre sulla rete nazionale c'è la coesistenza di servizi sovraregionali e regionali, che interagiscono tra loro in modo estremamente complesso e che determinano un traffico spesso maggiore e fortemente disomogeneo (alta velocità, lunga percorrenza, merci, interregionali, internazionali e regionali). Le due reti sono interconnesse in numerosi punti, tra

cui il più importante è il Passante Ferroviario di Milano, attraverso il quale ogni giorno centinaia di corse passano da una rete all'altra.

Il servizio ferroviario di carattere nazionale e internazionale - assicurato attualmente da Trenitalia Spa e da NTV Spa (Italo), TGV e DB AG - ha visto nell'ultimo decennio una sostanziale invarianza dei volumi d'offerta prodotti, nonostante l'apertura dei nuovi assi AV/AC. La ripartizione dei volumi tra le differenti tipologie di servizio è però cambiata radicalmente. Tutti gli aumenti sono stati concentrati sui nuovi assi AV/AC (Milano-Bologna-Roma e Milano-Torino) e in buona parte sull'asse Milano – Venezia che ha vissuto la trasformazione del precedente sistema Intercity nel sistema semiorario Frecciabianca. Le altre direttrici hanno visto una sostanziale invarianza di servizio (Milano – Genova) o una diminuzione del servizio prodotto (Milano-Bologna storica, Milano – Chiasso - Zurigo e Milano – Domodossola - Ginevra/Basilea).

Il servizio di tipo interregionale tra Lombardia e Ticino (relazioni transfrontaliere) ha avuto negli ultimi anni un interessante sviluppo, dal momento che il vicino Cantone Ticino costituisce per la Lombardia un interessante bacino di traffico e di scambio di relazioni correlate per diversi motivi (spostamenti di tipo pendolare, transfrontalieri di lavoro e di studio, per relazioni d'affari, ecc.).

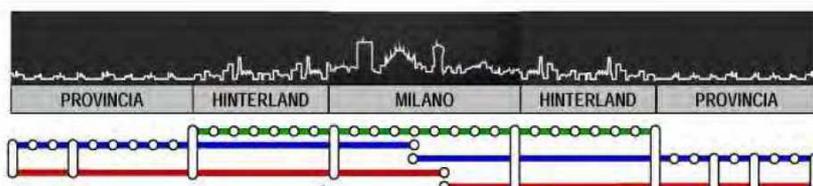
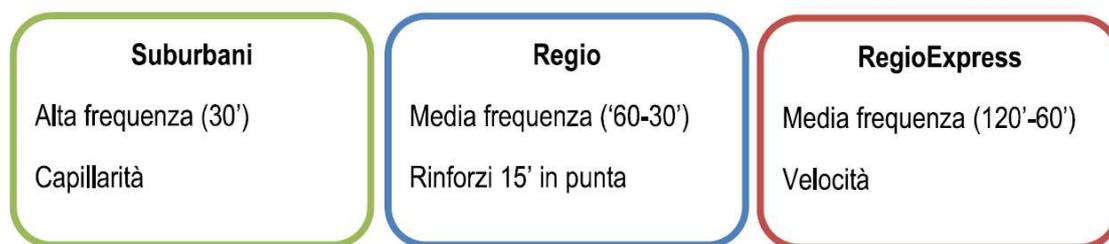


Fonte: elaborazione Regione Lombardia

Figura – Produzione (treni*km) di servizi ferroviari lunga percorrenza in Lombardia (fonte PRMT, 2016)

I servizi regionali svolti da Trenord sono strutturati secondo tre tipologie di offerta:

- servizio suburbano (linee S) ad alta frequenza (30'), per la mobilità interna all'area metropolitana di Milano (Milano e comuni fino a circa 30 km) e per alcuni collegamenti tra i capoluoghi e la relativa conurbazione, con frequenza costante ed ampi archi di servizio (dalle 5.00 alle 0.30 circa);
- servizio interpolo (linee RE, RegioExpress) a media frequenza (30'-60'), per il collegamento veloce delle principali centralità urbane tra loro e con Milano;
- servizio regionale (linee R) a media frequenza (60'-120'), per i restanti collegamenti locali o per i servizi velocizzati in ambito suburbano.



Fonte: elaborazione Regione Lombardia

Figura – Organizzazione del servizio ferroviario regionale della Lombardia (fonte PRMT, 2016)

Il progetto d'offerta in Lombardia è strutturato su due piani sovrapposti di domanda prevalente. Un primo livello è quello che interessa i principali nodi metropolitan (in particolare il nodo di Milano) caratterizzati da una domanda prevalentemente di tipo radiale. Nell'intorno di queste aree anche l'offerta di servizi è stata organizzata secondo una struttura radiale su tre livelli di servizi (S+R+RE). Nei territori regionali più lontani dalla gravitazione urbana, il piano d'offerta è invece strutturato secondo il più consueto modello policentrico a due livelli (R+RE).

Nel 2011, la domanda complessiva, stimata sui dati del venduto, era pari a 630.000 passeggeri/giorno. Una stima odierna dei passeggeri sulla base dei dati di frequentazione dei soli servizi di Trenord

(novembre 2014) porta invece a 700.000 passeggeri/giorno (cui vanno aggiunti circa 100.000 passeggeri dei servizi regionali gestiti dalle regioni confinanti e circa 50.000 passeggeri che usufruiscono dei servizi di lunga percorrenza). Come in tutti i sistemi di trasporto con forte componente lavorativa/studentesca, la domanda era in passato significativamente concentrata nelle ore di punta. Negli anni è invece progressivamente aumentata la quota di utenti nelle fasce tradizionalmente di morbida grazie a un'offerta che ha seguito la tendenza a una maggiore flessibilità nelle esigenze degli spostamenti e la massima estensione degli archi di servizio a disposizione dei cittadini. La domanda servita dal trasporto ferroviario è comunque ancora in larga misura sistematica piuttosto che occasionale, infatti:

- il 36% dei viaggi è effettuato per motivi di lavoro e il 37% per motivi di studio, mentre solo il 21% dei viaggi è effettuato per motivi non sistematici;
- il 46% degli utenti utilizza il treno quotidianamente;
- circa il 50% degli utenti utilizza abbonamenti (annuale, mensile o settimanale), a cui si aggiunge il 12% che utilizza abbonamenti integrati.

La domanda servita dal sistema ferroviario mostra una localizzazione geografica coerente con i dati complessivi della mobilità su scala regionale e tali da confermare i punti di forza dell'attuale sistema ferroviario regionale:

- circa tre quarti degli utenti effettua spostamenti da e per Milano;
- le percorrenze medie sono basse, con il 75% degli utenti che viaggia su percorsi inferiori a 40 km (percorrenza che scende ulteriormente per viaggi non da e per Milano);
- la quota di utenti occasionali supera la quota di utenti sistematici su distanze superiori ai 60-70 km.

5.2 Focus su trasporto merci

Le statistiche del PRMT evidenziano che per quanto concerne il trasporto delle merci rimane preponderante l'uso della modalità "strada", con quasi il 93% del volume totale di merce movimentata. Nel 2011 in totale si sono movimentate su ferro circa 28 milioni di tonnellate di merce, di cui circa 4 milioni destinate al traffico nazionale e circa 24 milioni destinate al traffico internazionale.

Il ruolo della ferrovia è più significativo se ci si focalizza sulla ripartizione modale della componente internazionale del traffico merci. Su queste relazioni, infatti, la ferrovia rappresenta il 67,4% del traffico totale internazionale. La maggior parte del traffico ferroviario internazionale è costituito dai trasporti intermodali (circa il 62%), favoriti anche dal ruolo svolto dal sistema Sempione/Gottardo che, con 24

mln ton./anno, copre il 56% dei traffici ferroviari complessivi nazionali contro il 33,6% dei valichi austriaci e il 10,5% di quelli francesi. Negli ultimi anni, inoltre, la quota di traffico ferroviario intermodale in Lombardia è rimasta sostanzialmente costante a fronte di una significativa diminuzione del traffico ferroviario registrata a livello nazionale (fonte: <http://www.regione.lombardia.it>).



Figura - Traffico intermodale in Lombardia. Andamento nel periodo 1996-2013 (fonte PRMT, 2016)



Potenziamento della linea Rho-Arona
Tratta Rho-Gallarate
Quadruplicamento Rho (e) – Parabiago (i) e
raccordo Y

Studio di trasporto

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	30	D 16 RG	ES 0001 001	A	23 di 72

6 OFFERTA FERROVIARIA ATTUALE

Limitando l'analisi sul trasporto ferroviario alla sola tratta di intervento Rho-Parabiago, oggetto del progetto di quadruplicamento della linea, si osserva che il traffico è attualmente composto da servizi passeggeri di tipo metropolitano/regionale e lunga percorrenza e treni merci.

La linea è interessata da traffici eterotachici, costituiti da relazioni internazionali Italia-Svizzera (via Sempione), regionale (relazioni Domodossola-Milano), comprensoriale (linea "Passante" Gallarate-Treviglio) e merci (accesso al terminale di Busto Arsizio-Hupach e Milano).

A seguito di una serie di estrazioni da PIC (Piattaforma Integrata Circolazione) di RFI in più giorni feriali medi (periodo gennaio 2017), si è ricostruito che il modello di esercizio giornaliero è mediamente così strutturato:

- Lunga Percorrenza, 16 treni/giorno;
- Regionali, 166 treni/g;
- Merci, 25 treni/giorno;
- Totali, 207 treni/giorno.

NOTA: Il modello di esercizio attuale aggiornato al 2017 è coerente con quello riportato nel progetto definitivo del 2013, pur presentando delle inevitabili differenze. Infatti, pur rimanendo in sostanza invariato il numero totale dei treni giornalieri (206 treni/g nel PD 2013), la ripartizione tra i vari servizi è leggermente diversa (così prevista nel PD: 18 treni/g Lunga Percorrenza; 158 treni/g Regionali, 30 treni/g Merci). Ai fini dello studio di trasporto si è comunque deciso di simulare il modello di esercizio più recente per ottenere risultati più coerenti con le attuali condizioni di domanda e offerta di trasporto.

Nella tabella seguente si riportano le serie storiche sul numero di treni effettuati sulla tratta Rho-Parabiago, distinti per tipologia di servizio, nell'intervallo temporale 2011 – 2016.

Tabella - Treni effettuati per tipologia di servizio nel periodo 2011 – 2016 (fonte: RFI)

Tratta Dev.Est.Rho – Vanzago Pogliano – Parabiago				
	Pax Lunga Percorrenza	Pax Breve Percorrenza	Merci	Totali
2011	6.483	55.261	7.757	69.501
2012	5.916	55.720	7.403	69.039
2013	6.071	55.354	7.670	69.095
2014	5.799	57.100	8.744	71.643
2015	6.733	59.885	8.457	75.075
2016	5.845	59.585	11.149	76.579

Dalla tabella si deduce una relativa stabilità sulla programmazione dei servizi nell'ultimo periodo. In linea con le analisi del PRMT si riscontra un trend tendenzialmente positivo per i servizi dei medio/breve raggio ed un andamento più incostante per i servizi lunga percorrenza e merci con variazioni massime, fra un anno e l'altro, comunque limitate al 15% (in positivo o in negativo) per entrambe le categorie. Solo per i treni merci si registra nel 2016 un positivo incremento sui servizi effettuati rispetto all'anno precedente (circa +32%).

7 COSTRUZIONE DEL MODELLO DI TRASPORTO “PD_RHO-PARABIAGO”

Il modello di trasporto PD_Rho-Parabiago è composto da tre sotto-modelli, il modello di domanda, il modello di offerta ed il modello di assegnazione del trasporto pubblico, le cui caratteristiche saranno descritte nel seguito del capitolo.

7.1 Modello di Domanda

Come già detto, il modello di domanda elaborato per lo studio di trasporto PD_Rho-Parabiago, è il risultato di un processo elaborazione e combinazione di quanto sviluppato nell’ambito degli studi PRMT e Nord-Ing di seguito descritti.

7.1.1 Modello di Domanda PRMT

In relazione al contributo proveniente dal modello di domanda implementato nel PRMT, si riporta un estratto dalla documentazione di riferimento che ne descrive le caratteristiche.

“Al fine di rappresentare al meglio la mobilità del territorio lombardo, l’area di studio è stata suddivisa in 1.450 zone di mobilità:

- 1.264 zone costituite da singoli Comuni lombardi
- 108 zone costituite dall’aggregazione di Comuni
- 78 zone costituite dalla disaggregazione di grossi Comuni: Milano, Monza, Sesto S. Giovanni, Rho, Cinisello Balsamo, Cremona, Bergamo, Como, Mantova, Brescia, Lodi, Pavia, Varese, Busto Arsizio, Legnano e Vigevano.

Ulteriori 3 zone corrispondono agli aeroporti di Malpensa, Linate ed Orio al Serio.

Per quanto riguarda la zonizzazione esterna, si hanno in tutto 45 zone:

- 26 corrispondenti a Province delle regioni confinanti;
- 15 corrispondenti a regioni non confinanti;
- 14 corrispondenti a Stati esteri europei;
- 3 corrispondenti a Stati extraeuropei.

La definizione della matrice regionale 2014 è basata su un modello di domanda di trasporto, ovvero uno strumento che, alimentato con dati rappresentativi della popolazione e del territorio regionale e calibrato con informazioni rilevate direttamente sul campo, ha lo scopo di rappresentare nel migliore dei

modi la realtà. Tali indicazioni devono essere tenute in considerazione nel momento dell'utilizzo dei dati in quanto richiedono specifiche competenze per l'interpretazione degli stessi, che sono riferiti ad una scala territoriale regionale.

Per poter procedere alla determinazione della matrice origine-destinazione, si è utilizzato un approccio a stadi successivi mediante opportuni modelli di:

- emissione ed attrazione degli spostamenti;
- distribuzione degli spostamenti;
- ripartizione modale;
- assegnazione alla rete (grafo).

(fonte: <http://www.regione.lombardia.it/wps/wcm/connect/d93b792f-0f1a-49ac-b9e1-d3bfd7511524/Presentazione+Matrice+OD.pdf?MOD=AJPERES&CACHEID=d93b792f-0f1a-49ac-b9e1-d3bfd7511524>)



Figura - Struttura del modello a 4 stadi implementato nel PRMT (fonte, PTRMT 2016)

Rimandando alla documentazione specifica del PRMT per ulteriori dettagli ed informazioni relative al modello di emissione/attrazione ed al modello di distribuzione utilizzati per il PRMT, è opportuno riportare alcune note specifiche relativamente al modello di scelta modale ed alla costruzione delle matrici esterne.



Potenziamento della linea Rho-Arona
Tratta Rho-Gallarate
Quadruplicamento Rho (e) – Parabiago (i) e
raccordo Y

Studio di trasporto

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	30	D 16 RG	ES 0001 001	A	27 di 72

In merito al modello di scelta modale, “per ogni spostamento, effettuato tra le zone origine e destinazione, per ogni motivo, è stata ricavata l’aliquota di spostamenti che utilizza un certo modo di trasporto. Nello specifico, è stato utilizzato un approccio “kite” considerando separatamente:

- ripartizione modale degli spostamenti aventi origine in un singolo Comune/aggregazione di Comuni e destinazione in altro Comune/aggregazione di Comuni - modello LOGIT;
- ripartizione modale all’interno della diagonale della matrice (spostamenti con origine e destinazione all’interno dello stesso Comune/aggregazione di Comuni) e, nelle sottomatrici, spostamenti con origine e destinazione all’interno dello stesso Comune (per i Comuni disaggregati in più zone) – approccio deterministico;” (fonte: <http://www.regione.lombardia.it/wps/wcm/connect/d93b792f-0f1a-49ac-b9e1-d3bfd7511524/Presentazione+Matrice+OD.pdf?MOD=AJPERES&CACHEID=d93b792f-0f1a-49ac-b9e1-d3bfd7511524>)

In merito alle matrici esterne, “La matrice esterna è data dall’unione delle sottomatrici di scambio (I^*E ed E^*I) e di attraversamento (E^*E) relative all’analisi sia delle interviste al cordone (spostamenti dei non residenti in ingresso/uscita dalla Lombardia) sia degli spostamenti di scambio relativi ai residenti in Lombardia.

In particolare si fa riferimento alle seguenti sottomatrici:

- cordone stradale;
- cordone ferroviario;
- cordone aeroportuale;
- di scambio dei residenti.”

(fonte: <http://www.regione.lombardia.it/wps/wcm/connect/d93b792f-0f1a-49ac-b9e1-d3bfd7511524/Presentazione+Matrice+OD.pdf?MOD=AJPERES&CACHEID=d93b792f-0f1a-49ac-b9e1-d3bfd7511524>).

7.1.2 Modello di Domanda Nord-Ing

In relazione al modello di domanda, rispetto a quanto già prodotto per lo studio PRMT, si è eseguito un complesso processo di ricostruzione delle matrici di mobilità aeroportuale, secondo la struttura logica rappresentata nella figura seguente.



Figura – Processo di valutazione della domanda di mobilità aeroportuale (fonte: Nord_Ing, J-FNOR-6-TR-01_Report finale_20161223_v2.PDF” - 23 dicembre 2016)

Nell’immagine seguente è rappresentato il flussogramma concettuale delle attività eseguite ai fini della costruzione delle componenti di domanda per il “modello Nord-Ing”.

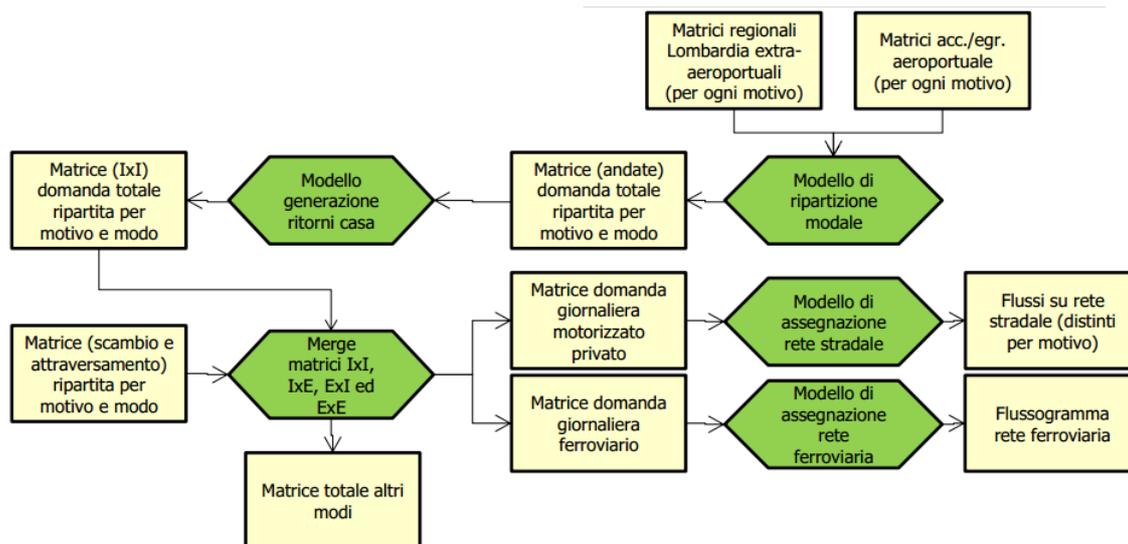


Figura – Processo di combinazione delle matrici di mobilità (fonte: Nord_Ing, J-FNOR-6-TR-01_Report finale_20161223_v2.PDF” - 23 dicembre 2016)

Rimandando al documento di riferimento per approfondimenti sulle metodologie ed i risultati ottenuti, è opportuno specificare alcune note relativamente al modello di ripartizione modale.

“La ripartizione modale degli spostamenti interni extra-comunali, nonché da e verso gli aeroporti, è stata valutata utilizzando un modello di tipo logit multinomiale con una struttura «nested a due livelli».

Nel primo livello, il modello simula la scelta dell’utente in merito al «modo pubblico» o «privato». Nel secondo livello, invece, il modello simula la scelta tra la singola modalità («auto conducente», «auto passeggero» e «moto», relativamente al «privato», e «TPL ferro» o «TPL gomma» per il modo «pubblico»).

Nel caso degli spostamenti intra-comunali è stato utilizzato un approccio deterministico, considerando valori desunti dalle più recenti indagini disponibili. Gli spostamenti di scambio ed attraversamento sono stati valutati a partire dall’elaborazione ed espansione all’universo delle indagini ai cordoni stradale e ferroviario effettuate nel 2014 nell’ambito della realizzazione della matrice OD regionale.” (fonte: Nord_Ing, J-FNOR-6-TR-01_Report finale_20161223_v2.PDF” - 23 dicembre 2016).

7.1.3 Modello di Domanda PD_Rho-Parabiago

Il modello di domanda implementato nell’ambito dello studio PD_Rho-Parabiago ha previsto la ricostruzione delle matrici Origine/Destinazione degli spostamenti giornalieri per le varie componenti di mobilità a partire dai dati di base condivisi dagli studi precedenti. In particolare:

- Matrici sviluppate nell’ambito del modello Nord-Ing per le componenti “Interno/Interno” della Regione Lombardia (incluse le relazioni Svizzera/Malpensa e Svizzera/Linate), inclusive delle relazioni con gli aeroporti;
- Matrici sviluppate nell’ambito del “modello PRMT” per le componenti “Esterno/Interno” ed “Interno/Esterno”;

I database condivisi dei modelli PRMT e Nord_Ing non contenevano le componenti di traffico “Esterno/Esterno”, per cui questa quota di spostamenti non è stata oggetto di studio, per quanto trascurabile rispetto al volume di spostamenti interni o di relazione con l’esterno generati.

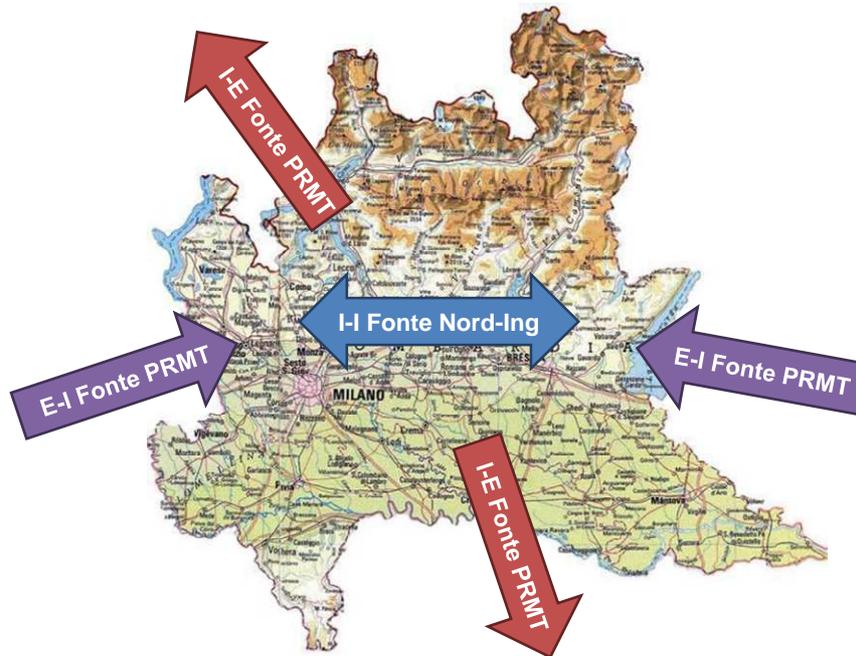


Figura – Componenti della matrice OD utilizzata per il modello PD_Rho-Parabiago e fonti di provenienza

I dati di base sono stati oggetto di varie elaborazioni così da poter ricostruire le seguenti cinque componenti di mobilità:

- spostamenti “Lavoro”;
- spostamenti “Studio”;
- spostamenti “Occasionali”;
- spostamenti “Affari”;
- spostamenti “Ritorno”.

Le matrici di domanda giornaliere sono state, quindi, ricostruite rispetto ai due orizzonti temporali di riferimento (considerando che come specificato nello studio Nord_Ing la domanda per lo scenario 2030 è stata considerata, in cautela la stessa del 2025). La tabella di seguito riporta in sintesi i volumi di spostamenti attribuiti a ciascuna componente delle matrici O/D ottenute.

Tabella – Volume degli spostamenti tra le coppie O/D delle matrici di domanda calcolate per il modello PD_Rho-Parabiago

Orizzonte temporale	Tot spostamenti da modello Nord-Ing (spost. interni)	Tot spostamenti da modello PRMT (spost. da/per l'esterno)	Totale domanda assegnata
2015	1.086.346	79.585	1.165.931
2025	1.169.482	79.585	1.249.067

Le matrici utilizzate per la valutazione degli scenari 2025 sono, quindi, le stesse dello studio Nord-Ing per l'anno 2025, ma integrate con le componenti di relazione con l'Esterno, derivate dal PRMT e relative allo scenario 2014, assumendo che queste rimangano invariate nel tempo.

Le matrici di domanda utilizzate per gli spostamenti interni (derivanti dal modello Nord-Ing) non contenevano le sottomatrici relative al motivo "ritorno". Per il calcolo di tale componente, si è seguita la stessa procedura descritta nel PRMT: "Dopo aver effettuato la ripartizione modale degli spostamenti per i diversi motivi, si è provveduto a determinare i corrispondenti spostamenti di rientro a casa. A partire dalle matrici ripartite per modo e per motivo, sono state determinate le matrici di ritorno a casa per modo, utilizzando le espressioni:

$$\begin{aligned}
 [M_{RIT,COND}] &= \alpha [M_{LAV,COND}]^T + \beta [M_{STU,COND}]^T + \gamma [M_{OCC,COND}]^T \\
 [M_{RIT,PAX}] &= \alpha [M_{LAV,PAX}]^T + \beta [M_{STU,PAX}]^T + \gamma [M_{OCC,PAX}]^T \\
 [M_{RIT,MOTO}] &= \alpha [M_{LAV,MOTO}]^T + \beta [M_{STU,MOTO}]^T + \gamma [M_{OCC,MOTO}]^T \\
 [M_{RIT,FERRO}] &= \alpha [M_{LAV,FERRO}]^T + \beta [M_{STU,FERRO}]^T + \gamma [M_{OCC,FERRO}]^T \\
 [M_{RIT,GOMMA}] &= \alpha [M_{LAV,GOMMA}]^T + \beta [M_{STU,GOMMA}]^T + \gamma [M_{OCC,GOMMA}]^T \\
 [M_{RIT,BICI}] &= \alpha [M_{LAV,BICI}]^T + \beta [M_{STU,BICI}]^T + \gamma [M_{OCC,BICI}]^T \\
 [M_{RIT,PIEDI}] &= \alpha [M_{LAV,PIEDI}]^T + \beta [M_{STU,PIEDI}]^T + \gamma [M_{OCC,PIEDI}]^T \\
 [M_{RIT,ALTRO}] &= \alpha [M_{LAV,ALTRO}]^T + \beta [M_{STU,ALTRO}]^T + \gamma [M_{OCC,ALTRO}]^T
 \end{aligned}$$

I valori dei coefficienti α , β , γ sono:

COEFFICIENTE	VALORE
α	0.875
β	1.000
γ	0.754

7.2 Modello di Offerta

Il modello di offerta del modello PD_Rho-Parabiago, implementato sul software di simulazione Cube, è composto fondamentalmente da due database distinti, derivati dal “modello Nord-Ing” e utilizzati come base per lo sviluppo dei nuovi scenari. Questi contengono:

- il grafo della rete stradale, relativo all’anno 2014;
- l’insieme dei servizi di trasporto pubblico, relativi agli anni 2015 e 2025.

Il grafo di rete è composto da 79.718 archi direzionali e 50.483 nodi, ognuno dei quali caratterizzati da attributi specifici. Di seguito si riporta un’immagine del grafo di rete dell’intera regione Lombardia, estratta dal modello Cube (la diversa colorazione è rappresentativa delle varie categorie d’arco).



Figura – Grafo di rete della regione Lombardia

In relazione ai servizi di trasporto pubblico, ogni linea descritta all'interno del modello è caratterizzata da alcuni attributi base, funzionali per l'esecuzione di modelli Cube. Gli attributi fondamentali sono:

- Nodi Fermata o Nodi transito;
- Tempo di viaggio tra i Nodi Fermata;
- Frequenza della linea;
- Nome della linea;
- Operatore del servizio;
- Modo.

Si riportano di seguito alcune immagini relative ai servizi descritti ed estratte dal modello Cube.

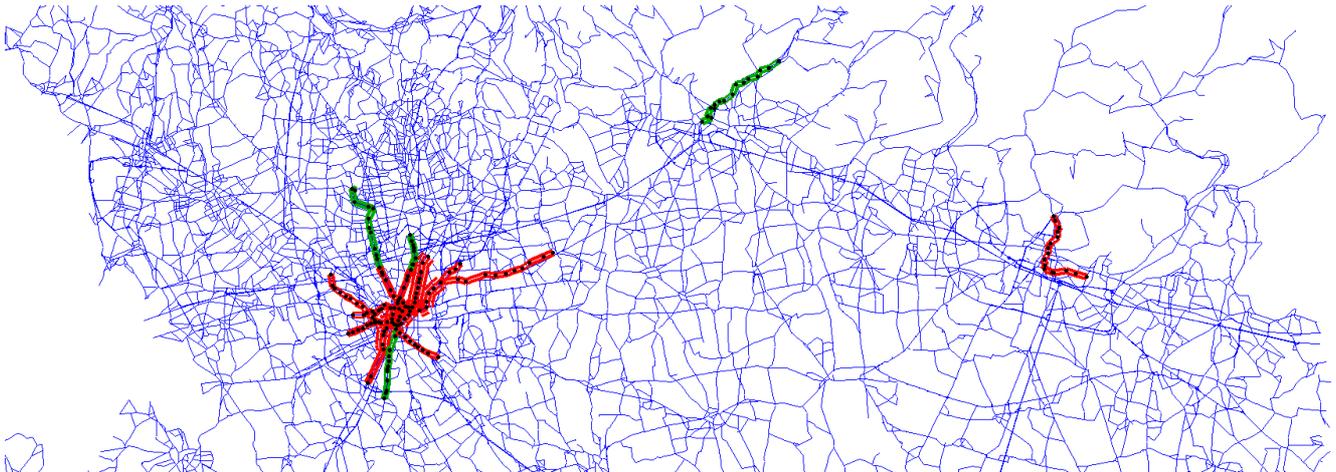


Figura – Servizi Urbani, anno 2015

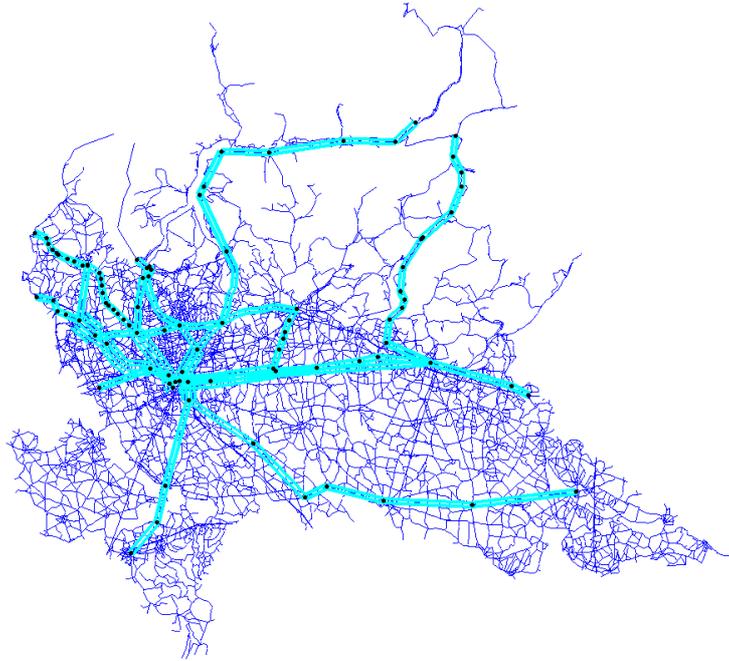


Figura – Servizi Regionali Espressi, anno 2015

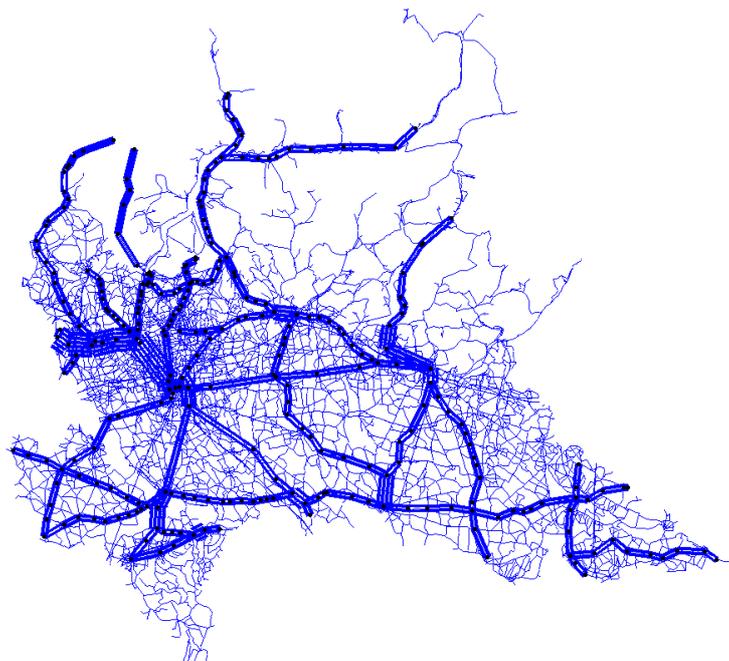


Figura – Servizi Regionali, anno 2015

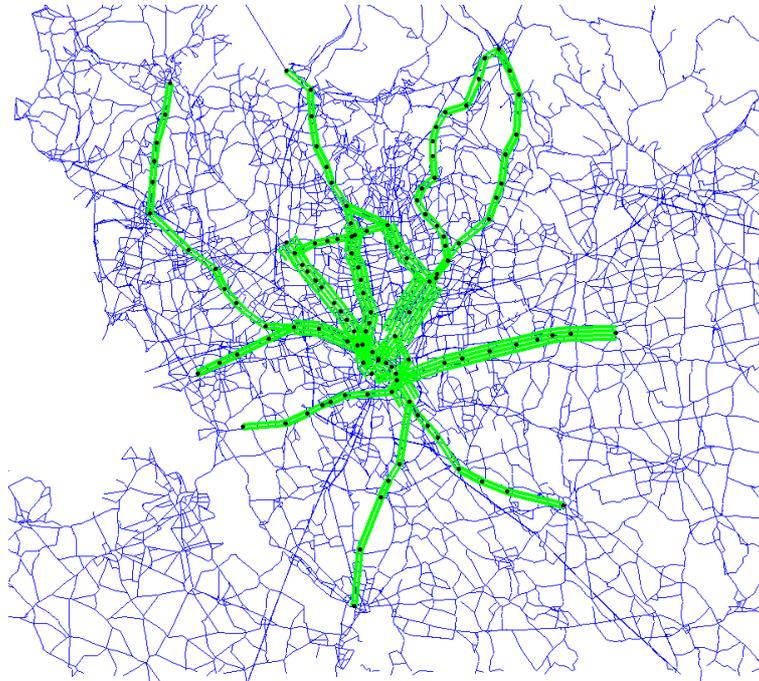


Figura – Linee Suburbane, anno 2015

Nel modello sono state costruite, a seconda degli scenari implementati, oltre 150 linee. In particolare relativamente agli scenari oggetto di simulazione (descritti in dettaglio al paragrafo 8.1), si è ricostruito il numero di linee sintetizzato nella tabella seguente.

Tabella – Numero di linee ricostruite per i vari scenari nel modello di offerta PD_Rho-Parabiago

Servizio	Scenario		
	2015_Optione Zero	2025_Fase 1	2030_Fase 2
Modo 1 (Suburbana)	22	34	34
Modo 2 (Regionali Espressi)	30	32	32
Modo 3 (Metropolitana)	14	16	16
Modo 4 (Linee Regionali)	82	88	88
Modo 5 (Tramvie Extraurbane)	8	10	10
Totale	156	180	180

7.3 Modello di Assegnazione

In riferimento a quanto riportato in letteratura, in relazione alle finalità dello studio ed in coerenza con quanto sviluppato nel modello PRMT e nel modello Nord-Ing, l'approccio utilizzato per l'implementazione del modello di assegnazione si è basato sulle seguenti assunzioni:

- **Comportamento Preventivo/Adattivo** – In un sistema di trasporto collettivo un utente può avere due diversi comportamenti di scelta del percorso:
 - Comportamento di scelta “adattivo”: durante il viaggio l'utente si adatta a eventi casuali o non prevedibili all'inizio del viaggio
 - Comportamento di scelta “preventivo”: prima di iniziare il viaggio l'utente confronta le possibili alternative scegliendone una sulla base di caratteristiche o attributi attesi¹

In un sistema di trasporto collettivo come quello ferroviario qui simulato, il comportamento di scelta del percorso è di tipo fondamentalmente preventivo, in quanto all'inizio del viaggio l'utente possiede le informazioni necessarie per definire il percorso da seguire. Per questo motivo, all'inizio l'utente identifica una strategia di viaggio con un costo medio ritenuto inferiore (comportamento preventivo). L'impostazione modellistica seguita permette comunque, durante il viaggio, di scegliere una delle alternative in funzione di variabili non prevedibili a priori (comportamento adattivo).

- **Approccio per Ipercammini** – A seguito dell'ipotesi introdotta al punto precedente, l'algoritmo di scelta del percorso utilizzato nel presente modello si basa sul concetto di ipercammino, definito come *una collezione di percorsi possibili ciascuno dei quali è caratterizzato da un peso che rappresenta la probabilità di realizzazione del percorso*². In altre parole, l'ipercammino è una sorta di “sottografo” che identifica la strategia di viaggio data da un insieme di possibili alternative, mentre i nodi fermata in esso contenuti rappresentano i punti di scelta dove successivamente l'utente può decidere quali linee utilizzare a seconda della disponibilità dell'offerta (frequenza, ecc.)
- **Modellazione delle Linee di Trasporto Collettivo** – La descrizione del servizio offerto dalle linee di un sistema di trasporto collettivo può avvenire seguendo una delle seguenti metodologie:
 - Modellazione a Frequenza: le linee sono descritte in base alla frequenza del passaggio dei mezzi. Questo approccio è solitamente utilizzato per i sistemi di trasporto caratterizzati da una frequenza elevata, dove gli utenti non conoscono necessariamente l'orario del

¹ Cascetta Ennio, “Teoria e metodi dell'ingegneria dei sistemi di trasporto”, UTET, Torino, 1998.

² Russo F., “Modelli e metodi per la programmazione dei servizi di trasporto pubblico locale: uno stato dell'arte: progetto di rilevante interesse nazionale, 2000: Linee guida per la programmazione dei servizi di trasporto pubblico locale”, Franco Angeli, Milano, 2002.

passaggio dei mezzi e si recano indistintamente alla fermata, consapevoli che il tempo di attesa non sarà elevato;

- Modellazione ad Orario: le linee sono descritte in base all’orario del passaggio dei mezzi. Questo approccio è solitamente utilizzato per i sistemi di trasporto caratterizzati da una bassa frequenza (generalmente oltre 1 ora tra un servizio e il successivo), dove gli utenti conoscono l’orario di passaggio dei mezzi e si recano alla fermata poco prima dell’arrivo del veicolo;
- Per il modello PD_Rho-Parabiago, in coerenza con quanto già sviluppato per il modello PRMT e il modello Nord-Ing, si è deciso di utilizzare l’approccio di modellazione a frequenza.
- **Assegnazione a Costi Costanti** – Nel processo di assegnazione non si considerano vincoli di capacità dei mezzi e delle linee di trasporto, quindi i costi (tempi di percorrenza) non dipendono dai flussi assegnati e pertanto restano costanti. L’introduzione di questa ipotesi è giustificata dalla finalità del modello.
- **Carico Stocastico della Rete** – Si considera un comportamento per il quale la scelta del percorso è di tipo probabilistico in funzione dei costi del percorso stesso. Questa ipotesi è molto importante. Infatti non considerando vincoli di capacità (vedi punto precedente), se si utilizzasse un approccio deterministico, si otterrebbe un’assegnazione del tipo “tutto o niente”, che potrebbe generare risultati poco realistici. Se, per esempio, ci fossero due percorsi con costi molto simili, un modello deterministico caricherebbe tutta la domanda solo su una delle due alternative, mentre un modello stocastico (probabilistico) suddivide la domanda sulle due alternative in funzione dei relativi costi, come verosimilmente accadrebbe nella realtà.
- **Assegnazione multi-classe** – Per le finalità del presente studio ed in coerenza con quanto fatto nel “modello PRMT” e nel “modello Nord-Ing”, nel processo di assegnazione sono state considerate cinque classi di utenti.

7.3.1 Costo Generalizzato

Il costo generalizzato può essere definito come la somma dei costi monetari e non monetari percepiti dall'utente per effettuare un certo spostamento. In un modello di assegnazione il costo generalizzato ha un ruolo fondamentale e quindi deve essere opportunamente specificato. Infatti il calcolo dei percorsi e la relativa assegnazione della domanda avviene in funzione del costo associato ad ogni alternativa. In particolare per ogni coppia Origine-Destinazione un modello di calcolo dei percorsi determina il percorso o un insieme di percorsi a costo minimo sui quali assegnare la domanda.

Nel modello PRMT il costo generalizzato è rappresentato dal tempo di viaggio e da un modello semplificato delle tariffe, dove il costo monetario è rappresentato secondo una “tariffazione a distanza”. Per coerenza di analisi, anche nel modello PD_Rho-Parabiago si è usata la stessa funzione di costo generalizzato.

Il tempo di viaggio in un sistema di trasporto collettivo è dato dalla combinazione lineare delle seguenti componenti:

- **Tempo a Piedi (t_p)** – È il tempo di viaggio necessario per effettuare gli spostamenti pedonali. Gli spostamenti pedonali possono essere di tre tipologie:
 - Accesso/Egresso;
 - Trasferimento;
 - Collegamenti diretti tra origine e destinazione.
- **Tempo di Attesa (t_a)** – È il tempo trascorso ai nodi fermata in attesa dell’arrivo del mezzo di trasporto collettivo. Esso è direttamente proporzionale all’intervallo tra il passaggio dei veicoli di una linea. Nel caso in cui ad una fermata transitino più linee equivalenti, cioè linee che l’utente può scegliere indifferentemente per raggiungere la propria destinazione, si considera un intervallo combinato. In particolare indicando con I_i l’intervallo temporale tra il passaggio dei veicoli della i -esima linea, l’intervallo combinato I_L delle n linee transitanti ad una fermata è dato dalla seguente relazione:

$$I_L = \sum_{i=1}^n \frac{1}{1/I_i}$$

Successivamente, il tempo di attesa ad ogni nodo di salita è determinato utilizzando specifiche “curve di attesa”. Queste curve calcolano il tempo di attesa al nodo fermata in funzione della frequenza (intervallo combinato) dei servizi presenti a quel nodo.

Nel presente modello, in coerenza con quanto presentato nel “Modello PRMT”, è stata utilizzata una tipologia di curva di attesa valida sia come “Attesa iniziale” sia come “Attesa di Trasferimento”. Concettualmente esse rappresentano:

- Curva di Attesa Iniziale: il tempo di attesa al nodo iniziale di salita a bordo del mezzo di trasporto pubblico. Il profilo della curva di attesa iniziale non è costante, ma è caratterizzato da un andamento suddivisibile in settori. Concettualmente significa che

l'utente è a conoscenza dell'orario del treno e non attenderà in stazione un tempo eccessivo.

- Curva di Attesa di Trasferimento: è utilizzata per calcolare il tempo di attesa ai nodi di trasferimento da una linea a un'altra lungo il percorso.
- **Tempo a Bordo (t_b^k)** – È il tempo totale di viaggio speso a bordo dei veicoli di un sistema di trasporto pubblico. Esso dipende dalle velocità commerciali delle linee utilizzate lungo il percorso.
- **Penalità di Incarozzamento (t_i^{inc})** – È una penalità espressa in termini temporali che rappresenta un tempo addizionale necessario per salire a bordo di un determinato mezzo appartenente alla *i-esima* modalità di trasporto. Questa penalità si applica sia ai nodi di salita iniziali (all'inizio del viaggio) sia ai successivi nodi di interscambio.
- **Penalità di Trasferimento (t_{ij}^{tras})** – È una penalità espressa in termini temporali che rappresenta un tempo addizionale necessario per effettuare il trasbordo dalla *i-esima* alla *j-esima* modalità di trasporto. Inoltre questa penalità può essere utilizzata anche per considerare il disturbo correlato al cambio di mezzo di trasporto, simulando la propensione di un utente a limitare il numero di trasbordi per giungere alla propria destinazione

In base a quanto sopra esposto il tempo totale di viaggio T^k relativo al *k-esimo* percorso può essere rappresentato dalla seguente relazione:

$$T^k = \beta_p t_p^k + \beta_a t_a^k + \beta_b t_b^k + \beta_{inc} \sum_{i \in I} (n_i^k t_i^{inc}) + \beta_{tras} \sum_{i, j \in I} (m_{ij}^k t_{ij}^{tras})$$

dove:

t_p^k è il tempo totale a piedi per il *k-esimo* percorso;

t_a^k è il tempo totale di attesa per il *k-esimo* percorso;

t_b^k è il tempo totale a bordo per il *k-esimo* percorso;

$\sum_{i \in I} (n_i^k t_i^{inc})$ è la penalità totale di incarozzamento per il *k-esimo* percorso, con n_i^k numero di incarozzamenti effettuati sull'*i-esima* modalità di trasporto nel *k-esimo* percorso e t_i^{inc} penalità di incarozzamento sull'*i-esima* modalità di trasporto;

$\sum_{i,j \in I} (m_{ij}^k t_{ij}^{tras})$ è la penalità totale di trasferimento per il k-esimo percorso, con m_{ij}^k numero di trasferimenti effettuati dall'i-esima alla j-esima modalità di trasporto nel k-esimo percorso e t_{ij}^{tras} penalità di trasferimento dall'i-esima alla j-esima modalità di trasporto;

$\beta_p, \beta_a, \beta_b, \beta_{inc}, \beta_{tras}$ sono coefficienti di pesatura delle componenti del tempo di viaggio.

Si noti che i coefficienti β_i consentono di considerare la diversa percezione del tempo delle varie componenti di costo. Per esempio, un utente può percepire maggiormente il tempo di attesa rispetto al tempo speso a bordo del mezzo, pertanto potrebbe scegliere percorsi più lunghi ma che comportino tempi di attesa ridotti.

7.3.2 Calcolo dei Percorsi

Durante il processo di calcolo dei percorsi, per ogni coppia Origine-Destinazione il modello individua possibili alternative di viaggio e calcola la probabilità di scelta di ciascuna di esse. I principi su cui si fonda l'intero processo sono i seguenti:

- Il viaggio procede progressivamente dall'origine alla destinazione;
- Gli utenti tendono a scegliere strategie di viaggio "semplici" e che siano il più possibile dirette implicando pochi interscambi;
- Gli utenti non sono disposti a percorrere a piedi distanze eccessivamente elevate.

In particolare, il processo di calcolo dei percorsi è costituito da due fasi principali:

- Fase 1 – Individuazione degli ipercammini;
- Fase 2 – Calcolo della probabilità di scelta di ogni singolo percorso.

7.3.3 Individuazione degli Ipercammini

Durante la fase di individuazione degli ipercammini il modello identifica un insieme discreto di possibili percorsi per ogni coppia Origine-Destinazione. In questa prima fase si esegue una semplificazione della rete, in cui i percorsi simili sono raggruppati in un'unica strategia di viaggio per la quale si calcola un costo semplificato dato dalla combinazione dei costi dei percorsi che vi appartengono.

Il processo di definizione degli ipercammini è un processo euristico ed è controllato dalla specificazione di opportuni parametri definiti all'interno del modello. I possibili percorsi da una origine O a una destinazione D vengono individuati nel modo seguente:

- Si identificano i punti di accesso al sistema di trasporto pubblico dall'origine O alle possibili linee (percorsi pedonali di accesso);
- Si identificano le connessioni fra le linee individuate in precedenza e altre possibili linee (punti di interscambio e percorsi pedonali di trasferimento);
- Si identificano i punti di uscita dal sistema di trasporto pubblico verso la destinazione D (percorsi pedonali di egresso).

In teoria il processo di identificazione dei percorsi sopra esposto può generare un numero infinito di ipercammini. Per evitare ciò e considerare solo insiemi di percorsi ragionevoli e verosimili, l'algoritmo di calcolo utilizzato è caratterizzato dalle seguenti fasi:

- Per ogni coppia Origine-Destinazione si identifica l'ipercammino a costo minimo;
- Successivamente si individuano ulteriori possibili ipercammini che abbiano un costo inferiore a un valore limite \bar{C} dato dalla seguente equazione:

$$\bar{C} = Costo_{Min} + SPREAD$$

dove:

$Costo_{Min}$ è il costo dell'ipercammino "migliore" (a costo minimo) per la coppia O-D considerata;

$SPREAD$ è il valore massimo di discostamento dal costo minimo.

L'idea alla base è che un'alternativa di percorso è ritenuta ragionevole se il relativo costo non si discosta eccessivamente da quello associato al percorso migliore.

In particolare, il valore dello $SPREAD$ non è un valore assoluto, ma dipende dal costo minimo secondo la seguente relazione:

$$SPREAD = (Costo_{Min} \times F + C)$$

dove:

$Costo_{Min}$ è il costo dell'ipercammino "migliore" (a costo minimo) per la coppia O-D considerata;

F è un fattore moltiplicativo del costo minimo;

C è una costante additiva del costo minimo.

Nel "modello PRMT", e conseguentemente nel modello PD_Rho-Parabiago, sono stati usati i valori: $F = 1$; $C = 2$

- Infine, all'interno dell'insieme di percorsi finora identificati si eliminano quei percorsi che presentano un numero di interscambi superiore a un valore massimo specificato. Questa operazione consente di non considerare come ragionevoli quegli ipercammini costituiti da percorsi con un eccessivo numero di interscambi.

7.3.4 Calcolo della Probabilità di Scelta dei Percorsi

Nella seconda fase del processo di calcolo dei percorsi, per ogni coppia Origine-Destinazione, il modello determina la probabilità di scelta dei percorsi, attraverso i seguenti passaggi logici:

- Analisi dei percorsi indentificati nella fase precedente;
- Eliminazione di eventuali percorsi ritenuti non realistici;
- Calcolo della probabilità di scelta di ogni singolo percorso.

L'algoritmo implementato per il calcolo delle probabilità di scelta del percorso, prevede l'applicazione in sequenza dei seguenti modelli:

- Modello di Scelta Pedonale;
- Modello di Scelta delle Linee TPL;
- Modello di Scelta del Punto di Discesa dalle Linee TPL.

Rimandando alla lettura del manuale del software Cube³ per ulteriori dettagli e le formulazioni matematiche alla base dei tre modelli di scelta sopra citati, si specifica che:

- Modello di Scelta Pedonale: determina la probabilità di utilizzo dei percorsi pedonali quando sono disponibili più alternative ai punti di accesso, egresso e di interscambio. Per esempio, quando un utente parte dalla propria zona di origine o scende da una linea di trasporto pubblico, può decidere di camminare fino alla propria destinazione, salire su un'altra linea presente alla stessa fermata, oppure dirigersi a piedi verso un'altra fermata e salire su un'altra linea.
- Modello di Scelta delle Linee TPL: viene applicato ad ogni nodo fermata e determina la probabilità di scelta delle alternative di trasporto pubblico disponibili al nodo. Esso considera non solo la frequenza delle linee ma anche il costo associato a ciascuna di esse, assumendo che gli

³ Manuale Cube 6.4, Citilabs – "Public Transport Program > Theory > Route-evaluation process > Models applied at decision points"

utenti conoscano il tempo di viaggio di ogni alternativa e che siano meno propensi a scegliere alternative più lente.

- Modello di Scelta del Punto di Discesa dalle Linee TPL: determina la probabilità che un utente utilizzi una determinata fermata per scendere dalla linea di trasporto pubblico. Esso si applica alle linee che hanno due o più punti di discesa validi.

Come specificato il modello Cube implementato per lo studio PD_Rho-Parabiago replica le impostazioni metodologiche del modello PRMT predisponendo un modello di calcolo dei percorsi e di assegnazione per le componenti del trasporto pubblico così da poter avere coerenza con quanto sviluppato nel PMRT.

È opportuno descrivere brevemente le caratteristiche alla base del modello di simulazione del trasporto pubblico in Cube, effettuato con il programma “Public Transport”. Tale programma è usato per preparare i dati e modellizzare il trasporto pubblico. Le principali caratteristiche sono:

- controllo da parte dell’utente di tutti gli aspetti del modello di trasporto pubblico;
- stratificazione della domanda per classi di utenti con una serie di comportamenti che rappresentano differenti funzioni di costo;
- modellazione delle tariffe;
- definizione degli elementi di connessione con la rete di trasporto pubblico (archi di accesso-egresso, archi di trasferimento, ecc.).

I file tipicamente utilizzati in input sono:

- Rete di Supporto:
 - definisce l’infrastruttura;
 - contiene informazioni relative alle caratteristiche delle zone e dei nodi e archi sui quali opera il sistema di trasporto pubblico;
- Linee Trasporto Pubblico (Transit Line Data), contenente le caratteristiche del servizio offerto attraverso
 - attributi delle linee di trasporto pubblico;
 - attributi degli archi delle linee di trasporto pubblico;
 - attributi dei nodi delle linee di trasporto pubblico;
- File Dati di Sistema, contenente le informazioni utilizzate per descrivere le caratteristiche del Sistema di trasporto pubblico:

- Operatori;
- Modi;
- Veicoli;
- Curve di Attesa;
- Curve di Affollamento;
- File delle Tariffe, contenente informazioni sul Sistema delle Tariffe;
- File dei Fattori, contenente i fattori utilizzati dai processi del programma. In pratica in tali file si rappresentano i parametri alla base della funzione di costo generalizzato e le caratteristiche dell'utenza;
- Matrice OD della domanda di trasporto pubblico.

7.4 Test di affidabilità sul modello

Una volta completata l'attività di costruzione del modello di trasporto PD_Rho-Parabiago sono stati eseguiti dei test per verificarne l'affidabilità. Tali test sono stati orientati a verificare se, al netto delle differenze esistenti per le elaborazioni e le modifiche apportate ai dati di base, la risposta del modello fosse allineata, come lecito aspettarsi, a quella restituita dai modelli presi come riferimento, sulla base di confronti non solo qualitativi ma anche quantitativamente significativi.

Per tale motivo si è deciso di ricostruire e simulare l'insieme di tutti gli scenari sviluppati nell'ambito dello studio "Nord-Ing" e descritti nel documento⁴ "Supporto tecnico per la realizzazione del progetto preliminare per un nuovo collegamento da/per Malpensa" e dei quali sono stati condivisi i dati di input relativi alla domanda ed all'offerta infrastrutturale del trasporto pubblico. Gli scenari implementati sono stati:

- *2015_R*, vale a dire relativo alla domanda e all'offerta infrastrutturale prevista al 2015, con l'aggiunta del servizio «Pedemontano» Bergamo-Gallarate.
- *2025_R*, vale a dire relativo alla domanda e all'offerta infrastrutturale prevista al 2025 senza la connessione tra T2 e Gallarate e con il quadruplicamento Rho/Parabiago;
- *2025_S0*, vale a dire relativo alla domanda prevista al 2025, e all'offerta infrastrutturale prevista per il 2025, ma senza il collegamento T2-Gallarate e con il quadruplicamento Rho-Parabiago e il raccordo Y a semplice binario;

⁴ Documento "J-FNOR-6-TR-01_Report finale_20161223_v2.PDF" - 23 dicembre 2016

- *2025_S1*, vale a dire relativo alla domanda prevista al 2025, e all’offerta infrastrutturale prevista per il 2025, con il collegamento T2-Gallarate e con il quadruplicamento Rho-Parabiago;
- *2025_S2*, vale a dire relativo alla domanda prevista al 2025, e all’offerta infrastrutturale prevista per il 2025, senza il collegamento T2-Gallarate, con il quadruplicamento Rho-Parabiago e il raccordo Y a doppio binario e con scavalco.

Gli scenari di base successivamente utilizzati per la costruzione di quelli di progetto del PD Rho-Parabiago sono lo scenario *2015_R* e lo scenario *2025_S0*.

Oltre agli scenari “standard” sopra elencati, sono anche stati ricostruiti i cosiddetti scenari “plus”, ed in dettaglio:

- *2025_R_plus*, analogo allo *2025_R*, ma con matrice Ottimistica;
- *2025_S1_plus*, analogo allo *2025_S1*, ma con matrice Ottimistica;
- *2025_S2_plus*, analogo allo *2025_S2*, ma con matrice Ottimistica.

In questi scenari sono state introdotte delle modifiche relativamente alla domanda di mobilità in modo coerente da quanto sviluppato nel modello “Nord-Ing”. Gli scenari “standard” utilizzano, infatti, una domanda “Prudenziale” che prevede una crescita dei passeggeri dei tre aeroporti lombardi in linea con quella dei Piani industriali di SEA per Malpensa e Linate e SACBO per Bergamo. Gli scenari “plus” prevedono, limitatamente all’aeroporto di Malpensa, una crescita dei passeggeri pari al 50% rispetto al traffico 2015 e, quindi, una domanda “Ottimistica”.

Dal confronto dei risultati delle simulazioni eseguite per gli scenari suddetti, si è verificato un buon allineamento fra i due modelli. Ad esempio nel confronto fra i risultati per lo scenario *SC_2025_S0*, l’analisi comparativa tra i flussi assegnati dai due modelli mostra una corrispondenza quasi totale su tutte e quattro le principali tratte oggetto di studio. con scostamenti massimi del 2% circa.

Tabella – Confronto tra i risultati del modello PD_Rho-Parabiago e Nord_Ing per lo scenario SC_2025_S0

	Rho-Fiera - Busto Arsizio	Saronno - Busto Arsizio	Busto Arsizio - Gallarate	Busto Arsizio - MXP
SC_2025_S0 (modello Nord-Ing)	35.116	38.124	34.623	26.217
SC_2025_S0 (modello PD_Rho-Parabiago)	34.515	37.866	34.615	26.811
Differenza assoluta	-601	-258	-8	594
Differenza percentuale	-1.7%	-0.7%	0.0%	2.3%

I flussi complessivi analizzati sulle quattro tratte sommano 134.080 spostamenti nelle “modello Nord-Ing” e 133.807 nel “modello PD_Rho-Parabiago”, con una variazione assoluta di 273 spostamenti, pari allo 0.2%. Questo risultato è molto importante in quanto lo scenario “2025_S0” è stato usato come “scenario di base” per lo sviluppo dei nuovi scenari di progetto di Fase I e Fase II. Il fatto che il nostro modello dia risultati molto simili al modello “Nord-Ing” ci permette di avere elevata confidenza nell’effettuare analisi comparative tra i risultati di questo studio ed i risultati dello studio Nord-Ing.

8 APPLICAZIONE DEL MODELLO

8.1 Scenari simulati

Ai fini dello studio PD_Rho-Parabiago, sono stati sviluppati tre scenari infrastrutturali, le cui caratteristiche sono sintetizzate nei paragrafi successivi.

8.1.1 Scenario "SC_2015_OZ" (Opzione Zero)

Questo scenario è stato costruito a partire dallo scenario Nord_Ing "2015_R", utilizzando:

- domanda di mobilità (matrici OD) come da scenario 2015_R;
- offerta (rete stradale e linee del trasporto pubblico) come da scenario 2015_R con servizi e frequenze nell'area di studio modificate secondo il modello di esercizio attuale e descritto nei capitoli precedenti.

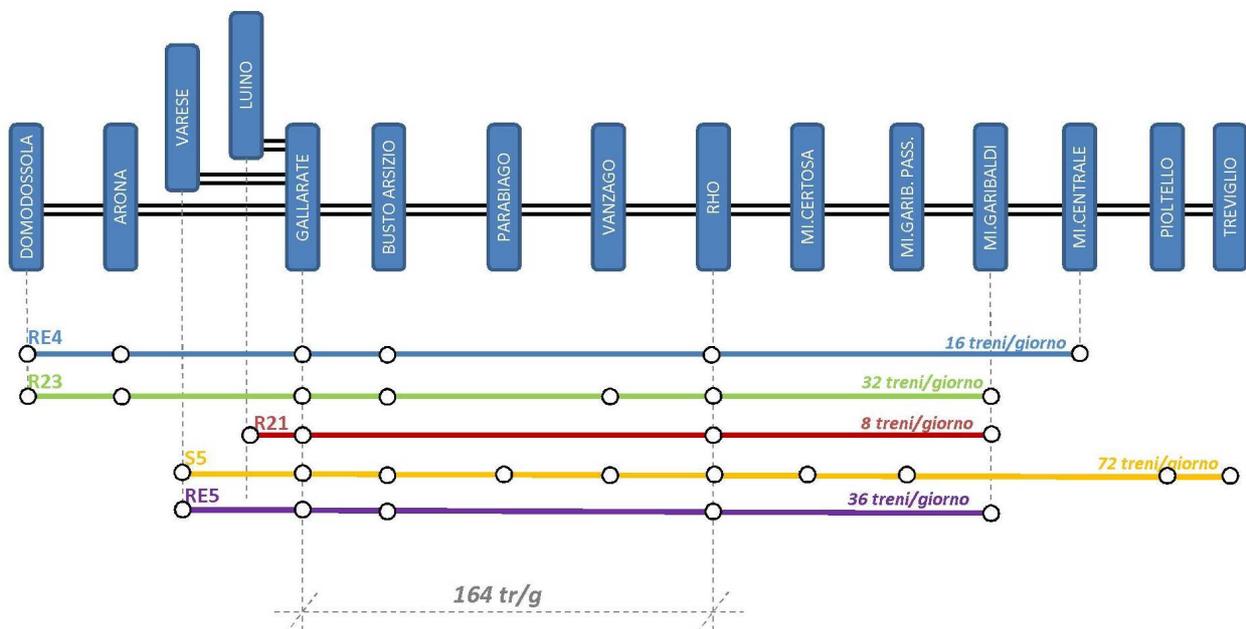


Figura – Offerta ferroviaria attuale per lo scenario SC_2015_OZ

Per quanto riguarda l'offerta sono state apportate le seguenti modifiche:

- LINEA RE4: Spostato il capolinea da Milano Garibaldi a Milano Centrale. Eliminato le fermate intermedie tra Gallarate e Sesto Calende e aggiornato i tempi di percorrenza.
- LINEA R23: Manca del tutto. Creata secondo lo schema riportato in appendice.
- LINEA R21: Nello scenario 2015_R è già presente una linea R21 che va da Luino a Malpensa, con Headway⁵ = 120. Tale linea è stata mantenuta ed è stata aggiunta una nuova linea chiamata R21BIS che collega Luino a Milano Garibaldi, sempre con Headway = 120. Il percorso e le fermate della nuova linea R21BIS è identico a quello della R21 da Luino a Gallarate, mentre da Gallarate in poi ferma solo a Rho-Fiera. I tempi di percorrenza da Gallarate a Rho-Fiera e da Rho-Fiera a Milano Garibaldi sono di 20 e 9 minuti rispettivamente.
- LINEA S5: Nessun cambiamento.
- LINEA RE5: Cambiato Headway da 30 a 27.

Riepilogando, le linee riportate nell'appendice hanno le seguenti caratteristiche:

- LINEA RE4: Milano Centrale – Sesto Calende
 - Headway = 60 minuti (1 treno ogni ora),
 - Fermate: Milano Centrale, Rho-Fiera, Busto Arsizio, Gallarate, Sesto Calende.
 - Tempi di percorrenza (da aggiungere 1 minuti di sosta per ogni fermata):
 - Milano Centrale – Rho-Fiera: 10 minuti
 - Rho-Fiera – Busto Arsizio: 15 minuti
 - Busto Arsizio – Gallarate: 5 minuti
 - Gallarate – Sesto Calende: 12 minuti
 - Tempo di percorrenza totale da Milano Centrale a Sesto Calende: 45 minuti
- LINEA RE4: Sesto Calende – Milano Centrale
 - Headway = 60
 - Fermate: Sesto Calende, Gallarate, Busto Arsizio, Rho-Fiera, Milano Centrale.
 - Tempi di percorrenza (da aggiungere 1 minuti di sosta per ogni fermata):
 - Sesto Calende – Gallarate: 14 minuti

⁵ Con il termine "headway" si intende l'intervallo di tempo, in minuti, che intercorre tra due servizi successivi sulla stessa linea. Ad esempio, un valore di 120 min indica un intervallo di 2 ore tra un treno ed il successivo.

- Gallarate – Busto Arsizio: 5 minuti
 - Busto Arsizio – Rho-Fiera: 14 minuti
 - Rho-Fiera – Milano Centrale: 12 minuti
 - Tempo di percorrenza totale da Sesto Calende a Milano Centrale: 48 minuti
- LINEA R23: Milano Garibaldi – Sesto Calende
 - *Headway* = 30
 - *Fermate*: Milano Garibaldi, Rho-Fiera, Busto Arsizio, Gallarate, Casorate Sempione, Somma Lombardo, Vergiate, Sesto Calende.
 - *Tempi di percorrenza* (da aggiungere 1 minuti di sosta per ogni fermata):
 - Milano Garibaldi – Rho-Fiera: 9 minuti
 - Rho-Fiera – Busto Arsizio: 20 minuti
 - Busto Arsizio – Gallarate: 5 minuti
 - Gallarate – Casorate Sempione: 4 minuti
 - Casorate Sempione – Somma Lombardo: 3 minuti
 - Somma Lombardo – Vergiate: 3 minuti
 - Vergiate – Sesto Calende: 4 minuti
 - Tempo di percorrenza totale da Milano Garibaldi a Sesto Calende: 54 minuti
- LINEA R23: Sesto Calende – Milano Garibaldi
 - *Headway* = 30
 - *Fermate*: Sesto Calende, Vergiate, Somma Lombardo, Casorate Sempione, Gallarate, Busto Arsizio, Rho-Fiera, Milano Garibaldi.
 - *Tempi di percorrenza* (da aggiungere 1 minuti di sosta per ogni fermata):
 - Sesto Calende – Vergiate: 5 minuti
 - Vergiate – Somma Lombardo: 3 minuti
 - Somma Lombardo – Casorate Sempione: 3 minuti
 - Casorate Sempione – Gallarate: 4 minuti
 - Gallarate – Busto Arsizio: 5 minuti
 - Busto Arsizio – Rho-Fiera: 19 minuti
 - Rho-Fiera – Milano Garibaldi: 11 minuti

- Tempo di percorrenza totale da Sesto Calende a Milano Garibaldi: 56 minuti
- LINEA R21: Malpensa – Luino
 - *Headway* = 120
 - *Fermate*: Malpensa T2, Malpensa T1, Ferno-Lonate Pozzolo, Busto Arsizio Nord, Busto Arsizio, Gallarate, da Gallarate a Luino tutte.
 - *Tempi di percorrenza* (da aggiungere 1 minuti di sosta per ogni fermata):
 - Malpensa T2 – Malpensa T1: 4 minuti
 - Malpensa T1 – Ferno-Lonate Pozzolo: 4 minuti
 - Ferno-Lonate Pozzolo – Busto Arsizio Nord: 5 minuti
 - Busto Arsizio Nord – Busto Arsizio: 5 minuti
 - Busto Arsizio – Gallarate: 5 minuti
 - Intera tratta da Gallarate a Luino: 55 minuti
 - Tempo di percorrenza totale da Malpensa T2 a Luino: 83 minuti
- LINEA R21: Luino – Malpensa
 - *Headway* = 120
 - *Fermate*: da Luino a Gallarate tutte, Gallarate, Busto Arsizio, Busto Arsizio Nord, Ferno-Lonate Pozzolo, Malpensa T1, Malpensa T2.
 - *Tempi di percorrenza* (da aggiungere 1 minuti di sosta per ogni fermata):
 - Intera tratta da Luino a Gallarate: 57 minuti
 - Gallarate – Busto Arsizio: 6 minuti
 - Busto Arsizio – Busto Arsizio Nord: 5 minuti
 - Busto Arsizio Nord – Ferno-Lonate Pozzolo: 6 minuti
 - Ferno-Lonate Pozzolo – Malpensa T1: 4 minuti
 - Malpensa T1 – Malpensa T2: 4 minuti
 - Tempo di percorrenza totale da Luino a Malpensa T2: 87 minuti
- LINEA R21BIS: Milano Garibaldi – Luino
 - *Headway* = 120
 - *Fermate*: Milano Garibaldi, Rho-Fiera, Gallarate, da Gallarate a Luino tutte.
 - *Tempi di percorrenza* (da aggiungere 1 minuti di sosta per ogni fermata):

- Milano Garibaldi – Rho-Fiera: 9 minuti
- Rho-Fiera – Gallarate: 20 minuti
- Intera tratta da Gallarate a Luino: 55 minuti
- Tempo di percorrenza totale da Milano Garibaldi a Luino: 86 minuti
- LINEA R21BIS: Luino – Milano Garibaldi
 - *Headway* = 120
 - *Fermate*: da Luino a Gallarate tutte, Gallarate, Rho-Fiera, Milano Garibaldi.
 - *Tempi di percorrenza* (da aggiungere 1 minuti di sosta per ogni fermata):
 - Intera tratta da Luino a Gallarate: 57 minuti
 - Gallarate – Rho-Fiera: 20 minuti
 - Rho-Fiera – Milano Garibaldi: 9 minuti
 - Tempo di percorrenza totale da Milano Garibaldi a Luino: 88 minuti
- LINEA S5: Treviglio – Varese
 - *Headway* = 30
 - *Fermate*: tutte
 - *Tempo di percorrenza* totale da Treviglio a Varese: 127 minuti
- LINEA S5: Varese – Treviglio
 - *Headway* = 30
 - *Fermate*: tutte
 - *Tempo di percorrenza* totale da Varese a Treviglio: 127 minuti
- LINEA RE5: Milano Garibaldi – Varese
 - *Headway* = 27
 - *Fermate*: Milano Garibaldi, Rho-Fiera, Legnano, Busto Arsizio, Gallarate, Varese
 - *Tempi di percorrenza* (da aggiungere 1 minuti di sosta per ogni fermata):
 - Milano Garibaldi – Legnano: 24 minuti
 - Legnano – Busto Arsizio: 4 minuti
 - Busto Arsizio – Gallarate: 5 minuti
 - Gallarate – Varese: 16 minuti

- Tempo di percorrenza totale da Milano Garibaldi a Varese: 52 minuti
- LINEA RE5: Varese – Milano Garibaldi
 - *Headway* = 27
 - *Fermate*: Varese, Gallarate, Busto Arsizio, Legnano, Rho-Fiera, Milano Garibaldi.
 - *Tempi di percorrenza* (da aggiungere 1 minuti di sosta per ogni fermata):
 - Varese – Gallarate: 15 minuti
 - Gallarate – Busto Arsizio: 5 minuti
 - Busto Arsizio – Legnano: 4 minuti
 - Legnano – Milano Garibaldi: 25 minuti
 - Tempo di percorrenza totale da Varese a Milano Garibaldi: 52 minuti

8.1.2 Scenario "SC_2025_F1" (Fase 1)

Questo scenario è stato costruito a partire dallo scenario 2015_R, utilizzando:

- Domanda come da scenario "2025_S0";
- Offerta come da scenario "2025_S0" con servizi e frequenze nell'area di studio modificate secondo il modello di esercizio di Fase I previsto dal progetto definitivo della tratta Rho-Parabiago.

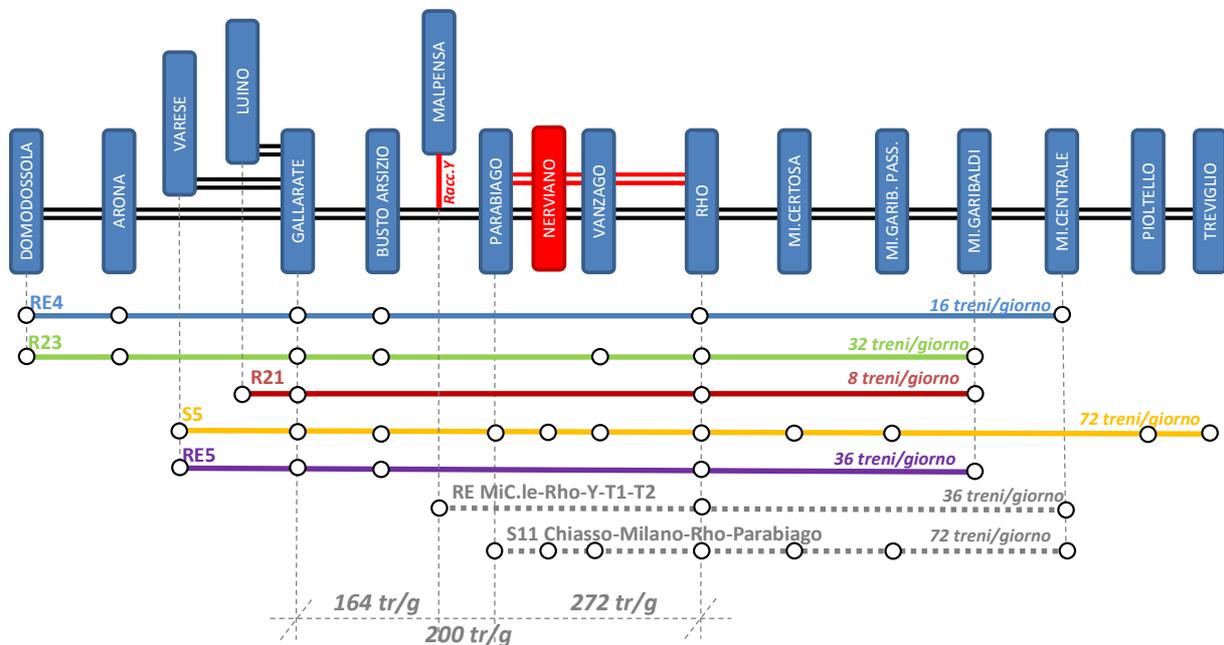


Figura - Offerta ferroviaria futura per lo scenario SC_2025_F1

Per quanto riguarda l'offerta sono state apportate le seguenti modifiche:

- Rimozione della linea RE4 dal file copiato da scenario "2025_S0".
- Importazione delle linee RE4, R23 e R21BIS così come descritte nel nuovo scenario "2015_OZ".
- Mantenimento della linea RE5 (che nello scenario "2025_S0" arriva a Porto Ceresio), e modificato l'attributo *Headway* da 30 a 27.
- Definizione del parametro *Headway*=27 sulla linea Milano Centrale-Rho-Malpensa.

Inoltre:

- È stata mantenuta la linea R21 (che nello scenario "2025_S0" arriva\parte da Pino-Tronzano).

- La linea Milano Centrale-Rho-Malpensa ferma a: *Milano Centrale, Rho-Fiera, Busto Arsizio Nord, Malpensa T1 e Malpensa T2*. Tale linea è già presente sullo scenario "2025_S0". L'unica modifica effettuata riguarda il valore dell'attributo *Headway*, che è stato cambiato da 30 a 27.
- La linea S11 copiata dallo scenario "2025_S0" già arriva a Parabiago e include la fermata a Nerviano.

Riepilogando, le linee riportate nell'appendice hanno le seguenti caratteristiche:

- LINEA RE4: Milano Centrale – Sesto Calende: Come descritta nello scenario "2015_OZ".
- LINEA RE4: Sesto Calende – Milano Centrale: Come descritta nello scenario "2015_OZ".
- LINEA R23: Milano Garibaldi – Sesto Calende: Come descritta nello scenario "2015_OZ".
- LINEA R23: Sesto Calende – Milano Garibaldi: Come descritta nello scenario "2015_OZ".
- LINEA R21: Malpensa – Luino – Pino-Tronzano: Come descritta nello scenario "2025_S0". Rispetto alla linea descritta nello scenario "2015_OZ", ora la linea R21 arriva a Pino-Tronzano. *L'Headway* è sempre pari a 120 minuti ed il tempo di percorrenza totale da "Malpensa T2" a "Pino-Tronzano" è di 89 minuti;
- LINEA R21: Pino-Tronzano – Luino – Malpensa; Come descritta nello scenario "2025_S0". Rispetto alla linea descritta nello scenario "2015_OZ", ora la linea R21 parte da Pino-Tronzano. *Headway* è sempre pari a 120 minuti. Tempo di percorrenza totale da Pino-Tronzano a Malpensa T2: 93 minuti;
- LINEA R21BIS: Milano Garibaldi – Luino: Come descritta nello scenario "2015_OZ";
- LINEA R21BIS: Luino – Milano Garibaldi: Come descritta nello scenario "2015_OZ";
- LINEA S5: Treviglio – Varese: Come descritta nello scenario "2025_S0". Rispetto alla linea descritta nello scenario "2015_OZ", ora la linea S5 ferma anche a Milano Forlanini e Nerviano. *Headway* è sempre di 30 minuti. Il tempo di percorrenza totale da Treviglio a Varese è stato incrementato di 5 minuti per ogni nuova fermata aggiunta (2 minuti in arrivo + 1 minuto di sosta + 2 minuti in partenza).
- LINEA S5: Varese – Treviglio: Come descritta nello scenario "2025_S0". Rispetto alla linea descritta nello scenario "2015_OZ", ora la linea S5 ferma anche a Milano Forlanini e Nerviano. *Headway* è sempre di 30 minuti. Il tempo di percorrenza totale da Varese a Treviglio è stato incrementato di 5 minuti per ogni nuova fermata aggiunta (2 minuti in arrivo + 1 minuto di sosta + 2 minuti in partenza).
- LINEA RE5: Milano Garibaldi – Varese – Porto Ceresio: Come descritta nello scenario "2025_S0". Rispetto alla linea descritta nello scenario "2015_OZ", ora la linea R21 arriva a Porto Ceresio e

ferma ad Arcisate. *Headway* è stato impostato a 27 minuti. Tempo di percorrenza totale da Milano Garibaldi a Porto Ceresio: 71 minuti

- LINEA RE5: Varese – Milano Garibaldi: Come descritta nello scenario “2025_S0”. Rispetto alla linea descritta nello scenario “2015_OZ”, ora la linea R21 parte da Porto Ceresio e ferma ad Arcisate. *Headway* è stato impostato a 27 minuti. Tempo di percorrenza totale da Porto Ceresio a Milano Garibaldi: 71 minuti
- LINEA RE MiC.le – Rho-Fiera – Malpensa
 - *Headway* = 27
 - *Fermate*: Milano Centrale, Rho-Fiera, Busto Arsizio Nord, Malpensa T1, Malpensa T2
 - *Tempi di percorrenza*:
 - Milano Centrale – Busto Arsizio Nord: 40 minuti
 - Busto Arsizio Nord – Malpensa T1: 8 minuti
 - Malpensa T1 – Malpensa T2: 5 minuti
 - Tempo di percorrenza totale da Milano Centrale a Malpensa T2: 53 minuti
- LINEA RE Malpensa – Rho-Fiera – MiC.le
 - *Headway* = 27
 - *Fermate*: Malpensa T2, Malpensa T1, Busto Arsizio Nord, Rho-Fiera, Milano Centrale.
 - *Tempi di percorrenza*:
 - Malpensa T2 – Malpensa T1: 5 minuti
 - Malpensa T1 – Busto Arsizio Nord: 8 minuti
 - Busto Arsizio – Nord Milano Centrale: 40 minuti
 - Tempo di percorrenza totale da Milano Centrale a Malpensa T2: 53 minuti
- LINEA S11: Chiasso – Milano Garibaldi – Parabiago: Come descritta nello scenario “2025_S0”. Rispetto alla linea descritta nello scenario “2015_OZ”, ora la linea S11 arriva fino a Parabiago. Nella nuova tratta Milano Garibaldi – Parabiago ferma in tutte le stazioni, Nerviano inclusa. *Headway* è pari a 30 minuti. Tempo di percorrenza totale da Chiasso a Parabiago: 99 minuti;
- LINEA S11: Parabiago – Milano Garibaldi – Chiasso: Come descritta nello scenario “2025_S0”. Rispetto alla linea descritta nello scenario “2015_OZ”, ora la linea S11 parte da Parabiago. Nella nuova tratta Parabiago – Milano Garibaldi ferma in tutte le stazioni, Nerviano inclusa. *Headway* è pari a 30 minuti. Tempo di percorrenza totale da Chiasso a Parabiago: 100 minuti;

8.1.3 Scenario "SC_2030_F2" (Fase 2)

Questo scenario è stato costruito a partire dallo scenario Nord_Ing "2025_S0", utilizzando:

- domanda come da scenario "2025_S0" (ipotizzando che la domanda rimanga costante);
- offerta come da scenario "2025_S0" con servizi e frequenze nell'area di studio secondo il modello di esercizio previsto al completamento del progetto di potenziamento della linea Gallarate-Rho (Fase II).

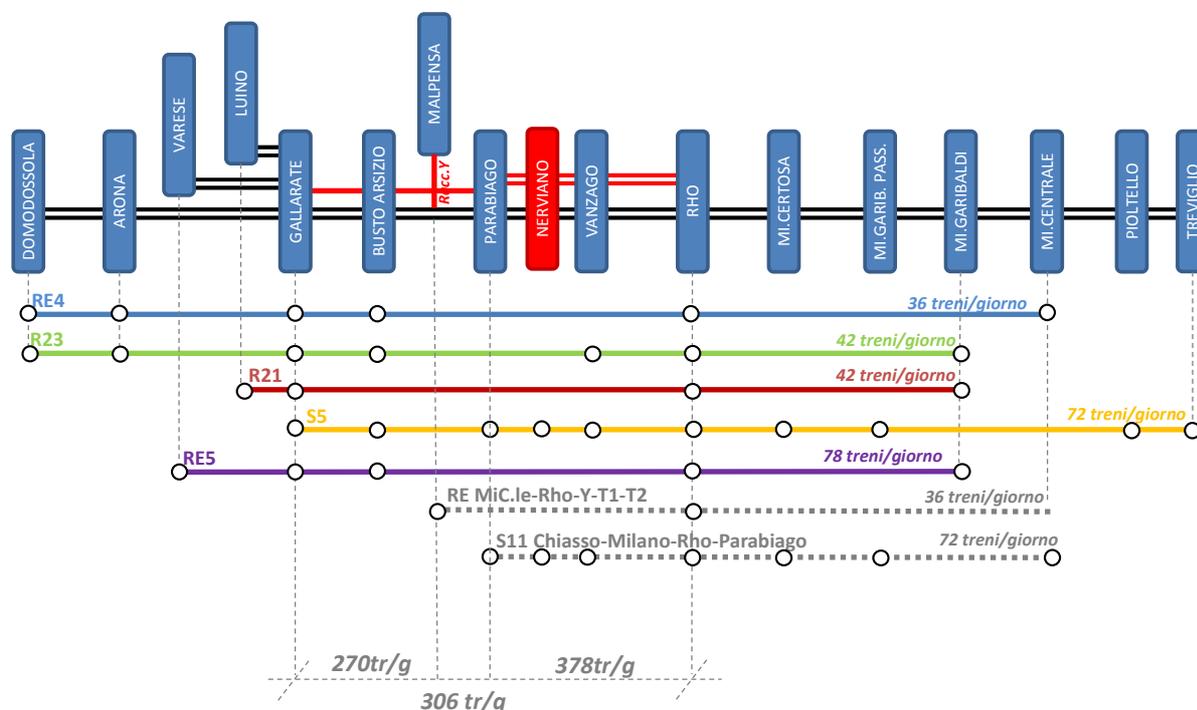


Figura - Offerta ferroviaria futura per lo scenario SC_2030_F2

In pratica, il file delle linee è stato copiato dallo scenario SC_2025_F1 e aggiornato per impostare le nuove frequenze. Percorsi e tempi di percorrenza rimangono inalterati rispetto allo scenario SC_2025_F1.

Riepilogando, le linee costruite hanno le seguenti frequenze:

- Linea RE4 Milano Centrale – Sesto Calende: *Headway* = 27 minuti
- Linea R23 Milano Garibaldi – Sesto Calende: *Headway* = 23 minuti
- Linea R21 Malpensa – Luino – Pino-Tronzano: *Headway* = 23 minuti

- Linea R21BIS Milano Garibaldi – Luino – Pino-Tronzano: *Headway* = 23 minuti
- Linea S5 Treviglio – Varese: *Headway* = 30 minuti
- Linea RE5 Milano Garibaldi – Varese – Porto Ceresio: *Headway* = 12 minuti
- Linea RE MiC.le – Rho-Fiera – Malpensa: *Headway* = 27 minuti
- Linea S11 Chiasso – Milano Garibaldi – Parabiago: *Headway* = 30 minuti

8.2 Risultati

Di seguito si riportano i risultati ottenuti dalla simulazione dell'interazione domanda/offerta per gli scenari descritti in precedenza.

I risultati sono presentati sia in forma grafica, sotto forma di flussogrammi caricati su mappa, che numerica per le analisi quantitative.

8.2.1 Risultati grafici

I flussogrammi tracciati sulla mappa dell'area di studio, rappresentano il flusso totale, nelle due direzioni, dei passeggeri trasportati giornalmente dai servizi ferroviari oggetto di simulazione per i corridoi:

- Saronno – Busto Arsizio;
- Gallarate – Busto Arsizio;
- Aeroporto di Malpensa – Busto Arsizio;
- Rho Fiera – Busto Arsizio.

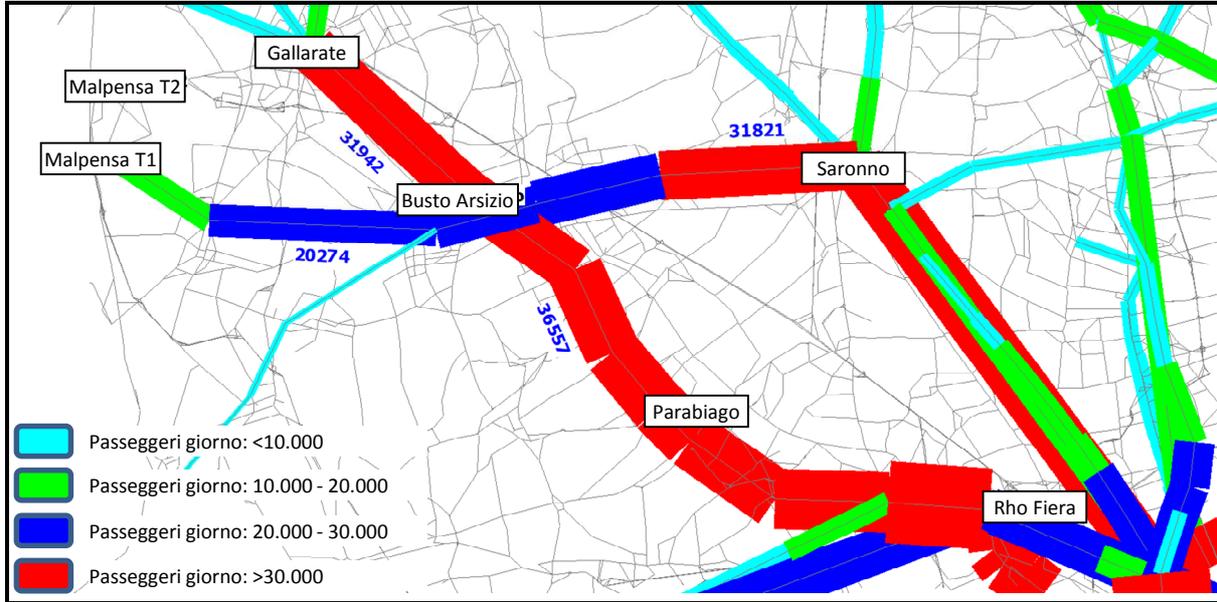


Figura – Assegnazione scenario SC_2015 Opzione Zero

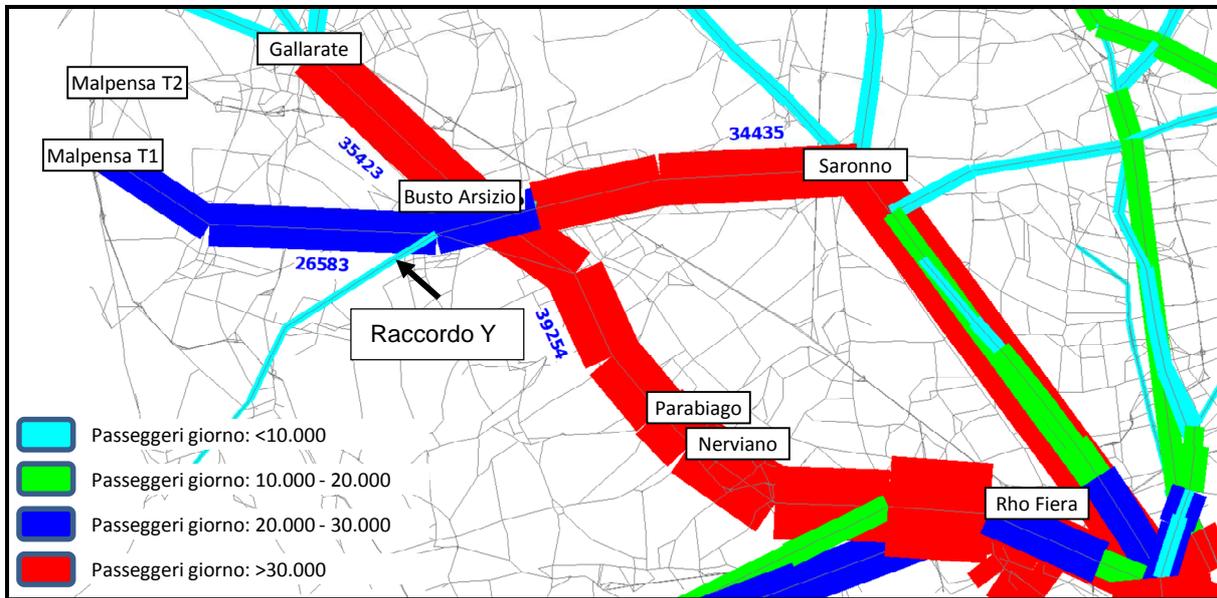


Figura – Assegnazione scenario SC_2025 Fase 1

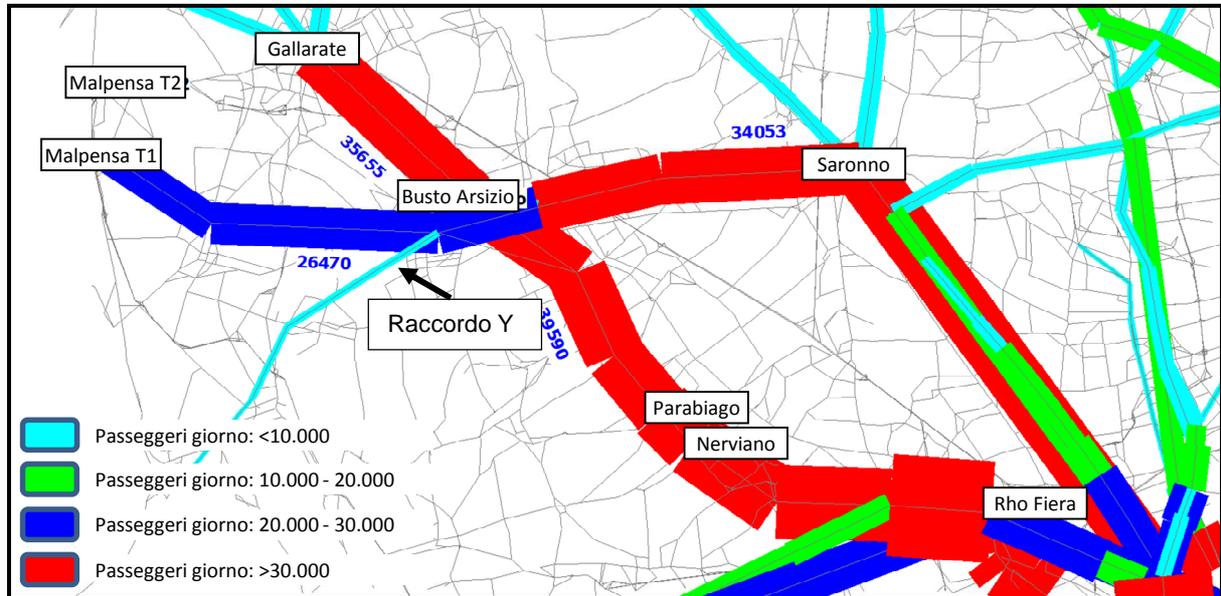


Figura – Assegnazione scenario SC_2030 Fase 2

8.2.2 Risultati numerici

Di seguito vengono riportati i principali dati numerici ottenuti dalla simulazione dei tre scenari “SC_2015 Opzione Zero”, “SC_2025 Fase 1”, “SC_2025 Fase 2”:

- Carichi, in termini di passengeri/giorno bidirezionali, sulle 4 tratte oggetto di analisi, vale a dire:
 - Saronno – Busto Arsizio;
 - Gallarate – Busto Arsizio;
 - Aeroporto di Malpensa – Busto Arsizio;
 - Rho Fiera – Busto Arsizio;
- Saliti discesi ai nodi principali (Gallarate, Busto Arsizio, Parabiago, Rho Fiera);
- Dati di sintesi “di sistema” relativi alle linee, ed in particolare
 - Nome della linea;
 - Numero di fermate (da modello);
 - Distanza (in Chilometri, da modello);
 - Tempo di Viaggio;
 - Passeggeri trasportati (giorno);
 - Passeggeri - km trasportati;
 - Passeggeri – ora trasportati;
 - Numero di treni/giorno
 - Numero di treni/km prodotti.

È importante sottolineare che le linee descritte nel modello, così come fatto nel “modello PMRT” e nel “modello Nord-Ing”, sono state limitate geograficamente alla Regione Lombardia (ad esempio, la linea Milano – Domodossola in realtà “termina” a Sesto Calende).

8.2.2.1 Carichi sulle quattro tratte principali

Nella seguente tabella vengono riportati le variazioni assolute e percentuali di carico sulle tratte analizzate, confrontando gli scenari “Fase 1” e “Fase 2” con lo scenario “2015 Opzione Zero”.

Tabella – Confronto tra i carichi di passeggeri/giorno sulle quattro tratte principali per i tre scenari

	Rho-Fiera - Busto Arsizio	Saronno - Busto Arsizio	Busto Arsizio - Gallarate	Busto Arsizio - MXP
SC_2015_Opzione Zero	36.557	31.821	31.942	20.274
SC_2025_Fase 1	39.254	34.435	35.423	26.583
SC_2025_Fase 2	39.590	34.053	35.655	26.470
SC_2025_Fase 1				
Variazione assoluta	+2.697	+2.614	+3.481	+6.309
Variazione Percentuale	+7,38%	+8,21%	+10,90%	+31,12%
SC_2030_Fase 2				
Variazione assoluta	+3.033	+2.232	+3.713	+6.196
Variazione Percentuale	+8,30%	+7,01%	+11,62%	+30,56%

Oltre alla valutazione del carico totale assegnato sulle tratte analizzate, è possibile distinguere ed analizzare la componente di traffico avente relazione con l'esterno, quindi avente Origine o Destinazione esterna alla Regione Lombardia. Questa componente di traffico è stata assunta come rappresentativa della domanda di trasporto di lunga percorrenza. Nella seguente tabella sono riportati i valori di tali componenti e la relative percentuali rispetto al flusso totale assegnato

Tabella – Componenti traffico aventi relazione con l'esterno sulle quattro tratte principali per i tre scenari

	Rho-Fiera - Busto Arsizio	Saronno - Busto Arsizio	Busto Arsizio - Gallarate	Busto Arsizio - MXP
SC_2015_Opzione Zero	3.453	985	3.044	661
	9.4%	3.1%	9.5%	3.3%
SC_2025_Fase 1	3.608	115	3.917	1.049
	9.2%	0.3%	11.1%	3.9%
SC_2030_Fase 2	3.608	115	3.917	1.049
	9.1%	0.3%	11.0%	4.0%

Si può notare come negli scenari "Fase 1" e "Fase 2" i carichi di domanda esterna non si modificano perché, come premesso, la matrice degli spostamenti non cambia, così come sostanzialmente non cambiano i servizi che collegano l'esterno.

8.2.2.2 Saliti e Discesi alle fermate

Per il calcolo dei saliti e discesi sono state considerate tutte le linee presenti nell'area di studio e sono stati esclusi i saliti e discesi su servizi non ferroviari (le metropolitane).

Tabella – Saliti e Discesi alle fermate per i tre scenari

	2015_Opzione Zero		2025_Fase1		2030_Fase2	
	Saliti	Discesi	Saliti	Discesi	Saliti	Discesi
Gallarate	20.061	19.874	21.075	20.868	24.268	23.928
Busto Arsizio	12.918	14.068	19.621	20.389	19.140	19.851
Parabiago	4.651	4.466	5.940	5.592	6.000	5.672
Nerviano	-	-	4.052	4.033	4.052	4.033
Rho-Fiera	37.096	20.297	47.399	27.222	56.063	34.440

8.2.2.3 Caratteristiche globali delle linee oggetto di studio

Scenario 2015_Option Zero

Nome	Fermate	Distanza	Time	Passeggeri	Pass-Dist	Pass-Hr	Treni-giorno	Treni*km-giorno
RE4_Sesto Calende - Milano Centrale	5	59,23	48	1.607	47.853	589	8	473,8
RE4_Milano Centrale - Sesto Calende	5	59,23	45	7.558	216.349	2.805	8	473,8
R23_Domodossola - Milano Garibaldi	8	57,93	56	2.153	24.560	404	16	926,9
R23_Milano Garibaldi - Domodossola	8	57,93	54	2.717	32.693	531	16	926,9
R21_Luino - Malpensa	16	72,41	87	2.711	22.993	396	4	289,6
R21_Malpensa - Luino	16	72,41	83	4.221	38.218	782	4	289,6
R21BIS_Milano Garibaldi - Luino	13	88,34	86	2.198	68.091	929	4	353,4
R21BIS_Luino - Milano Garibaldi	13	88,34	88	915	25.348	356	4	353,4
S5_Varese - Treviglio	29	96,07	127	17.526	128.477	2.827	72	6917,0
S5_Treviglio - Varese	29	96,07	127	17.915	177.756	3.761	72	6917,0
RE5_Varese - Milano Garibaldi	6	59,51	52	3.721	66.597	944	18	1071,2
RE5_Milano Garibaldi - Varese	6	59,51	52	7.921	177.597	2.568	18	1071,2

Scenario 2025_Fase 1

Nome	Fermate	Distanza	Time	Passeggeri	Pass-Dist	Pass-Hr	Treni-giorno	Treni*km-giorno
RE4_Sesto Calende - Milano Centrale	5	59,23	48	1.818	54.637	671	8	473,8
RE4_Milano Centrale - Sesto Calende	5	59,23	45	6.995	227.059	2.891	8	473,8
R23_Domodossola - Milano Garibaldi	8	57,93	56	2.209	25.069	414	16	926,9
R23_Milano Garibaldi - Domodossola	8	57,93	54	3.469	39.084	626	16	926,9
R21_Luino - Malpensa	17	84,58	93	2.474	21.198	353	4	338,3
R21_Malpensa - Luino	17	84,58	89	3.222	30.482	588	4	338,3
R21BIS_Milano Garibaldi - Luino	13	88,34	86	2.309	69.601	949	4	353,4
R21BIS_Luino - Milano Garibaldi	13	88,34	88	931	25.998	364	4	353,4
S5_Varese - Treviglio	31	96,1	137	16.991	117.129	2.733	72	6919,2
S5_Treviglio - Varese	31	96,1	137	14.643	134.022	3.024	72	6919,2
RE5_Varese - Milano Garibaldi	8	71,37	71	4.047	70.184	1.012	18	1284,7
RE5_Milano Garibaldi - Varese	8	71,37	71	9.364	184.227	2.794	18	1284,7
Milano Centrale - Malpensa	5	49,98	53	1.931	20.903	396	18	899,6
Malpensa - Milano Centrale	5	49,98	53	204	2.356	36	18	899,6
S11_Chiasso-Milano Garibaldi-Parabiago	22	74,6	99	8.943	72.059	1.480	30	2238,0
S11_Parabiago-Milano Garibaldi-Chiasso	22	74,6	100	9.844	77.252	1.660	30	2238,0

Scenario 2030_Fase 2

Nome	Fermate	Distanza	Time	Passeggeri	Pass-Dist	Pass-Hr	Treni-giorno	Treni*km-giorno
RE4_Sesto Calende - Milano Centrale	5	59,23	48	1.381	42.297	527	18	1066,1
RE4_Milano Centrale - Sesto Calende	5	59,23	45	5.163	155.959	1.974	18	1066,1
R23_Domodossola - Milano Garibaldi	8	57,93	56	2.626	26.968	449	21	1216,5
R23_Milano Garibaldi - Domodossola	8	57,93	54	5.110	61.644	982	21	1216,5
R21_Luino - Malpensa	17	84,58	93	2.801	24.133	416	21	1776,2
R21_Malpensa - Luino	17	84,58	89	3.629	32.671	634	21	1776,2
R21BIS_Milano Garibaldi - Luino	13	88,34	86	5.105	118.365	1.572	21	1855,1
R21BIS_Luino - Milano Garibaldi	13	88,34	88	1.388	38.737	517	21	1855,1
S5_Varese - Treviglio	31	96,1	137	16.483	113.253	2.663	30	2883,0
S5_Treviglio - Varese	31	96,1	137	14.051	123.808	2.791	30	2883,0
RE5_Varese - Milano Garibaldi	8	71,37	71	4.638	73.839	1.071	39	2783,4
RE5_Milano Garibaldi - Varese	8	71,37	71	13.790	232.944	3.502	39	2783,4
Milano Centrale - Malpensa	5	49,98	53	920	10.034	186	18	899,6
Malpensa - Milano Centrale	5	49,98	53	111	1.266	20	18	899,6
S11_Chiasso-Milano Garibaldi-Parabiago	22	74,6	99	9.214	74.482	1.529	30	2238,0
S11_Parabiago-Milano Garibaldi-Chiasso	22	74,6	100	9.866	77.483	1.665	30	2238,0

9 VERIFICA DI COERENZA TRA FLUSSI STIMATI ED OFFERTA DI PROGETTO

Per rispondere compiutamente alle osservazioni del CSLP, a valle delle simulazioni di traffico, è stata eseguita una verifica di coerenza tra i flussi assegnati allo scenario infrastrutturale/funzionale di Fase I e l’offerta commerciale (modello di esercizio) progettata per lo stesso.

Relativamente agli spostamenti lunga percorrenza, il modello di esercizio di Fase I prevede l’effettuazione di 18 treni/giorno che si assume siano principalmente costituiti da servizi di tipo Euro City (EC) ed, in minor misura, da servizi Euro Notte (EN), nell’ipotesi che rimanga sostanzialmente inalterato oltre che il numero di treni giornalieri (attualmente 16 treni/giorno), anche l’organizzazione dei servizi (tipologia e ripartizione).

Rispetto ai flussi di traffico assegnati allo scenario di Fase I si è assunto che la quota parte proveniente dall’assegnazione di coppie O/D appartenenti alle sottomatrici degli spostamenti “esterni”, sia rappresentativa della componente di domanda dei servizi lunga percorrenza (ossia che non comprenda gli utenti dei servizi regionale e suburbano).

Come riportato nella tabella al capitolo 8.2.3 tale quota di traffico è, sulla tratta più carica (Busto Arsizio – Gallarate), di circa 3.900 utenti/giorno. In considerazione delle diverse tipologie di materiale rotabile impiegato per i treni lunga percorrenza che si distinguono per composizione e quindi capacità di trasporto, si è assunto un valore di riferimento medio di 430 posti/treno. La capacità di trasporto giornaliera nominale del servizio lunga percorrenza è, quindi, di circa 7700 posti/giorno, cui corrisponde un coefficiente di riempimento medio sulla giornata del 50% circa. Tale valore può essere considerato soddisfacente sia in considerazione della presenza di eventuali picchi giornalieri, sia per le ipotesi cautelative assunte per il confronto tra domanda ed offerta.

Relativamente agli spostamenti di medio/breve raggio, compiuti con treni di tipo regionale, regio express e suburbani, considerata l’elevata eterogeneità esistente fra i servizi per materiali, frequenza e numero di corse giornaliere, si è reputato opportuno ricondurre la verifica all’ora di punta della giornata.

Applicando il ragionamento inverso a quello seguito per la stima della quota di passeggeri lunga percorrenza si ottenuto, per differenza dal flusso totale assegnato, che sulla tratta più carica (Rho-Busto Arsizio) il flusso giornaliero per i servizi regionali e suburbani è di circa 36650 utenti/giorno.

Relativamente alla distribuzione oraria degli spostamenti, il PRMT riporta che, a livello regionale, la concentrazione massima si ha tra le ore 7:00 e le ore 8:00 con circa il 15% degli spostamenti effettuati dell'intera giornata.

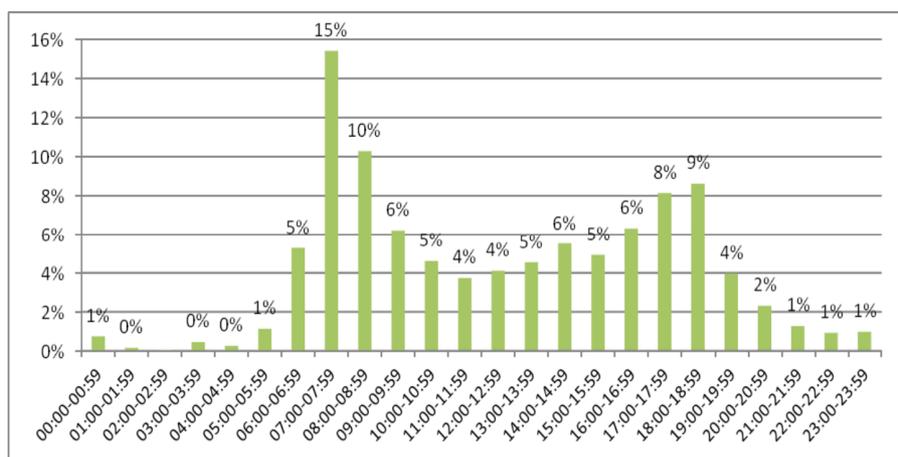


Figura - Distribuzione oraria degli spostamenti a scala regionale (fonte: PRMT, 2016)

Differenziando la ripartizione oraria per motivo, si registra che il picco degli spostamenti sistematici si concentra nella fascia mattutina con quasi il 45% nell'ora di punta compresa tra le ore 7:00 e le 8:00. Nel caso di spostamenti occasionali e per motivo affari, invece, pur rimanendo la fascia oraria 07:00-08:00 quella di punta, la ripartizione è maggiormente distribuita lungo tutto l'arco della giornata.

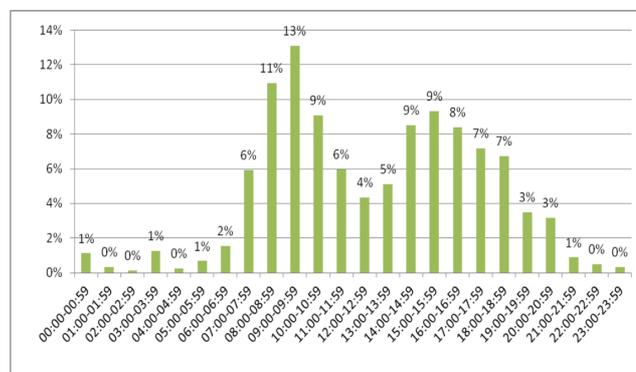
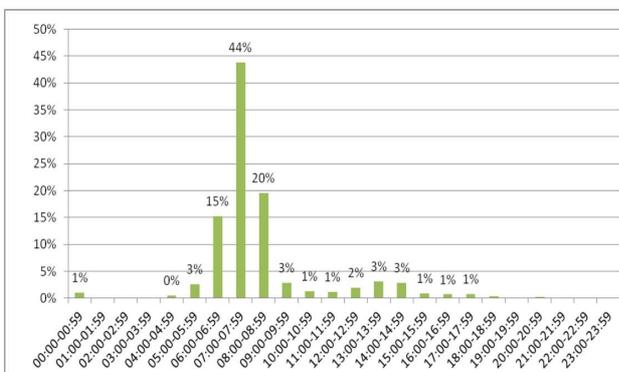


Figura - Distribuzione oraria degli spostamenti sistematici (a sinistra) ed occasionali e affari a scala regionale (a destra) (fonte: PRMT, 2016)

In cautela, si è assunto il 15% come indice di riferimento per la stima del picco orario del flusso viaggiatori di medio/breve raggio. Si reputa, tuttavia, che l'indice di ripartizione oraria sulla tratta di intervento sia probabilmente più elevato della media regionale, perché il 15% rappresenta un valore mediato sull'intero territorio lombardo che presenta, zone con caratteristiche di mobilità eterogenee e su tutti i motivi di spostamento, mentre la relazione Gallarate-Parabiago-Rho si caratterizza per una mobilità ad elevata componente di spostamenti sistematici da/per l'hinterland milanese che, come evidenziato dalle stesse statistiche del PRMT, hanno un elevato peso sugli spostamenti eseguiti nell'ora di punta del mattino. Rispetto a questa ipotesi, il flusso di utenti stimato per l'ora di punta è, quindi, di circa 5400 utenti/h.

In considerazione delle diverse tipologie di materiale rotabile impiegato per le diverse categorie di servizi che si differenziano per composizione e quindi capacità di trasporto, si è assunto un valore di riferimento medio di 400 posti/treno, tenendo conto del fatto che su alcune percorrenze è possibile viaggiare anche in piedi. Con riferimento allo scenario di traffico descritto al capitolo 8.1.2, si verifica che, per le frequenze assunte nell'ora di punta, si ha un massimo di 24 treni/h. La capacità di trasporto giornaliera nominale dei servizi regionali, regio express e suburbani è, quindi, di circa 9600 posti/giorno, cui corrisponde un coefficiente di riempimento medio sulla giornata del 56% circa. Questo valore è soddisfacente sia per le cautele prese in termini di passeggeri trasportati per treno, avendo considerato posti seduti e in piedi, sia per aver utilizzato un coefficiente di ripartizione oraria per l'ora di punta del 15% che, come esposto, può essere considerato sottostimato rispetto alle caratteristiche della mobilità nell'area di studio. Ipotizzando, ad esempio, che tale coefficiente sia leggermente più alto, dell'ordine del 20 ÷ 25%, infatti, si registrerebbero coefficienti medi di riempimento variabili fra il 76 e il 93%.

Le analisi eseguite dimostrano la consistenza esistente tra l'offerta di servizi prevista nel progetto definitivo di potenziamento della linea Rho-Gallarate, relativamente al modello di esercizio connesso alla prima fase funzionale (Fase I) ed i flussi di domanda attesi al medesimo orizzonte temporale (2025) assegnati alla stessa configurazione di servizi ferroviari. L'esito delle verifiche è positivo sia per i servizi lunga percorrenza che per quelli regionali e suburbani al netto delle cautele volutamente tenute nell'esplicitazione delle componenti di domanda ed offerta dovute alle incertezze sulle reali condizioni future di entrambi i sistemi. Anche i risultati sulla frequentazione, in termini di saliti e discesi giornalieri (vedi tabella al paragrafo 8.2.2.2), della nuova fermata Nerviano sono soddisfacenti, confermando l'utilità della creazione di un nuovo punto di accesso alla rete ferroviaria in considerazione delle esigenze di mobilità e della distribuzione spaziale della domanda di trasporto. Facendo un confronto con il numero di saliti e discesi giornalieri alla fermata Parabiago, ad esempio, si verifica che la differenza percentuale con quelli alla fermata Nerviano è circa il 30%, valore comparabile con la differenza fra i bacini di popolazione residente dei due comuni di circa 26.500 abitanti per Parabiago e



Potenziamento della linea Rho-Arona
Tratta Rho-Gallarate
Quadruplicamento Rho (e) – Parabiago (i) e
raccordo Y

Studio di trasporto

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	30	D 16 RG	ES 0001 001	A	69 di 72

17.200 abitanti per Nerviano (fonte www.istat.it). Le simulazioni trasportistiche confermano, quindi, che l'offerta ferroviaria futura è adeguatamente "calibrata" sul fabbisogno di servizi giornalieri necessari per soddisfare il volume di spostamenti eseguiti dalla domanda di trasporto. In altre parole, convertendo i flussi di traffico stimati nell'equivalente numero di servizi nell'ora di punta, rispetto ad opportuni margini sul livello di affollamento espressi attraverso un coefficiente di riempimento, si otterrebbe un modello di esercizio di base coerente con quello del progetto definitivo.

L'elevato numero di treni confermati per la Fase I è strettamente connesso alla necessità di adottare una configurazione funzionale adeguata al fine di mettere in esercizio una tratta con prestazioni tali da garantire che un volume di traffico così intenso sia operato con i dovuti margini di regolarità e puntualità e al fine di disporre di una capacità residua coerente con il potenziale incremento dei traffici che si avrebbe, in prospettiva, al completamento del potenziamento dell'intera tratta Rho – Gallarate. In quest'ottica la scelta progettuale di adottare una configurazione funzionale a quattro binari appare coerente con le necessità connesse all'implementazione del modello di esercizio di Fase I.

10 CONCLUSIONI

Nel documento è stato descritto lo studio di trasporto eseguito nell'ambito del progetto di potenziamento della linea ferroviaria Rho-Arona ed, in particolare, della tratta Rho-Gallarate. Esso prevede, in una prima fase (Fase I), la realizzazione del quadruplicamento della linea fra le stazioni di Rho e Parabiago con l'inserimento della nuova fermata Nerviano e la realizzazione di un collegamento a semplice binario tra la stazione di Busto Arsizio e l'aeroporto di Malpensa (denominato Raccordo Y). A completamento si prevede l'inserimento di un terzo binario tra Parabiago e Gallarate con la possibilità di estendere i servizi attestati fino a Gallarate (Fase II).

Dal punto di vista trasportistico, il nuovo collegamento a 4 binari tra Rho e Parabiago rappresenta strumento attuativo per l'incremento della mobilità ferroviaria di medio/breve raggio attraverso il potenziamento del servizio regionale/suburbano.

Lo studio di trasporto ha avuto come obiettivo quello di rispondere alle osservazioni del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (CSSLP), di cui ai punti n° 1 e 2 di tale lista di riscontro (98/2014):

1. *“Le scelte funzionali relative al collegamento ferroviario in esame non risultano, in base alla documentazione agli atti, supportate da uno studio trasportistico aggiornato all'attualità.”*
2. *“In particolare si rileva che il progetto definitivo non risulta “integrato dagli elementi previsti per il progetto preliminare”, come prescritto dalla suddetta procedura di cui all'art. 167, comma 5, del D. Lgs. n. 163/2006 e ss.mm.ii.”*

Al fine di rispondere ai punti suddetti, lo studio di trasporto è stato eseguito per la verifica ricorsiva della mutua consistenza tra flussi, servizi e layout funzionale.

Ai fini della stima della domanda passeggeri, il modello di trasporto implementato, denominato “PD_Rho-Parabiago”, ha ripreso, per coerenza e continuità con lo stato dell'arte, modelli e procedure sviluppati nell'ambito del Piano Regionale della Mobilità e dei Trasporti (PRMT) della Regione Lombardia (Dicembre 2016). Tale modello è stato successivamente per conto del gruppo “Nord-Ing”, nell'ambito delle attività di “Supporto tecnico per la realizzazione del progetto preliminare per un nuovo collegamento da/per Malpensa” (Dicembre, 2016), in cui è stato eseguito un approfondimento sul modello di domanda in particolare per quanto concerne l'esplicitazione dei volumi di domanda da/per gli aeroporti regionali (tra i quali Malpensa).



Potenziamento della linea Rho-Arona
Tratta Rho-Gallarate
Quadruplicamento Rho (e) – Parabiago (i) e
raccordo Y

Studio di trasporto

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	30	D 16 RG	ES 0001 001	A	71 di 72

Ai fini dello studio di trasporto non è stata considerata la domanda merci, poiché questa componente di traffico oltre ad essere meno rilevante di quella passeggeri, presenta caratteristiche di relativa stabilità, per cui il numero di servizi previsti dal progetto definitivo è stato considerato attendibile.

A valle di un lungo e complesso processo di costruzione del modello di trasporto e dopo aver eseguito dei test di affidabilità, sono state eseguite delle simulazioni di traffico per i tre scenari di riferimento dello studio (situazione attuale 2015 o opzione zero, scenario di progetto 2025 o Fase I e scenario di progetto 2030 o Fase II).

Per rispondere compiutamente alle osservazioni del CSLP, a valle delle simulazioni di traffico, è stata eseguita una verifica di coerenza tra i flussi assegnati allo scenario infrastrutturale/funzionale di Fase I e l'offerta commerciale (modello di esercizio) progettata per lo stesso.

In generale, le analisi eseguite hanno dimostrato la consistenza tra l'offerta di servizi prevista nel progetto definitivo di potenziamento della linea Rho-Gallarate in Fase I ed i flussi di domanda attesi al medesimo orizzonte temporale (2025). Ciò è stato verificato sia per i servizi lunga percorrenza, sia per quelli di breve/medio raggio. Anche i risultati sulla frequentazione, in termini di saliti e discesi giornalieri, della nuova fermata Nerviano sono stati soddisfacenti, confermando l'utilità della creazione di un nuovo punto di accesso alla rete ferroviaria in considerazione delle esigenze di mobilità e della distribuzione spaziale della domanda di trasporto.

I risultati delle simulazioni e delle verifiche effettuate, pertanto, hanno confermato che l'offerta ferroviaria futura prevista dal progetto può essere considerata adeguatamente "calibrata" sul fabbisogno di servizi giornalieri necessari per soddisfare il volume di spostamenti eseguiti dalla domanda di trasporto.

L'elevato numero di treni giornalieri previsti per la Fase I, inoltre, implica la necessità di adottare una configurazione funzionale adeguata che garantisca un esercizio ferroviario con i dovuti margini di regolarità e puntualità e al fine di disporre di una capacità residua coerente con il potenziale incremento dei traffici che si avrebbe, in prospettiva, al completamento del potenziamento dell'intera tratta Rho – Gallarate (in Fase II). In quest'ottica la scelta progettuale di adottare una configurazione funzionale a quattro binari appare coerente con le esigenze di esercizio.

11 PRINCIPALI FONTI BIBLIOGRAFICHE E SITI INTERNET

- Il Programma Regionale della Mobilità e dei Trasporti – PRMT. Regione Lombardia, Dicembre 2016. (<http://www.regione.lombardia.it>)
- Supporto tecnico per la realizzazione del progetto preliminare per un nuovo collegamento da/per Malpensa - Relazione finale. Nord_Ing, 23 Dicembre 2016. (doc. "J-FNOR-6-TR-01_Report finale_20161223_v2.PDF")
- Potenziamento della linea Rho-Arona. Quadruplicamento Rho-Parabiago e Raccordo Y. Relazione Tecnica Generale. Italferr, 2013. (cod. MDL1-10-D-05-RG-MD0000-001-A)
- Potenziamento della linea Rho-Arona. Quadruplicamento Rho-Parabiago e Raccordo Y. Relazione Tecnica di Esercizio. Italferr, 2011. (cod. MDL1-12-D-16-RG-ES0001-001-A)
- <https://dati.lombardia.it/>
- www.trenitalia.it
- <http://www.trenord.it>
- <http://www.e656.net/>
- <https://portalerfi.rfi.it>
- <http://www.istat.it>