

Rapporto Ambientale

Valutazione Ambientale Strategica del
Programma Integrato di Intervento Post Expo.

MIND: Progetto di rigenerazione per uno sviluppo
urbano sostenibile

Allegato 4 – Piano della Mobilità

Autorità procedente: Comune di Milano – Area Pianificazione Tematica e Valorizzazione Aree

Autorità competente: Comune di Milano – Area Ambiente ed Energia

Dicembre 2018

Valorizzare
Trasformare
Innovare



arexpo

□ Systematica

Preparato da: Randone Caterina, *Senior Transport Consultant*
Verificato da: Samuele Camolese, *Senior Transport Consultant, Project Manager*
Approvato da: Diego Deponte, *Partner, Director*
Codice Progetto: 17P0011g
Nome del file: 181206_MIND_Relazione PII - Progetto Mobilità_Final.docx
Numero di revisione: 00 Date: 06/12/2018

Per Systematica s.r.l.



Systematica S.r.l.
Via Lovanio, 8 - 20121 MILANO



Indice dei Contenuti

1	VISION E FILOSOFIA PROGETTUALE	12
2	STIMA DELLA DOMANDA DI MOBILITÀ	17
2.1	PREMESSA	17
2.2	METODOLOGIA DI STIMA	17
2.3	PARAMETRI DI STIMA DELLA DOMANDA DI MOBILITÀ	19
2.3.1	Premessa	19
2.3.2	Parametri di stima della popolazione	19
2.3.3	Parametri di generazione degli spostamenti	21
2.3.4	Fattori di ora di punta	22
2.3.5	Componente di mobilità interna - Internal Capture	22
2.4	DOMANDA DI MOBILITÀ	25
2.4.1	Premessa	25
2.4.2	Popolazione media giornaliera	25
2.4.3	Spostamenti medi giornalieri	27
2.4.4	Spostamenti in ora di punta	28
2.4.5	Stima della componente di domanda interna	28
2.4.6	Domanda di mobilità complessiva prodotta sulla rete esterna	29
2.5	ANALISI DI SENSITIVITÀ SULLE STIME DI DOMANDA	30
3	IL SISTEMA DEL TRASPORTO COLLETTIVO	32
3.1	PREMESSA GENERALE	32
3.2	SISTEMA DEL TRASPORTO COLLETTIVO – QUADRO ATTUALE	32
3.2.1	Sistema di Trasporto Pubblico di Forza	32
3.2.2	Sistema del Trasporto Pubblico Locale	35
3.3	SISTEMA DEL TRASPORTO COLLETTIVO – QUADRO DI RIFERIMENTO	37
3.3.1	Premessa	37
3.3.2	PRMT Lombardia	37
3.4	SISTEMA DEL TRASPORTO COLLETTIVO – QUADRO DI PROPOSTA	43
3.4.1	Sistema del Trasporto Pubblico di Forza	43
3.4.2	Attuazione temporale e utenti attesi per fermata Mind-Merlata	50
3.4.3	Fattibilità tecnico economica della nuova fermata	52
3.4.4	Sistema del Trasporto Pubblico Locale	54
3.4.5	Stima dei costi di esercizio	63
3.4.6	Stima della domanda attesa sul trasporto pubblico di superficie	65
4	IL SISTEMA VIABILISTICO	66
4.1	SISTEMA VIABILISTICO – QUADRO ATTUALE	66
4.2	SISTEMA VIABILISTICO – QUADRO DI RIFERIMENTO	69
4.3	SISTEMA VIABILISTICO – QUADRO DI PROPOSTA STRATEGIE DI ACCESSIBILITÀ	69
4.4	SISTEMA VIABILISTICO – QUADRO DI PROPOSTA DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO STRADALE	73
4.4.1	Premessa	73
4.4.2	Riconfigurazione Accesso Porta Ovest	74
4.4.3	Riconfigurazione Accesso Nodo Carcere	78
4.4.4	Riconfigurazione Accesso UNIMI	80

4.4.5	Riconfigurazione Accesso Porta Est	83
4.4.6	Opere di fluidificazione della circolazione interne all'anello MIND	85
4.5	STIMA DELLA DOMANDA DI SOSTA	86
4.5.1	Premessa.....	86
4.5.2	Calcolo Basato sulle normative vigenti.....	86
4.5.3	Stima basata sulla popolazione attesa.....	87
4.5.4	Stima basata sulle manifestazioni di interesse pervenute e sui fabbisogni specifici	92
4.5.5	Confronto tra i risultati e ulteriore ottimizzazione della stima.....	93
4.6	OFFERTA DI SOSTA DI PROGETTO	96
5	IL SISTEMA DELLA CICLABILITÀ	99
6	LOGISTICA E MOVIMENTAZIONE DELLE MERCI	106
7	SOLUZIONI DI MOBILITÀ INNOVATIVA.....	107
7.1	PREMESSA	107
7.2	SISTEMI DI TRASPORTO INNOVATIVI A GUIDA AUTONOMA	108
7.3	GESTIONE INTELLIGENTE DI ACCESSI E SOSTA	111
7.4	SOLUZIONI DI SUPPORTO ALLA MOBILITÀ DOLCE	111
7.5	SOLUZIONI DI LOGISTICA E SISTEMI DI TRASPORTO AEREO	112
8	VALIDAZIONE DEL PROGETTO DI MOBILITÀ TRAMITE ANALISI MODELLISTICHE	114
8.1	LE SIMULAZIONI MODELLISTICHE	114
8.2	PREMESSA	114
8.3	MACROSIMULAZIONE AD AREA VASTA.....	114
8.3.1	Cube	115
8.3.2	Il modello di offerta	116
8.3.3	Il modello di domanda.....	119
8.3.4	Il modello di scelta modale	120
8.3.5	Calibrazione dello scenario dello stato di fatto (T0)	123
8.4	SCENARI DI RIFERIMENTO E DI PROGETTO.....	129
8.4.1	Scenario di Riferimento (orizzonte temporale T6).....	129
8.4.2	Scenario T6	133
9	VERIFICA DI FUNZIONALITÀ DEL SISTEMA DI ACCESSO AL SITO TRAMITE ANALISI DI MICROSIMULAZIONE.....	141
9.1	PREMESSA	141
9.2	DESCRIZIONE DEI SOFTWARE UTILIZZATI	141
9.2.1	S-Paramics®	141
9.2.2	SidraIntersection 8®	142
9.3	ANALISI DI MICRO-SIMULAZIONE DINAMICA DEL SISTEMA VIABILISTICO	142
9.4	VERIFICA STATICA DI CAPACITÀ DEI PRINCIPALI NODI VIARI.....	153
10	ANALISI DEL QUADRO TEMPORALE DI ATTUAZIONE.....	161
10.1	PREMESSA	161
10.2	STIMA DELLA DOMANDA DI MOBILITÀ E SOSTA	165
10.3	VERIFICA MODELLISTICA DELLE FASI DI ATTUAZIONE INTERMEDIE.....	169
10.3.1	Verifica tramite modello di area vasta.....	169
10.4	VERIFICA TRAMITE MICROSIMULAZIONE DELLE FASI DI ATTUAZIONE	177
10.4.1	Scenario T1 (2021).....	177

10.4.2 Scenario T3 179

Indice delle Figure

Figura 1 - Milano nel sistema delle relazioni strategiche a scala Europea	12
Figura 2 - MIND – Inquadramento territoriale ed infrastrutturale a scala vasta.....	13
Figura 3 – Alcune delle piattaforme modellistiche utilizzate per la analisi di traffico (da sinistra a destra: modello di trasporto regionale, modello di trasporto alla scala di Città Metropolitana, modello di simulazione dinamica comportamentale del quadrante urbano di riferimento)	16
Figura 4 - Processo di stima della domanda di mobilità sulla base della popolazione	17
Figura 5 - Popolazione media giornaliera per funzione e tipo di utente	26
Figura 6 - Spostamenti giornalieri prodotti per funzione e tipo di utente	27
Figura 7- Analisi di accessibilità a MIND con trasporto pubblico entro 45 min.....	33
Figura 8- Inquadramento a scala locale dei sistemi di forza e localizzazione della fermata ferroviaria di Rho-Fiera	34
Figura 9 - Livello di accessibilità garantito dal trasporto pubblico nella configurazione attuale	35
Figura 10 - Assetto del trasporto pubblico Locale - Stato di fatto	36
Figura11- Quadro di riferimento assetto ferroviario (Nodo di Milano) - Fonte PRMT.....	39
Figura 12 Assetto trasportistico ADP Scali Ferroviari	40
Figura13 - Estratto da Allegato O AdP Scali ferroviari.....	41
Figure 14 - Modello di servizio previsto (Fonte: Allegato O - AdP Scali Ferroviari)	42
Figura 15 - Scenario localizzazione nuova fermata Stephenson	43
Figura 16–Ambiti di Trasformazione che gravitano attorno alla nuova fermata Stephenson ..	44
Figura 17 Assetto urbanistico e trasportistico dei 3 ambiti di sviluppo nell’intorno della fermata di Stephenson.....	45
Figura 18 - Localizzazione fermata Stephenson da proposta di Progetto	46
Figura 19 - Ingombro banchina ed elementi di risalita (fonte Proiter su elaborazione RFI)	46
Figura 20 - Definizione assetto nuova fermata MIND-Merlata.....	47
Figura 21 - Analisi delle distanze pedonali dalla fermata ferroviaria	47
Figura 22 - Analisi di accessibilità pedonale Scenario 1	48
Figura 23 - Analisi di accessibilità pedonale Scenario 2.....	49
Figura 24- Analisi di accessibilità pedonale Scenario 3.....	50
Figura 25 - Prima fase di attuazione e opere connesse della fermata MIND-Merlata	51
Figura26 - Seconda fase di attuazione e opere connesse della fermata MIND-Merlata.....	52
Figura27 - Possibile riassetto fermate asse ferroviario NW da proposta progettuale	53
Figura28 - Tracciato linea Z134	55
Figura29 - Tracciato linea Z132	56
Figura30 - Tracciato linea Z126	57
Figura31 - Tracciato linea Z120	58

Figura32 - Tracciato linea A125	59
Figura33 - Servizio circolare Relazione Rho Fiera - Roserio	60
Figura34 - Nuova connessione Rho Fiera (MIND) - Arese	61
Figura 35 Nuova relazione Rho Fiera M1 - Niguarda.....	62
Figura 36 Ipotesi nuova relazione Molino Dorino M1 - Stephenson - Rho Fiera M1	63
Figura 37 – Indagine di accessibilità isocrona (traffico privato, 60 minuti).....	66
Figura 38 – Inquadramento infrastrutturale del quadrante urbano di riferimento.....	67
Figura 39 – Inquadramento infrastrutturale alla scala locale di diretta accessibilità al sito.....	68
Figura40 Interventi programmatici considerati in prossimità dell'area	69
Figura 41 - Progetto di Mobilità: Principali interventi viabilistici	71
Figura 42 – Indagine GIS circa le quote di traffico privato interessate alla riapertura al pubblico della via C. di Belgioiso.....	72
Figura 43 - Mappatura delle relazioni OD transitanti lungo via C. di Belgioioso.....	73
Figura 44 – Macro-aree di intervento	74
Figura 45 - Assetto attuale Porta Ovest	75
Figura 46 - Stato di Progetto Porta Ovest.....	76
Figura 47 - Stato Attuale Nodo Carcere di Bollate.....	78
Figura 48 - Stato di Progetto Zona Carcere.....	79
Figura 49 - Stato attuale Zona UNIMI	80
Figura 50 - Stato di Progetto accesso UNIMI	81
Figura 51 - Assetto attuale Porta Est.....	83
Figura 52 - Stato di Progetto Porta Est	84
Figura 53– Stato di progetto: interventi lungo anello di circolazione esterna	85
Figura 54 - Procedura di stima della dotazione di sosta sulla base della popolazione attesa .	88
Figura 55 – Profili di occupazione dei parcheggi	91
Figura 56 - Confronto tra le diverse metodologie di calcolo della domanda di sosta.....	93
Figura 57 - Profilo di occupazione della dotazione di sosta pubblica	95
Figura 58 - Confronto tra i risultati dell'affinamento	95
Figura59 - Offerta di sosta pubblica	97
Figura 60 – Esempi di possibili riconversioni di parcheggi in struttura ad altri usi	98
Figura 61 - Sistema delle reti ciclabili esistenti, programmate e di progetto	99
Figura 62 - Connessione territoriale, mobilità lenta (fonte: Cap. 2.E - Relazione Paesaggistica)	100
Figura 63 - Assetto rete ciclabile d'ambito MIND.....	101
Figura64 - Estratto grafico da Doc 2.F	102
Figura 65 - Ipotesi di riconfigurazione PEM.....	104
Figura 66 - Ipotesi di riconfigurazione PEF	105

Figura 67 – Esempi di possibile implementazione per garantire mobilità innovativa interna al sito	107
Figura 68–Esempio veicolo per smart mobility	108
Figura 69 – Esempi di Autonomous Shuttle	109
Figura 70 - Percorso sistema guida autonoma	109
Figura 71 – Schema orario preliminare di riferimento.....	110
Figura 72 - Sistemi di mobilità innovativa ad integrazione della pedonalità	112
Figura 73 – Immagine evocativa di trasporto aereo di persone con droni driverless (Fonte: Airbus)	113
Figura 74 Modello di macrosimulazione, rete stradale, scenario stato di fatto.....	117
Figura 75 Modello di macrosimulazione, rete trasporto pubblico, scenario stato di fatto.....	118
Figura 76 Area di studio	120
Figura 77 Sezioni di conteggio traffico veicolare	123
Figura 78 Linea di tendenza confronto flussi assegnati e osservati, trasporto privato.....	124
Figura 79 Linea di tendenza confronto flussi assegnati e osservati, trasporto pubblico	125
Figura 80 Flussogramma dello stato di fatto, trasporto privato	126
Figura 81 Rapporto V/C, stato di fatto	127
Figura 82 Flussogramma dello stato di fatto, trasporto pubblico	128
Figura 83 Rete stradale, scenario di progetto T6	129
Figura 84 Rete del trasporto pubblico, scenario di progetto T6.....	130
Figura 85 Flussogramma dello stato di Riferimento, trasporto privato	131
Figura 86 Rapporto V/C, scenario di Riferimento	131
Figura 87 Flussogramma dello stato di Riferimento, trasporto pubblico.....	132
Figura 88 Rete stradale, scenario di progetto T6	133
Figura 89 Rete del trasporto pubblico, scenario di progetto T6.....	134
Figura 90 Isocrona veicolare 60 minuti.....	135
Figura 91 Macrozone.....	136
Figura 92 Flussogramma dello stato di progetto T6, trasporto privato	138
Figura 93 Rapporto V/C, scenario di progetto T6.....	138
Figura 94 Flussogramma dello stato di progetto T6, trasporto pubblico.....	140
Figura 95 – Estensione del grafo stradale del modello di microsimulazione	143
Figura 96 – Flussogramma di assegnazione dello scenarioT0 “stato di fatto”	145
Figura 97 – Dettaglio 1 del flussogramma di assegnazione dello scenarioT0 “stato di fatto” ..	146
Figura 98 – Dettaglio 2 del flussogramma di assegnazione dello scenarioT0 “stato di fatto” ..	146
Figura 99 – Dettaglio 3 del flussogramma di assegnazione dello scenarioT0 “stato di fatto” ..	147
Figura 100 – Dettaglio 4 del flussogramma di assegnazione dello scenarioT0 “stato di fatto” ..	147
Figura 101 - Flussogramma di assegnazione dello scenario T6 di Progetto.....	148

Figura 102 - Dettaglio 1 del flussogramma di assegnazione dello scenario T6 di Progetto.....	148
Figura 103 – Dettaglio 2 del flussogramma di assegnazione dello scenario T6 di Progetto	149
Figura 104 – Dettaglio 3 del flussogramma di assegnazione dello scenario T6 di Progetto	149
Figura 105 - Dettaglio 4 del flussogramma di assegnazione dello scenario T6 di Progetto.....	150
Figura 106- Flussogramma di assegnazione dello scenario di Progetto – solo veicoli MIND ...	150
Figura 107- Istantanea di simulazione dello scenario di Progetto – MIND	151
Figura 108 - Istantanea di simulazione dello scenario di Progetto – Nodo Carcere	151
Figura 109 - Istantanea di simulazione dello scenario di Progetto – Porta Est	152
Figura 110 - Istantanea di simulazione dello scenario di Progetto – Porta Ovest.....	152
Figura 111 - Mappa delle intersezioni a rotatoria per le quali si è calcolato il LOS.....	153
Figura 112 - Intersezione 1 – analisi di funzionalità tramite Sidra Intersection.....	155
Figura 113 - Intersezione 2 –analisi di funzionalità tramite Sidra Intersection.....	156
Figura 114 - Intersezione 3 – analisi di funzionalità tramite Sidra Intersection.....	157
Figura 115 - Intersezione 4 – analisi di funzionalità tramite Sidra Intersection.....	158
Figura 116 - Intersezione 5- analisi di funzionalità tramite Sidra Intersection	159
Figura 117 - Intersezione 6 – analisi di funzionalità tramite Sidra Intersection.....	160
Figura 118 - Popolazione media giornaliera per fase e tipologia	166
Figura 119 Rete stradale, scenario di progetto T1	169
Figura 120 Rete del trasporto pubblico, scenario di progetto T1.....	170
Figura 121 Flussogramma dello stato di progetto T1, trasporto privato	171
Figura 122 Rapporto V/C, scenario di progetto T1.....	171
Figura 123 Flussogramma dello stato di progetto T1, trasporto pubblico	172
Figura 124 Rete stradale, scenario di progetto al T3.....	173
Figura 125 Rete del trasporto pubblico, scenario di progetto T3.....	174
Figura 126 Flussogramma dello stato di progetto T3, trasporto privato	175
Figura 127 Rapporto V/C, scenario di progetto al T3	175
Figura 128 Flussogramma dello stato di progetto T3, trasporto pubblico	176
Figura 129-T1 – flussogramma di assegnazione.....	177
Figura 130-T1 – flussogramma di assegnazione particolare 1	178
Figura 131-T1 – flussogramma di assegnazione particolare 2	178
Figura 132-T1 – flussogramma di assegnazione particolare 3	179
Figura 133-T1 – flussogramma di assegnazione particolare 4	179
Figura 134-T3 – flussogramma di assegnazione.....	180
Figura 135-T3 – flussogramma di assegnazione particolare 1	180
Figura 136-T3 – flussogramma di assegnazione particolare 2	181
Figura 137-T3 – flussogramma di assegnazione particolare 3	181
Figura 138-T2 – flussogramma di assegnazione particolare 4	182

Indice delle Tabelle

Tabella 1 - Parametri di stima della popolazione	20
Tabella 2 - Stima popolazione Università Statale	20
Tabella 3 - Stima popolazione Ospedale Galeazzi	21
Tabella 4 - Stima Popolazione Human Technopole	21
Tabella 5 - Parametri di generazione degli spostamenti	22
Tabella 6 - Fattori di ora di punta	22
Tabella 7 - Fattori di internal capture (spostamenti originati) [Source: NCHRP report 684 pag. 94]	24
Tabella 8 - Fattori di internal capture (spostamenti attratti) [Source: NCHRP report 684 pag. 95]	25
Tabella 9 - Popolazione media giornaliera stimata per funzione e tipo di utente	26
Tabella 10 - Spostamenti giornalieri prodotti per funzione e tipo di utente	27
Tabella 11- Spostamenti in ora di punta	28
Tabella 12 - Spostamenti interni per funzione	29
Tabella 13 - Spostamenti esterni generate e attratti nelle ore di punta	29
Tabella 14 - Opzioni di mix funzionale considerate per il test di sensitività	30
Tabella 15 - Risultati del test di sensitività	31
Tabella 16 - Descrizione dell'offerta del TPL nel quadrante di relazione diretta con MIND	36
Tabella 17 – Confronto dei parametri di servizio fra quadro di riferimento e quadro di proposta	64
Tabella 18 – Confronto dei parametri di servizio fra quadro di riferimento e quadro di proposta	64
Tabella 19 -Dotazione di sosta richiesta per funzione da NTA del PGT di Milano	86
Tabella 20 - Domanda di sosta calcolata sulla base delle NTA del PGT di Milano - Scenario mix (80% ambito 2)	87
Tabella 21 - Ripartizione modale futura stimata	90
Tabella 22 - Coefficienti di occupazione veicolare	90
Tabella 23 - Tasso di rotazione dei parcheggi	90
Tabella 24 - Fabbisogno di sosta stimato sulla base della popolazione attesa	92
Tabella 25 - Domanda di sosta stimata sulla base delle manifestazioni di interesse	93
Tabella 26 - Stima di domanda di sosta ottenuta combinando le diverse metodologie (scenario di progetto)	94
Tabella 27 - Dimensionamento del servizio interno GRT	110
Tabella 28 Macrozone MIND	137
Tabella 29 – Performance globali di rete negli scenari simulati	145

Tabella 30 – Classificazione LoS (HCM2010)	154
Tabella 31 - SLP per fase di sviluppo	165
Tabella 32 - Spostamenti totali prodotti giornalmente per fase.....	166
Tabella 33 - Spostamenti attratti e generati in fase T1 in ora di punta AM	167
Tabella 34 - Spostamenti attratti e generati in fase T3 in ora di punta AM	167
Tabella 35 - Spostamenti attratti e generati in fase T6 in ora di punta AM	168
Tabella 36 - Stima domanda di sosta per fase.....	168
Tabella 37–Scenario T1 – parametri generali di rete ora di punta AM.....	177
Tabella 38–Scenario T3 – parametri generali di rete ora di punta AM.....	180

1 Vision e Filosofia Progettuale

Il processo di rigenerazione urbana di MIND (Milano Innovation District) si pone l'ambizioso obiettivo di generare una nuova opportunità urbana, caratterizzata da un articolato mix funzionale, elevati livelli di accessibilità e significativa dotazione di tecnologia ed innovazione, in grado di agire da primario catalizzatore dello sviluppo economico territoriale, per un posizionamento di successo nel contesto competitivo a scala globale.

Il nuovo distretto urbano consisterà in una delle più importanti destinazioni internazionali dell'innovazione, laboratorio in cui testare e sviluppare i futuri modelli del vivere contemporaneo, una nuova polarità che, attirando l'interesse e gli investimenti sia nazionali sia esteri per la sua appetibilità internazionale, rappresenterà uno strategico ambito di contaminazione – e quindi inclusione e collaborazione – fra pubblico e privato, fra industria, istituzioni, ricerca ed istruzione.

Dal punto di vista localizzativo in termini di posizionamento nel sistema infrastrutturale a scala territoriale, l'eccezionale livello di accessibilità che caratterizza il sito Ex Expo 2015 all'interno del contesto regionale / metropolitano si pone in diretta relazione con la strategica posizione di Milano, quale nodo di importanza europea, nell'articolato quadro dei collegamenti nazionali, europei ed internazionali.

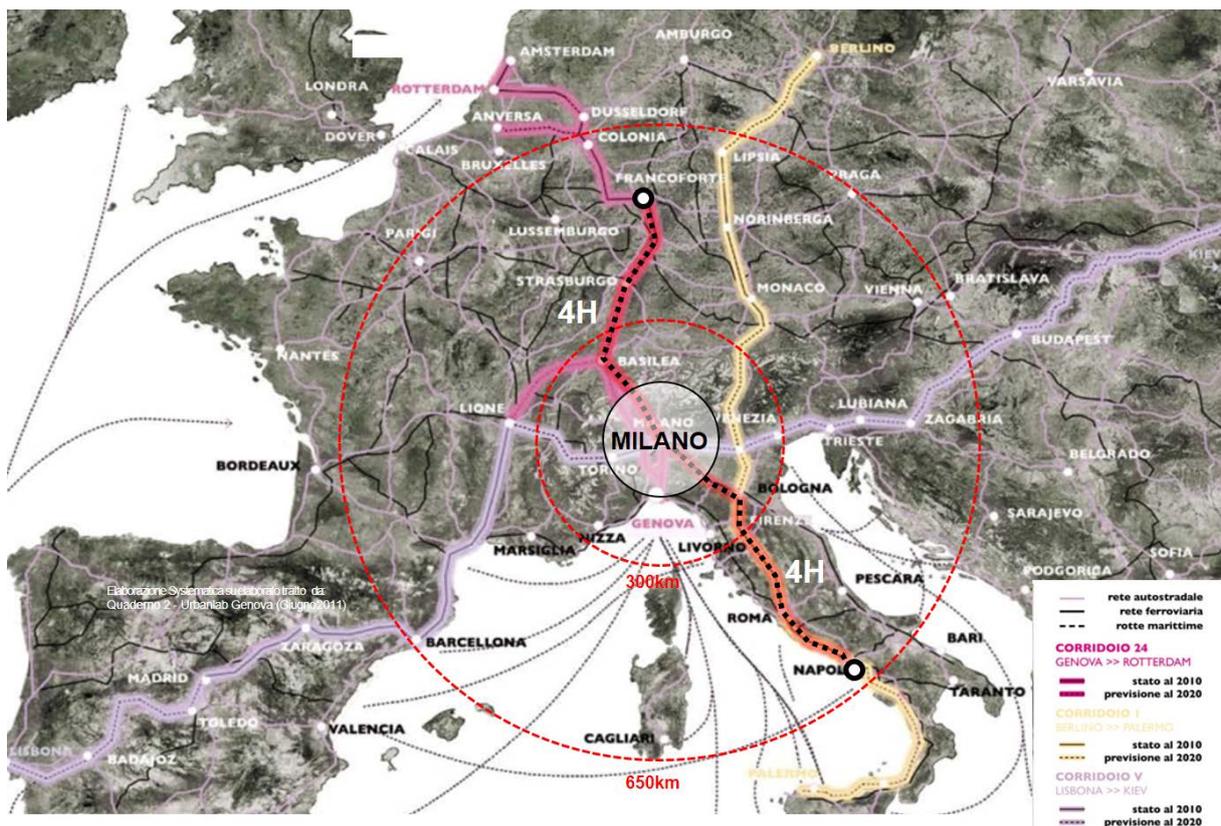


Figura 1 - Milano nel sistema delle relazioni strategiche a scala Europea

Infatti, oltre ad essere al centro di un sistema aeroportuale che comprende gli aeroporti di Malpensa, Linate e Bergamo Orio al Serio per un traffico complessivo che supera i 40 milioni di passeggeri / anno, oggi Milano rappresenta indiscutibilmente il nodo centrale del sistema di Alta Velocità del Nord Italia, cerniera infrastrutturale all'interno di una macro-regione che gode di una posizione strategica rispetto alla rete transeuropea dei trasporti, con tre dei

quattro Corridoi che interessano l'Italia e dei nove complessivi in Europa che la attraversano: il Corridoio Mediterraneo, il Corridoio Reno – Alpi (con prolungamento verso i porti liguri) ed il Corridoio Scandinavo – Mediterraneo.

Inoltre, la recente apertura da parte della Svizzera della galleria di base del San Gottardo (2016), quale sezione nevralgica dell'arteria ferroviaria europea del San Gottardo e parte del più ampio progetto AlpTransit, prefigurano importanti sviluppi nelle relazioni di scambio fra la Lombardia e il Canton Ticino, consentendo collegamenti più rapidi fra Milano e la Svizzera (Basilea, Ginevra, Zurigo).

All'interno di tale sistema, evidenti sono le ricadute e gli impatti in termini di costruzione o di ricostruzione degli impianti insediativi di "lungo periodo" e i caratteri nodali di una città come Milano e la sua area metropolitana, quale forte centro di relazione di scambio, vengono inevitabilmente esaltati.

Rispetto al quadro regionale, l'area metropolitana di Milano è fortemente attrattiva per quasi tutto il territorio lombardo (e per le province esterne di Novara e Piacenza): ad oggi genera quasi un terzo e attrae circa il 35% dei rispettivi valori di produzione di mobilità dell'intera Regione Lombardia, che si attesta sui 16,4 milioni di spostamenti al giorno.

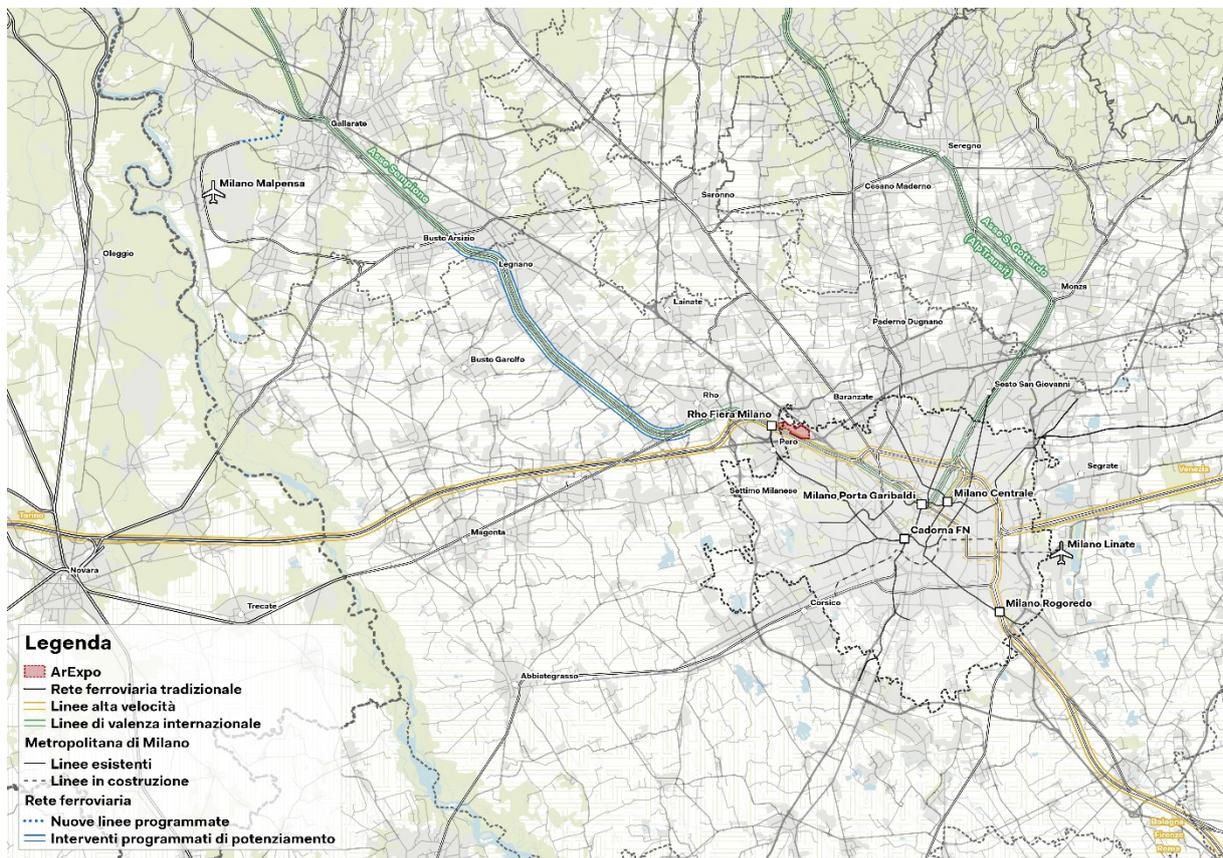


Figura 2 - MIND – Inquadramento territoriale ed infrastrutturale a scala vasta

L'area oggetto di rigenerazione urbana si inserisce quindi in un ambito di cerniera fra il tessuto urbano di Milano e l'importante quadrante territoriale nord-ovest che si sviluppa l'asse del Sempione, ambito caratterizzato dalla presenza di importanti armature di mobilità, sia stradali che ferroviarie, il cui potenziamento rappresenta il più importante lascito infrastrutturale di Expo 2015, investimenti infrastrutturali da valorizzare quale componente tangibile dell'eredità di Expo 2015.

Valorizzando ed integrando il patrimonio infrastrutturale lasciato dall'Esposizione Universale del 2015, asset fondamentale del piano di sviluppo dell'area, il primo obiettivo strategico del Progetto di Mobilità consiste nell'assicurare un articolato ed efficace quadro, "a geografie multiple", di connessioni globali, locali ed interne, per una nuova città che sia ben integrata nel contesto territoriale di riferimento, fisicamente e socialmente, sia rinforzando la relazione con la città di Milano, la sua area metropolitana ed i più importanti corridoi di sviluppo regionale, sia garantendo la necessaria ricucitura trasversale con i brani urbani più prossimi, oggi segregati e fortemente interclusi a causa della presenza di nevralgiche armature infrastrutturali.

Coerentemente all'identità del distretto prefigurato, il modello di mobilità interna, che comprende pedonalità, ciclabilità, un'offerta multimodale di servizi di trasporto pubblico ed in condivisione e l'ambito della logistica e della movimentazione delle merci, gravita attorno ai principi di mobilità lenta, sostenibile (nello specifico elettrica) ed innovativa, possibilmente *driverless* e ad alto contenuto tecnologico anche per quel che riguarda i sistemi di gestione, controllo e di informazione.

Oltre a garantire adeguati livelli di accessibilità a tutti gli ambiti di sviluppo del distretto in funzione della localizzazione dei nodi strategici di accesso alle infrastrutture di trasporto primarie, rendendo trascurabile la distanza temporale fra funzioni e i punti di accesso alle infrastrutture, l'obiettivo chiave di tale modello è facilitare la sistematica "contaminazione" fra le diverse funzioni, garantendo scambi e relazioni che potranno svilupparsi soprattutto lungo l'asse del Decumano, fondamentale asset di sviluppo ed agente di cambiamento, corridoio di innovazione chiamato a legare le diverse funzioni ed offrire un sistema di spazi pubblici articolati ed integrati.

A tale obiettivo nevralgico si lega la necessità di prefigurare un progetto di mobilità in grado di garantire, con evidenza numerabile e quantitativa, l'effettiva compatibilità e sostenibilità trasportistica – e quindi ambientale – durante tutte le fasi di realizzazione ed attivazione delle opportunità urbane che compongono l'articolato mix funzionale del distretto, la qualità delle infrastrutture e la flessibilità delle stesse per accogliere nuove future forme di mobilità (resilienza infrastrutturale), qualità dello spazio pubblico, comfort e sicurezza per tutte le categorie di utenza, secondo l'approccio "Vision Zero" o Visione Zero Rischio.

Come sintesi del complesso quadro di principi cui si ispira il Progetto di Mobilità di MIND, il carattere fondante del Master Plan per quel che riguarda le dimensioni di accessibilità e mobilità si basa su 3 concetti chiave: *Highly Accessible*, *Highly Walkable* e *Highly Mixed Land-Use*.

Inspirato alle nuove soluzioni tecnologiche e pratiche *smart* che si stanno sperimentando in questi anni e che inevitabilmente caratterizzeranno sia le infrastrutture (*Intelligent Infrastructure*, in termini di asset infrastrutturale dotato di rilevanti componenti tecnologiche, in particolare elementi di sensoristica), sia i servizi di mobilità (*Smart Mobility*), il distretto di MIND vuole porsi quale banco di prova internazionale, *test bed* per sperimentare ed attuare modelli di mobilità intelligente e *driverless*, oltre ad un articolato mix di soluzioni ITC e ITS, fra cui sistema di controllo integrato *free flow* dell'accesso veicolare, tecnologie di *Smart Parking*, innovativi sistemi di gestione e regolamentazione intelligente del traffico e schemi di *car* e *bike sharing* (*Bike/Ebike*) di ultima generazione.

Il forte carattere di innovazione che caratterizzerà il distretto andrà ad integrare e valorizzare ulteriormente i due elementi di strategie che, ancora ad oggi, sono ritenuti principi imprescindibili per garantire la generale sostenibilità trasportistica dell'intervento, qualità urbana e l'efficace fruizione di tutte le opportunità urbane generate dal distretto in relazione all'intero spettro di utenze: adeguati investimenti nei sistemi di trasporto collettivo per rinforzare le connessioni esterne e supportare le componenti di mobilità interna e l'applicazione di un rigoroso e virtuoso processo di pianificazione / progettazione integrata dell'assetto urbanistico – sistema dei trasporti, seguendo i più recenti indirizzi TOD

(*TransitOrientedDevelopments*) al fine di ridurre intrinsecamente il fabbisogno di mobilità generato dal compendio di trasformazione.

In tal senso, l'introduzione di insediamenti compatti, innervati da sistemi di mobilità lenta e caratterizzati da un'equilibrato mix di vocazioni di valenza metropolitana/urbana – approfittando dell'elevata accessibilità garantita dai nodi di intercambio – e locale – alimentano la vitalità del quartiere, secondo il concetto di *Connected&Open Communities*.

Una corretta definizione di "ecologia delle funzioni", a supporto di uno sviluppo *reticolare* e multi-centrico, permette l'effettiva riduzione del generale "consumo energetico", che, per la mobilità urbana, si traduce sia nella riduzione dei livelli di mobilità indotta – tipica dei comparti *mixed land use* -, sia nel riequilibrio della distribuzione degli spostamenti indotti in contrapposizione alla mobilità urbana radio-centrica quale principale conseguenza del monocentrismo urbano.

In tutto questo il concetto di Accessibilità costituisce il *principio di fondo*, elemento qualificante e trasversale rispetto alle altre prospettive di indagine. Se in passato la distanza era l'elemento uniformante che plasmava la struttura fisica della città, ad oggi è il tempo, la quarta dimensione, per natura immateriale, che ne trasforma la forma funzionale e garantisce la corretta fruizione delle opportunità urbane: alla destinazione funzionale infatti si associa il tempo per raggiungerla ed usarla e tale tempo varia in funzione del modo di trasporto utilizzato e dell'ora del giorno in cui viene vissuto, andando a generale le mutevoli forme dell'uso di città e un diverso modo di leggere l'*organismo* urbano.

Al fine di garantire un solido equilibrio modale, il sistema della viabilità di diretta relazione ed interno al sito di MIND sarà riarticolato passando da una rete che privilegia l'utilizzo del trasporto privato ad un concetto di rete pluri-funzionale, *walkable streets*, all'interno della quale insieme al trasporto pubblico la mobilità dolce assumono un ruolo prioritario, attraverso la strutturazione di percorsi continui, completi, interconnessi e facilmente riconoscibili atti a garantire ai nuovi ed esistenti ambiti urbani permeabilità e connettività, qualità urbana, sicurezza, accessibilità delle funzioni.

Altro elemento chiave del Progetto di Mobilità è la definizione di strada come "spazio pubblico". Il sistema degli spazi pubblici – strade, piazze, parchi – infatti rappresenta l'elemento più duraturo della struttura urbana, permane nel tempo e dà forma alla città. Costituisce la matrice delle relazioni e assume il ruolo di ordinatore delle trasformazioni e delle funzioni in gioco, attraverso un rapporto diversificato e *per gradienti*.

Il processo di trasformazione sarà infatti chiamato a confrontarsi con dinamiche e variabili ad oggi non tutte prevedibili, strutturando quindi i propri cardini di qualità sul disegno degli spazi aperti. In tal senso la stessa trama stradale, attraverso la puntuale riconfigurazione dello spazio a disposizione, rappresenta un elemento infrastrutturale *flessibile*, capace di accogliere nuove forme di mobilità in chiave multimodale – trasporto collettivo pubblico ed individuale, mobilità lenta, servizi capillari ed in condivisione, ecc. – e quindi adeguarsi alle future trasformazioni che caratterizzeranno il *muoversi* nella città contemporanea, non in ultimo, garantendo la *scelta* fra una vasta gamma di servizi.

Infine, per quel che riguarda l'approccio metodologico, nonostante la preliminare disamina delle dinamiche di mobilità è chiamata, in questa fase, a supportare la definizione di un sistema di visioni urbane per il processo di rigenerazione urbana dell'area Ex Expo Milano 2015, il processo di indagine qui proposto è caratterizzato da un'analisi:

- Multi-scalare, essendo il sito punto di cerniera fra la scala globale e quella locale;
- Orientato alla domanda, riconoscendo il ruolo centrale dell'utilizzatore finale e ponendo quindi grande attenzione ai luoghi, alle persone e alle diverse esigenze di mobilità delle diverse categorie (popolazione presente stabile, pendolari regolari, city user, flussi turistici, utenti vulnerabili, ecc.);

- Basato sull'evidenza numerabile, "quantificando il numerabile" attraverso l'implementazione ed interrogazione di diverse piattaforme informative fra cui geodatabase multi-dimensionali, modelli di trasporto a scala regionale, metropolitana ed urbana, simulazioni dinamiche del traffico veicolare di trasformazione, mappe di accessibilità isocrona, mappe dei livelli di accessibilità del trasporto pubblico e dei livelli di connettività e permeabilità ciclo-pedonale per gli specifici ambiti;
- In coerenza con la cornice programmatica delineata dagli strumenti di pianificazione e programmazione vigenti e altri documenti di indirizzo (PRMT della Regione Lombardia, Piano Strategico Città Metropolitana 2016, PUMS e PGT del Comune di Milano, AdP Scali ferroviari, ecc.);
- Basato sulla pianificazione integrata di assetto urbano e sistemi di trasporto, che si declina nell'attenta lettura delle interrelazioni fra vocazioni urbane e domanda di mobilità.



Figura 3 – Alcune delle piattaforme modellistiche utilizzate per la analisi di traffico (da sinistra a destra: modello di trasporto regionale, modello di trasporto alla scala di Città Metropolitana, modello di simulazione dinamica comportamentale del quadrante urbano di riferimento)

2 Stima della Domanda di Mobilità

2.1 Premessa

L'obiettivo del presente capitolo è quello di descrivere le analisi condotte per stimare la domanda di mobilità dell'area MIND. Le analisi sono state sviluppate a partire dalle previsioni di sviluppo immobiliare applicando sia riferimenti di calcolo di contesto (come ad esempio i parametri di generazione messi a disposizione da AMAT), sia solide e riconosciute metodologie internazionali.

L'area oggetto di studio sarà interessata dalla realizzazione di circa 480.000 mq di nuove superfici lorde di pavimento sviluppate da un privato, a cui si aggiungono altri 480.000 mq che saranno destinate a funzioni pubbliche e servizi, quali le cosiddette *ancore pubbliche* - la nuova sede dell'Università Statale di Milano, lo Human Technopole e il nuovo Ospedale Galeazzi - Il capitolo si articola in tre sezioni:

- una prima parte in cui viene illustrata la metodologia per la stima della popolazione media giornaliera legata al comparto;
- una seconda parte in cui si elencano i parametri e le assunzioni utilizzate per il calcolo; e;
- una terza parte in cui, a partire dalla popolazione stimata, si stimano gli spostamenti di mobilità indotta del compendio urbano.

2.2 Metodologia di stima

La stima della domanda di mobilità si basa su una procedura sequenziale descritta sinteticamente a seguire ed illustrata nel diagramma di Figura 4, che descrive i passaggi principali del processo indicando anche a che passaggio vengono introdotti i diversi parametri. Tutti i parametri evidenziati in blu nello schema sono descritti a seguire nella presente relazione.

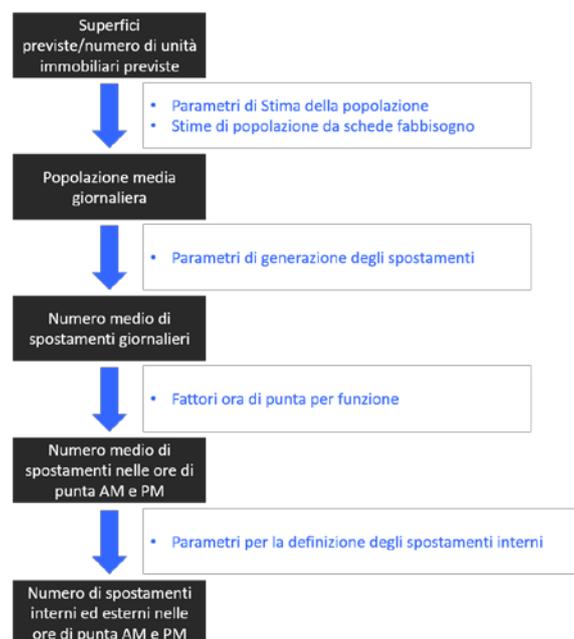


Figura 4 - Processo di stima della domanda di mobilità sulla base della popolazione

A partire dalla SLP di progetto o dal numero di unità immobiliari che si intende realizzare si stima la popolazione media giornaliera per funzione (suddivisa per addetti, visitatori e residenti). Successivamente, mediante l'utilizzo di opportuni fattori di calcolo si stima il numero medio di spostamenti giornalieri prodotti dal sito.

A questo punto si procede al calcolo del numero di spostamenti nelle due ore di punta che vengono poi ripartiti tra spostamenti in ingresso e in uscita (sulla base di specifici profili di domanda suddivisi per funzione).

Una volta stabiliti i volumi attratti e generati nel corso delle ore di punta è possibile applicare i fattori di internal capture utili a suddividere gli spostamenti prodotti tra interni (generati e attratti da funzioni interne al masterplan) ed esterni.

Entrando più nel dettaglio di ogni passaggio del calcolo, si riportano a seguire le equazioni adottate nel processo di stima. Si sottolinea che le superfici sono suddivise in 8 categorie funzionali (Residenziale a Libero Mercato, Residenze per studenti/Anziani, Uffici, Ricettivo, Culturale, Commerciale, Funzioni produttive, Altre funzioni pubbliche) a cui si aggiungono le 3 ancore pubbliche, mentre si assumono 3 distinte categorie di utenti (impiegati, residenti e visitatori).

Come illustrato in precedenza, il primo passaggio del calcolo è finalizzato alla stima della popolazione media giornaliera attesa sul sito:

$$PM_{ij} = S_i * FP_{ij} \text{ oppure } PM_i = U_i * FP_{ij}$$

PM_{ij}: popolazione media della *i*-esima funzione e della *j*-esima categoria di utenti

S_i: Superficie lorda di pavimento associata alla *i*-esima funzione

U_i: Numero di unità immobiliari appartenenti alla *i*-esima funzione

FP_{ij}: fattore di stima della popolazione per la *i*-esima funzione e la *j*-esima categoria di utenti

Successivamente si procede alla stima degli spostamenti giornalieri prodotti dal sito:

$$T_{ij} = PM_{ij} * FS_{ij}$$

T_{ij}: numero di spostamenti giornalieri prodotti dalla *j*-esima categoria di utenti afferente alla *i*-esima funzione insediata

FS: fattore di produzione degli spostamenti per la *i*-esima funzione e la *j*-esima categoria di utenti

A questo punto si procede alla stima del numero di spostamenti *n* ore di punta, ripartendoli tra spostamenti in ingresso e in uscita dal sito:

$$PHIN_{ijk} = T_{ij} * PHF_{ijk} * IN_{ijk}$$
$$PHOUT_{ijk} = T_{ij} * PHF_{ijk} * OUT_{ijk}$$

PHIN_{ijk}: spostamenti attratti durante la *k*-esima ora di punta relativi alla *i*-esima funzione e alla *j*-esima categoria di utenti

PHOUT_{ijk}: spostamenti generati durante la *k*-esima ora di punta relativi alla *i*-esima funzione e alla *j*-esima categoria di utenti

PHFijk: fattore di ora di punta relativo alla k-esima ora di punta, alla i-esima funzione e alla j-esima categoria di utenti

INijk: fattore di attrazione relativo alla k-esima ora di punta, alla i-esima funzione e alla j-esima categoria di utenti

INijk: fattore di generazione relativo alla k-esima ora di punta, alla i-esima funzione e alla j-esima categoria di utenti

Stabilito il numero di spostamenti attratti e generati nel corso delle ore di punta si procede al calcolo del numero di spostamenti interni, per fare ciò, in considerazione dei fattori di internal capture disponibili, è necessario aggregare le categorie funzionali in macrocategorie (Ufficio, Commerciale, Ristorante, Culturale/Intrattenimento, Residenziale, Ricettivo) a seconda della loro vocazione e accorpate gli utenti in un'unica classe:

$$INTzy = \text{MIN} [PHINy * ICAzy ; PHOUTz * ICGzy]$$

INTzy: spostamenti interni tra le macrocategorie funzionali z e y

ICAzy: fattore di internal capture per spostamenti attratti dalla macrocategoria y e originati dalla z

ICGzy: fattore di internal capture per spostamenti attratti dalla macrocategoria z e originati dalla y

Il calcolo degli spostamenti esterni a questo punto si esegue semplicemente sottraendo il numero di spostamenti interni per relazione al totale degli spostamenti ed eventualmente riripopolando il risultato così ottenuto sulle categorie originarie.

2.3 Parametri di stima della domanda di mobilità

2.3.1 Premessa

Si riportano a seguire i parametri di calcolo utilizzati nello sviluppo delle stime. Si precisa che tutti i parametri elencati a seguire sono stati selezionati sulla base del database di Systematica, sviluppato nel corso degli anni sulla base di esperienze progettuali e manuali nazionali ed internazionali, tra cui i principali sono:

- AMAT - Linee guida per la valutazione dell'impatto sul traffico di nuovi interventi urbanistici in Milano – 2013;
- Database Trics/Travi;
- ITE – Trip Generation Manual – 9th edition – 2012;
- RTA - Dubai Trip Generation and Parking Rate Manual – 2013.

2.3.2 Parametri di stima della popolazione

Per stimare la popolazione attesa all'interno del comparto sono stati utilizzati i parametri di generazione indicati nelle seguenti tabelle. Per facilitare la comprensione, si riporta sia il valore espresso in numero di persone in relazione a una variabile dimensionale, sia i metri quadri medi per persona. La superficie è sempre intesa come mq di SLP.

Per la categoria "altre funzioni pubbliche" non essendo, allo stato attuale, ancora ben definita la loro tipologia si è proceduto mediando i fattori di generazione di alcune delle altre categorie. Si precisa inoltre che la categoria commerciale è composta unicamente da

strutture di vicinato o di ristorazione che si ipotizzano strettamente al servizio delle funzioni insediate sul sito, seppur aperte all'esterno.

Tipologia di funzione	Variabile	Dim. media unità [mq]	Fattore [pp/variabile]			Fattore [mq/pp]		
			Impiegati	Visitatori	Residenti	Impiegati	Visitatori	Residenti
Residenziale a Libero Mercato	unità	80	0.030	0.300	3.000	2667	267	27
Residenze per studenti/Anziani	unità	30	0.015	0.150	1.500	2000	200	20
Uffici	1 mq SLP	-	0.040	0.005	-	25	200	-
Ricettivo	1 mq SLP	-	0.010	0.015	-	100	65	-
Culturale/intrattenimento	1 mq SLP	-	0.010	0.200	-	100	5	-
Commerciale	1 mq SLP	-	0.031	0.151	-	32	7	-
Funzioni produttive	1 mq SLP	-	0.010	0.001	-	100	1000	-
Altre funzioni pubbliche	1 mq SLP	-	0.016	0.075	0.003	63	13	316

Tabella 1 - Parametri di stima della popolazione

Da questa modalità di stima della popolazione sono escluse le ancore pubbliche per le quali sono stati adottati i parametri forniti nelle "Schede Fabbisogno" poste a base gara.

Nello specifico, per quanto riguarda l'università, a partire dai dati di iscritti e persone complessive mediamente nel 2015 si è stimata la compresenza media di persone attesa per il futuro.

In particolare, noto il numero attuale di studenti e il numero previsto per il futuro si è ipotizzata la medesima crescita nel numero di assegnisti e dottorandi. Alla popolazione così ottenuta è stato poi applicato il medesimo rapporto tra valore totale e compresenze medie osservato nel 2015.

Università Statale	Popolazione (2015)	Compresenze Medie (2015)	Popolazione (futuro)	Compresenze Medie (futuro)
Studenti	18,106	11,000	20,000	12,151
Personale Strutturato	910	728	910	728
Assegnisti, dottorandi...	886	709	979	783
Personale amministrativo	516	413	516	413
TOT	20,418	12,850	22,405	14,074

Tabella 2 - Stima popolazione Università Statale

Analogamente, per l'Ospedale Galeazzi, sulla base delle stime di pazienti, dipendenti e ricercatori fornite e considerando una necessaria turnazione tra i dipendenti, si è stimato il numero medio di persone al giorno presenti sul sito.

In particolare per quanto concerne la turnazione del personale si è assunto cautelativamente che mediamente, nei giorni feriali, sia presente circa l'80% del personale complessivo. Ipotizzando una turnazione completa lavorando 5 giorni su 7 la media giornaliera sarebbe pari al 71% del totale ma, dal momento che nei giorni feriali è generalmente presente un maggior numero di dipendenti si è scelto di considerare l'80% del totale, in linea con quanto rilevato all'università.

Ospedale Galeazzi	Popolazione	Compresenze Medie
Inpatient	143	143
Outpatient	5,150	5,150
Medici	717	574
Infermieri, Tecnici	1,122	898
Ricercatori	26	21
Studenti	480	384
Amministrativi	260	208
Manutenzione	250	200
Visitatori	500	500
TOT	8,648	8,077

Tabella 3 - Stima popolazione Ospedale Galeazzi

Infine, per quanto riguarda lo Human Technopole, assumendo che mediamente i suoi dipendenti siano presenti giornalmente nei normali orari di ufficio, si è scelto di equiparare direttamente il numero fornito nelle schede fabbisogno di ricercatori e dipendenti al numero di compresenze medie giornaliere, senza applicare coefficienti di riduzione.

Human Technopole	Compresenze Medie
Ricercatori	1,214
Amministrativi	250
Visitatori	100
Manutenzione	50
TOT	1,614

Tabella 4 - Stima Popolazione Human Technopole

Procedendo in questo modo si stima, per un giorno medio feriale, la presenza di:

- circa 14.000 persone/giorno legate all'università
- circa 8.000 persone/giorno legate all'Ospedale Galeazzi
- circa 1.614 in relazione allo Human Technopole.

2.3.3 Parametri di generazione degli spostamenti

I parametri di generazione degli spostamenti sono distinti per tipologia di utente. In generale si considera che gli utenti compiano mediamente 2 spostamenti al giorno. Fanno eccezione solamente gli impiegati, per i quali si assume un valore leggermente maggiorato e i residenti, per i quali si assume il valore medio di 2.72 spostamenti a persona.

In considerazione della composizione della popolazione residente, composta in larga parte da studenti e anziani, si è inoltre valutato, sempre a fini cautelativi, di non considerare la riduzione della popolazione residente in considerazione della presenza di bambini sotto gli 11 anni (8%).

Categoria	Spostamenti/giorno*pp
Impiegati	2.2
Visitatori generici	2
Residenti	2.72
Studenti	2
Visitatori Intrattenimento	2
Visitatori altre funzioni pubbliche	2

Tabella 5 - Parametri di generazione degli spostamenti

2.3.4 Fattori di ora di punta

La seguente tabella riporta il fattore di punta associato alle diverse funzioni e la ripartizione tra movimenti in ingresso e in uscita. Tali valori sono ottenuti comparando numerosi profili ottenuti nel corso di diversi studi condotti nel corso degli anni oltre che estratti da diversi database tra cui:

- TRICS/TRAVL database
- ITE Trip Generation Manual
- Dubai Trip e Parking Generation Manual

Tipologia di Funzione	AM			PM		
	fattore di punta	IN	OUT	fattore di punta	IN	OUT
Residenziale	22%	24%	76%	28%	57%	43%
Uffici	27%	89%	11%	24%	25%	75%
Università	30%	56%	44%	20%	35%	65%
Ospedale	10%	63%	37%	8%	37%	63%
Ricettivo	6%	55%	45%	11%	52%	48%
Culturale/intrattenimento	5%	85%	15%	14%	36%	64%
Commerciale	6%	54%	46%	8%	46%	54%
Funzioni produttive	20%	89%	11%	20%	25%	75%
Altre funzioni pubbliche	14%	62%	38%	17%	41%	59%

Tabella 6 - Fattori di ora di punta

2.3.5 Componente di mobilità interna - Internal Capture

Le seguenti tabella riporta i fattori utilizzati per stimare la porzione di spostamenti interni al progetto. I valori sono estratti dal *NCHRP report 684 – Enhancing Internal Trip Capture Estimation for Mixed-Use Developments*, tale report illustra una serie di analisi sviluppate su grandi comparti ad elevato mix funzionale realizzati negli Stati Uniti.

Sulla base dei risultati delle indagini gli autori del report definiscono dei parametri di cattura medi tra 6 categorie di funzioni per le ore di punta della mattina e della sera. Le 6 funzioni individuate sono:

- Terziario
- Commerciale
- Ristorazione

- Culturale/Intrattenimento
- Residenziale
- Ricettivo

I fattori così ottenuti vengono distinti per ora di punta del mattino e della sera e tra spostamenti generati e attratti da una funzione. La procedura di calcolo prevede la costruzione di una matrice degli spostamenti generati e di una per gli spostamenti attratti te successivamente di selezionare, per ogni cella di tali matrici, il valore più basso che andrà a comporre la matrice degli spostamenti interni.

Si è scelto di procedere facendo riferimento a questo documento per due ragioni: in primo luogo questo studio, con i relativi parametri risulta essere, allo stato attuale, l'unico ad essere stato sviluppata da un ente terzo e riconosciuto a livello internazionale per la stima degli spostamenti interni in progetti di grande dimensione.

Si precisa che per la categoria "altre funzioni pubbliche" si è scelto di utilizzare la media dei valori delle diverse categorie. Per le "funzioni produttive" si sono utilizzati i fattori relativi alle funzioni terziarie per via della similarità tra gli utenti delle funzioni. Un'ipotesi analoga è stata applicata per quanto concerne le 3 ancore pubbliche.

Inoltre si evidenzia che, per effetto della forte relazione esistente tra il sito MIND e l'area di Cascina Merlata e della complementarietà delle funzioni ospitate, si è scelto di considerare che una porzione degli spostamenti legati a MIND possa essere in realtà attratta o generata dal comparto Cascina Merlata e quindi essere assimilabile, per modalità e caratteristiche di spostamento, a spostamenti interni.

Nello sviluppo di tale analisi, si è considerato il distretto urbanodi Cascina Merlata composto da 3 macro-funzioni, nello specifico residenziale, retail e funzioni scolastiche, per le quali si stimano, complessivamente, circa 36.000 spostamenti/giorno.

Spostamenti Originati			
Da	A	AM	PM
Ufficio	Ufficio	0%	0%
Ufficio	Commerciale	28%	20%
Ufficio	Ristorante	63%	4%
Ufficio	Culturale/Intrattenimento	0%	0%
Ufficio	Residenziale	1%	2%
Ufficio	Ricettivo	0%	0%
Commerciale	Ufficio	29%	2%
Commerciale	Commerciale	0%	0%
Commerciale	Ristorante	13%	29%
Commerciale	Culturale/Intrattenimento	0%	4%
Commerciale	Residenziale	14%	26%
Commerciale	Ricettivo	0%	5%
Ristorante	Ufficio	31%	3%
Ristorante	Commerciale	14%	41%
Ristorante	Ristorante	0%	0%
Ristorante	Culturale/Intrattenimento	0%	8%
Ristorante	Residenziale	4%	18%
Ristorante	Ricettivo	3%	7%
Culturale/Intrattenimento	Ufficio	0%	2%
Culturale/Intrattenimento	Commerciale	0%	21%
Culturale/Intrattenimento	Ristorante	0%	31%
Culturale/Intrattenimento	Culturale/Intrattenimento	0%	0%

Culturale/Intrattenimento	Residenziale	0%	8%
Culturale/Intrattenimento	Ricettivo	0%	2%
Residenziale	Ufficio	2%	4%
Residenziale	Commerciale	1%	42%
Residenziale	Ristorante	20%	21%
Residenziale	Culturale/Intrattenimento	0%	0%
Residenziale	Residenziale	0%	0%
Residenziale	Ricettivo	0%	3%
Ricettivo	Ufficio	75%	0%
Ricettivo	Commerciale	14%	16%
Ricettivo	Ristorante	9%	68%
Ricettivo	Culturale/Intrattenimento	0%	0%
Ricettivo	Residenziale	0%	2%
Ricettivo	Ricettivo	0%	0%

Tabella 7 - Fattori di internal capture (spostamenti originati) [Source: NCHRP report 684 pag. 94]

Spostamenti Attratti			
Da	A	AM	PM
Ufficio	Ufficio	0%	0%
Commerciale	Ufficio	4%	31%
Ristorante	Ufficio	14%	30%
Culturale/Intrattenimento	Ufficio	0%	6%
Residenziale	Ufficio	3%	57%
Ricettivo	Ufficio	3%	0%
Ufficio	Commerciale	32%	8%
Commerciale	Commerciale	0%	0%
Ristorante	Commerciale	8%	50%
Culturale/Intrattenimento	Commerciale	0%	4%
Residenziale	Commerciale	17%	10%
Ricettivo	Commerciale	4%	2%
Ufficio	Ristorante	23%	2%
Commerciale	Ristorante	50%	29%
Ristorante	Ristorante	0%	0%
Culturale/Intrattenimento	Ristorante	0%	3%
Residenziale	Ristorante	20%	14%
Ricettivo	Ristorante	6%	5%
Ufficio	Culturale/Intrattenimento	0%	1%
Commerciale	Culturale/Intrattenimento	0%	26%
Ristorante	Culturale/Intrattenimento	0%	32%
Culturale/Intrattenimento	Culturale/Intrattenimento	0%	0%
Residenziale	Culturale/Intrattenimento	0%	0%
Ricettivo	Culturale/Intrattenimento	0%	0%
Ufficio	Residenziale	0%	4%
Commerciale	Residenziale	2%	46%
Ristorante	Residenziale	5%	16%
Culturale/Intrattenimento	Residenziale	0%	4%
Residenziale	Residenziale	0%	0%
Ricettivo	Residenziale	0%	0%
Ufficio	Ricettivo	0%	0%
Commerciale	Ricettivo	0%	17%
Ristorante	Ricettivo	4%	71%
Culturale/Intrattenimento	Ricettivo	0%	1%

Residenziale	Ricettivo	0%	12%
Ricettivo	Ricettivo	0%	0%

Tabella 8 - Fattori di internal capture (spostamenti attratti) [Source: NCHRP report 684 pag. 95]

2.4 Domanda di mobilità

2.4.1 Premessa

Nei seguenti paragrafi si ripercorre la metodologia descritta precedentemente in modo teorico, riportando le risultanze dei diversi passaggi del calcolo.

2.4.2 Popolazione media giornaliera

La stima della popolazione media giornaliera del sito MIND è sviluppata separatamente per le funzioni private, in cui ci si affida a indici dedotti da manuali, documenti e database nazionali e internazionali, e le funzioni pubbliche, per le quali sono note delle stime di popolazione fornite direttamente dagli enti coinvolti.

La popolazione di ciascuna delle funzioni è stata suddivisa in 3 categorie:

- Residenti;
- Visitatori (che includono visitatori veri e propri oltre a studenti dell'università e pazienti dell'ospedale); e,
- Impiegati (che include tutte le persone che, a qualsivoglia titolo, svolgano attività lavorative all'interno del sito)

Per le tre ancore pubbliche presenti all'interno dell'area di intervento sono forniti dagli enti stessi delle indicazioni di popolazione media giornaliera che si riportano a seguire:

- circa 14.000 persone/giorno legate all'Università;
- circa 8.000 persone/giorno legate all'Ospedale Galeazzi;
- circa 1.600 in relazione allo Human Technopole.

La popolazione delle funzioni private è stimata sulla base di diversi parametri descritti in precedenza. Per quanto riguarda le "altre funzioni pubbliche" si considera un mix di diverse funzioni. La seguente tabella riporta nel dettaglio la superficie lorda di pavimento suddivise per funzione e la popolazione media giornaliera stimata. I dati riportati indicano una possibile articolazione delle funzioni utilmente insediabili nell'area, che deriva da uno scenario di valutazione sviluppato nel corso delle fasi di approfondimento progettuale in preparazione dei documenti di PII.

Combinando i risultati delle tipologie di funzioni con le ancore pubbliche si raggiunge una stima di popolazione media giornaliera di 64.611 persone. Si riporta nella seguente tabella una dimensione di riferimento per le stime.

Funzione	Popolazione Media Giornaliera				
	SLP [mq]	Lavoratori	Visitatori	Residenti	Totale
RESIDENZIALE	90,000	25	250	2,500	2,775
SOCIAL HOUSING/RESIDENZE PER STUDENTI	30,000	9	90	900	999
TERZIARIO	305,000	12,200	1,525	0	13,725
COMMERCIALE	35,000	1,104	5,301	0	6,405
PRODUTTIVO	35,000	350	35	0	385
RICETTIVO	15,000	147	235	0	382
CULTURALE / INTRATTENIMENTO	40,000	313	6,250	0	6,563
ALTRE FUNZIONI PUBBLICHE	102,000	1,614	7,676	323	9,612
Università statale	187,000	1,924	12,151	0	14,074
Human Technopole	35,000	1,514	100	0	1,614
Struttura Sanitaria	86,000	1,900	6,177	0	8,077
TOTALE	960,000	21,099	39,789	3,723	64,611

Tabella 9 - Popolazione media giornaliera stimata per funzione e tipo di utente

Il seguente grafico mostra l'apporto di ogni funzione e di ogni tipo di utente alla definizione della popolazione complessiva.

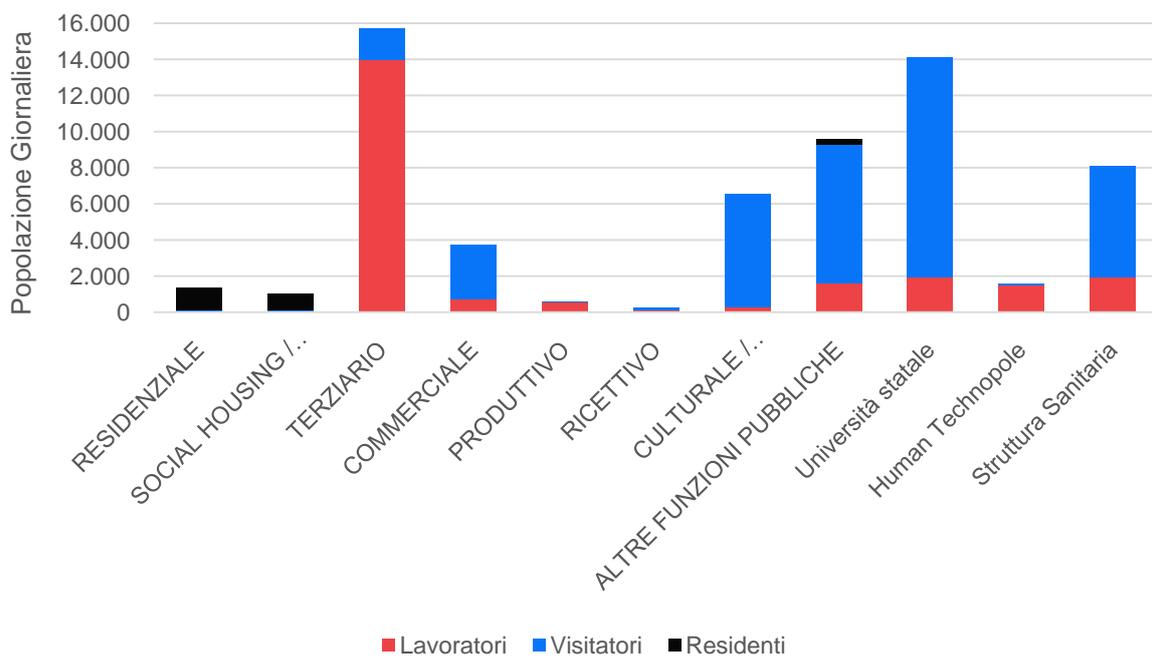


Figura 5 - Popolazione media giornaliera per funzione e tipo di utente

2.4.3 Spostamenti medi giornalieri

Una volta definito il numero di persone attese all'interno dell'area MIND in un giorno medio è possibile, applicando adeguati fattori di produzione di spostamenti, calcolare il numero complessivo di spostamenti.

Funzione	Spostamenti giornalieri			
	Lavoratori	Visitatori	Residenti	Totale
RESIDENZIALE	55	500	6,800	7,355
SOCIAL HOUSING/RESIDENZE PER STUDENTI	20	180	2,448	2,648
TERZIARIO	26,840	3,050	0	29,890
COMMERCIALE	2,428	10,602	0	13,030
PRODUTTIVO	770	70	0	840
RICETTIVO	323	470	0	793
CULTURALE / INTRATTENIMENTO	688	12,500	0	13,188
ALTRE FUNZIONI PUBBLICHE	3,550	15,351	879	19,780
Università statale	4,232	24,301	0	28,534
Human Technopole	3,331	200	0	3,531
Struttura Sanitaria	4,180	12,354	0	16,534
TOTALE	46,417	79,578	10,127	136,122

Tabella 10 - Spostamenti giornalieri prodotti per funzione e tipo di utente

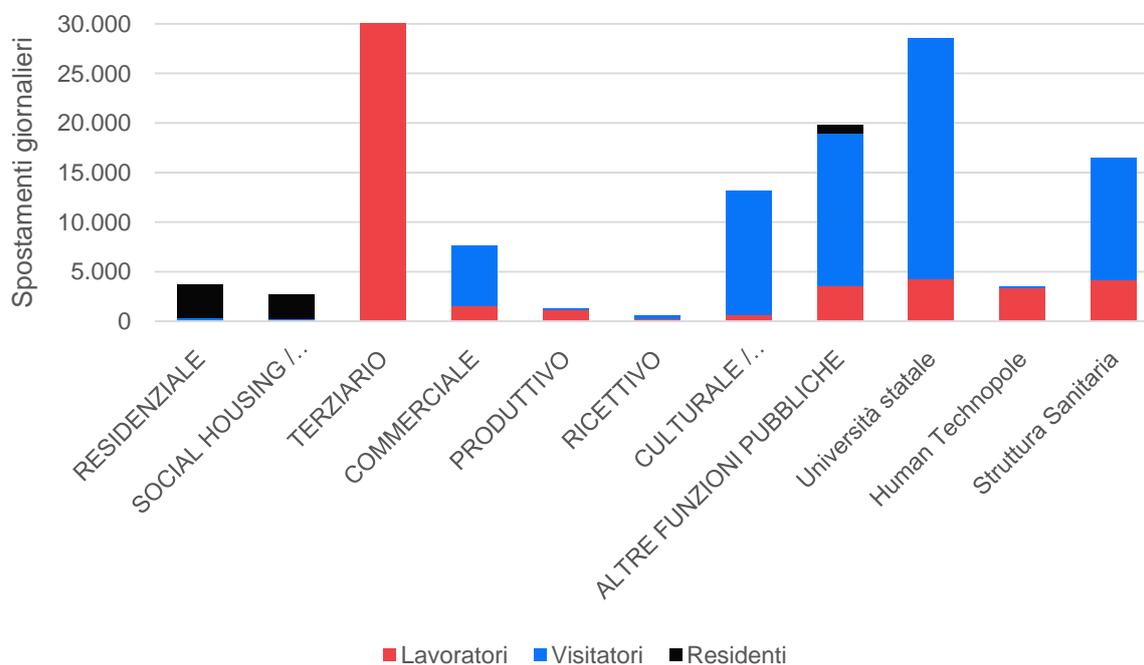


Figura 6 - Spostamenti giornalieri prodotti per funzione e tipo di utente

2.4.4 Spostamenti in ora di punta

Sulla base del numero di spostamenti al giorno è possibile calcolare il numero di spostamenti generato nelle due ore di punta giornaliere, della mattina e della sera, attraverso l'applicazione di fattori di ora di punta.

Funzione	Spostamenti AM PH			Spostamenti PM PH		
	Totale	IN	OUT	Totale	IN	OUT
RESIDENZIALE	1,618	388	1,230	2,059	1,174	886
SOCIAL HOUSING / RESIDENZE PER STUDENTI	583	140	443	741	423	319
TERZIARIO	8,070	7,183	888	7,174	1,793	5,380
COMMERCIALE	782	422	360	1,042	480	563
PRODUTTIVO	168	150	18	168	42	126
RICETTIVO	48	26	21	87	45	42
CULTURALE / INTRATTENIMENTO	649	553	96	1,894	686	1,208
ALTRE FUNZIONI PUBBLICHE	2,819	1,753	1,065	3,363	1,379	1,984
Università statale	8,560	4,794	3,766	5,707	1,997	3,709
Human Technopole	953	848	105	847	212	636
Struttura Sanitaria	1,653	1,042	612	1,323	489	833
TOTALE	25,903	17,298	8,604	24,405	8,720	15,685

Tabella 11- Spostamenti in ora di punta

2.4.5 Stima della componente di domanda interna

È appurato da numerosi studi come, nella definizione degli spostamenti prodotti da un nuovo sviluppo ad elevato mix funzionale, come si propone di essere MIND, una porzione rilevante della domanda di mobilità è in realtà legata a spostamenti interni. Tali spostamenti si verificano tra due funzioni interne al sito e non incidono sulla domanda di mobilità attratta o generata dallo stesso.

Al fine di quantificare correttamente l'impatto dello sviluppo di MIND sulle aree circostanti e sul sistema viabilistico e di trasporto pubblico milanese è quindi necessario stimare correttamente la componente di spostamenti interni al fine di ridurre la domanda di mobilità complessiva prodotta.

Per stimare il numero di spostamenti interni si fa riferimento, come illustrato nel paragrafo relativo alla stima dei parametri, alla metodologia e ai fattori descritti nel report NCHRP (National Cooperative Highway Research Program) n°684¹. Sulla base di questa metodologia è stato possibile stimare un'incidenza complessiva degli spostamenti interni circa del 7% rispetto al totale nel picco della mattina e del 10% nel picco serale.

¹ NCHRP – Report 684 – Enhancing Internal Trip Capture Estimation for Mixed-Use Developments – Transportation Research Board - 2011

Funzione	Spostamenti interni AM	Spostamenti Interni PM
RESIDENZIALE	70	411
SOCIAL HOUSING / RESIDENZE PER STUDENTI	31	188
TERZIARIO	407	138
COMMERCIALE	393	605
PRODUTTIVO	18	30
RICETTIVO	23	42
CULTURALE / INTRATTENIMENTO	0	199
ALTRE FUNZIONI PUBBLICHE	386	712
Università statale	425	120
Human Technopole	71	49
Struttura Sanitaria	173	59
Totale	1,996	2,553

Tabella 12 - Spostamenti interni per funzione

2.4.6 Domanda di mobilità complessiva prodotta sulla rete esterna

Una volta stimato il quantitativo di traffico interno generato dallo sviluppo immobiliare è possibile sottrarlo al traffico complessivo delle due ore di punta ottenendo il solo traffico esterno. Complessivamente si stima un numero di circa 23.900 spostamenti attratti o generati nell'ora di punta mattutina e di circa 21.800 in quella serale.

Funzione	Spostamenti AM PH			Spostamenti PM PH		
	Totale	IN	OUT	Totale	IN	OUT
RESIDENZIALE	1,549	372	1177	1,649	940	709
SOCIAL HOUSING / RESIDENZE PER STUDENTI	551	132	419	553	315	238
TERZIARIO	7,663	6820	843	7,036	1759	5,277
COMMERCIALE	389	210	179	437	201	236
PRODUTTIVO	150	134	17	138	34	103
RICETTIVO	25	14	11	45	23	22
CULTURALE / INTRATTENIMENTO	649	553	96	1,694	614	1,081
ALTRE FUNZIONI PUBBLICHE	2,432	1513	919	2,651	1087	1,564
Università statale	8,135	4556	3579	5,587	1955	3,632
Human Technopole	883	786	97	798	200	599
Struttura Sanitaria	1,480	933	548	1,264	468	796
Totale	23,907	16,021	7,885	21,852	7,596	14,256

Tabella 13 - Spostamenti esterni generate e attratti nelle ore di punta

2.5 Analisi di sensitività sulle stime di domanda

Come menzionato precedentemente la combinazione di funzioni che viene studiata nel presente documento rappresenta una possibile articolazione delle funzioni utilmente insediabili nell'area, che deriva da uno scenario di valutazione sviluppato nel corso delle fasi di approfondimento progettuale in preparazione dei documenti di PII.

Al fine di valutare preliminarmente il potenziale impatto di variazioni nel mix funzionale sono state analizzate mediante la medesima metodologia anche 3 opzioni alternative. Tali opzioni rappresentano delle configurazioni limite all'interno delle quali si intende muoversi. La seguente tabella riassume le consistenze [SLP, mq] per ciascuna funzione.

Funzione	OPT1	OPT2	OPT3
RESIDENZIALE	180,000	45,000	75,000
SOCIAL HOUSING/RESIDENZE PER STUDENTI	30,000	30,000	30,000
TERZIARIO	215,000	350,000	280,000
COMMERCIALE	35,000	20,000	60,000
PRODUTTIVO	20,000	55,000	35,000
RICETTIVO	30,000	10,000	30,000
CULTURALE / INTRATTENIMENTO	40,000	40,000	40,000
ALTRE FUNZIONI PUBBLICHE	102,000	102,000	102,000
Università statale	187,000	187,000	187,000
Human Technopole	35,000	35,000	35,000
Struttura Sanitaria	86,000	86,000	86,000
TOTALE (intero MP)	960,000	960,000	960,000

Tabella 14 - Opzioni di mix funzionale considerate per il test di sensitività

L'analisi condotta mostra come, al variare del mix funzionale, il totale di spostamenti esterni generati nelle ore di punta vari in maniera modesta. Tale valore presenta infatti variazioni inferiori al 5% che possono essere fatte rientrare all'interno di naturali fluttuazioni prodotte dall'incertezza sulla stima.

Più rilevante risulta invece l'oscillazione che si riscontra sulla ripartizione tra spostamenti in ingresso e spostamenti in uscita. La seguente tabella riporta i valori stimati di spostamenti in ora di punta per le tre opzioni descritte.

Opzione	Picco	Spostamenti		Variazione vs. PII
PII	AM	TOT	23,907	-
		IN	16,021	-
		OUT	7,885	-
	PM	TOT	21,852	-
		IN	7,596	-
		OUT	14,256	-
OPT 1	AM	TOT	23,042	-3.62%
		IN	14,244	-11.09%
		OUT	8,798	11.58%
	PM	TOT	21,566	-1.31%
		IN	8,143	7.20%
		OUT	13,423	-5.84%
OPT 2	AM	TOT	24,297	1.63%
		IN	16,921	5.62%
		OUT	7,376	-6.46%
	PM	TOT	22,000	0.68%
		IN	7,313	-3.72%
		OUT	14,687	3.03%
OPT 3	AM	TOT	23,137	-3.22%
		IN	15,436	-3.65%
		OUT	7,701	-2.34%
	PM	TOT	21,093	-3.47%
		IN	7,340	-3.37%
		OUT	13,753	-3.53%

Tabella 15 - Risultati del test di sensitività

3 Il sistema del Trasporto Collettivo

3.1 Premessa Generale

L'obiettivo del presente capitolo consiste nell'illustrazione delle proposte di riconfigurazione e/o potenziamento – di natura infrastrutturale e di offerta di servizi - dell'assetto del trasporto pubblico, sia di forza, sia legato ai servizi di TPL urbano ed extraurbano, in risposta all'attuazione del progetto urbanistico MIND.

L'analisi indaga inizialmente le opportunità di mobilità, a livello strategico, garantite dal sistema di forza, costituito dal sistema ferroviario e dalla linea M1 della Metropolitana di Milano, per poi analizzare e proporre uno scenario di riorganizzazione e potenziamento della rete di trasporto pubblico di superficie.

L'implementazione e l'interrogazione di piattaforme modellistiche, opportunamente aggiornate ed integrate con gli interventi programmati (Scenario di Riferimento) e di proposta del Piano di Mobilità di MIND (Scenario di Progetto), ha permesso di validare gli elementi portanti delle strategie di accessibilità legati al sistema di trasporto collettivo, soprattutto in termini di appetibilità e portata dei vari sistemi di trasporto in adduzione sull'area.

Si sottolinea che l'ambito di indagine delle valutazioni trasportistiche comprende l'intero territorio che si sviluppa lungo l'asse del Sempione, dal quadrante urbano nord-ovest di Milano fino ai confini amministrativi nord della Città Metropolitana di Milano.

3.2 Sistema del Trasporto Collettivo – Quadro Attuale

3.2.1 Sistema di Trasporto Pubblico di Forza

L'ambito territoriale in cui si colloca l'area oggetto di rigenerazione urbana, pur localizzandosi al confine del territorio comunale di Milano, a cerniera fra la Città e i Comuni di immediata relazione lungo l'asse del Sempione – Pero, Baranzate, Rho –, gode di un buon livello di accessibilità al trasporto pubblico.

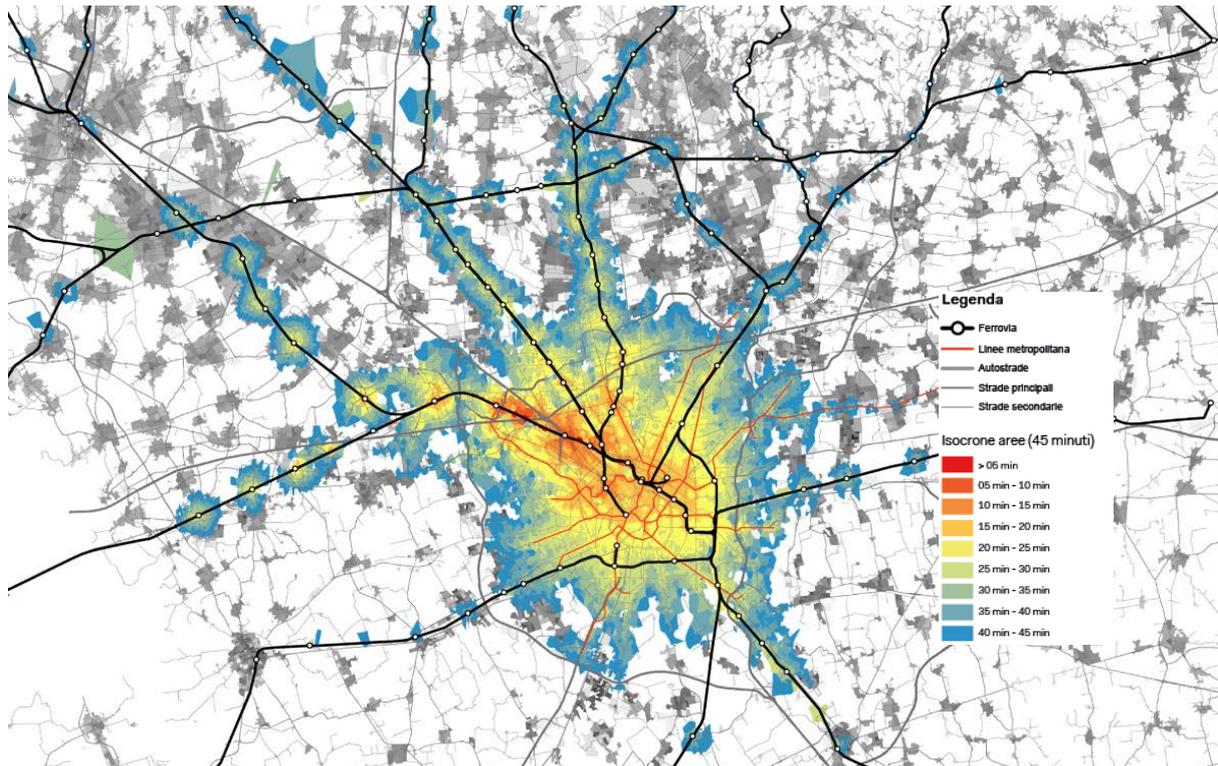


Figura 7- Analisi di accessibilità a MIND con trasporto pubblico entro 45 min

La realizzazione del Polo Fieristico ha determinato, negli ultimi decenni, un significativo aumento dei livelli di accessibilità al trasporto pubblico portante dell'area, attraverso la realizzazione della stazione ferroviaria di Rho-Fiera e della fermata di Metropolitana linea 1, che vede nella Fiera uno dei suoi attuali capolinea. Attualmente nella stazione di Rho Fiera trovano fermata tutti i treni suburbani, i regionali e interregionali, oltre ai servizi ad alta velocità in occasione di manifestazioni fieristiche.

Inoltre, attorno al polo della Stazione di Rho - Fiera, opportunamente riconfigurata e ammodernata in occasione di Expo Milano 2015, sono stati organizzati tutti i sistemi di trasporto pubblico locale di superficie di connessione con il territorio limitrofo, in particolare le linee su gomma extraurbane per Rho, Passirana ed Arese e la linea urbana del comune di Rho.

L'hub trasportistico di Rho Fiera, la c.d. "Porta Ovest" dei giorni dell'Esposizione Universale di Milano del 2015, rappresenta sicuramente la porta "del trasporto pubblico" per l'ambito di intervento, mentre la cosiddetta "Porta Est" si colloca in una condizione di minor offerta di trasporto pubblico: tale ambito si pone infatti in relazione, attualmente indiretta, con il nodo viario di Roserio, in corrispondenza dell'ospedale Sacco lungo l'asse della Varesina (SP233).

Il sistema di adduzione principale e strategico rimane quindi il servizio ferroviario e quello della metropolitana di Milano, che già in occasione di Expo 2015, hanno permesso di trasportare oltre il 40% dei visitatori, con una maggiore appetibilità del servizio ferroviario legato in particolar modo a una maggiore velocità di connessione con il centro città e un interscambio completo con tutte le linee metropolitane e la stazione ferroviaria di Porta Garibaldi.



Figura 8- Inquadramento a scala locale dei sistemi di forza e localizzazione della fermata ferroviaria di Rho-Fiera

La mappa della figura seguente descrive l'attuale livello di accessibilità di trasporto pubblico (PTAL) dell'ambito di intervento, evidenziando come l'*hub* trasportistico di Rho-Fiera, alla luce della sovrapposizione dei diversi servizi di trasporto pubblico caratterizzati da altra frequenza e portata (M1 e linee S), riesca a raggiungere un consistente livello di servizio sul nodo (pari o superiore a 5, considerato 6b il livello massimo raggiungibile), livello che ovviamente si riduce man mano che ci si allontana, pedonalmente, dal nodo.

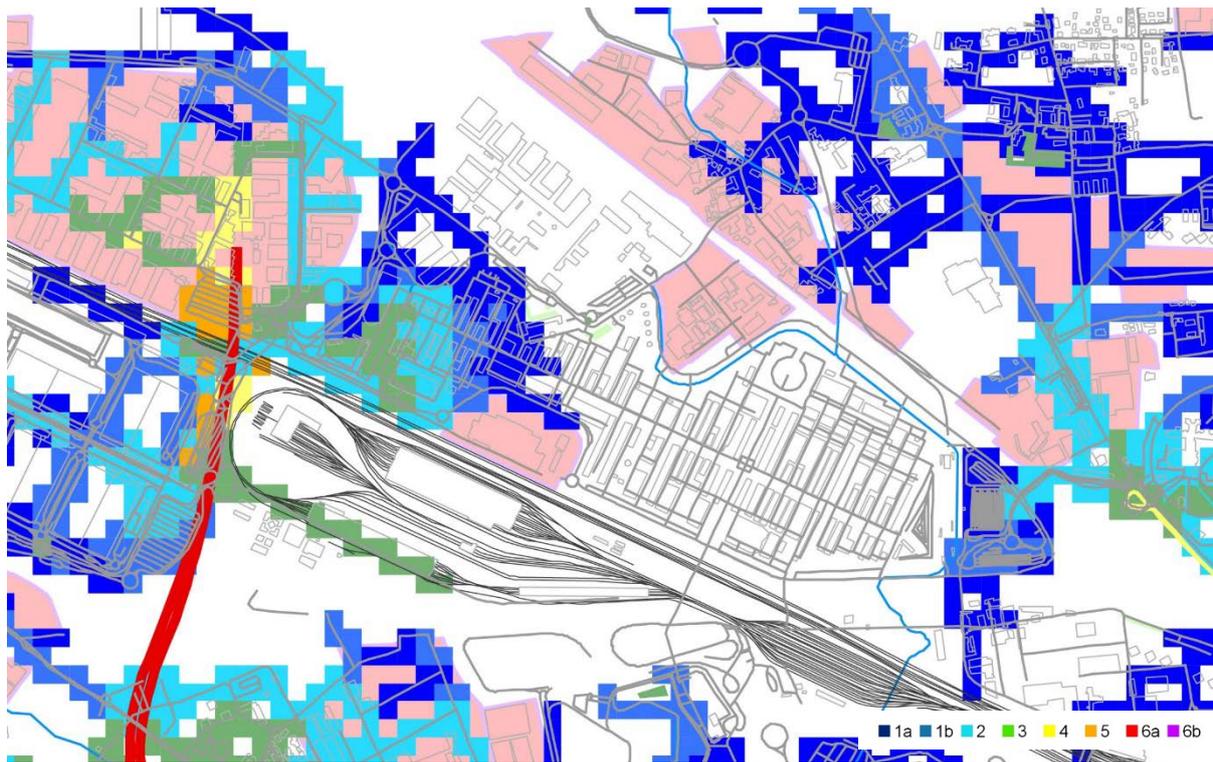


Figura 9 - Livello di accessibilità garantito dal trasporto pubblico nella configurazione attuale

3.2.2 Sistema del Trasporto Pubblico Locale

A Livello di trasporto pubblico locale, il contesto si inserisce nel piano di bacino per il quadrante territoriale del Nord Ovest. L'ambito territoriale oggetto di indagine è servito da un sistema di linee che si sviluppano sia lungo le dorsali radiali in penetrazione del Capoluogo Lombardo, andando in parte ad asservire contesti urbani non serviti dal trasporto di forza, sia lungo direttrici di tipo trasversale, all'interno dei comuni periurbani di Milano.

Attualmente è in corso la definizione del nuovo piano bacino del trasporto pubblico per il quadrante territoriale del nord Ovest. Per tale motivo si ritiene fondamentale, e strategico, iniziare a strutturare un percorso progettuale con l'Agenzia del TPL al fine di valutare tutte le opportune modifiche ed integrazioni allo schema di piano così che il processo di definizione del Piano di Mobilità di MIND, diventi l'occasione per ripensare all'assetto del TPL dell'intero quadrante di riferimento di Città Metropolitana, dando quindi risposta anche a porzioni di territorio che da anni ambiscono ad una maggior e più efficace relazione con i servizi di TPL.

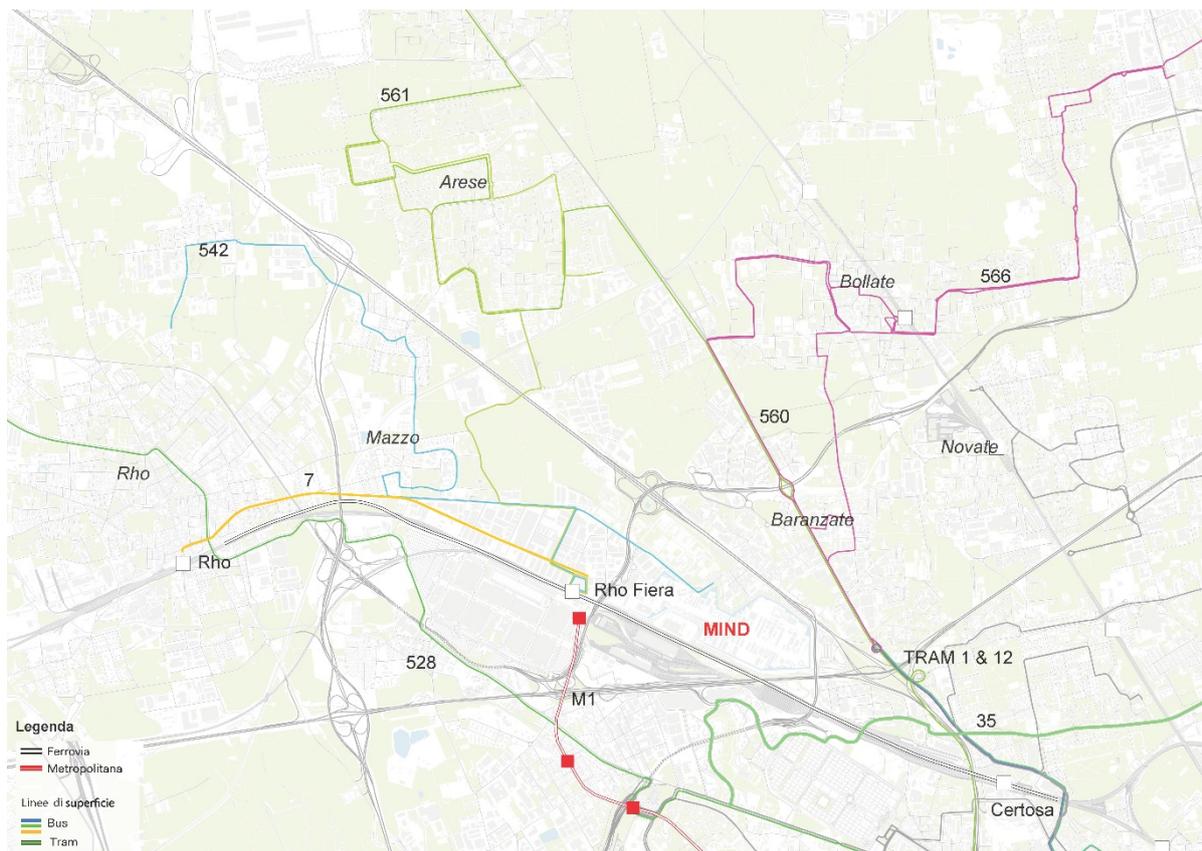


Figura 10 - Assetto del trasporto pubblico Locale - Stato di fatto

Linea	Nome Linea	Tipologia	Operatore	Mezzo	Ora di Punta	Ora di Morbida
7	Rho Stazione FS - Rho Fiera	urbane	STIE	Bus	30'	60'
542	Rho Fiera M1 - Passirana	extraurbane	ATM	Bus	30'	30'
561	Rho Fiera M1 - Arese (Vismara)	extraurbane	ATM	Bus	20'	30'
560	Milano (QT8 M1) - Arese	extraurbane	ATM	Bus	15'	30'
566	Milano (Roserio) - Paderno Durgnano	extraurbane	ATM	Bus	30'	30'
35	Molino Dorino M1 - Borgo Porretta	urbane	ATM	Bus	20'	20'
Tram 1	Roserio - Greco	urbane	ATM	Tram	6'	8'
Tram 12	Roserio - Porta Genova M2	urbane	ATM	Tram	7'	7'
Z618	Rogorotto-Rho	extraurbane	Movibus	Bus	90'	150'
Z110	Saronno-Rho	extraurbane	AirPullman	Bus	90'	90''
Z121	Bollate-Rho	extraurbane	AirPullman	Bus	60'	330''

Tabella 16 - Descrizione dell'offerta del TPL nel quadrante di relazione diretta con MIND

3.3 Sistema del Trasporto Collettivo – Quadro di Riferimento

3.3.1 Premessa

La costruzione del quadro di riferimento in relazione al sistema di trasporto pubblico è stato generato prendendo in esame gli strumenti di pianificazione e programmazione vigenti alle diverse scale di indagine, fra cui il PRMT di Regione Lombardia, il Piano di Sviluppo Strategico della Città Metropolitana di Milano, il PUMS del Comune di Milano e gli indirizzi contenuti nell'Accordo di Programma degli Scali Ferroviari (ADP Scali).

3.3.2 PRMT Lombardia

3.3.2.1 Introduzione

Per la definizione del quadro programmatico a vasta scala sono state prese a riferimento le indicazioni presenti nel PRMT. Si riportano a seguire una selezione degli interventi strategici recepiti dal PRMT che hanno diretta influenza sui regimi di accessibilità al sito oggetto di studio (sono indicati in corsivo gli estratti testuali del documento).

3.3.2.2 F9. Potenziamento Rho-Gallarate

L'intervento comprende il posizionamento di una coppia di binari aggiuntivi da Rho fino a Parabiago e un terzo binario fino a Gallarate, la sistemazione del piano del ferro nelle stazioni di Rho e la realizzazione del raccordo Y tra la rete di RFI e quella di Ferrovienord per il collegamento con Malpensa. L'iniziativa è volta a potenziare il servizio ferroviario regionale nell'area più prossima a Milano e a realizzare il collegamento diretto Milano Centrale-Rho Fiera-Malpensa. L'intervento di potenziamento Rho-Gallarate potrà richiedere un approfondimento in relazione allo sviluppo del progetto di collegamento dell'aeroporto di Malpensa da nord (azione F6).

Con questi interventi potrà essere attivato uno dei più importanti pacchetti di incremento di capacità previsti sull'area suburbana milanese. Si potrà definitivamente risolvere la problematica di insufficiente capacità di trasporto sull'asse di penetrazione dal nord/ovest del milanese.

Il disegno d'offerta che deriverebbe dalla realizzazione delle nuove infrastrutture consisterebbe nell'attivazione delle nuove linee suburbane S14 Rogoredo-Magenta e S15 Rogoredo-Parabiago che andrebbero a creare due nuovi corridoi a frequenza 10/20 minuti insieme alle linee S6 e S5 già insistenti sulle medesime tratte. La nuova infrastruttura permetterebbe di trovare anche una nuova collocazione del capolinea della linea S11 a Parabiago oltre che impostare la relazione Milano Centrale – Malpensa via Rho invece che via Saronno.

Si realizzerà inoltre una nuova fermata a Nerviano (per le linee S5, S11 e S15).

3.3.2.3 F16. Riattivazione Linea Garbagnate-Arese-Lainate

L'intervento interessa un ex raccordo ferroviario nell'ex area Alfa Romeo di Arese e consiste nella sua possibile riattivazione con funzione di trasporto pubblico anche con la realizzazione di nuova fermata a servizio dell'abitato di Lainate.

Con questo intervento si intende attivare un servizio di tipo suburbano dedicato alla città di Lainate che oggi è uno dei maggiori centri del nord milanese non direttamente servito dalla ferrovia suburbana.

Il servizio che si attiverà sarà frutto di scelte specifiche da operare insieme al territorio e al gestore dell'infrastruttura considerando una versione di base costituita da una nuova linea suburbana semioraria S17 con fermate Garbagnate Centro, Garbagnate Ovest e Lainate.

Tale linea sarebbe posta in corrispondenza sistematica a Garbagnate con una delle due linee S1 e S3 già oggi attive e potrà garantire lo scambio con la mobilità pubblica e privata anche attraverso la realizzazione di un' apposita area di interscambio.

3.3.2.4 F18. Interventi tecnologici e infrastrutturali nel Nodo ferroviario di Milano

L'iniziativa riguarda lo sviluppo del servizio ferroviario nel nodo di Milano e degli interventi connessi sulla rete nazionale e sulla rete regionale.

Data la portata degli interventi sia per lo sviluppo del servizio sia per gli interventi connessi non si può prescindere da una importante attività di coordinamento tra Regione Lombardia, gestori delle reti e Comune di Milano da attuare attraverso un apposito Tavolo per il nodo ferroviario milanese.

La sintesi dei lavori del Tavolo è riportata in un apposito Documento tecnico, aggiornato periodicamente, i cui sviluppi potranno essere formalizzati in specifico accordo tra le parti. Lo sviluppo dell'iniziativa si basa su due principi fondamentali:

1. Rendere "passanti" le relazioni oggi invece attestate nell'impianto di superficie di Porta Garibaldi e provenienti dall'asse Milano – Monza;
2. Creare un sistema ferroviario semicircolare sfruttando l'attuale infrastruttura già presente nel nodo ed attrezzandola sia dal punto di vista impiantistico sia con una maggiore permeabilità e capillarità di accesso verso la città (nuove fermate).

I due interventi, sommati insieme tra loro, permettono di liberare ingenti potenzialità di trasporto che oggi risultano vincolate da itinerari rigidi e imposti dall'infrastruttura o da un'impostazione più tradizionale ereditata dal passato.

Gli attuali servizi che utilizzano il fascio passante di Milano Garibaldi (S8, S11 e Milano-Bergamo via Carnate) saranno resi "passanti", grazie all'attestamento a Rho, Parabiago, Bovisa, liberando dunque capacità nella parte più congestionata del nodo. L'attuale servizio semicircolare che serve la cintura sud (linea S9) sarebbe così supportata da nuovi servizi che permetterebbero di limitare il servizio della prima in favore di una maggiore estensione nel nord milanese.

L'insieme degli interventi permetterebbe di configurare nuovi corridoi urbani a frequenza potenziata (15' o 10') su itinerari oggi non serviti o serviti a più limitata frequenza. In sintesi:

- sono stati delineati gli sviluppi della rete di trasporto con le ipotesi di linee e frequenze del servizio a diversi scenari temporali e, a partire dall'analisi delle caratteristiche delle reti ferroviarie, sono stati individuati gli interventi necessari per l'attuazione delle ipotesi di servizio, comprendendo interventi tecnologici e infrastrutturali;
- sono stati individuati, in relazione alla forte integrazione che si sta sviluppando tra il servizio ferroviario e il sistema di trasporto metropolitano, alcuni requisiti per migliorare l'affidabilità e attrattività complessiva del sistema, con particolare attenzione all'organizzazione dei punti di interscambio.

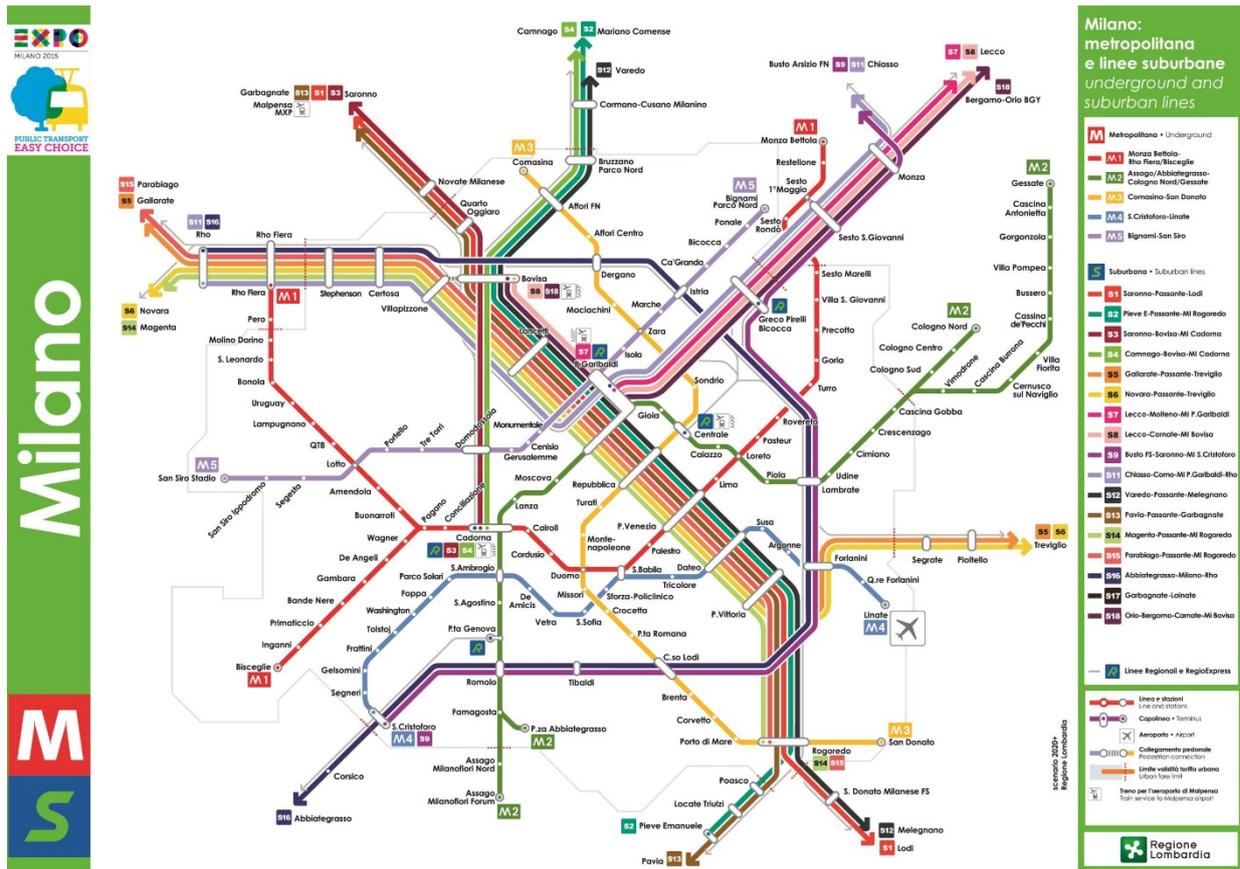


Figura11- Quadro di riferimento assetto ferroviario (Nodo di Milano) - Fonte PRMT

3.3.2.5 PUMS del Comune di Milano

Successivo alla disamina degli strumenti di pianificazione trasportica vigente a scala vasta e locale in condivisione con AMAT si è valutato di implementare il quadro trasportistico nello scenario di progetto con gli interventi di seguito citati con riferimento allo scenario di Piano del PUMS vigente:

- Prolungamento della M1 a Monza Bettola;
- Prolungamento della M5 a Monza Bettola;
- Prolungamento della M4 a Buccinasco (stazione fra Via Garibaldi e Via Buccinasco);
- Prolungamento della M4 a Segrate (o eventuali sistemi di relazione alternativi tra l'Aeroporto di Linate e la stazione ferroviaria di Segrate);
- Prolungamento della M2 a Vimercate (o Brugherio);
- Prolungamento della M2 da Assago Milanofiori Nord a Rozzano (Via Roma);
- Prolungamento della M3 da S. Donato a San Donato Est (Gela/Maritano);
- Inserimento di nuovi servizi ferroviari suburbani (S14, S15, S16 - Circle Line, S18, prolungamento a Busto Arsizio della S9, ecc.);
- Realizzazione delle nuove fermate ferroviarie urbane lungo la cintura da Adp Scali (ambiti sud, est e nord);
- Aggiornamento linee di trasporto pubblico di superficie nella configurazione proposta;
- Nuova connessione Arese-Mind (con riferimento alle ultime indicazioni pervenute dai tavoli di sviluppo per AdP Arese).

Le strategie di rinforzo ed integrazione dei sistemi e dei servizi di trasporto collettivo di forza rivestono un ruolo centrale all'interno del Piano di Mobilità proposto con l'obiettivo di garantire, lungo le fasi di sviluppo ed attivazione del comparto, un sostenibile riparto modale in grado di assicurare qualità urbana ed il contenimento dei fenomeni di congestione stradale e del relativo impatto ambientale, in piena coerenza con gli indirizzi ed obiettivi dei diversi livelli di pianificazione / programmazione (Regionale, Città Metropolitana, Urbana).

L'introduzione di nuove fermate lungo la cintura ferroviaria in corrispondenza dei principali interscambi con le linee di metropolitana e a servizio di quartieri urbani oggi privi di un servizio di mobilità forte permetterà di garantire un sistema di adduzione a MIND che copre buona parte del tessuto urbano consolidato.

La cintura ferroviaria permetterà infatti una connessione diretta con gli ambiti periferici della città, mentre il passante ferroviario e gli interscambi con la stazione di Garibaldi e le linee della metropolitana permetteranno una connessione diretta con il centro città.

La collocazione sulla dorsale ferroviaria del Nord /Ovest permetterà una più agevole connessione con il contesto territoriale lungo l'asse del Sempione/Varese e la direttrice per Novara/Torino.

Relativamente al quadrante di indagine, la nuova fermata ferroviaria Stephenson costituisce un elemento cruciale sia nell'ottica di garantire la massima accessibilità al sito MIND che nella volontà di ricucire il rapporto con il territorio circostante. Soprattutto in termini di polarità ad interesse pubblico di valenza regionale, basti pensare che la sola Università Statale, una volta conclusi il trasferimento e l'ampliamento del Campus, conterà circa 20.000 iscritti, a cui vanno aggiunti circa 2.400 tra dipendenti e ricercatori.

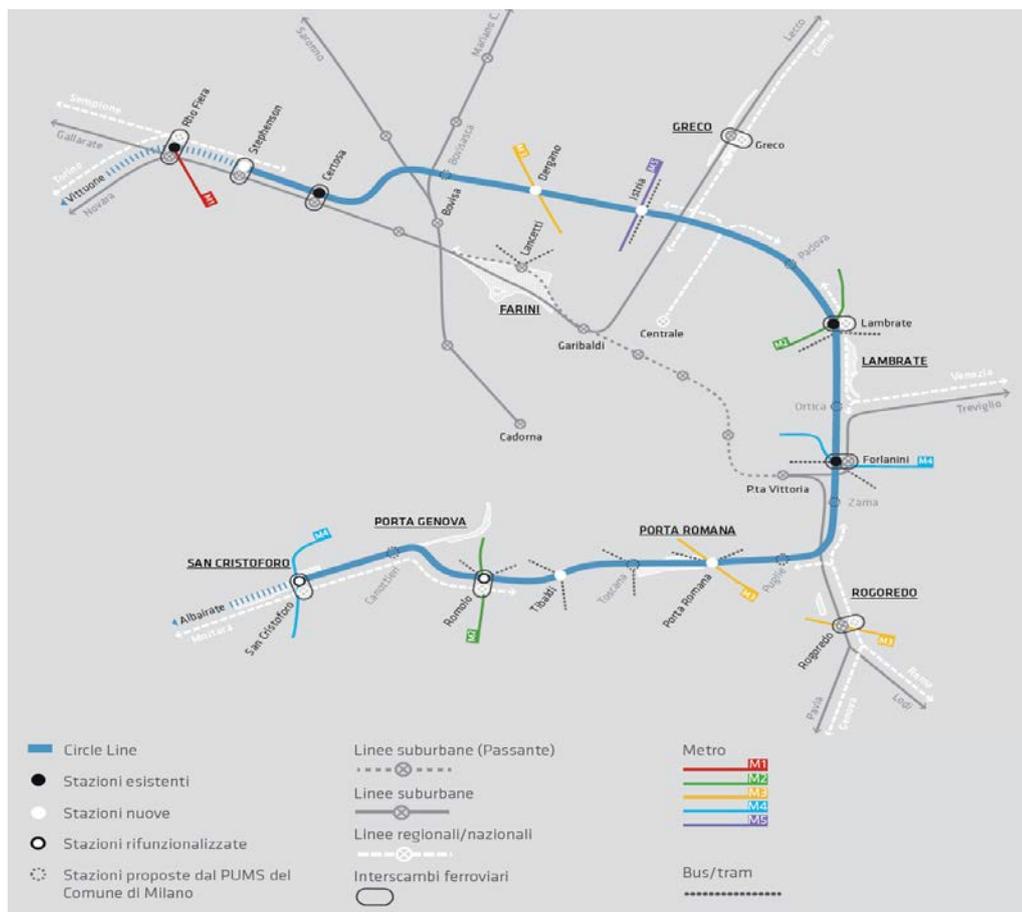


Figura 12 Assetto trasportistico ADP Scali Ferroviari

Secondo la programmazione prevista, a pieno regime, la nuova fermata ferroviaria di Stephenson potrebbe garantire un treno ogni 5-6 minuti - si conferma il servizio attualmente offerto dalle linee S5, S6, S11 e si prevede l'introduzione di due nuovi servizi nel passante ferroviario S14, S15, S16, assicurando quindi un'eccellente connettività tramite trasporto pubblico su ferro ai tre ambiti di sviluppo che ricadono all'interno dell'ambito di influenza diretto: quartiere di Stephenson, MIND e Cascina Merlata, oltre ad altre aree limitrofe.

La nuova fermata ferroviaria infatti costituirebbe un punto di accesso ai servizi ferroviari suburbani molto più facilmente accessibile anche dall'area di Baranzate e all'Ospedale Sacco, che attualmente lamentano una scarsa connessione con i sistemi su ferro a causa della rilevante distanza dalla fermata di Rho-Fiera.

3.3.2.6 ADP Scali Ferroviari

Rispetto alla definizione dell'offerta ferroviaria è stata presa in esame l'allegato O - Inquadramento degli interventi trasportistici per il quale si assume il quadro di riferimento rispetto i servizi ferroviari attesi.

SCHEDA 0:

Inquadramento degli interventi trasportistici

documento "Quadro di riferimento per lo sviluppo del sistema ferroviario regionale e suburbano nell'area metropolitana di Milano"

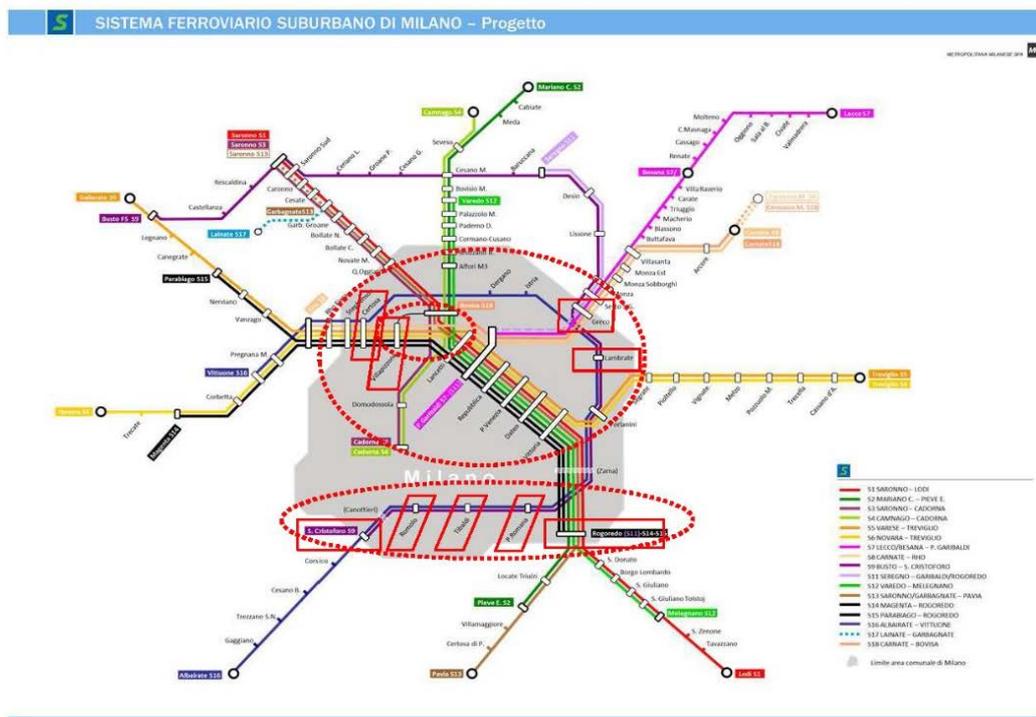


Figura13 - Estratto da Allegato O AdP Scali ferroviari

Successivamente viene fatto riferimento al possibile modello di esercizio dove si riporta una frequenza di passaggio per i servizi del passante ferroviario di 7:30 min (a cui si aggiunge il servizio di circle line, ramo nord) che prevede 1 passaggio ogni 30 min.

Accordo di Programma ai sensi dell'art. 34, d. lgs. n. 267/2000, per il recupero delle aree ferroviarie dismesse, e in dismissione, site in Comune di Milano denominate: "scalo Farini, scalo Romana, scalo e stazione di porta Genova, scalo basso di Lambrate, parte degli scali Greco-Breda e Rogoredo, aree ferroviarie S. Cristoforo", in correlazione con il potenziamento del sistema ferroviario

Corridoio Passante
Corridoio Bovisa-Cadorna

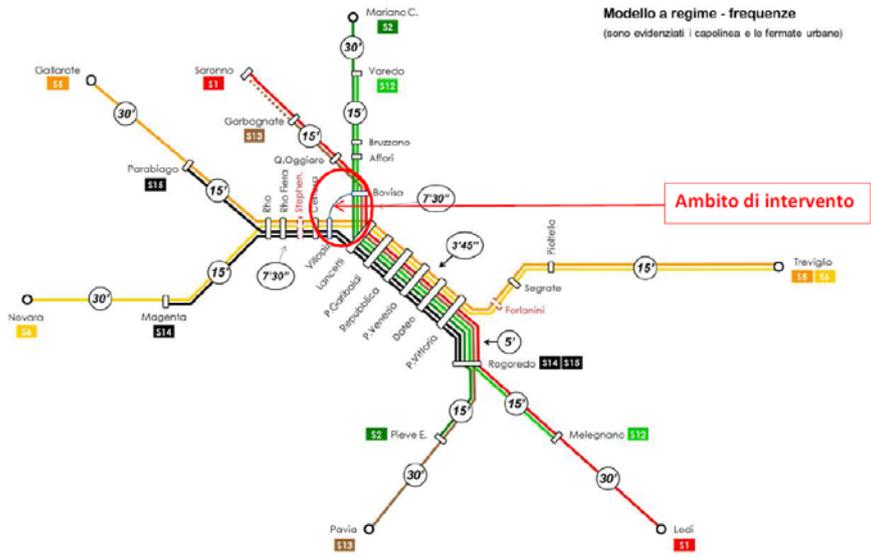


Figure 14 - Modello di servizio previsto (Fonte: Allegato O - AdP Scali Ferroviari)

3.4 Sistema del Trasporto Collettivo – Quadro di Proposta

3.4.1 Sistema del Trasporto Pubblico di Forza

3.4.1.1 Premessa

Confermando l'offerta di servizi ferroviari delineati nel quadro programmatico illustrato nel paragrafo precedente, le indagini di accessibilità e le strategie di intervento sul sistema portante del trasporto pubblico del Progetto di Mobilità di MIND si sono focalizzate sulle importanti opportunità di relazione offerte dall'introduzione della nuova fermata ferroviaria di MIND-Merlata.

La nuova fermata ferroviaria di Stephenson prevista da ADP Scalisi collocherebbe a circa 2.100 m dalla fermata ferroviaria di Certosa e a 1.800 m dalla fermata ferroviaria di Rho-Fiera, all'interno della porzione territoriale interclusa fra gli itinerari Autostrada A4, il cavalcavia di via Stephenson ed il sedime ferroviario della linea Milano-Torino/Sempione.

Poiché tale localizzazione, come illustrato nei seguenti paragrafi, limita l'accessibilità diretta al nuovo compendio di MIND e impedisce qualsiasi ragionevole relazione diretta con il comparto urbano di Cascina Merlata, è in corso di valutazione e concertazione con gli Enti ed altri soggetti portatori di interesse, la possibilità di prevedere la realizzazione di una nuova fermata in corrispondenza del cavalcavia pedonale PEMtraslando la fermata verso la stazione di Rho-Fiera di circa 500 m denominata MIND-Merlata.

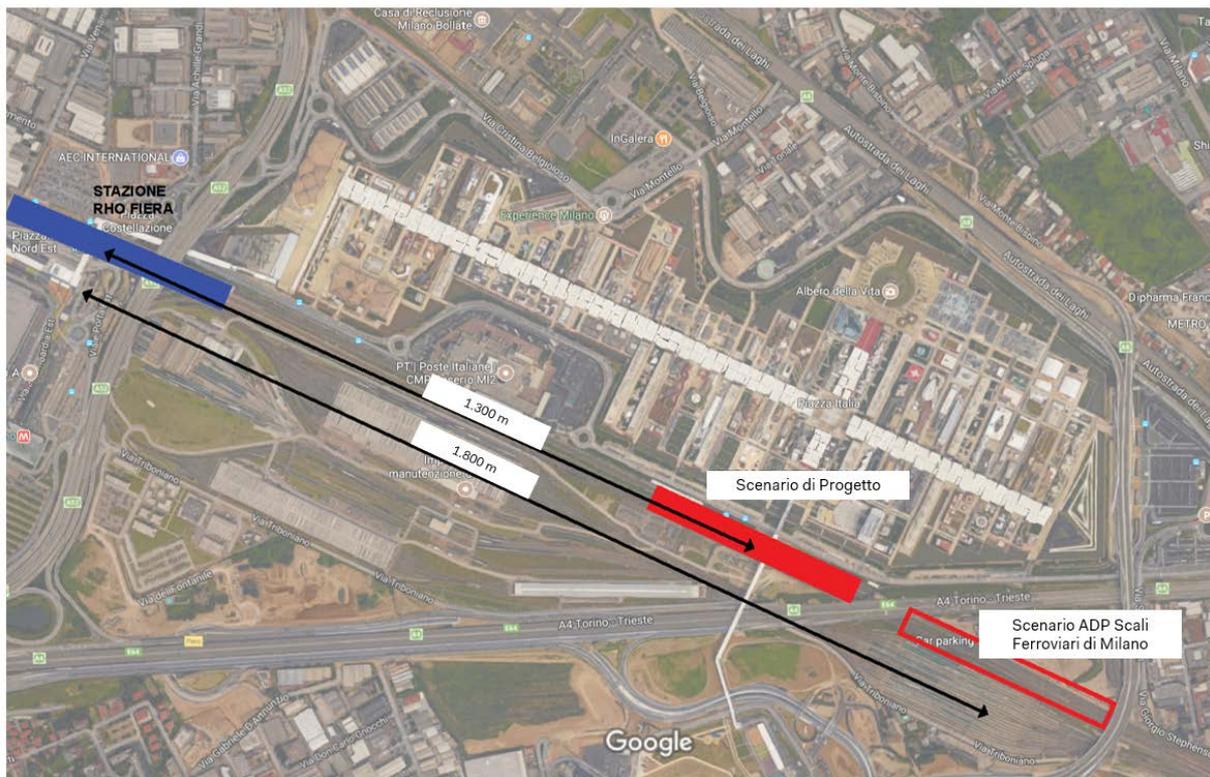


Figura 15 - Scenario localizzazione nuova fermata Stephenson

Tale alternativa progettuale, porterebbe a 2.600 m la distanza dalla stazione di Certosa e ridurrebbe a 1.300 m la distanza dalla stazione di Rho Fiera, distanziamenti che, da prime indagini e scambi tecnici con RFI, risulterebbero compatibili con quanto già avviene nell'attuale assetto del passante ferroviario.

3.4.1.2 La fermata ferroviaria di MIND-Merlata ed il sistema insediativo di diretta relazione

L'ambito territoriale sarà soggetto nei prossimi anni a forti trasformazioni, in parte già in corso di attuazione. Tali trasformazioni genereranno una domanda di mobilità oggi non presente che dovrà gravitare per buona parte sul sistema di forza del trasporto pubblico. Gli ambiti strategici presenti sono quello di MIND, Cascina Merlata (in corso di realizzazione) e il quartiere di Stephenson.

La stazione MIND-Merlatasi colloca a cerniera tra i tre ambiti e ne costituirà la principale porta di accesso. Dei tre ambiti sopra elencati il sito di MIND è quello che presenta le maggiori opportunità, in termini insediativi e di interesse pubblico, in quanto saranno presenti funzioni pubbliche strategiche a livello sovralocale tra cui la nuova sede dell'università statale e l'ospedale Galeazzi.

Rispetto al quartiere di Stephenson, l'aggiornamento del PGT di Milano, in corso di redazione, rispetto la versione vigente, stralcia l'ambito di trasformazione (ATU 10) e definisce il quartiere di Stephenson come strategico all'interno del contesto urbano la cui superficie prevalente è stata inclusa nel Tessuto Urbano Consolidato e classificato come "Ambito di rinnovamento urbano" dove si confermano le volumetrie preesistenti. La trasformazione dell'area è legata alla definizione di un piano attuativo che prevede di realizzare nuove volumetrie per circa 90.000 mq con vocazione prevalente produttiva, commerciale da aggiungersi alle volumetrie esistenti.

Per identificare l'incidenza del comparto di Stephenson all'interno dell'area di indagine nello scenario di programma, è stata calcolata la sommatoria delle SLP (esistente + progetto) stimata in circa 370.000 mq per una popolazione complessiva stimata in 20.000 persone. Sulla trasformazione dell'ambito Stephenson ad oggi non si hanno riferimenti temporali certi.

Si riportano nel dettaglio le quantità generate dai singoli ambiti di trasformazione.

MIND

SUPERFICIE: 960.000 MQ

FUNZIONI PREVALENTI: UNIVERSITÀ,
OSPEDALE, TERZIARIO, RESIDENZIALE

POPOLAZIONE GIORNALIERA: 63.000
PERSONE

QUARTIERE CASCINA MERLATA

SLP: 395.000 MQ

FUNZIONI PREVALENTI: RESIDENZIALE,
COMMERCIALE (GSV)

POPOLAZIONE GIORNALIERA: 17.000
PERSONE

QUARTIERE STEPHENSON

SLP: 370.000 MQ (STIMA)

FUNZIONI PREVALENTI: PRODUTTIVO,
COMMERCIALE

POPOLAZIONE GIORNALIERA: 20.000

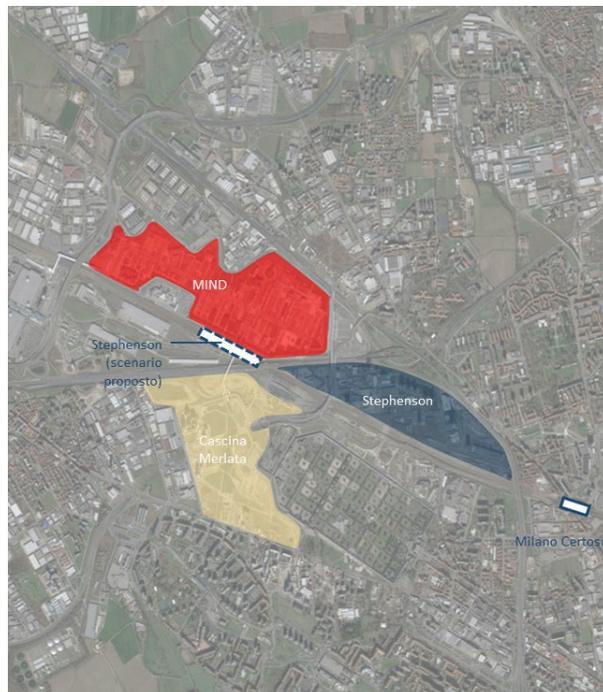


Figura 16–Ambiti di Trasformazione che gravitano attorno alla nuova fermata Stephenson

Nel complesso l'ambito di studio sarà investito di nuove volumetrie per oltre 1,7 Milioni di mq e genererà una popolazione teorica di quasi 100.000 persone che risiedono o frequenteranno l'area. Su MIND insisterà una popolazione potenziale pari a quasi 63.000 persone generando quindi circa i 2/3 degli spostamenti complessivi.

La collocazione della fermata MIND-Merlata diventa quindi strategica per riuscire a garantire accessibilità a tutti e tre le aree oggetto di futura trasformazione. Il seguente grafico confronta il peso relativo dei tre comparti in termini di superfici complessive a sviluppo ultimato, popolazione giornaliera attesa, numero di spostamenti complessivi prodotti in un giorno medio e nel corso delle due ore di punta.

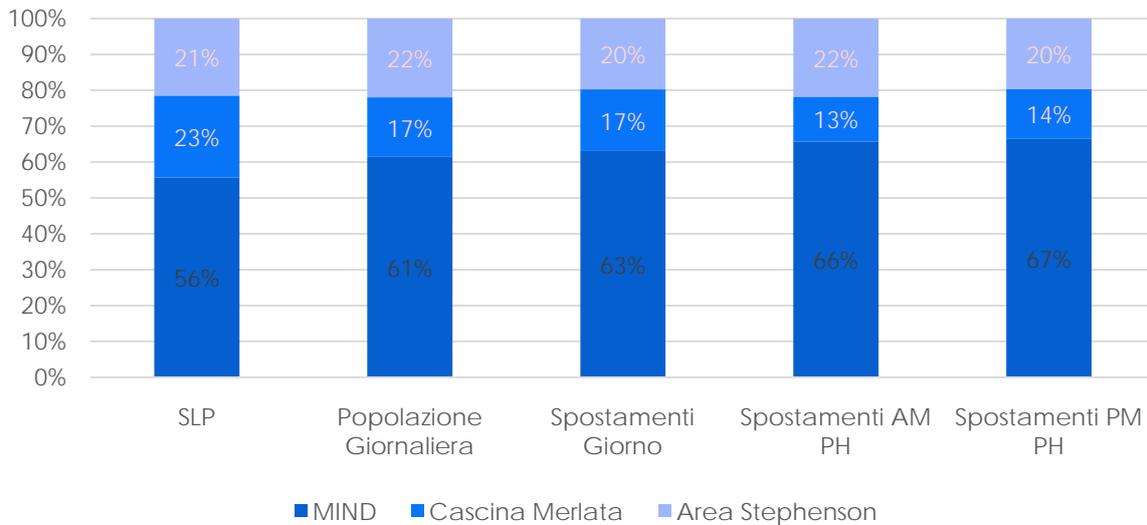


Figura 17 Assetto urbanistico e trasportistico dei 3 ambiti di sviluppo nell'intorno della fermata di Stephenson

3.4.1.3 Localizzazione nuova fermata MIND-Merlata

Si propone di localizzare la nuova fermata nella porzione d'area compresa tra la fine dell'attraversamento autostradale e la passerella pedonale di connessione realizzata in occasione di Expo2015 (PEM).

Tale localizzazione permette di ridurre le distanze pedonali di connessione e migliorare l'accessibilità di MIND e Cascina Merlata. Il primo a regime avrà una popolazione quotidiana stimata in circa 63.000 persone (fra cui studenti e addetti dell'Università Statale di Milano), mentre Cascina Merlata avrà una popolazione di 17.000 persone tra cui i visitatori del Mall commerciale in corso di realizzazione.

La fermata inoltre si colloca adiacente allo spazio eventi / *open theatre* diventando di fatto la porta di accesso per gli eventi serali che si terranno in loco.

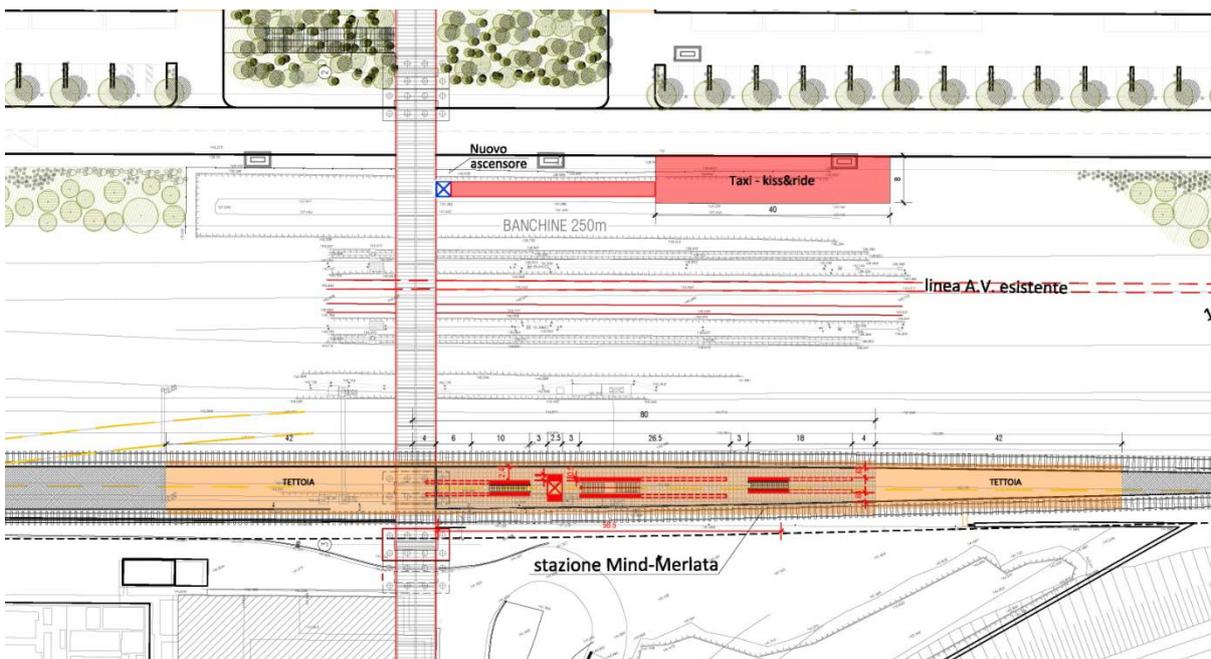
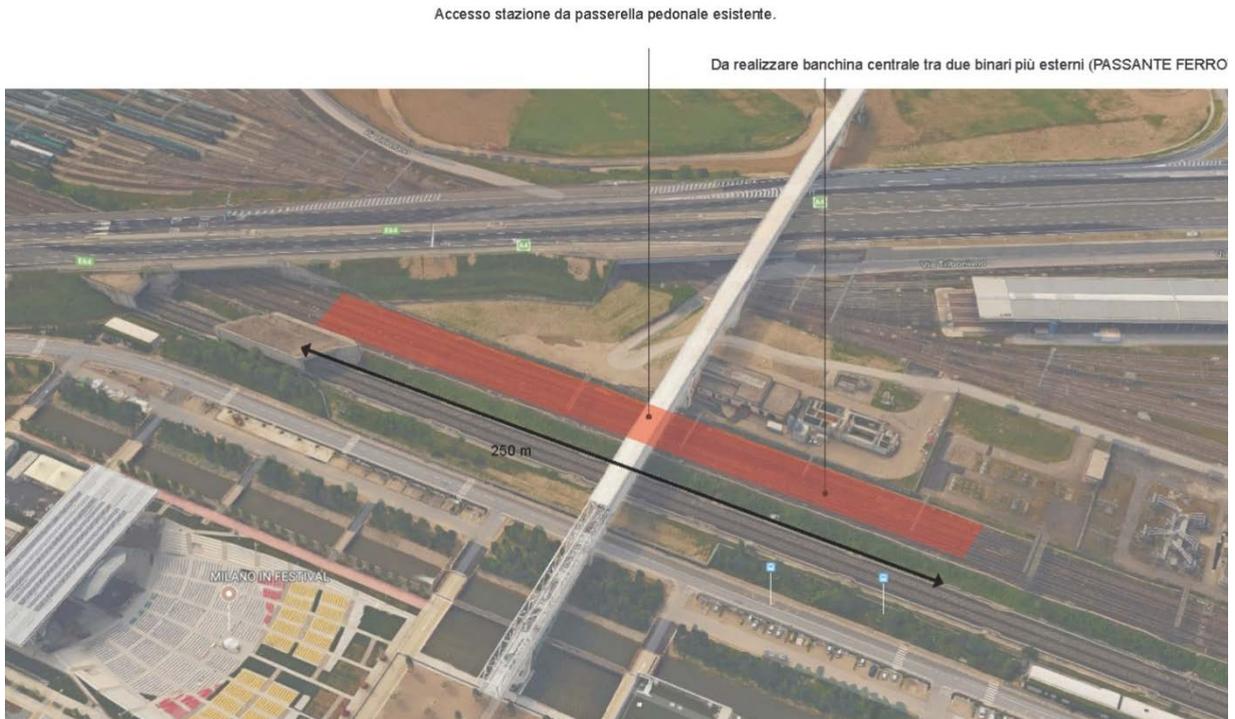
L'accessibilità alla fermata sarà garantita attraverso la riqualificazione e rinfunzionalizzazione della passerella PEM come elemento di distribuzione tra i binari riducendo così i costi di realizzazione e le interferenze alla circolazione ferroviaria nel periodo di realizzazione della stessa.

La nuova fermata prevede la realizzazione di una banchina centrale a servizio dei binari 1 e 2 con accesso diretto da un mezzanino collocato all'altezza della passerella PEM. La realizzazione della nuova banchina è vincolata dalla realizzazione di una variante del binario dal km 15+805 al km 16+403 (fonte RFI), il sedime ferroviario andrebbe così ad allargarsi nelle aree dello scalo di Firenze senza generare alcuna ulteriore interferenza.

Nella nuova fermata MIND-Merlata troverebbero fermata esclusivamente i servizi suburbani lasciando a Rho Fiera i servizi regionali / LP e servizi AV.

L'accessibilità al quartiere Stephenson, che in questo caso risulterebbe a una distanza maggiore dalla fermata, è garantita attraverso l'introduzione di una nuova connessione veicolare sotto attraversando l'autostrada A4.

La fattibilità tecnica di tale proposta è, ad oggi, in corso di approfondimento da parte di RFI.



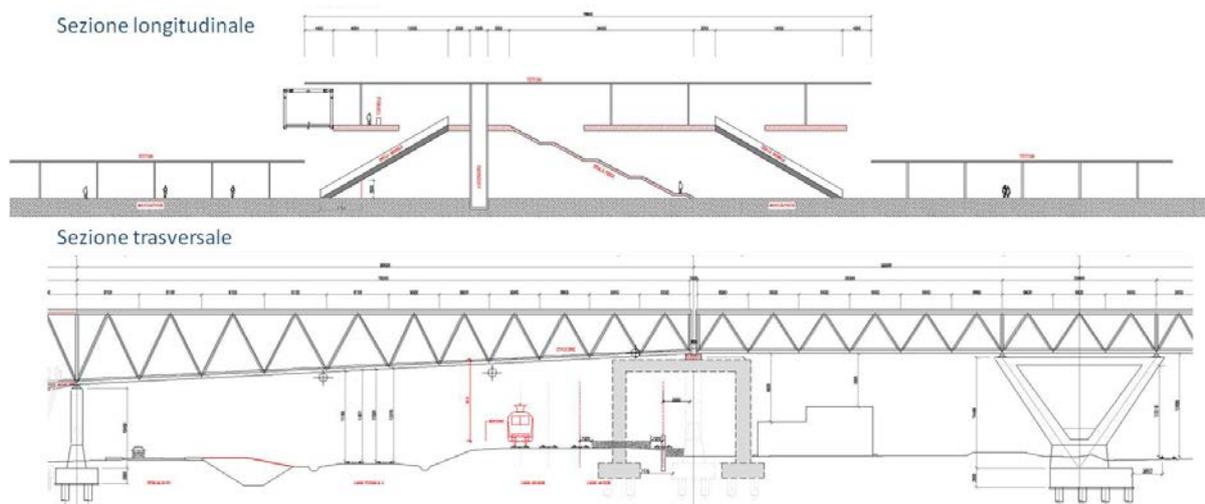


Figura 20 - Definizione assetto nuova fermata MIND-Merlata

3.4.1.4 Analisi di accessibilità pedonale al sistema di trasporto pubblico di forza

Al fine di valutare, con evidenza numerabile, le ricadute positive in termini di accessibilità diretta dei nodi di trasporto collettivo di forza, è stata condotta una specifica analisi di accessibilità pedonale dalle fermate del sistema di trasporto pubblico di forza così da mettere a confronto le opportunità di accesso della nuova fermata proposta MIND-Merlata rispetto quella prevista da scenario ADP.

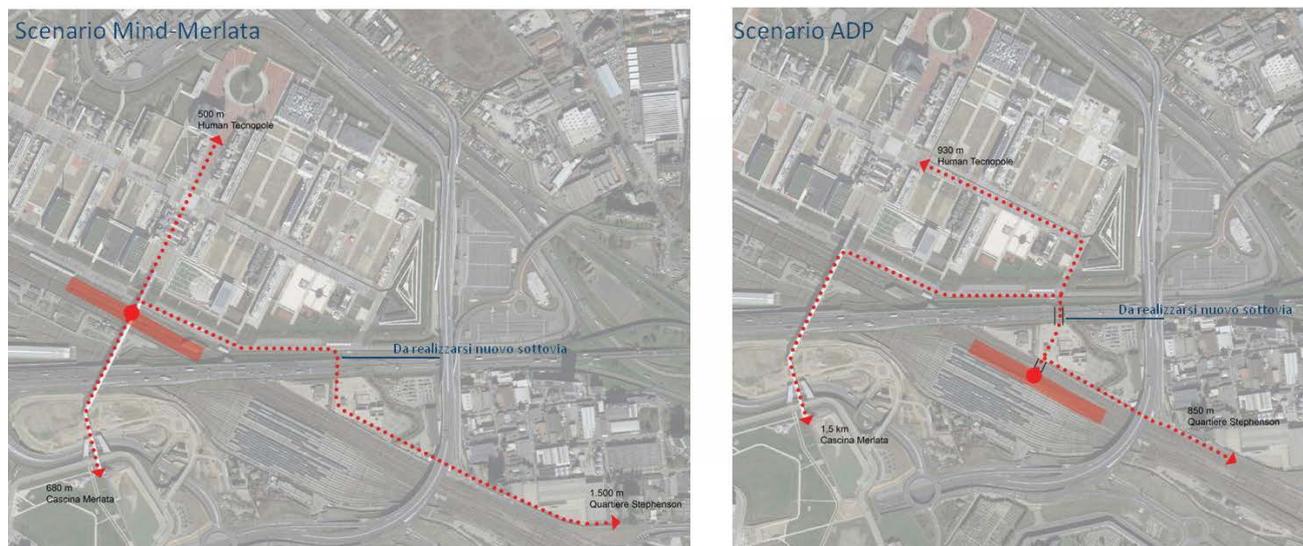


Figura 21 - Analisi delle distanze pedonali dalla fermata ferroviaria

Le analisi isocrone identificano l'ambito di territorio potenzialmente asseribile in un determinato tempo, essendo isocrone pedonali per una percorrenza di tipo sistematico quotidiano si è valutato come limite massimo 15 minuti a piedi che identificano una

percorrenza di circa 1 km (ossia la distanza media che una persona è disposta a percorrere per recarsi al posto di lavoro/studio dalla fermata più vicina al trasporto pubblico).

Sono stati analizzati i seguenti scenari:

3. Scenario 1: configurazione attuale con la sola fermata di Rho – Fiera e Certosa;
4. Scenario 2: Scenario ADP con fermata Rho- Fiera e la fermata Stephenson localizzata come da previsione di ADP;
5. Scenario 3: Scenario di Progetto MIND con fermata Rho- Fiera e la fermata Stephenson (rinominata "Mind -Merlata") localizzata come da proposta progettuale.

Scenario 1

L'accessibilità al sito dalla stazione di Rho Fiera riesce a servire in modo ottimale circa il 50% del compendio urbano di MIND. Solamente le funzioni collocate a ridosso di Porta Ovest (fra cui l'ospedale Galeazzi) potranno beneficiare del servizio ferroviario e della linea metropolitana 1. La connessione con Human Tecnopole e l'università necessitano di un tempo di percorrenza superiore ai 20-25 minuti, risultando quindi poco appetibile per una fruizione sistematica del sito stesso.

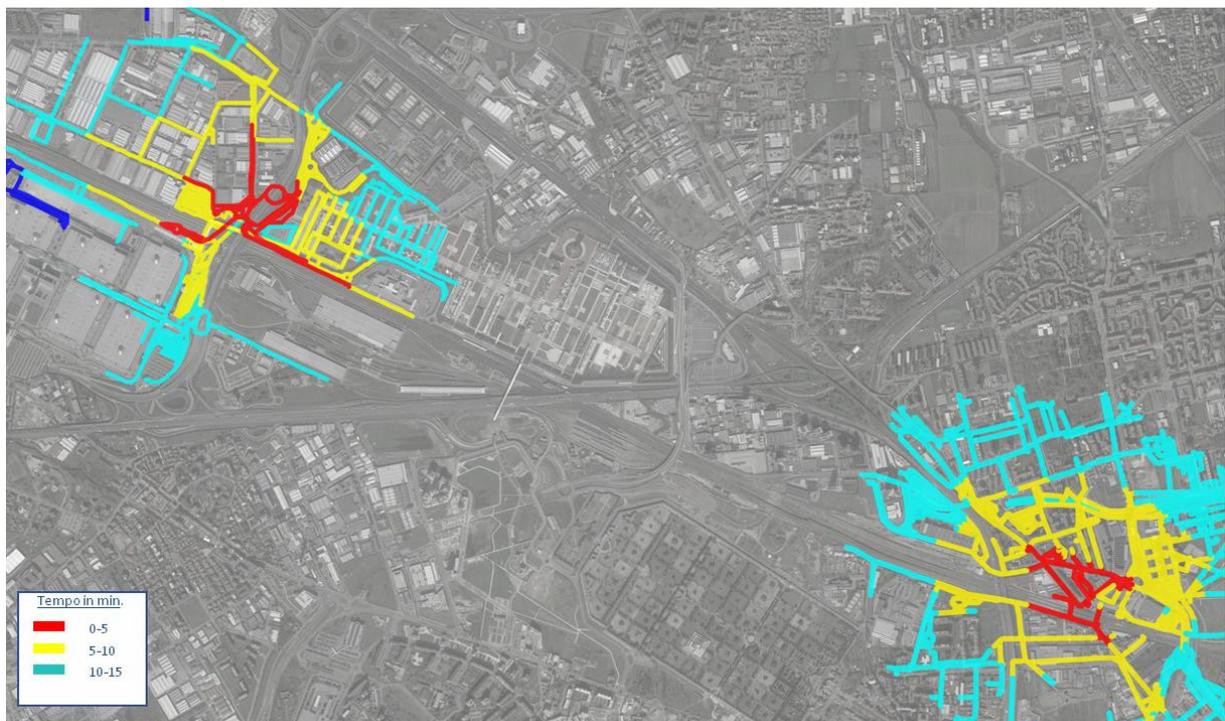


Figura 22 - Analisi di accessibilità pedonale Scenario 1

Scenario 2

L'introduzione della fermata ferroviaria nella posizione prevista da Accordo di Programma permette di garantire una buona accessibilità al quartiere Stephenson. Per poter rendere accessibile MIND sarà necessario prevedere una nuova infrastruttura di attraversamento dell'autostrada A4, così da rendere accessibile Porta Est.

In questa configurazione circa 1/3 delle funzioni urbane di MIND non risulterebbero adeguatamente servite. In questo Scenario, l'ambito di Cascina Merlata non avrebbe alcun beneficio dalla presenza della nuova fermata ferroviaria.

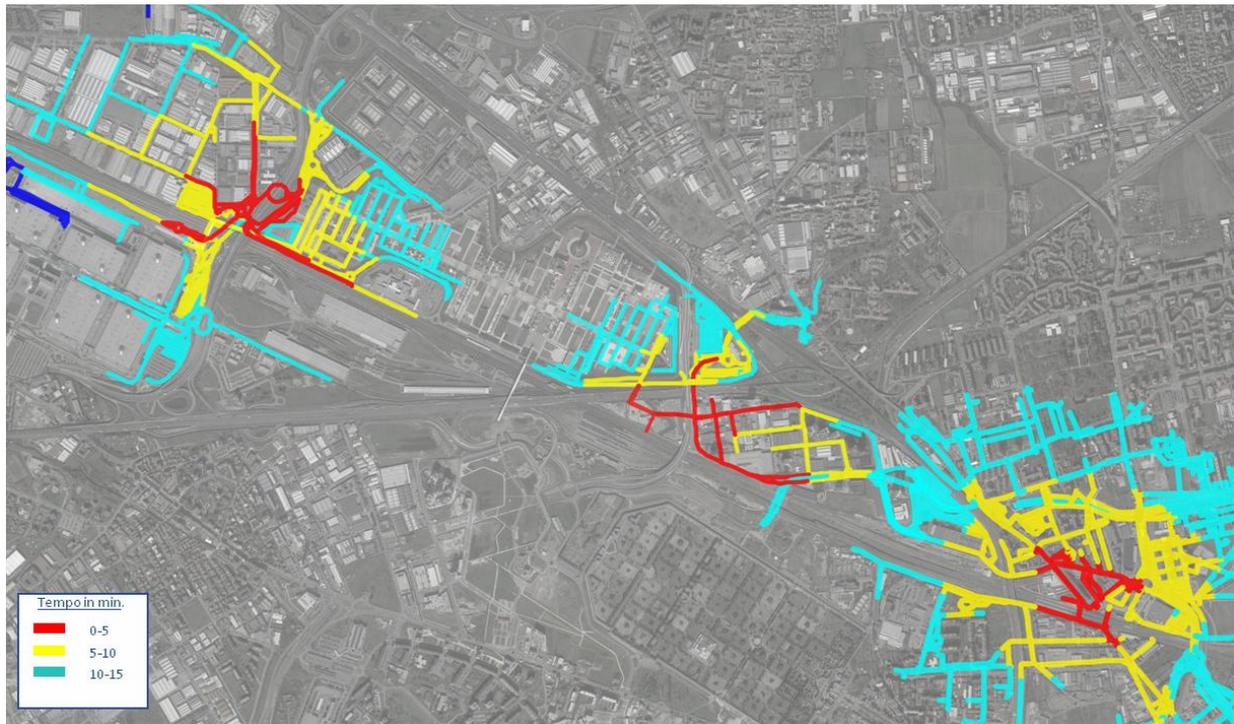


Figura 23 - Analisi di accessibilità pedonale Scenario 2

Scenario 3

L'introduzione della fermata Mind-Merlata nella posizione proposta dal progetto MIND permette di garantire un'ottima accessibilità ai quartieri di Cascina Merlata e MIND, a discapito di una minor accessibilità dell'area di Stephenson da ottimizzare attraverso la relazione di connessioni dirette e servizi di adduzione diretta. La fermata permetterebbe di collocare la nuova sede universitaria e Human Tecnopole a meno di 500 metri di distanza dalla nuova fermata ferroviaria. La stessa sommando il servizio offerto dalla fermata di Rho Fiera andrebbe a soddisfare pienamente la domanda di mobilità del sito.

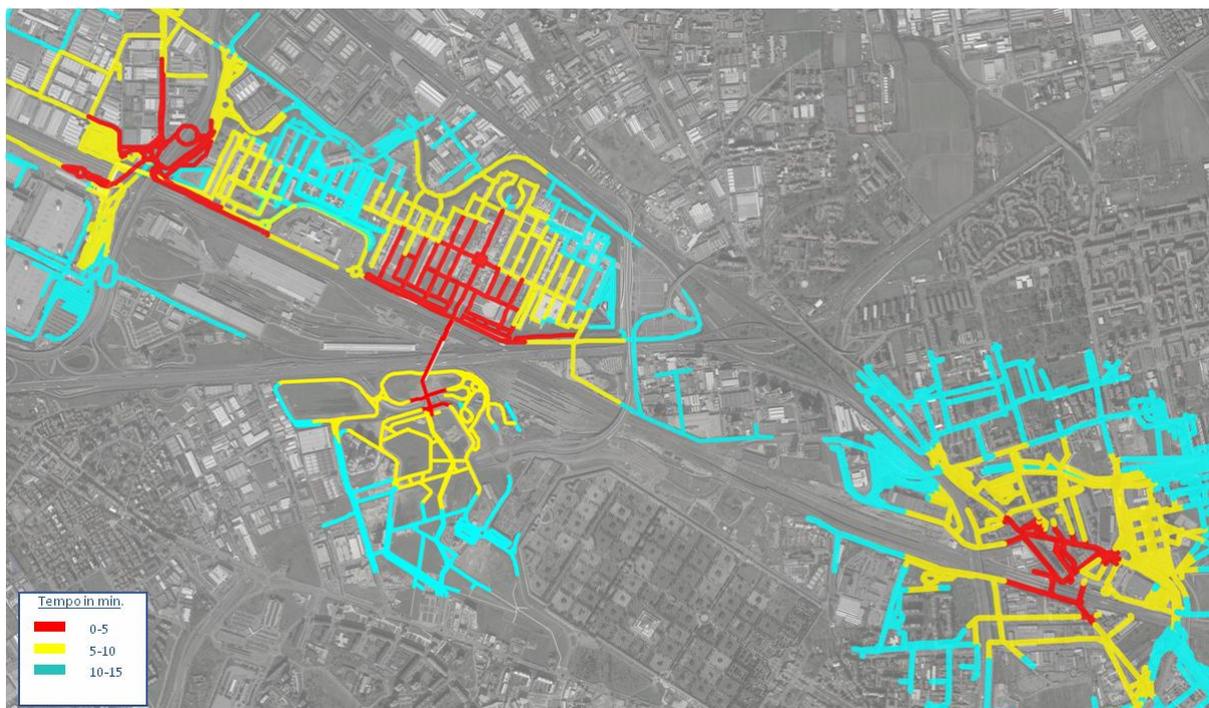


Figura 24- Analisi di accessibilità pedonale Scenario 3

3.4.2 Attuazione temporale e utenti attesi per fermata Mind-Merlata

Le analisi trasportistiche e di inserimento urbanistico hanno dimostrato come la fermata MIND-Merlata presenti degli indubbi vantaggi in termini di servizio al territorio e di utenza potenziale. La stessa risulta funzionale a garantire la sostenibilità trasportistica del progetto.

Si prevede di realizzare la fermata attraverso un programma di interventi infrastrutturali orientato in due macro-fasi di attuazioni distinte, una prima fase strettamente necessaria a garantire accessibilità all'università e il sito MIND, in cui si prevede l'esercizio della fermata nel Giugno 2023, e una seconda fase di attuazione legata alle opere connesse di cui si valuta di concludere le opere per metà 2025.

La prima fase di attuazione prevede la realizzazione della nuova fermata ferroviaria e le opere di adduzione di garantire l'accessibilità ciclopedonale alle banchine per permettere la fruizione sia lato MIND che Cascina Merlata nonché gli interventi per permettere interscambio con il sistema di trasporti pubblici di superficie.

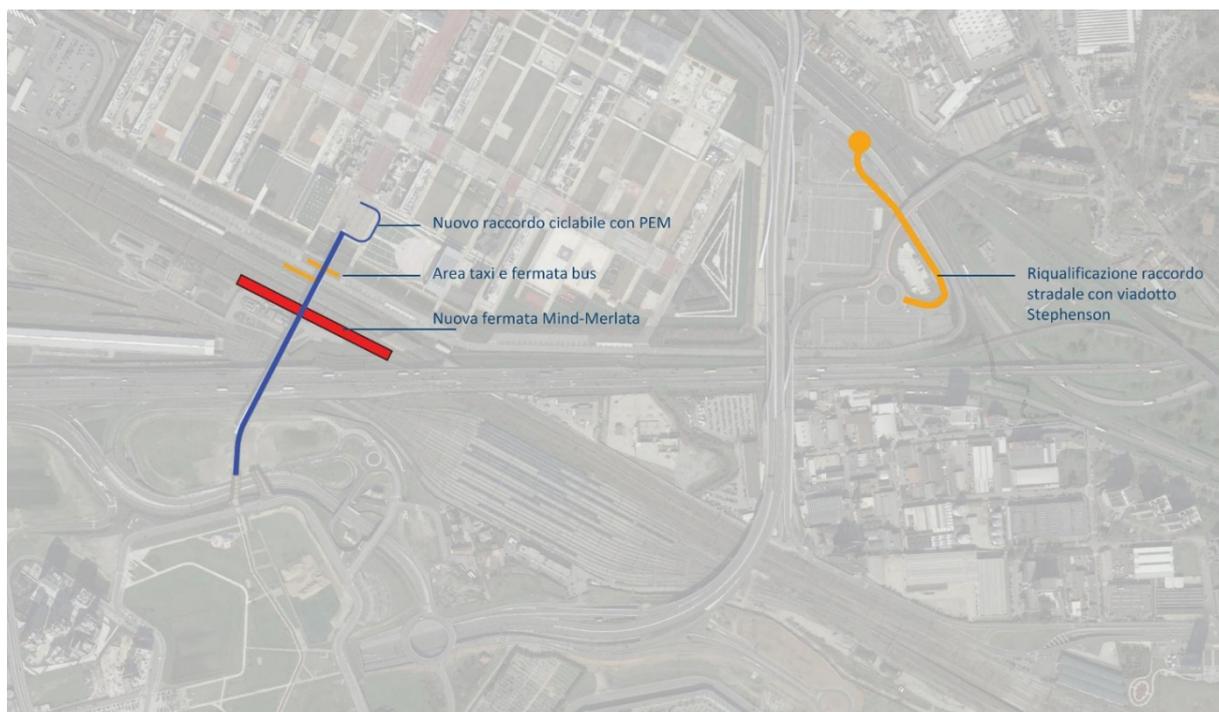


Figura 25 - Prima fase di attuazione e opere connesse della fermata MIND-Merlata

Si prevede che i servizi di trasporto afferenti alla fermata possano progressivamente incrementare in coerenza con le previsioni di ADP Scali. Da attuale configurazione, in relazione alla domanda attesa si reputa necessario avere al 2023 almeno i servizi oggi presenti sulle linee S5 e S6 estendendo al 2024 anche i servizi S11.

Si prospetta dal 2027 con il completamento dei potenziamenti infrastrutturali sull'asse Rho Gallarate e sulla cintura nord anche dei servizi integrativi previsti da Accordo di programma (S14-S15 e S16).

Per la seconda fase di attuazione si prevede di realizzare la nuova connessione viaria tra MIND e il quartiere Stephenson (viabilità esclusivamente dedicata a trasporto pubblico e aventi diritto) attraverso la potenziale realizzazione di un nuovo attraversamento dell'autostrada A4.

Insieme agli operatori di Cascina Merlata e Quartiere Stephenson si individueranno gli strumenti migliori per garantire la realizzazione delle migliori connessioni tra i diversi ambiti

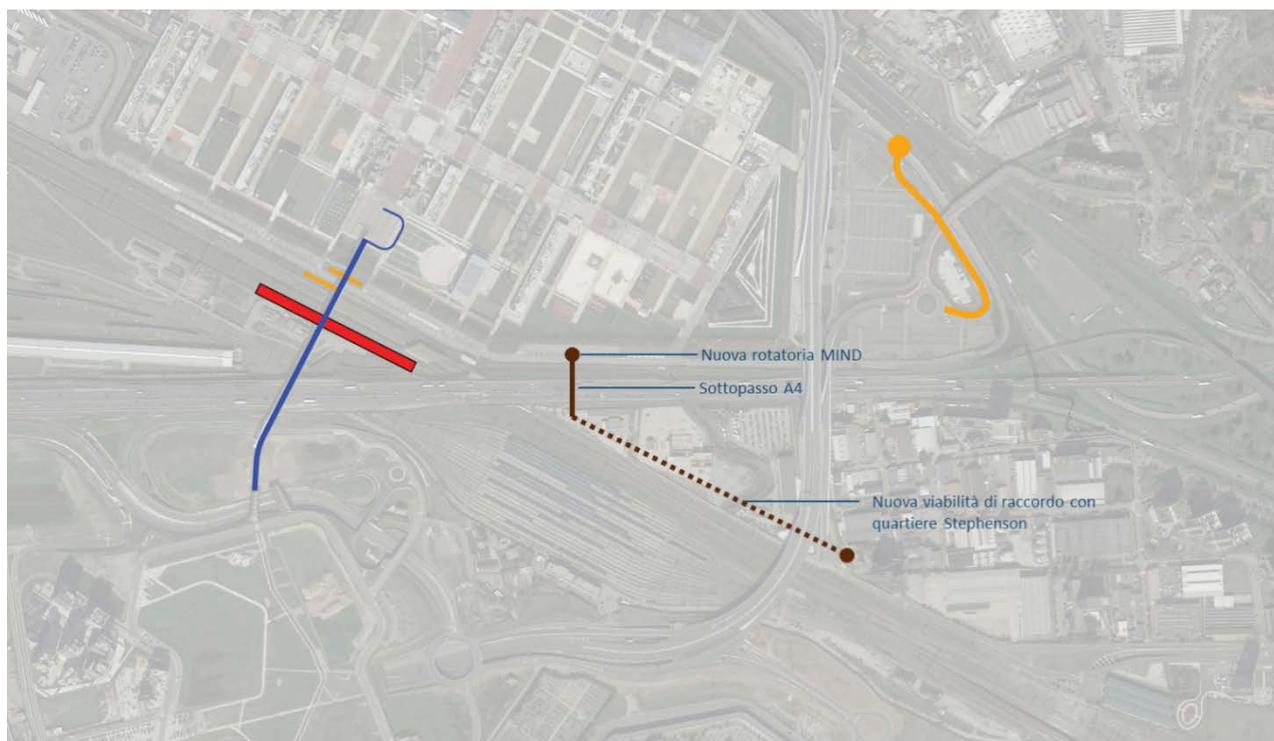


Figura26 - Seconda fase di attuazione e opere connesse della fermata MIND-Merlata

Gli utenti stimati, derivati dalle analisi modellistiche per la nuova fermata in relazione ai servizi offerti come da scenari sopra indicati sono di seguito sintetizzati:

- Flussi orari (ora di punta del mattino): 6.572 utenti (di cui saliti 2.326 e discesi 4.246);
- Stima flussi giornalieri (GMF): 42.718 utenti;
- Stima flussi annuali: ca 12 Milioni di passeggeri.

3.4.3 Fattibilità tecnico economica della nuova fermata

3.4.3.1 Disponibilità delle aree

Le aree interessate dall'intervento per la nuova fermata MIND-Merlata e per le opere connesse a garantirne l'accessibilità sono già nelle disponibilità degli enti coinvolti per la realizzazione degli interventi indicati. Le stesse sono da subito cantierizzabili e non necessitano di bonifiche in quanto da sempre destinate ad uso dell'infrastruttura ferroviaria.

3.4.3.2 Disponibilità delle risorse

I costi di realizzazione della nuova fermata, calcolati rispetto ai costi di realizzazione per opere analoghe, sono stati stimati in 9,9 M di euro (escluso opere di adeguamento ferroviarie) e opere connesse per 11,3 M di euro per complessivi 21,2 M di euro.

Nella prima fase di attuazione (2023) oltre alla fermata sono previste opere da attuare con risorse private per un importo complessivo stimato in 12,8 Milioni di euro.

Nella seconda fase di attuazione (2025) oltre alla fermata sono previste opere da attuare con risorse private per un importo complessivo stimato in 8,4 Milioni di euro.

Le risorse necessarie alla realizzazione della fermata saranno derivati da capitali privati.

E' in via di definizione un'intesa tra Comune di Milano / RL / RFI e ArExpo in cui verranno definite i dettagli tecnici, le coperture finanziarie ad opera dei privati, i servizi da attivare, le tempistiche di realizzazione per consentire l'apertura del campus universitario e le modalità amministrative con cui realizzare i lavori.

Nel dettaglio gli interventi previsti in Fase 1 saranno realizzati con risorse private allocate dagli operatori di MIND e Cascina Merlata, gli interventi previsti in Fase 2 potranno vedere la partecipazione anche degli operatori coinvolti nello sviluppo del Quartiere Stephenson.

A tal fine Arexpo può svolgere per RFI il ruolo di stazione Appaltante, così come attribuitogli dalla legge LR 10/2018 sulla base di un'apposita convenzione da stipulare tra ArExpo spa e RFI.

A tal riguardo all'interno dell'Accordo di Programma Scali Ferroviari lo studio di fattibilità per la fermata Stephenson, in corso di redazione ad opera di RFI, sarà aggiornato tenendo anche in considerazione il posizionamento ottimale della suddetta fermata in mondo da garantire l'ottimale sviluppo del quartiere.

A fronte della motivata esigenza di accessibilità e dei tempi di attuazione /completamento degli ambiti MIND e Cascina Merlata, in coerenza con gli esiti della Segreteria Tecnica del 04.12.2018, il Collegio di Vigilanza dell'Accordo di Programma Expo, nella seduta congiunta con il Collegio Scali Ferroviari Milanese del 13.12.2018, ha invitato RFI a restituire un parere di fattibilità tecnica per la realizzazione di una nuova fermata ferroviaria in ambito MIND / Merlata posizionata all'intersezione con la passerella ciclopedonale di Expo, in anticipo rispetto all'esito finale dello studio sulla Cintura Nord ed indicativamente entro Febbraio 2019.

Contestualmente RFI ha ricevuto l'invito di approfondire la localizzazione e la fattibilità tecnica / trasportistica per l'inserimento della stazione ferroviaria Stephenson prevista dall'AdP Scali a circa 1,4 Km a sud -est della precedente.



Figura27 - Possibile riassetto fermate asse ferroviario NW da proposta progettuale

3.4.4 Sistema del Trasporto Pubblico Locale

3.4.4.1 Premessa

La proposta di PII vuole attuare una politica di riduzione della mobilità privata e, al fine di garantire un solido equilibrio modale, il sistema della viabilità sarà riarticolato passando da una rete che privilegia l'utilizzo del trasporto privato ad un concetto di rete pluri-funzionale, all'interno della quale assumono un ruolo prioritario il trasporto pubblico e mobilità dolce, eventualmente supportata da innovativi sistemi di trasporto pubblico e in condivisione.

Emerge come le strategie di rinforzo ed integrazione dei sistemi e dei servizi di trasporto collettivo rivestano un ruolo centrale all'interno del Piano di Mobilità proposto con l'obiettivo di garantire, lungo le fasi di sviluppo ed attivazione del comparto, un sostenibile riparto modale in grado di assicurare qualità urbana ed il contenimento dei fenomeni di congestione stradale e del relativo impatto ambientale, in piena coerenza con gli indirizzi ed obiettivi dei diversi livelli di pianificazione / programmazione.

Per quanto riguarda il trasporto pubblico su gomma, il progetto di mobilità di MIND si pone gli obiettivi di a. migliorare e rinforzare (potenziando i servizi) le connessioni intercomunali attualmente esistenti, b. accogliere gli elementi di proposta ad oggi oggetto di valutazione dell'Agenzia di Bacino, c. introdurre nuove linee capaci di andare a dare risposta ad una domanda di mobilità di MIND e dell'intero quadrante urbano.

A tal riguardo, le riflessioni progettuali hanno considerato la necessità di a. rinforzare i servizi in adduzione alle fermate ferroviarie di Rho-Fiera e "Mind-Merlata", b. garantire un'efficace e diretta relazione fra MIND ed i territori comunali e le diverse polarità di rilevanza, c. migliorare l'accessibilità del quartiere di Stephenson.

Di seguito si riportano le principali modifiche proposte all'assetto previsto dall'autorità di bacino con il piano oggetto della presente osservazione. Tali modifiche si propongono possano essere attuate alla soglia di sviluppo completo del sito (2029) con delle attuazioni parziali alla soglia 2023/2024 per il servizio all'università e ospedale Galeazzi.

Le varianti ai percorsi tengono conto dello scenario potenziale di uniformità del costo del biglietto della metropolitana senza più avere la tariffa urbana e interurbana come da piani di integrazione tariffaria prevista per il futuro prossimo da ATM.

3.4.4.2 Linea Z134

Si propone di spostare il capolinea dalla fermata Lotto M1 a Rho Fiera M1 (anche in funzione della nuova integrazione tariffaria prevista da ATM da Gennaio 2019), transitando per anello sud di MIND e garantendo interscambio nella fermata MIND-Merlata. Questa soluzione prevede la dismissione della tratta "Roserio-Lotto M1" con riduzione della percorrenza della linea.

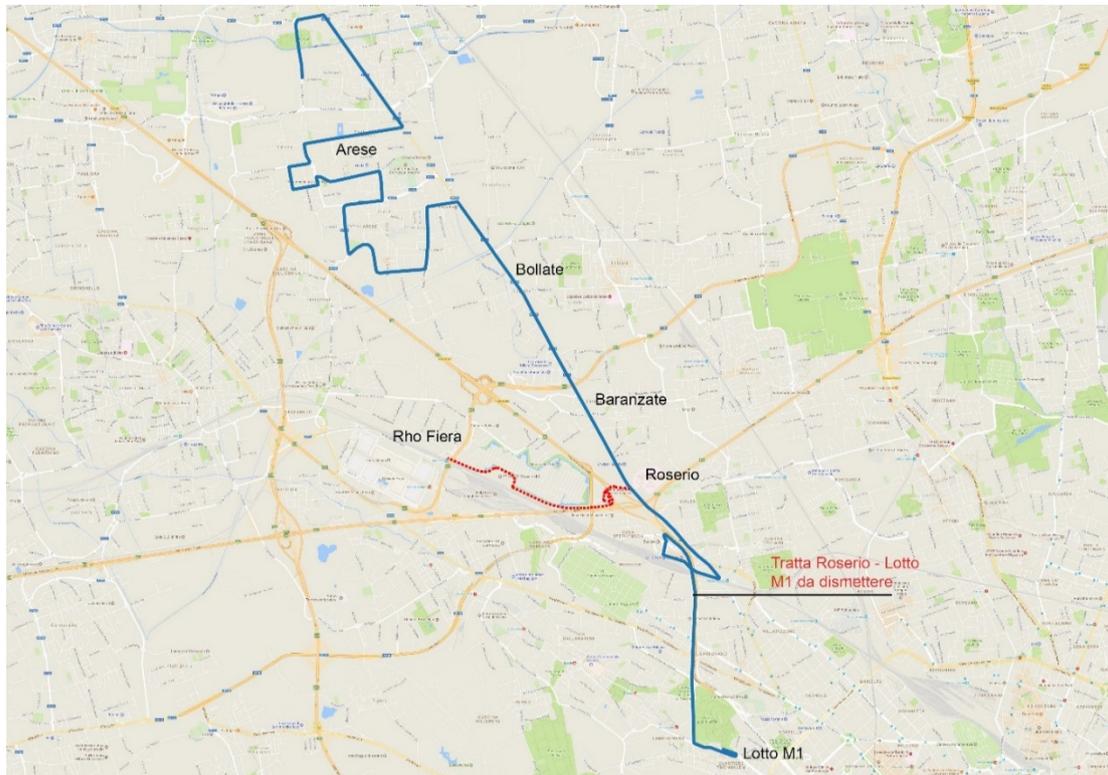


Figura28 - Tracciato linea Z134

3.4.4.3 Linea Z132

Si propone di spostare il capolinea da Rho Fiera a Roserio (ospedale Sacco) via anello NORD di MIND, mettendo così in relazione Ospedale Galeazzi e Università degli studi. L'integrazione tra il polo di MIND e il Comune di Rho e le sue frazioni è una necessità evidenziate anche dal Comune di Rho. Tale linea assorbirà l'attuale 561.

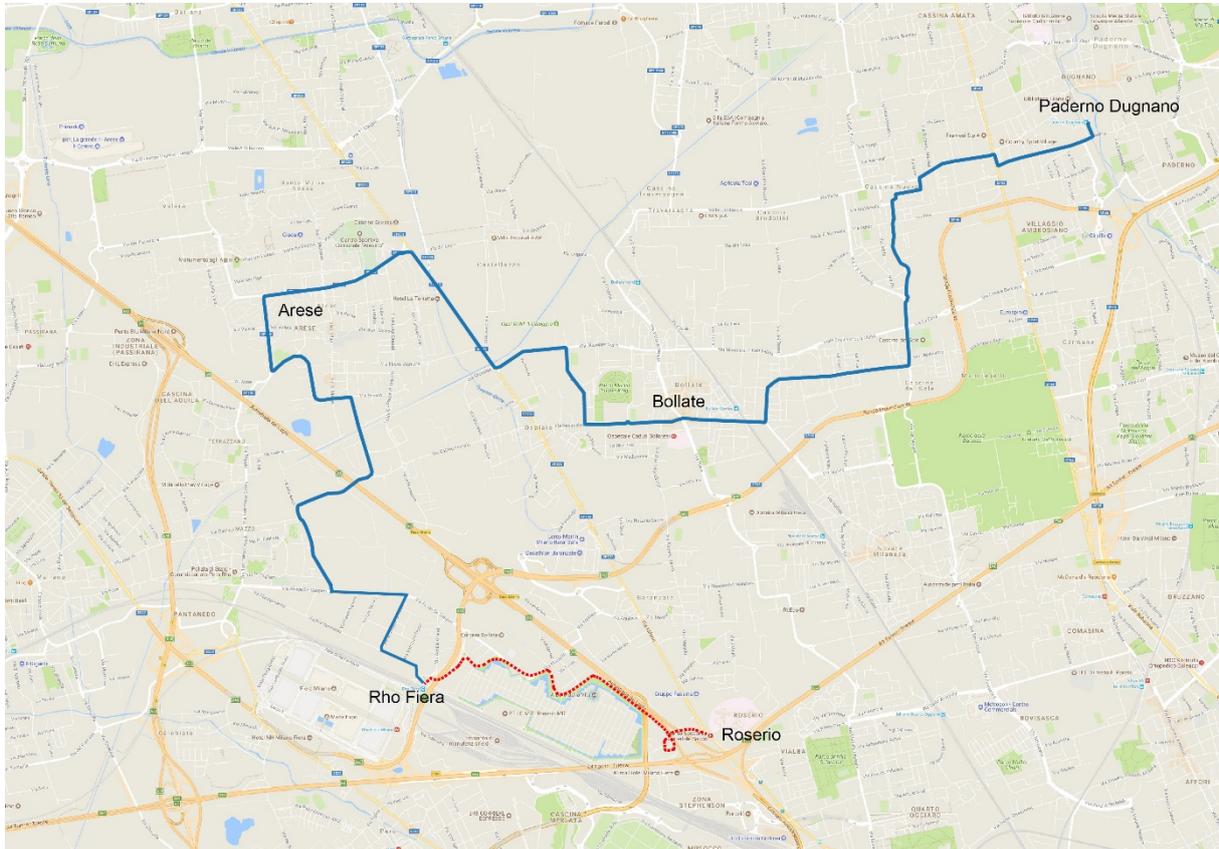


Figura29 - Tracciato linea Z132

3.4.4.4 Linea Z126

Si propone di spostare il capolinea dal Carcere di Bollate all' università statale (MIND) lo stesso potrà utilizzare il loop dell' università per la sosta e il ricircolo dei mezzi. Tale linea assorbirà l' attuale 542.

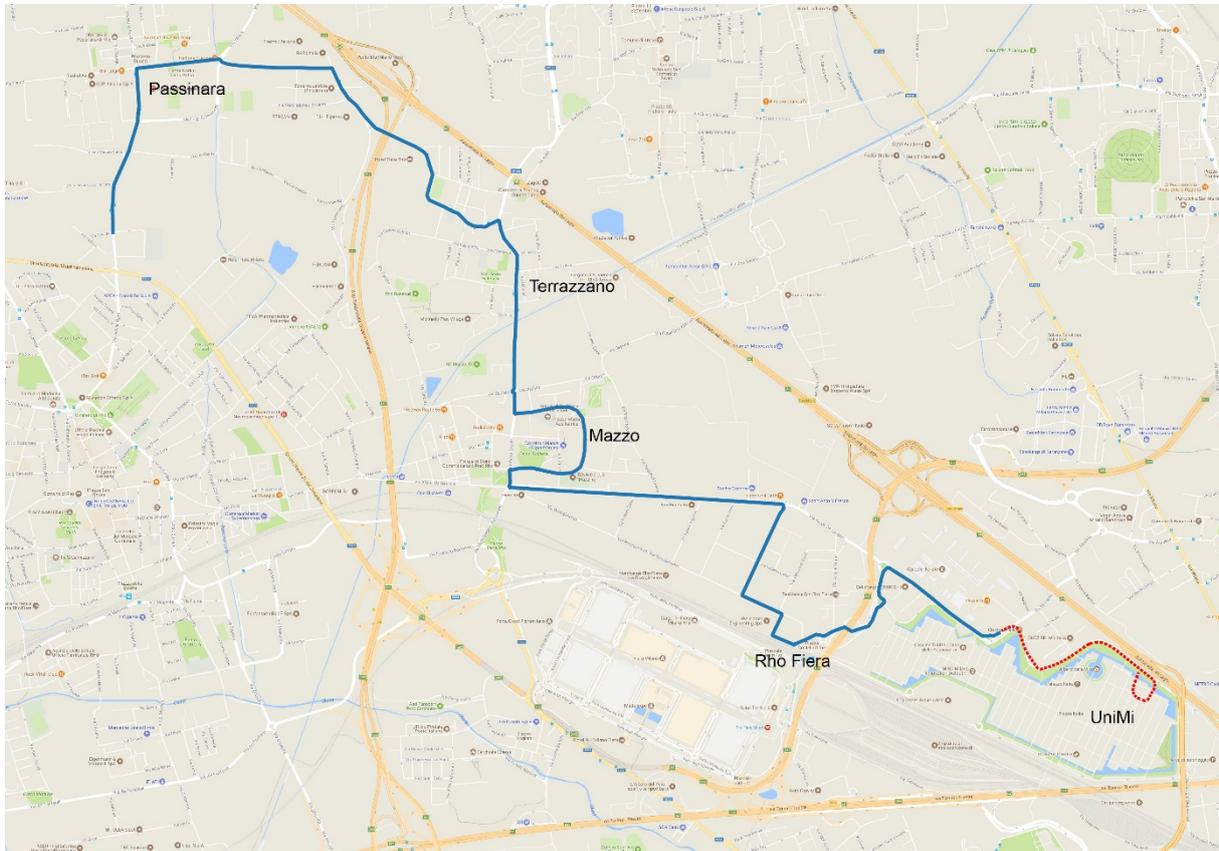


Figura30 - Tracciato linea Z126

3.4.4.5 Linea Z120

Si propone di spostare il capolinea da Rho a MIND via anello NORD e SUD per poi capo lineare a Rho Fiera M1, garantendo così connessione con Ospedale Galeazzi e Università degli studi e il Comune di Rho.

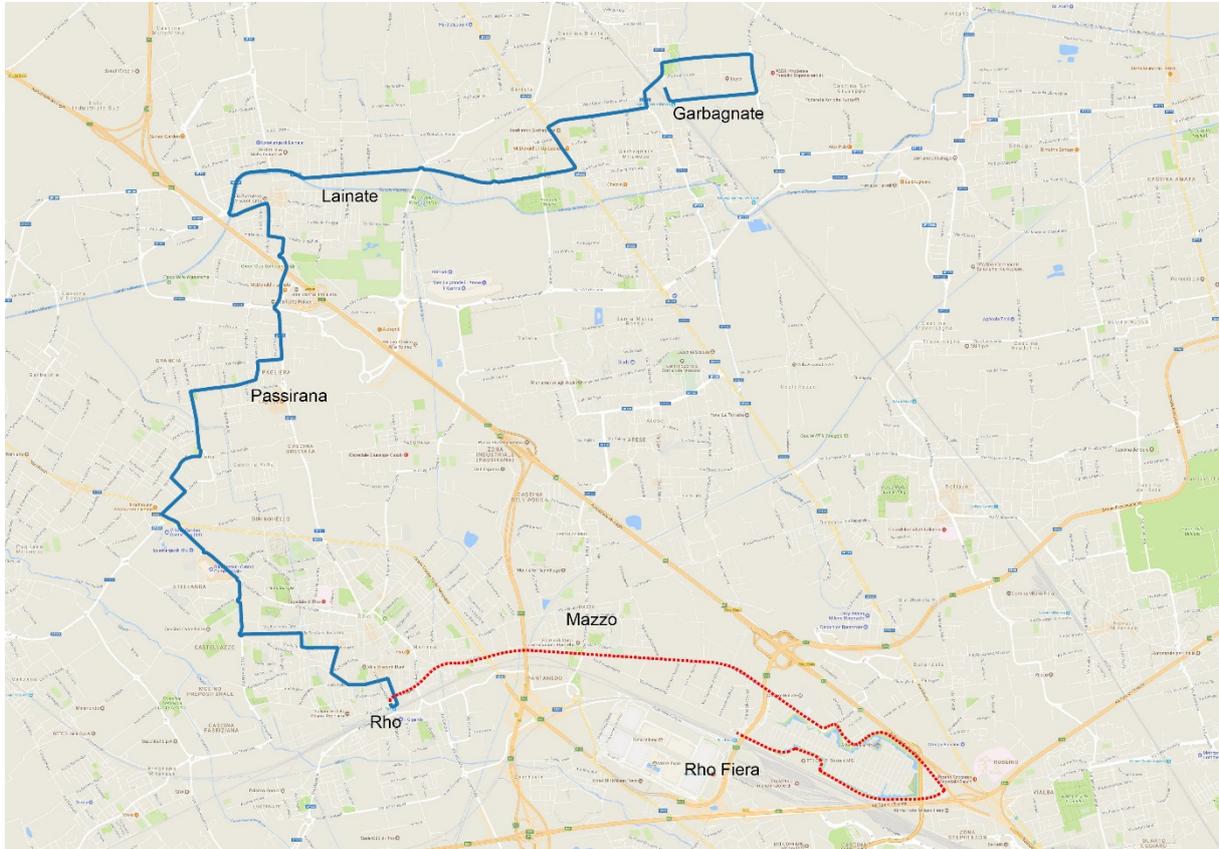


Figura31 - Tracciato linea Z120

3.4.4.6 Linea A125

Si propone prolungamento linea lungo anello perimetrale MIND (completo) per servire ospedale Galeazzi, università degli studi. L'integrazione tra il polo di MIND e il Comune di Rho e le sue frazioni è una necessità evidenziate anche dal Comune di Rho.

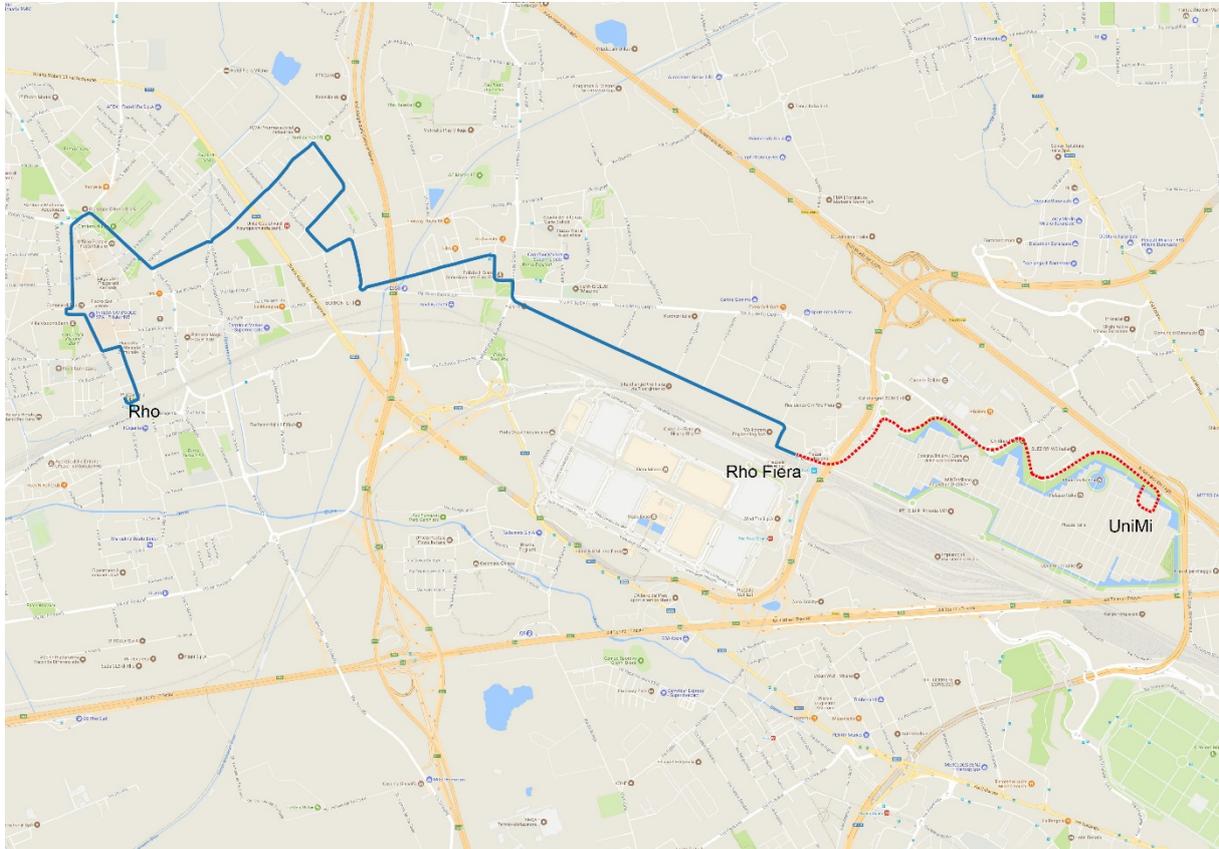


Figura32 - Tracciato linea A125

3.4.4.7 Connessione Rho Fiera - Roserio

In una prima fase di attuazione, fase in cui la domanda di mobilità di MIND non sarà a regime, si conferma l'attuale scenario previsto da agenzia TPL, andando però ad integrare un servizio navetta lungo l'anello di MIND (circolare destra e circolare sinistra) che possano mettere in relazione il capolinea di Rho Fiera a Roserio lungo il sito MIND. Tale scenario nella prima fase di attuazione 2021-2022 sarà limitato all'anello Nord.

Nello scenario 2023, con l'arrivo di UniMie la realizzazione della fermata ferroviaria MIND-Merlata, il servizio sarà esteso anche all'anello sud fino all'introduzione delle modifiche al trasporto pubblico come sopra esposte (con una loro attivazione auspicata per 2024).

Tale servizio di navetta circolare potrà essere mantenuto come servizio complementare o alternativo ai servizi che transiteranno lungo l'anello qualora si limitasse il potenziamento degli stessi.



Figura33 - Servizio circolare Relazione Rho Fiera - Roserio

3.4.4.8 Connessione Rho Fiera – Arese (ADP Arese)

Nello scenario di riferimento per la riconfigurazione dei servizi di trasporto pubblico è stato preso in esame, in accordo con Tandem (società che cura gli aspetti di mobilità AdP Arese), il nuovo sistema di connessione tra Arese e Rho Fiera (MIND).

Il nuovo intervento prevede l'introduzione di servizio bus su un percorso in parte in sede protetta e in parte promiscua andando a garantire un servizio strutturato tra i due poli MIND e Arese.

Il tracciato è oggi in corso di studio e passibile di future modifiche, l'obiettivo è quello di trovare un tracciato che possa meglio integrarsi con l'ambito MIND prevedendo un tracciato che sia Tangente alla porta Ovest di Mind.

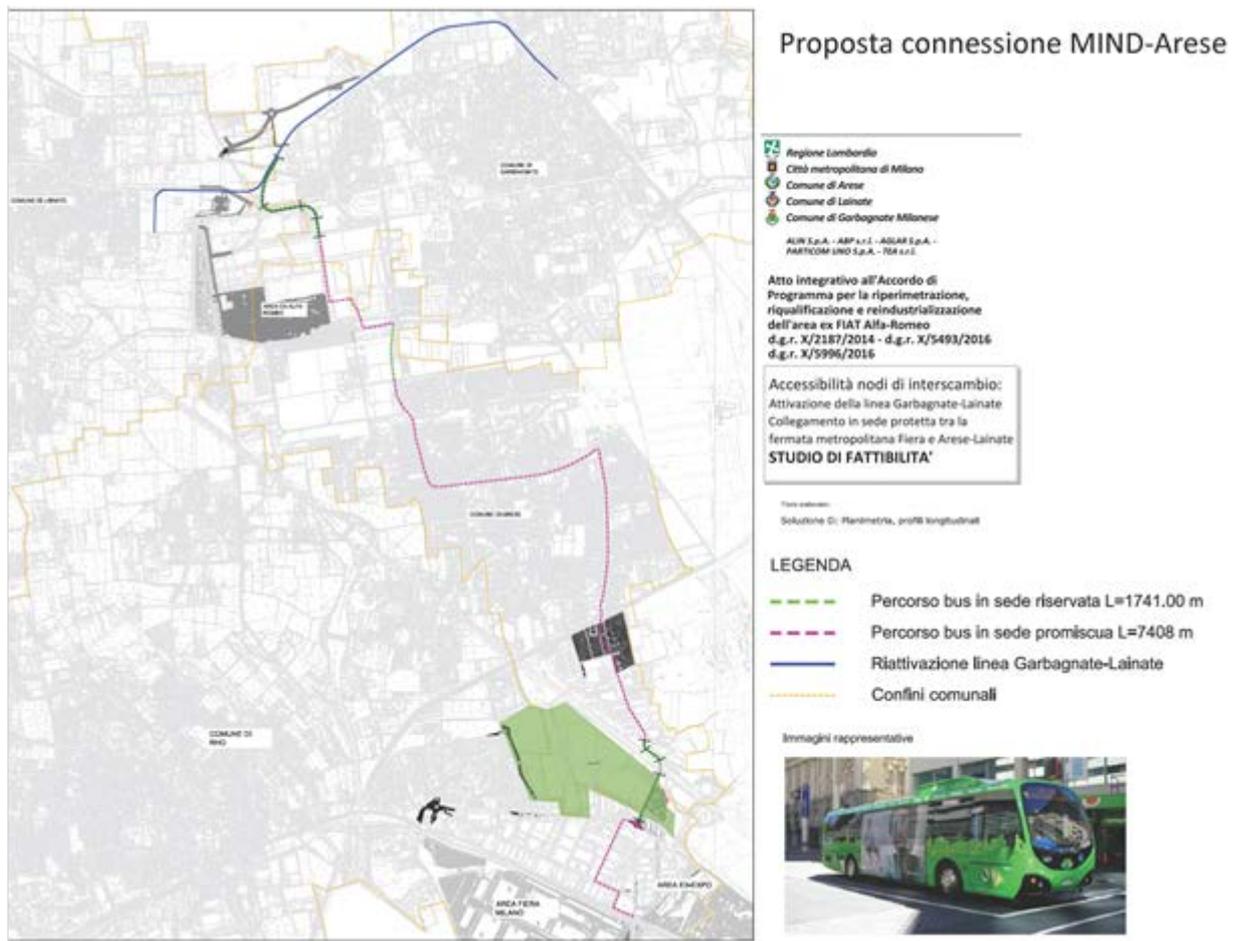


Figura34 - Nuova connessione Rho Fiera (MIND) - Arese

3.4.4.9 Potenziali futuri potenziamenti

In aggiunta agli interventi sopra illustrati, il Progetto di Mobiità prevede l'introduzione di due nuove connessioni, oggetto di valutazione e verifica in funzione delle risorse a disposizione dell'agenzia del TPL e della domanda di utenza attesa.

1. Nuova linea Rho-Fiera M1, Quartiere Stephenson, Politecnico Bovisa-Affori M3-Niguarda Ospedale (Modifica tracciato linea 35)

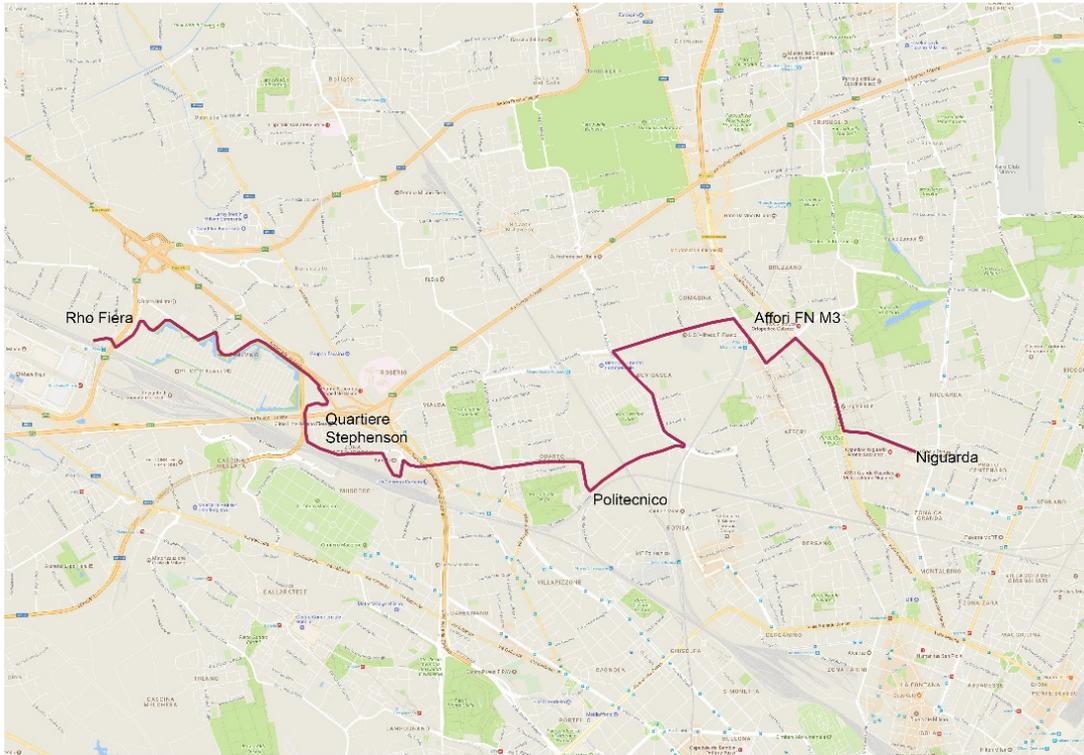


Figura 35 Nuova relazione Rho Fiera M1 - Niguarda

2. Nuova linea Rho Fiera M1, Ospedale Galeazzi, università degli studi MIND, Quartiere Stephenson, Quartiere Cascina Merlata, Molino Dorino M1 (Modifica tracciato linea 35)

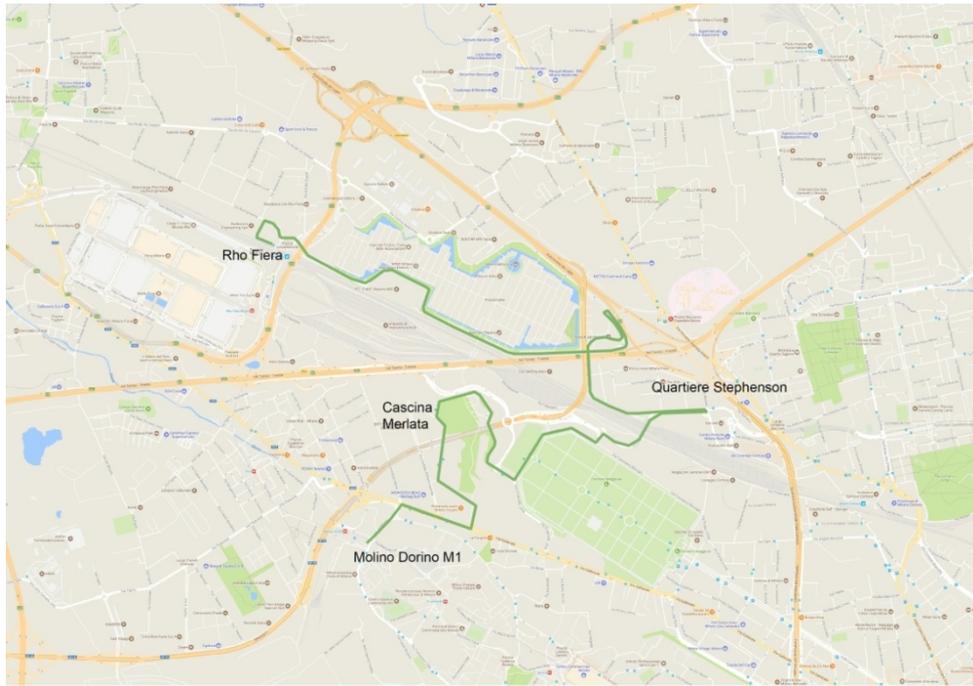


Figura 36 Ipotesi nuova relazione Molino Dorino M1 - Stephenson - Rho Fiera M1

3.4.5 Stima dei costi di esercizio

Il presente Paragrafo illustra, a livello preliminare e sulla base dei dati ad oggi disponibili, i risultati della valutazione delle parametri di incidenza sui costi di esercizio delle linee di trasporto pubblico locale in diretta comparazione con le previsioni dell'agenzia del TPL.

Il costo di esercizio giornaliero è stato stimato secondo le seguenti indicazioni numeriche (Fonte: AMAT, *Analisi costi di esercizio City Mobil 2*) ed è così sintetizzato:

- Costo unitario autista: 2,06 Euro / Km;
- Costo unitario manutenzione; 0,43 Euro / Km;
- Costo unitario carburante: 1,08 Euro / Km;
- Costo totale di esercizio: 3,57 Euro / Km.

Oltre al costo di esercizio, è stato inoltre calcolato il tempo di viaggio ed il relativo incremento/decremento stimato nelle opzioni di progetto.

	Linea Z134		Linea Z132	
	Agenzia TPL	Proposta	Agenzia TPL	Proposta
Lunghezza percorso (ml)	25.559	22.358	18.085	24.618
differenza percorso		-3.201		6.533
Incidenza su percorso complessivo		-12,5%		36,1%
N. corse / giorno (feriale)	84	84	84	84
Costo esercizio (Euro / km)		3,57		3,57
Incremento costo esercizio giornaliero		-€ 960		€ 1.959
Velocità media commerciale (km/h)	12	12	12	12
tempo corsa (min)	128	112	90	123
diff. tempo per corsa (min)		-16,0		32,7

Tabella 17 – Confronto dei parametri di servizio fra quadro di riferimento e quadro di proposta

	Linea Z126		Linea Z120	
	Agenzia TPL	Proposta	Agenzia TPL	Proposta
Lunghezza percorso (ml)	11.539	12.739	22.373	40.373
differenza percorso		1.200		18.000
Incidenza su percorso complessivo		10,4%		80,5%
N. corse / giorno (feriale)	64	64	64	64
Costo esercizio (Euro / km)		3,57		3,57
Incremento costo esercizio giornaliero		€ 274		€ 4.113
Velocità media commerciale (km/h)	12	12	12	12
tempo corsa (min)	58	64	112	202
diff. tempo per corsa (min)		6,0		90,0

	Linea A125	
	Agenzia TPL	Proposta
Lunghezza percorso (ml)	8510	13510
differenza percorso		5000
Incidenza su percorso complessivo		58,8%
N. corse / giorno (feriale)	64	64
Costo esercizio (Euro / km)		3,57
Incremento costo esercizio giornaliero		€ 1.142
Velocità media commerciale (km/h)	12	12
tempo corsa (min)	43	68
diff. tempo per corsa (min)		25,0

Tabella 18 – Confronto dei parametri di servizio fra quadro di riferimento e quadro di proposta

3.4.6 Stima della domanda attesa sul trasporto pubblico di superficie

Il trasporto pubblico di superficie risponde in modo marginale alle esigenze di mobilità del compendio MIND, dato che le porte di accesso principali al trasporto pubblico di forza sono infatti identificate nei servizi ferroviari e di metropolitana. Tuttavia, esso permette una connessione capillare del sito nel suo immediato intorno in particolare con le polarità urbane contermini.

La proposta di riconfigurazione dell'assetto di trasporto pubblico come sopra descritto è stata implementata nel modello di simulazione a scala vasta che ha permesso di identificare i carichi di passeggeri attesi sulle singole linee.

Tutte le linee per come sono state implementate, garantendo per ognuna uno scambio con un sistema trasportistico di forza permette di avere dei buoni carichi di utenza.

L'asse trasportistico che presenta i maggiori carichi è la nuova connessione con Arese dove sono valutate utenze pari a oltre 500 persone per direzione nell'ora di punta del mattino.

Lungo l'anello interno a MIND l'arco a nord è quello che presenta i maggiori flussi, nella direzione da Rho Fiera verso Roserio pari a oltre 500 persone/ora. Lungo l'arco Sud dell'anello i flussi si bilanciano identificando una media di 300 persone/ora per direzione.

Si rimanda al capitolo 12 del presente documento per maggiori approfondimenti.

4 Il Sistema Viabilistico

4.1 Sistema Viabilistico – Quadro Attuale

Dal punto di vista localizzativo in termini di posizionamento nel sistema infrastrutturale a scala territoriale, l'eccezionale livello di accessibilità che caratterizza il sito MIND all'interno del contesto regionale / metropolitano si pone in diretta relazione con la strategica posizione di Milano, quale nodo di importanza europea, nell'articolato quadro dei collegamenti nazionali, europei ed internazionali.

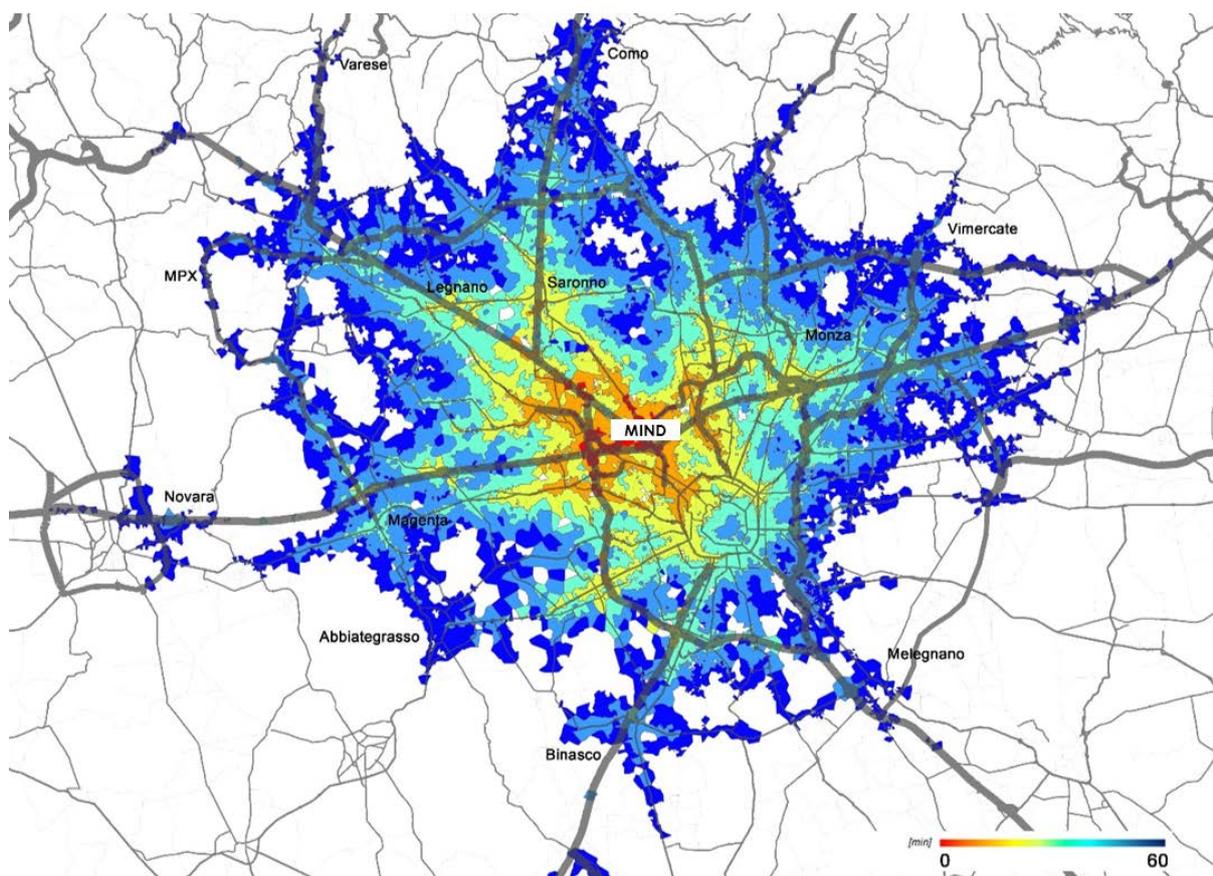


Figura 37 - Indagine di accessibilità isocrona (traffico privato, 60 minuti)

Il sito di MIND si colloca in uno degli snodi principali del sistema infrastrutturale lombardo e lungo la direttrice del Sempione, da sempre un asse e un territorio di importanza strategica per i rapporti di Milano e della Lombardia con il Nord Europa.

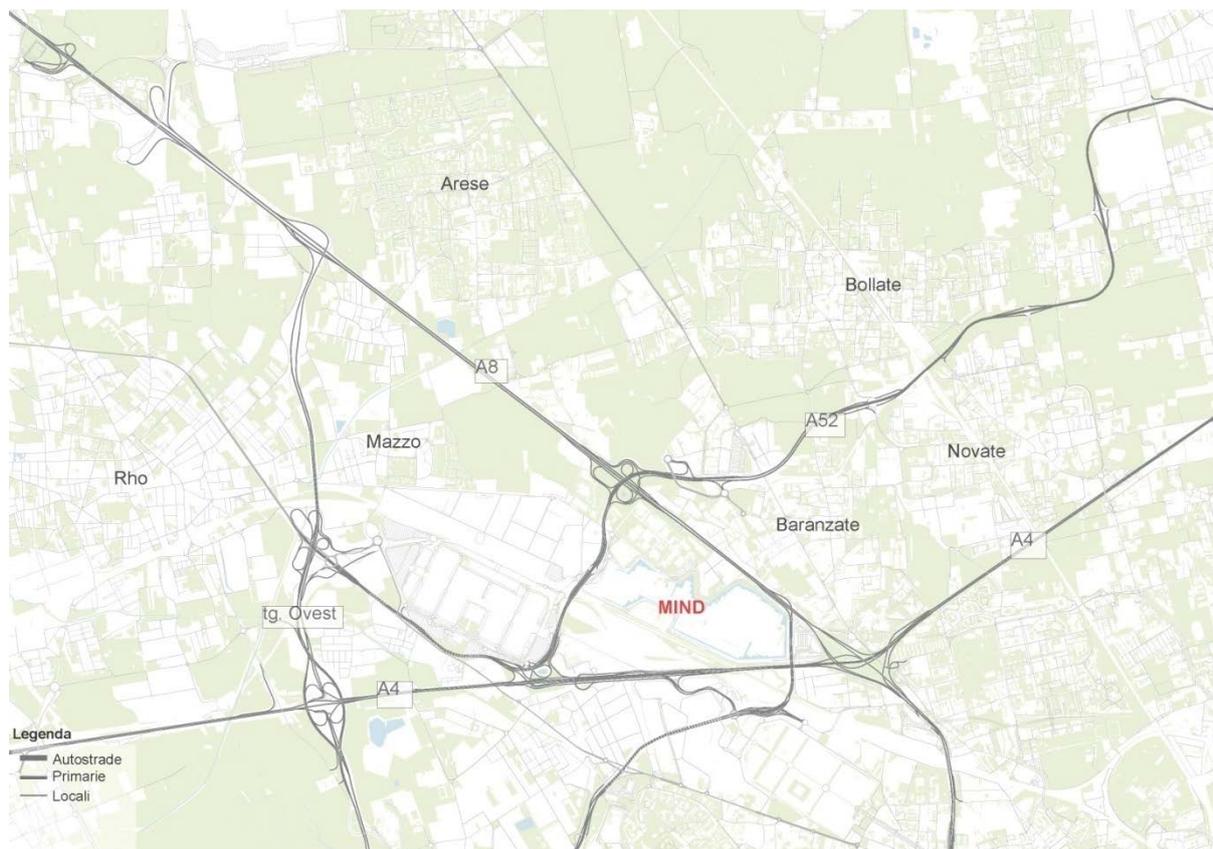


Figura 38 – Inquadramento infrastrutturale del quadrante urbano di riferimento

Già in epoca napoleonica, il Sempione viene elevato nella sua dimensione europea, grazie alla costruzione del tracciato storico che collega Milano con l’Oltralpe attraverso il passo alpino che ha permesso di strutturare un’importante relazione commerciale fra l’Europa centro-occidentale e la Pianura Padana, che ha determinato ricchezza economica e culturale e sviluppo.

La struttura insediativa dell’asse del Sempione si presenta oggi sotto forma di una fascia territoriale stretta ed allungata, che si estende linearmente tra il polo urbano di Rho e quello di Gallarate e lungo la quale si è strutturato uno dei tessuti urbani di maggiore spinta produttiva ed economica (oltre ovviamente al capoluogo regionale) dell’intero contesto lombardo.

L’ambito oggetto di rigenerazione urbana si colloca tra la città di Milano e questo territorio, diventando cerniera tra due sistemi insediativi dalle opportunità e necessità diverse, ma che possono trovare nel nuovo compendio di sviluppo una nuova polarità strategica, capace di consolidare e restituire visibilità ed importanza a livello internazionale ad un contesto territoriale che storicamente ha visto nel Sempione motore e veicolo dello sviluppo.

Il sito beneficia di una rete di collegamenti unici con il suo contesto, risultando perfettamente connessa a Milano, al sistema autostradale e ai principali hub aeroportuali. Il sito infatti beneficia della diretta relazione con infrastrutture strategiche ad alto scorrimento, quali l’autostrada A8 Milano – Laghi, l’itinerario A4 Torino – Venezia, la Tangenziale Ovest di Milano, la Tangenziale Nord di Milano (asse SP 46 riqualificato e potenziato) e il nuovo itinerario Variante SS11, arterie infrastrutturali chiamate a servire significative quote di traffico di diversa natura, dalle relazioni a scala sovra-regionale al traffico pendolare gravitante su Milano.

Come indicato nelle pagine a seguire, il progetto di mobilità prevede una serie di interventi di potenziamento dell'infrastruttura esistente per permettere una ricucitura di MIND al sistema viario limitrofo al sito di progetto.

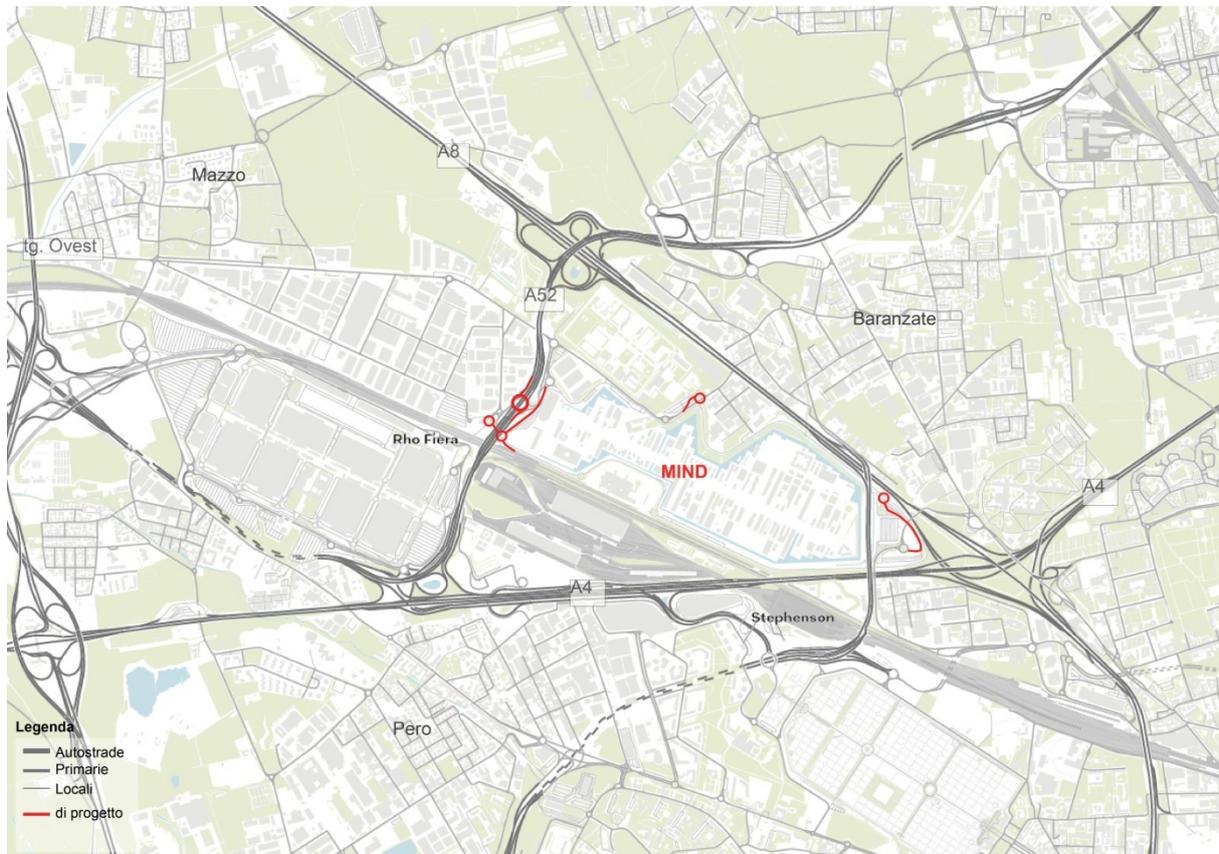


Figura 39 – Inquadramento infrastrutturale alla scala locale di diretta accessibilità al sito

Come illustrato nella tavola di Figura 5, l'accessibilità veicolare al sito è garantita da 4 sistemi di adduzione, i quali, in relazione a quote di traffico di diversa natura, assumono differenti ruoli e pesi in termini di pressione veicolare. Nello specifico, partendo dal più importante e all'ambito di accessibilità più locale, le quattro porte di accesso di MIND per il traffico privato sono:

- 1 Accesso ovest | Attraverso la rotonda di connessione con l'itinerario potenziato A52 "Rho-Monza" (traffico di lunga percorrenza);
- 2 Accesso est | In corrispondenza della c.d. Porta Est di Expo 2015, in relazione al traffico di media percorrenza da Milano e, più locale, di Baranzate (ambito sud);
- 3 Accesso nord | Attraverso via Montello in diretta relazione con il nodo di innesto di Baranzate dell'itinerario A52 "Rho-Monza", recentemente riconfigurato (traffico di media/lunga percorrenza);
- 4 Direttrice Via De Gasperi | Traffico di relazione locale (Rho).

4.2 Sistema viabilistico – Quadro di Riferimento

Rispetto al Quadro di Riferimento Programmatico, gli interventi considerati per il potenziamento della rete di trasporto stradale ed autostradale di interesse regionale considerati sono i seguenti:

- Riqualificazione exSS415;
- Paullese Cassanese bis (MI);
- Potenziamento A4 Torino – Milano;
- Interconnessione IPB;
- Variante alla SPexSS233 Varesina (MI);
- Completamento Sistema Viabilistico Pedemontano Lombardo;
- Quarta corsia dinamica sull'autostrada A4 Torino – Venezia nel tratto compreso tra lo svincolo di Viale Certosa e lo svincolo di Sesto San Giovanni;
- Ampliamento alla quinta corsia dell'autostrada A8 Lainate – Milano;
- Completamento Tangenziale Nord di Milano/Rho-Monza;
- Collegamento Milano Magenta, Variante Abbiategrasso, Riqualifica SS 494;
- Tangenziale sud di Brescia;
- Tangenziale sud di Bergamo.

Scendendo di scala la seguente immagine rappresenta le principali opere viarie che avranno influenza diretta sull'accessibilità all'ambito di studio

(Fonte: <http://www.infrastrutturetracciati.servizirl.it/>).

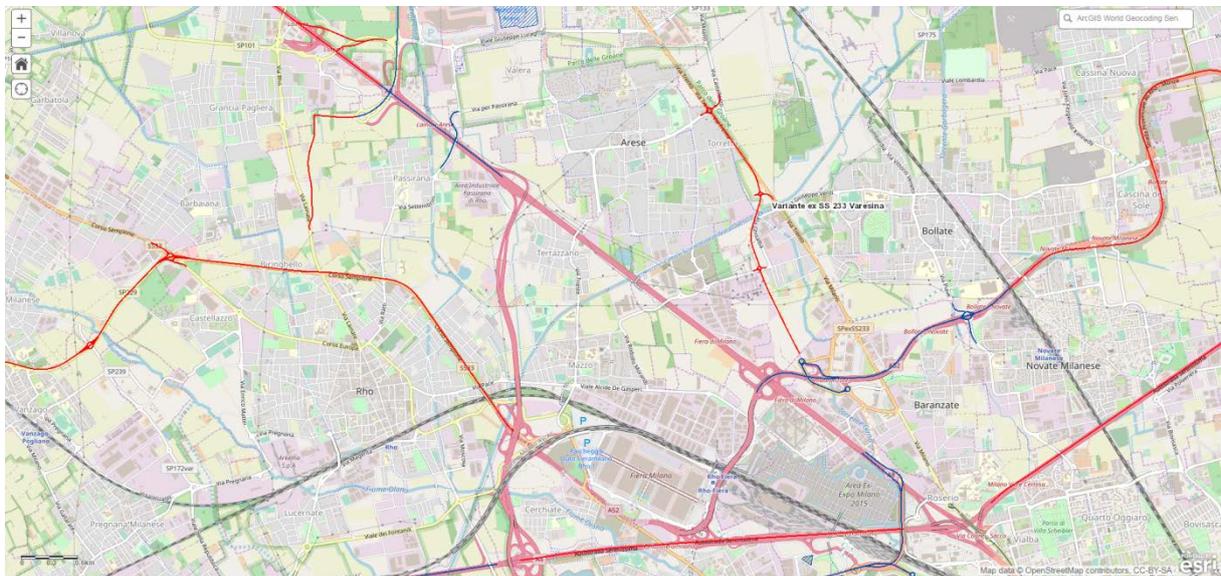


Figura40 Interventi programmatici considerati in prossimità dell'area

4.3 Sistema viabilistico – Quadro di Proposta | Strategie di Accessibilità

Dal punto di vista viabilistico, i sistemi infrastrutturali ad oggi esistenti e di futura riconfigurazione si inseriscono in un chiaro quadro gerarchico.

Un primo livello comprende il sistema di accessibilità primario - itinerari autostradali e di accessibilità strategica. In quest'ultimo aspetto rientrano i miglioramenti delle connessioni intercomunali attualmente esistenti. Le modalità con cui tali connessioni saranno realizzate si legano alla volontà di "abbattere le barriere esistenti" e di allargare quindi l'ambito della trasformazione urbanistica in modo tale da innescare un più ampio processo di rigenerazione territoriale in sinergia con le Municipalità all'intorno dell'area e con i Comuni del Patto del nord-ovest:

- assicurando il superamento della A8 e permettendo quindi di connettere la viabilità di Baranzate, quella di Milano verso l'Ospedale Sacco (anche attraverso futuri sviluppi viabilistici) e quella di Rho;
- assicurando il collegamento a Rho Centro in una sinergia tra la storica via De Gasperi e via Risorgimento che, connettendosi con il nodo in corrispondenza della stazione di interscambio Rho-Fiera, potrebbe diventare il viale di accesso privilegiato a MIND nonché asse della futura trasformazione dell'area industriale di Mazzo di Rho;
- assicurando la continuità funzionale dell'itinerario Rho - Milano riaprendo alla viabilità pubblica, come richiesto dall'AdP di Expo 2015, la sezione di via Cristina di Belgioioso tra via Montello e la rotonda di relazione tra il viadotto di connessione con il quartiere Stephenson e il viadotto di connessione con Roserio.

Un secondo livello di viabilità assume la funzione di distribuzione delle quote di traffico indotte da MIND lungo il sistema di viabilità periferico. A tal riguardo si prevede che la porzione meridionale dell'anello stradale periferico di MIND siano gestiti come zone a traffico moderato (traffico consentito agli utenti a vario titolo di MIND).

Si prevede infatti che tale percorso stradale sia utilizzato esclusivamente dalle quote di traffico privato destinate al sito, per garantire gli obiettivi di mobilità sostenibile proposti per il Parco della Scienza, del Sapere e dell'Innovazione, e scoraggiare la percorrenza delle strade perimetrali a veicoli in transito.

In questo modo, oltre a garantire maggiore sicurezza agli utenti ed evitare la presenza di traffico parassita, si favorirebbe anche l'uso dei mezzi pubblici. Non si intende comunque creare delle barriere fisiche che possano in alcun modo impedire o limitare l'accesso al sito, quindi si ipotizza che il controllo dell'accesso all'area sia realizzato mediante l'uso di telecamere intelligenti o altre tecnologie innovative free flow.

Un terzo livello, di maglia minuta e limitato al traffico privato di destinazione, consente di entrare nel sistema interno percorrendo delle zone a traffico moderato, e di distribuire i veicoli alle varie funzioni tramite i parcheggi pubblici e pertinenziali.

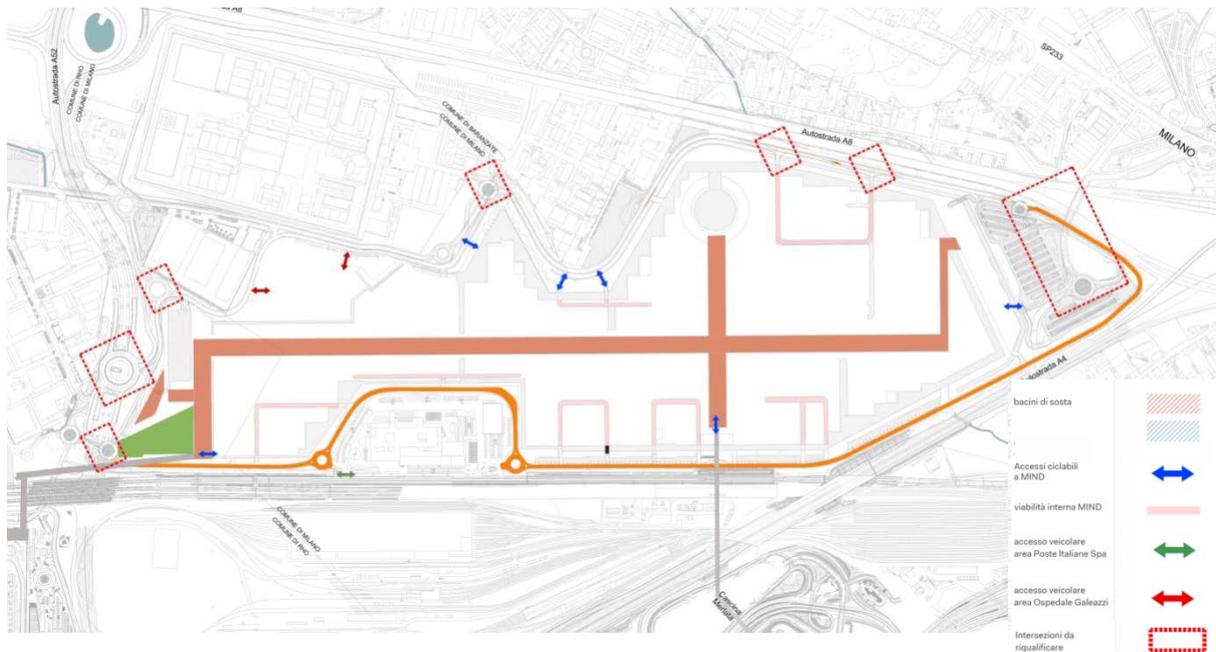


Figura 41 - Progetto di Mobilità: Principali interventi viabilistici

Rispetto alle strategie di gestione del traffico veicolare e all'istituzione di un ambito viabilistico a traffico limitato di natura pertinenziale lungo la porzione dell'anello stradale sud, è importante sottolineare che, originariamente, il Progetto di Mobilità prevedeva la totale chiusura, alla viabilità pubblica, dell'intero sistema periferico, a comprendere il tratto di via Cristina di Belgioioso tra via Montello e la rotatoria di Porta Est.

Ascoltati i territori e alla luce di un confronto tecnico con i diversi Enti, si è scelto di riaprire il tratto sopra esposto anche in funzione di specifiche indagini modellistiche di seguito descritte.

Attraverso la specifica interrogazione sia della piattaforma informativa GIS, sia del modello di trasporto alla scala metropolitana, emerge come le future quote di traffico "di attraversamento" lungo l'asse della via Cristina di Belgioioso siano di natura prettamente locale, soprattutto legate al territorio di Rho, in relazione alla direttrice di penetrazione su Milano che si sviluppa lungo via Cristina di Belgioioso, l'ambito di Stephenson e, da qui, il rientro sull'itinerario autostradale urbano (calvalcavia del Ghisallo - viale Scarampo) o il nuovo itinerario dell'interquartiere.

In termini numerici, le successive analisi di traffico tramite modello di trasporto alla scala metropolitana e modello di simulazione dinamica, evidenziano che tali quote di traffico aggiuntive siano nell'ordine dei 450-500 veh/h per direzioni, un carico veicolare che l'itinerario stradale in questione è in grado di accogliere, contestualmente alle quote di traffico indotto da MIND.

Rimane confermata la possibilità di riconsiderare eventuali strategie di regolamentazione, attraverso periodiche attività di monitoraggio del traffico durante le diverse fasi di attuazione del progetto urbanistico, nel caso in cui si registrino quote maggiori in risposta ad una serie di strategie di mobilità ed interventi al contorno, esogeni rispetto al Piano di Mobilità di MIND.

In particolare, l'immagine rappresenta le relazioni che potrebbero essere assorbite da via C. di Belgioioso, valutate attraverso una analisi GIS che individua i percorsi di connessione più veloci (in relazione alla categoria stradale) tra le zone di origine e le zone di destinazione (si veda legenda).

In rosso sono mappati i percorsi che insistono sulla via C. di Belgioioso mentre in azzurro i percorsi che gravitano su altra viabilità. Si osserva che le relazioni che potrebbero trovare

convenienza nell'utilizzo di via C. di Belgioioso sono a carattere locale, principalmente all'interno del comune di Rho.

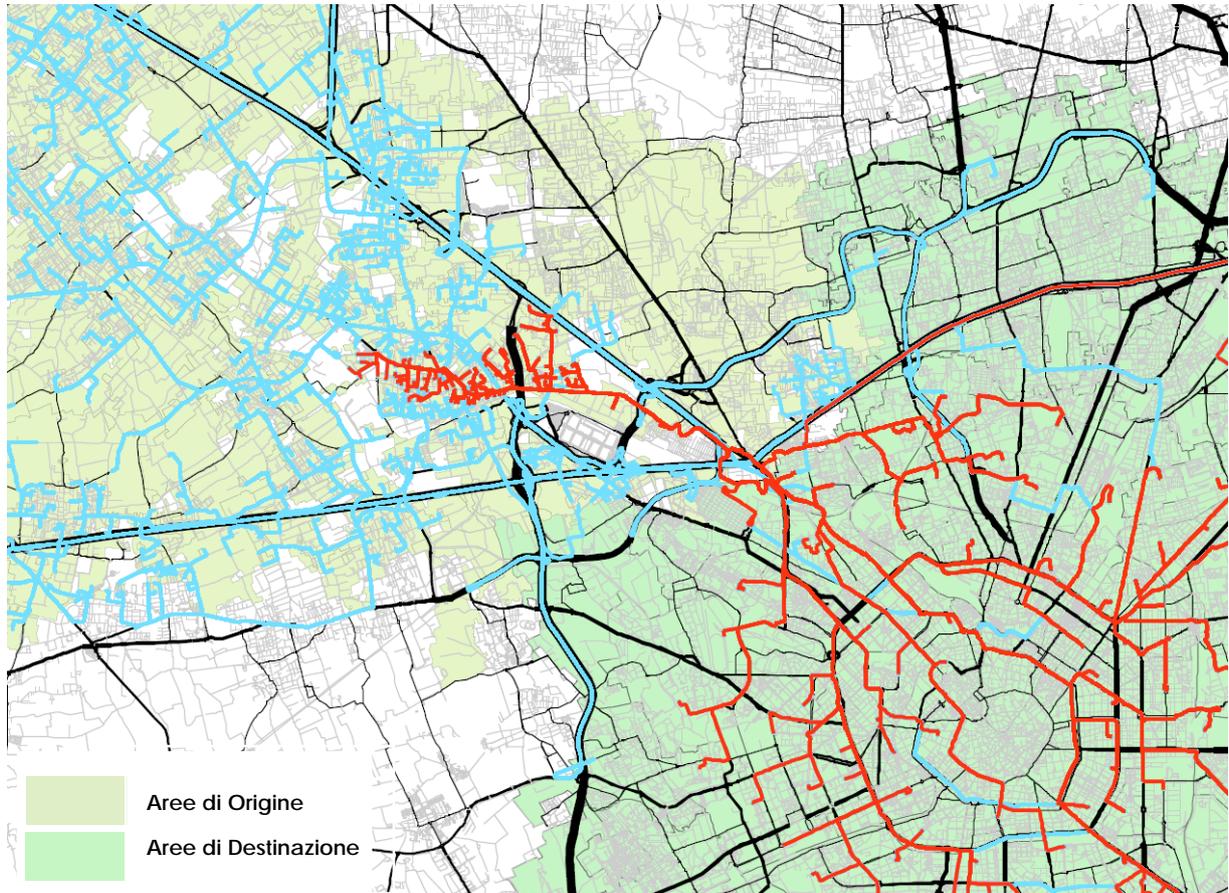


Figura 42 - Indagine GIS circa le quote di traffico privato interessate alla riapertura al pubblico della via C. di Belgioioso

La seguente mappa illustra invece il flussogramma di assegnazione estratto quale risultanza del modello di traffico a scala metropolitana in relazione all'arco stradale di Via Cristina di Belgioioso. In particolare si evidenziano le relazioni Origine / Destinazione transitanti lungo l'arco in entrambe le direzioni di marcia.

È interessante notare che il processo di assegnazione del modello di traffico individua una matrice di relazioni di breve percorrenza analoga a quella stimato tramite analisi GIS, che non considera le condizioni di traffico e congestione presenti nell'ora di punta sulla rete.



Figura 43 - Mappatura delle relazioni OD transitanti lungo via C. di Belgioioso

4.4 Sistema viabilistico – Quadro di Proposta | Descrizione dell'impianto stradale

4.4.1 Premessa

Gli interventi sul sistema infrastrutturale si concentrano in quattro macro aree, come riportato nella seguente figura, con l'obiettivo di potenziare il sistema viario esistente con nuove infrastrutture al fine di meglio integrarlo e collegarlo con la viabilità ordinaria. Gli interventi si declinano nella realizzazione di nuove intersezioni a raso o nella riqualificazione di intersezioni esistenti.

Le 4 macro aree di intervento sono:

- Porta Ovest: nodo strategico per la comunicazione del sistema di circolazione perimetrale di MIND con il sistema delle autostrade urbane milanesi e con il sistema di relazione con l'itinerario di via De Gasperi / via Cristina di Belgioioso di Rho;
- Nodo del Carcere di Bollate: nodo di comunicazione tra Via Belgioioso-Via Montello e anello di MIND;
- Nodo UNIMI: zona di accesso al futuro campus universitario della Statale;
- Porta EST: nodo di collegamento tra anello di MIND e i quartieri Stephenson e Roserio-Ospedale Sacco.

A questi interventi si è valutato di andare a introdurre anche degli interventi puntualisull'anello di circolazione perimetrale atti a fluidificare la circolazione veicolare (rif. paragrafo 4.4.6)

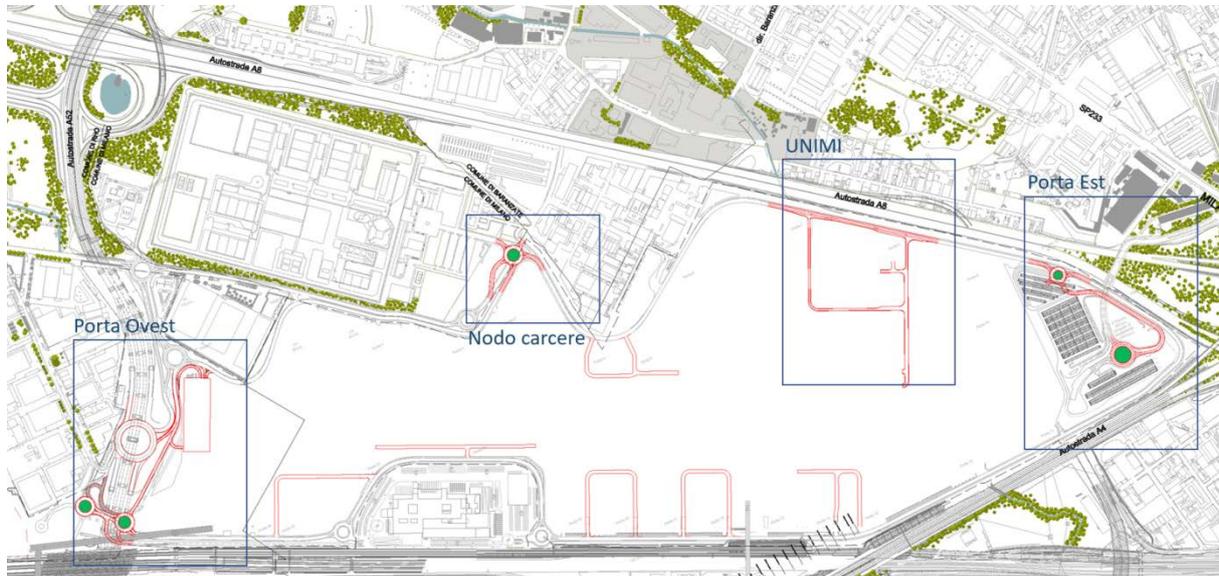


Figura 44 – Macro-aree di intervento

4.4.2 Riconfigurazione Accesso Porta Ovest

Il sistema di riconfigurazione di Porta Ovest prevede una serie di accorgimenti all'infrastruttura esistente e la realizzazione di nuovi sistemi di svincolo atti a:

- Aumentare la capacità della rotonda in corrispondenza delle rampe di uscita della Tangenziale Nord A52;
- Ottimizzare e riorganizzare la circolazione in ingresso e uscita dall' Area di MIND in progetto senza incidere sulle attività esistenti che fruiscono dell'infrastruttura attuale (ad esempio il sito di Poste Italiane CMP Roserio, l'area industriale di Rho ed i parcheggi in prossimità di piazza della Costellazione).



Figura 45 - Assetto attuale Porta Ovest

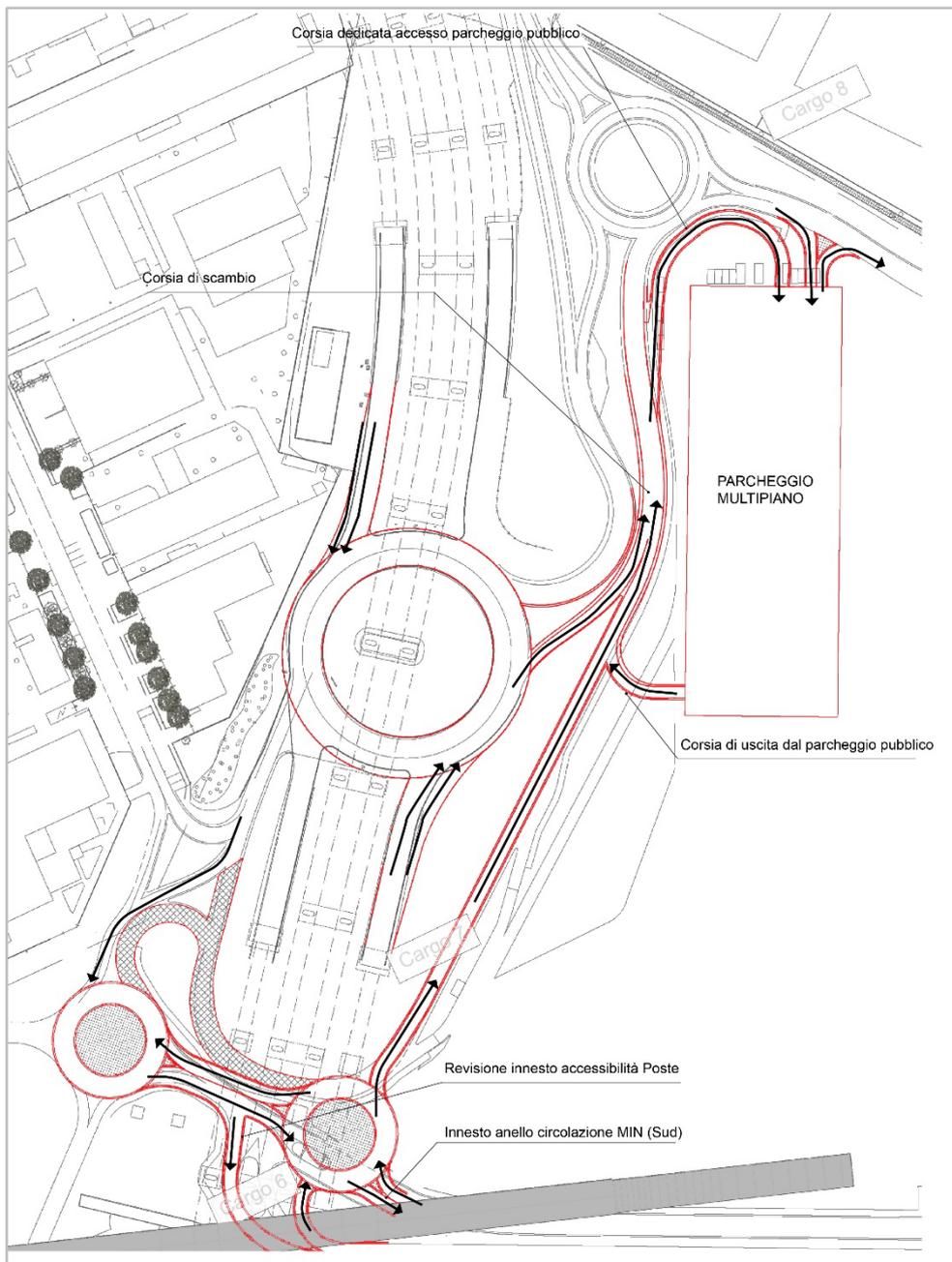


Figura 46 - Stato di Progetto Porta Ovest

Il sistema revisionato prevede il raddoppio in approccio alla rotatoria delle rampe di uscita della tangenziale Nord portando ad avere un braccio in ingresso di 7.00m di dimensione (banchine incluse). L'intervento così proposto permette di aumentare la capacità della rotatoria.

Per snellire ed ottimizzare i flussi di traffico si è rivisitato anche il sistema di accessibilità all'area di Poste Italiane e all'anello di circolazione Sud di MIND; l'assetto in progetto prevede un sistema di due rotatorie collegate da un'asta bidirezionale: la prima delle due rotatorie è esistente, la seconda da realizzare.

La rotatoria esistente è caratterizzata da un diametro esterno pari a 40.00 m ed anello di circolazione interno di larghezza pari a 7.00 m (banchina interna ed esterna escluse) organizzato su due corsie di marcia.

La rotatoria in progetto, invece, per rispondere ai requisiti di normativa è stata studiata con diametro esterno pari a 40.00m e larghezza corsia interna dell'anello pari a 9.00m (comprensiva di banchine interne ed esterne) per la presenza di ingressi a 2 corsie (DGR Lombardia – ALLEGATO 2).

Gli ingressi hanno i seguenti calibri:

- 4.50 m (0.50+3.50+0.50) per una singola corsia in approccio;
- 7.00 m (0.50+6.00+0.50) per due corsie in approccio.

Mentre le uscite, organizzate sempre ad una corsia, hanno calibro pari a 5.50 m (0.50+4.50+0.50).

Le due rotatorie e l'asta di collegamento tra esse, sulla quale si innesta il ramo esistente di ingresso alla viabilità del sistema Poste Italiane, costituiscono un sistema a biella che sostituisce le viabilità esistenti.

La rotatoria esistente a 4 bracci è caratterizzata da:

- Ramo di collegamento esistente per ingresso/uscita dal parcheggio di Piazza della Costellazione;
- Ramo di collegamento bidirezionale con il sottopasso esistente;
- Ramo di solo ingresso a due corsie di larghezza pari a 7.00m (0.50+6.00+0.50) proveniente da via Achille Grandi e braccio di uscita della rotatoria di svincolo dell'A52;
- Ramo di collegamento bidirezionale con la nuova rotatoria in progetto.

Rispetto alla situazione attuale la rotatoria perde il ramo di uscita che collegava essa al raccordo ad "U", che garantiva un ulteriore collegamento tra la rotatoria di svincolo della Tangenziale con EXPO, il quale viene parzialmente dismesso. La rotatoria in progetto a sua volta, sempre a 4 bracci; prevede:

- Ramo di solo ingresso per i flussi provenienti dal sistema viabilistico delle Poste Italiane;
- Ramo bidirezionale di collegamento in progetto all'anello Sud di MIND (Calibro: 0.50+3.50+3.50+0.50);
- Ramo di sola uscita di collegamento con la zona del parcheggio in progetto, realizzato in sede del raccordo ad U attuale (adattandosi quindi anche al calibro esistente);
- Ramo di collegamento bidirezionale con la rotatoria esistente con due corsie in approccio alla stessa.

Il ramo di sola uscita dalla rotatoria in progetto si innesta sulla viabilità esistente per poter chiudere l'anello di circolazione del sistema. Su tale ramo si innesta la viabilità di uscita dal parcheggio multipiano in progetto (calibro: 0.50+4.00+0.50).

Il sistema in prossimità della rotatoria esistente Nord (Accesso Cargo 8 Fiera Milano-Rho) viene completato realizzando una corsia dedicata (calibro: 0.50+4.00+0.50) di ingresso al parcheggio in progetto. L'ingresso e l'uscita dal parcheggio sono garantiti anche da un collegamento (calibro: 0.5+3.50+3.50+0.50) realizzato con un'intersezione a raso canonica con l'anello interno di MIND.

Le geometrie dei vari rami collegamento e i raggi di curvatura dei bracci di ingresso/uscita delle rotatorie sono vincolate dalla volontà di voler impattare il meno possibile sul sistema esistente e da vincoli fisici.

Fra le strategie di riconfigurazione dell'ambito di accesso di Porta Ovest, si sottolinea l'importanza di prefigurare specifici interventi atti a migliorare la qualità delle aree libere e di risulta, soprattutto al di sotto del cavalcavia dell'itinerario A52, attraverso azioni di riqualificazione degli spazi con l'obiettivo di eliminare fattori di rischio legati a potenziali future dinamiche di degrado di questi ambiti delicati.

Tale assetto è oggetto di possibili modifiche / aggiornamenti futuri da valutare in funzione di opportunità derivanti la riqualificazione del sotto viadotto A52.

4.4.3 Riconfigurazione Accesso Nodo Carcere

Allo stato attuale il sistema infrastrutturale della zona del Carcere di Bollate si presenta come una duplice viabilità parallela (anello perimetrale MIND e Via Belgioioso-Montello) che dialogano attraverso un GATE Cargo 10 realizzato tramite un'intersezione a raso.

Al fine di rendere continuo e fluido il collegamento tra le due viabilità, si è prevista la realizzazione di una rotonda in sostituzione di tale Gate.

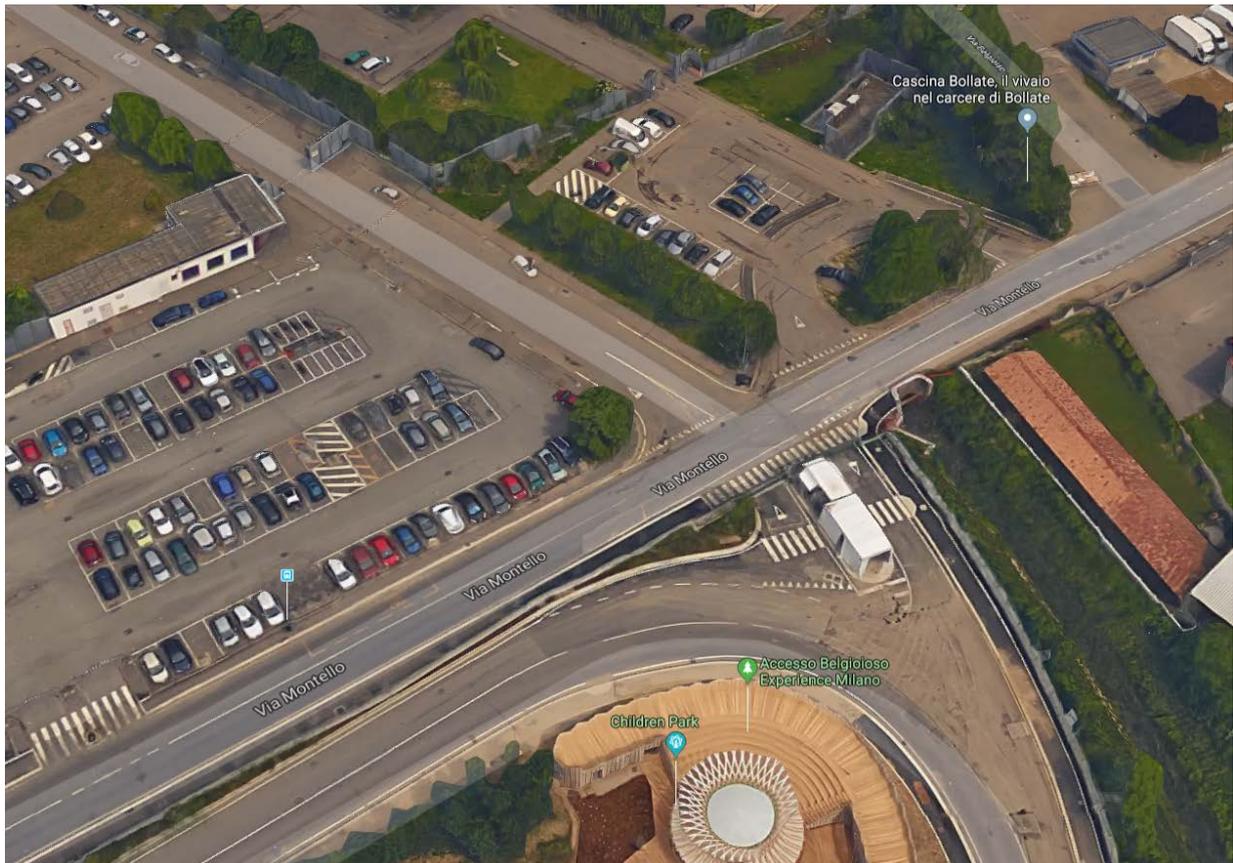


Figura 47 - Stato Attuale Nodo Carcere di Bollate

La presenza di strade che corrono parallele e la presenza di vincoli fisici, ad esempio canale irriguo, ha richiesto in fase di studio della rotonda particolare attenzione per quanto riguarda la posizione di essa e delle geometrie degli assi afferenti. Per la realizzazione di questi nuovi elementi infrastrutturali (Figura 13) è stata sacrificata una porzione del parcheggio antistante il carcere.

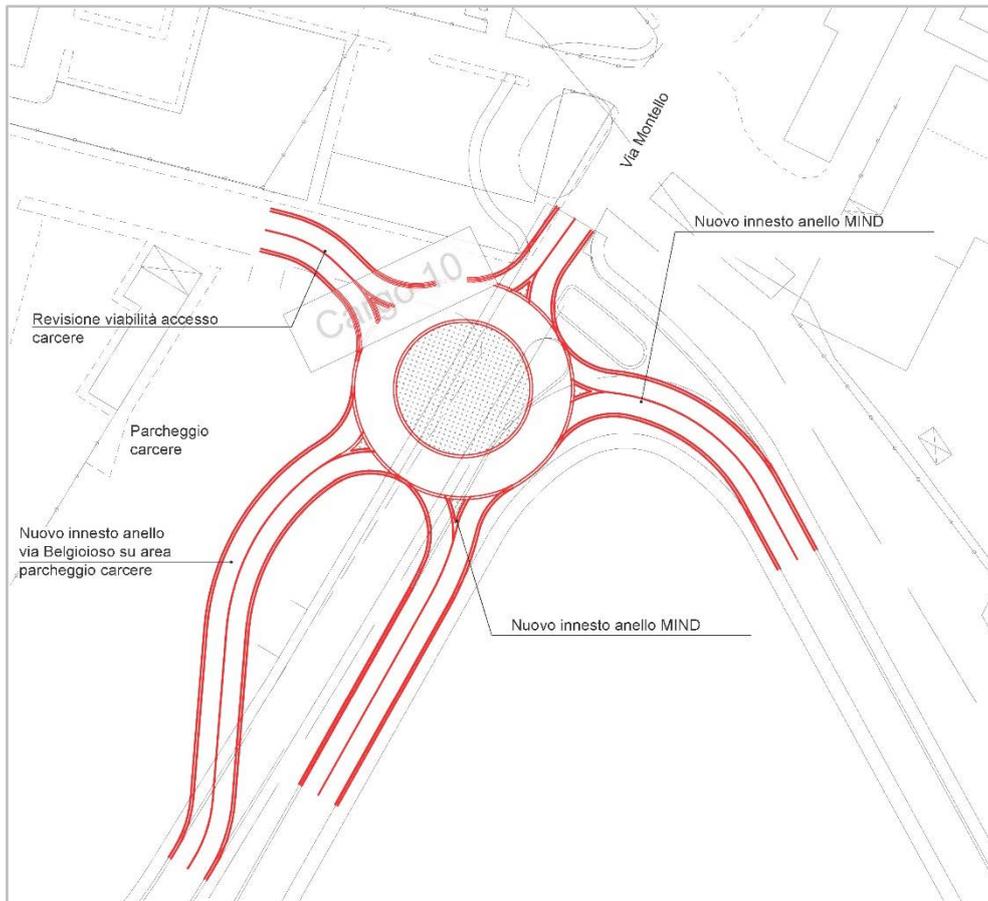


Figura 48 - Stato di Progetto Zona Carcere

La rotatoria in progetto, a 5 bracci di ingresso, ha diametro esterno pari a 40.00m e larghezza dell'anello di circolazione interno pari a 8.00m (banchina esterna ed interna incluse) organizzata su 2 corsie di circolazione interna.

I calibri di ingressi ed uscite sono:

- 4.50 m (0.50+3.50+0.50) per una singola corsia in approccio;
- 5.50 m (0.50+4.50+0.50) per la corsia di uscita.

I rami afferenti ad essa sono dunque:

- Raccordo di collegamento per la viabilità di ingresso/uscita dal carcere;
- Anello perimetrale MIND (calibro: 0.50+3.50+3.50+0.50);
- Via Montello in direzione Baranzate(calibro: 0.50+3.50+3.50+0.50);
- Via Belgioioso in direzione Rho (calibro: 0.50+3.50+3.50+0.50);

Come nel caso della rotatoria di Porta EST, i vari assi stradali afferenti hanno dovuto subire modifiche rispetto al loro attuale tracciato al fine di rendere materializzabile la rotatoria stessa e garantire dei corretti angoli di deflessione per le traiettorie in approccio ad essa.

A tale scopo, gli assi di innesto dell'anello perimetrale di MIND sono caratterizzati da raggi di curvatura pari a 50.00m (lato Ovest) e 35.00m (lato Est) deviando quindi dal sedime attuale per materializzare l'aggancio alla rotatoria. L'asse di Via Belgioioso, a sua volta, ha richiesto l'inserimento di due curve circolari R=40.00m e R=25.00m, inframezzate da un rettilineo di circa 30.00m di lunghezza, prima di recuperare la sezione corrente a sufficiente distanza

dall'ingresso alla rotonda esistente; queste modifiche all'assetto viario di Via Belgioioso comportano, come precedentemente esposto, la perdita di vari posti auto del parcheggio e l'ingresso stesso al parcheggio.

L'asse di raccordo con la viabilità di accesso al carcere è caratterizzato anch'esso dall'inserimento di una curva circolare di raggio pari 20.00m; su questo asse di raccordo si prevede di realizzare il definitivo accesso al parcheggio. Il quinto, e ultimo, asse (Via Montello) non subisce variazioni di tracciato; i soli interventi previsti riguardano la materializzazione delle corsie di ingresso ed uscita.

4.4.4 Riconfigurazione Accesso UNIMI

Allo stato attuale, il sistema viario della zona di futura ubicazione del Campus dell'Università Statale di Milano si presenta come una viabilità perimetrale (futuro anello MIND) chiusa al traffico.



Figura 49 - Stato attuale Zona UNIMI

A differenza degli altri nodi studiati, il progetto del sistema infrastrutturale della zona del Campus Universitario non ha come scopo quello di ricucire i collegamenti dall'area di MIND alla viabilità ordinaria ma si prefigge come obiettivo quello di rendere accessibile il campus stesso. Questa esigenza si traduce nella progettazione di un "loop" monodirezionale che si attesta sull'anello di MIND in corrispondenza dei ponti esistenti

- Ingresso: Ponte 7;
- Uscita: Ponte 8.

Al fine di facilitare, agevolare e regolare le manovre di svolta da e verso il "loop" del campus, in ottica anche di una forte presenza di mezzi di trasporto pubblico, si è deciso di integrare la viabilità esistente con la materializzazione di corsie specializzate di uscita, di entrata e di accumulo.

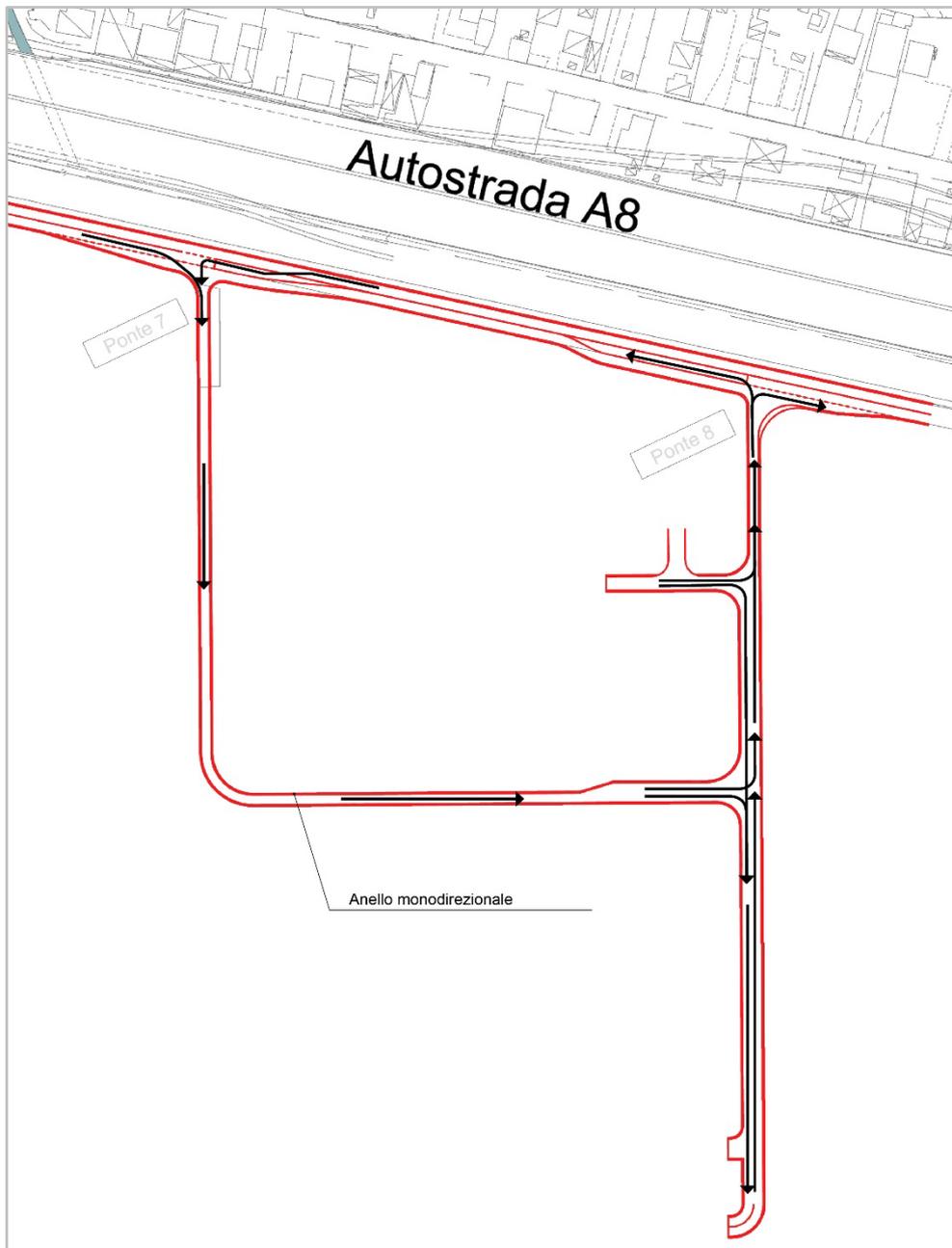


Figura 50 - Stato di Progetto accesso UNIMI

Per meglio descrivere gli interventi previsti in questa zona si divide la zona in tre ambiti:

- Ambito 1: Ingresso Loop presso Ponte 7;
- Ambito 2: Loop monodirezionale;
- Ambito 3: Uscita Loop presso Ponte 8.

L'ambito 1 di accesso al campus consente attraverso il Ponte 7, di cui si conserva l'intera struttura e piattaforma, l'accesso alla futura viabilità interna caratterizzata da sezione monodirezionale di calibro 0.50+3.50+0.50. Per garantire l'efficacia di tutte le manovre di ingresso si prevede la realizzazione di due corsie specializzate sull'anello di MIND:

- Corsia specializzata di uscita o decelerazione (Calibro: 3.50+0.50 e Sviluppo: 50.00m), in questo caso realizzata ad ago, destinata ad agevolare la manovra di svolta in destra dall'asse principale*;
- Corsia specializzata di accumulo sulla mezzera stradale (Calibro: 3.50 e Sviluppo: 58.00m) per agevolare le manovre di svolta in sinistra dall'asse principale*;

Per materializzare tali corsie è necessario prevedere un allargamento della piattaforma esistente rispettando i vincoli fisici presenti, quali canale e allineamento esterno del marciapiede.

Il secondo ambito, ossia la viabilità interna del campus, è caratterizzato da un'asse monodirezionale di calibro 0.50+3.50+0.50 con degli allargamenti previsti per facilitare le manovre dei mezzi pubblici o per materializzare l'intersezione a raso interna. Il loop interno prevede, per meglio gestire la circolazione, un'asta bidirezionale di calibro 0.50+3.50+3.50+0.50.

L'ambito 3 di collegamento con la viabilità esistente (Calibro: 0.50+3.50+3.50+0.50) attraverso il Ponte 8, interamente conservato come il Ponte 7, e prevede la progettazione di 2 corsie specializzate:

- Corsia di entrata o accelerazione (Calibro: 3.50+0.50 e Sviluppo: 45.00m) destinata ad agevolare la svolta in destra dalla strada secondaria²;
- Corsia centrale di immissione nella strada principale (Calibro: 3.50 e Sviluppo: 70.00m) per agevolare la manovra di svolta in sinistra dalla secondaria e l'inserimento nel flusso principale*.

Come per l'ambito 1, si è rivelato necessario allargare la piattaforma esistente per materializzare tali corsie correttamente.

Al fine di garantire una facile percorrenza ed iscrizione in curva dei mezzi pesanti, tutte le manovre sono state verificate e, dove necessario, è stata ampliata la sezione stradale.

²Sviluppi e geometrie calcolati da Normativa

4.4.5 Riconfigurazione Accesso Porta Est

Il sistema delle infrastrutture stradali di Porta Est necessita di un potenziamento e revisione al fine di collegare l'anello perimetrale interno di MIND con la viabilità ordinaria

- Attivando il cavalcavia di via Cristina di Belgioioso (ad oggi chiuso al traffico) per connettere il nuovo polo con l'Ospedale Sacco e l'areale di Baranzate-Roserio;
- Attivando il cavalcavia di via Giorgio Stephenson.

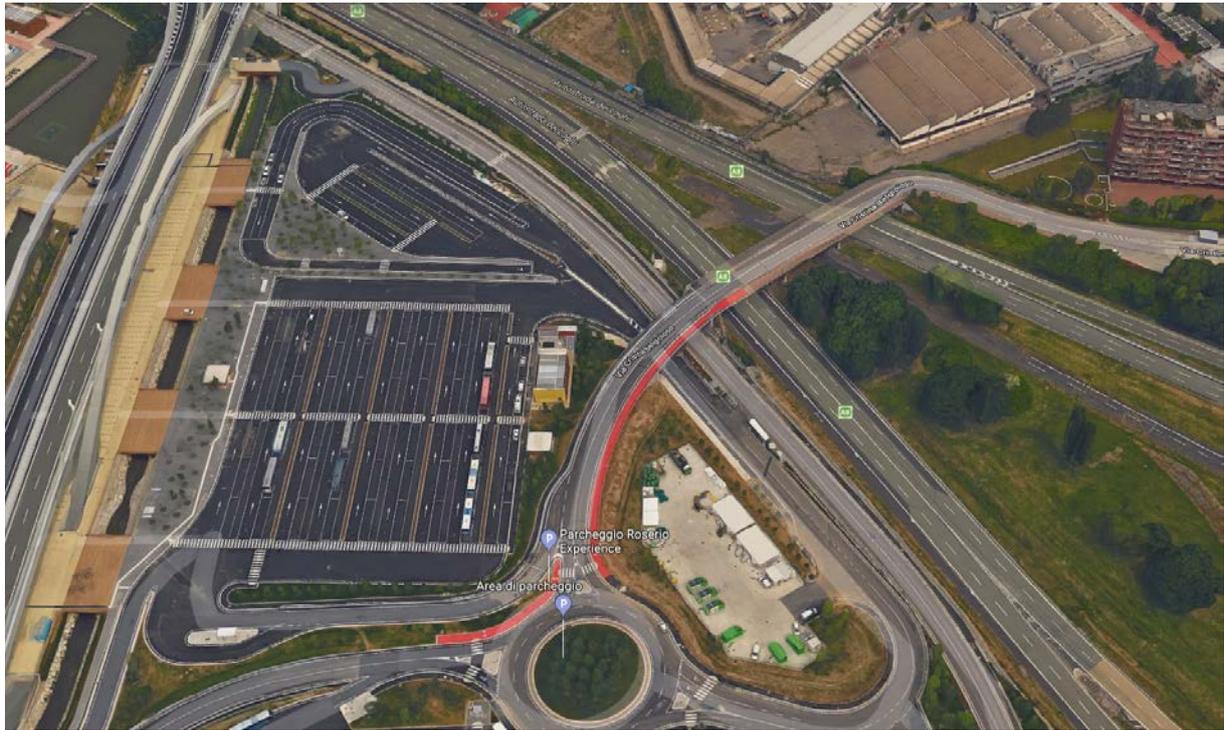


Figura 51 - Assetto attuale Porta Est

La posizione planimetrica della rotatoria è stata valutata tenendo conto di 2 fattori. Il primo fattore è puramente dettato da vincoli fisici, quali la presenza ad esempio l'autostrada A8 e delle sue fasce di rispetto e pertinenza e delle pile del cavalcavia di Via Belgioioso; il secondo fattore è invece la necessità di ridurre il meno possibile il numero degli stalli del parcheggio interessato dall'intervento.

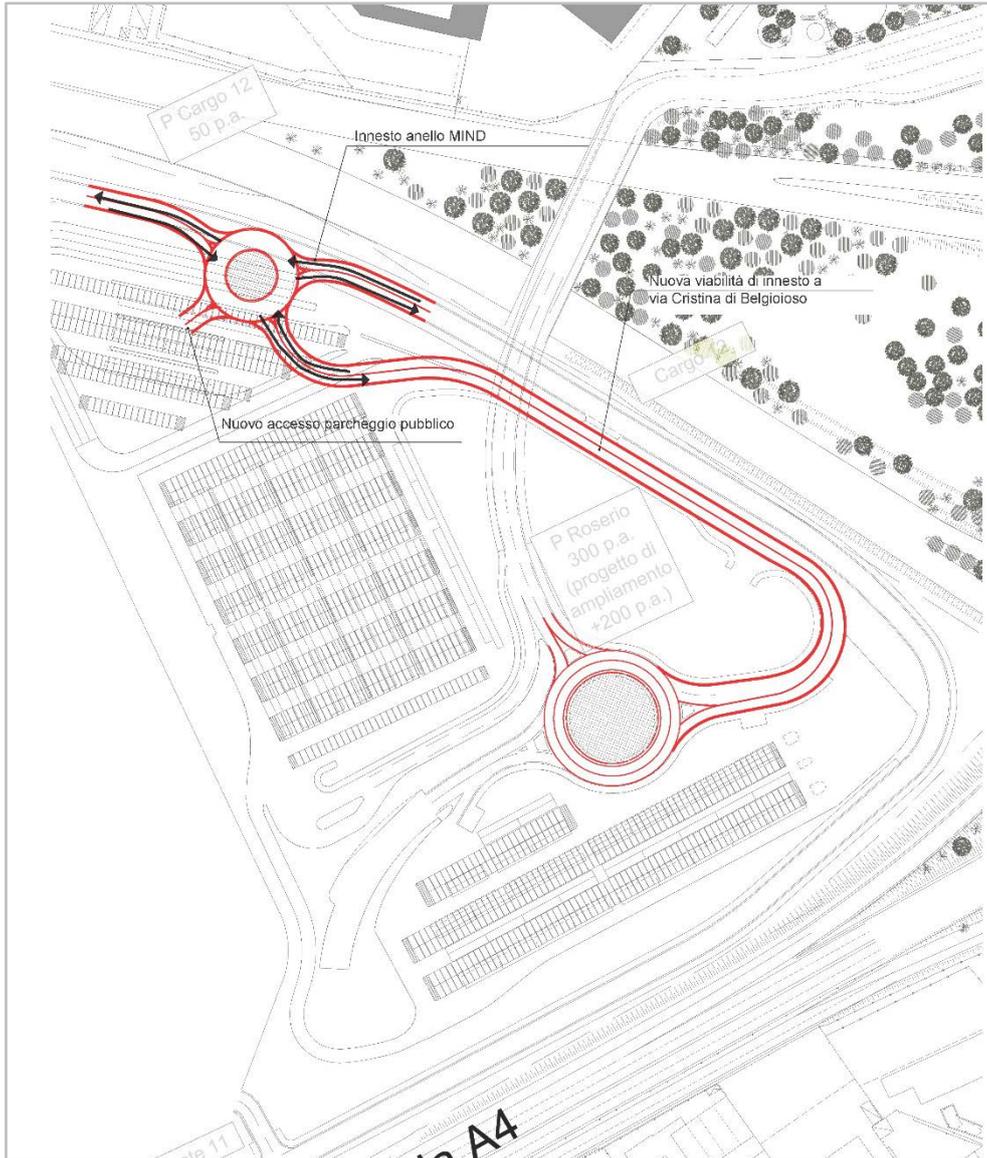


Figura 52 - Stato di Progetto Porta Est

Nell'ottica di quanto sopra esposto, l'intervento di revisione di stradale di Porta Est prevede la realizzazione di una rotatoria a 4 bracci di diametro esterno pari a 34.00m e larghezza dell'anello di circolazione interno pari a 8.00m (banchina esterna ed interna incluse) organizzata su 2 corsie di circolazione interna.

I calibri di ingressi ed uscite sono:

- 4.50 m (0.50+3.50+0.50) per una singola corsia in approccio;
- 5.50 m (0.50+4.50+0.50) per la corsia di uscita.

I rami afferenti ad essa sono:

- Anello esistente interno di circolazione perimetrale di MIND (calibro: 0.50+3.50+3.50+0.50);
- Nuovo ramo di collegamento con l'area di sosta esistente (calibro: 0.50+3.50+3.50+0.50);
- Ramo di raccordo bidirezionale (calibro: 0.50+3.50+3.50+0.50) con la viabilità di innesto sulla rotatoria esistente a cui afferiscono Via Cristina di Belgioioso e Via Giorgio Stephenson.

Per poter realizzare l'innesto dei due rami dell'anello esistente di MIND alla rotatoria in progetto, al fine di garantire la dovuta deflessione alle traiettorie di ingresso, si è necessariamente inserita una curva circolare di raggio rispettivamente pari a 40m (lato EST) e 50m (lato OVEST).

Per quanto riguarda il tratto di raccordo, esso è definito tramite una successione di due curve circolari di raggio pari a 25.00m e 50.00m inframezzate da un rettilo di lunghezza pari a 20.00m; questo asse si innesta sulla viabilità esistente in corrispondenza del cavalcavia di Via Belgioioso. Una volta agganciata la piattaforma, il ramo prosegue in direzione della rotatoria esistente con le geometrie attuali.

4.4.6 Opere di fluidificazione della circolazione interne all'anello MIND

Per que che riguarda la regolamentazione del traffico lungo l'anello viabilistico periferico, si prevede l'istituzione di misure di limitazione di accesso, garantendone la fruibilità solamente agli aventi diritto (traffico di destinazione, categorie speciali, ecc.), per quel che riguarda la porzione meridionale lungo la sezione Porta Ovest – Porta Est e il sistema di accessibilità dell'Ospedale Galeazzi.

Si è quindi valutata la necessità di introdurre interventi puntuali necessari ad aumentare la capacità di gestione dei flussi veicolari lungo l'intinerario viabilistico. Per evitare che le fermate del mezzo pubblico diventino un ostacolo alla circolazione dei mezzi privati in corrispondenza delle fermate del servizio di trasporto pubblico è prevista la realizzazione di una serie di golfi di fermata.

Per limitare gli impatti sulle svolte in sinistra delle auto circolanti in anello per raggiungere i parcheggi privati posti sotto gli edifici è prevista la realizzazione di corsie di accumulo che permettono di limitare le interferenze con i veicoli in transito lungo l'anello.

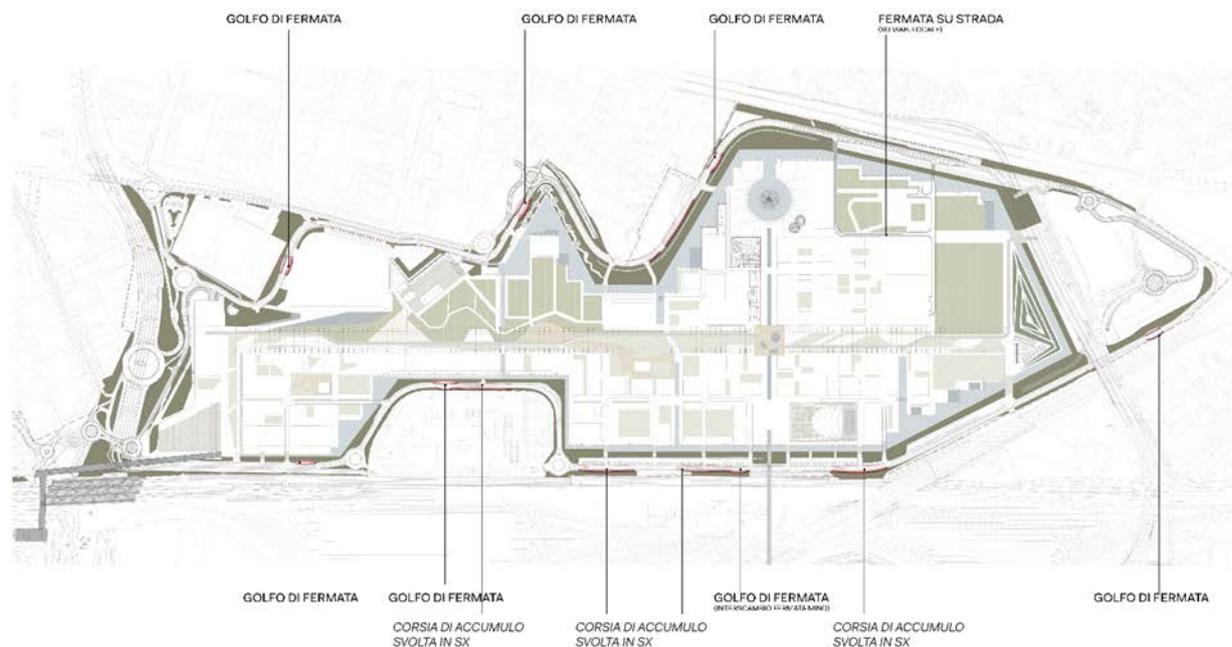


Figura 53- Stato di progetto: interventi lungo anello di circolazione esterna

4.5 Stima della Domanda di Sosta

4.5.1 Premessa

Analogamente a quanto fatto per la stima della domanda di mobilità si è proceduto a valutare il fabbisogno di sosta associato alle diverse funzioni previste all'interno dell'area MIND.

In questo caso il calcolo viene sviluppato sulla base di 3 differenti metodologie che successivamente vengono fatte convergere in un'unica stima. Le metodologie adottate sono le seguenti:

- Calcolo basato sulle normative vigenti;
- Stima basata sulla popolazione attesa e il relativo quadro di mobilità;
- Stima basata sulle manifestazioni di interesse effettivamente pervenute e sui fabbisogni specifici.

A seguire si descrivono brevemente le 3 metodologie per poi procedere a una aggregazione dei risultati.

4.5.2 Calcolo Basato sulle normative vigenti

Il calcolo della dotazione di sosta è basato su quanto prescritto all'interno delle Norme Tecniche di Attuazione del PGT del Comune di Milano. Il calcolo consente di valutare sia la dotazione di sosta pertinenziale che quella pubblica.

I parametri forniti da normativa sono distinti tra parametri generici (applicabili all'intero comune) e parametri applicabili a specifiche aree a maggiore accessibilità ("ambito 2", come da art. 8.2 NA PDR e art. 9.3, NA PdS e come riportato in Tavola S03). Per le funzioni (produttivo, Ricettivo, Culturale/Intrattenimento e altre funzioni pubbliche) per le quali il PGT, non definisce in modo univoco la quantità di sosta, sono stati utilizzati gli stessi parametri per funzioni a loro considerate affini. La seguente tabella riporta il valore utilizzato per ciascuna delle destinazioni d'uso.

Si precisa che per la destinazione d'uso "altre funzioni pubbliche", non conoscendo esattamente allo stato attuale di che tipo di funzioni si tratterà, si adotta una combinazione dei rate delle altre funzioni considerate.

Funzione	Ambito 2		Valore Standard	
	Pertinenziali	Pubblici	Pertinenziali	Pubblici
RESIDENZIALI	1 mq ogni 10 mc	1 pa ogni 400 mq slp	1 mq ogni 10 mc	1 pa ogni 400 mq slp
SOCIAL HOUSING/RESIDENZE PER STUDENTI	1 mq ogni 10 mc	1 pa ogni 400 mq slp	1 mq ogni 10 mc	1 pa ogni 400 mq slp
TERZIARIO	1 pa ogni 200 mq	1 pa ogni 200 mq	1 pa ogni 50 mq	1 pa ogni 50 mq
RETAIL	1 pa ogni 100 mq	1 pa ogni 100 mq	2 pa ogni 100 mq	2 pa ogni 100 mq
PRODUTTIVO	1 pa ogni 100 mq	20% di slp	1 pa ogni 100 mq	20% di slp
RICETTIVO	1 pa ogni 100 mq	1 pa ogni 100 mq	2 pa ogni 100 mq	2 pa ogni 100 mq
CULTURALE / INTRATTENIMENTO	1 pa ogni 100 mq	n.d.	2 pa ogni 100 mq	n.d.
ALTRE FUNZIONI PUBBLICHE	1 pa ogni 125 mq	1 pa ogni 200 mq	2 pa ogni 125 mq	2 pa ogni 275 mq

Tabella 19 -Dotazione di sosta richiesta per funzione da NTA del PGT di Milano

Dal momento che il layout preciso del sito non è disponibile e risulta quindi complesso valutare la reale porzione di superfici sviluppate in ambito 2 il calcolo è stato sviluppato prendendo in considerazione 3 casi:

- intero sviluppo escluso dall'ambito 2;
- intero sviluppo incluso nell'ambito 2;
- sviluppo parzialmente in ambito 2.

I primi due casi servono a valutare gli estremi entro cui si collocherà la domanda di sosta del sito MIND in relazione alla normativa vigente. Il terzo caso è sviluppato stimando la porzione di SLP che potrebbe realisticamente ricadere nel cosiddetto ambito 2.

Considerando che circa il 50% della superficie fondiaria di MIND ricadrebbe entro i 400 metri dallo sbarco delle passerelle delle due stazioni (e quindi risulterebbe in ambito 2) e tenendo conto del fatto che le funzioni verranno addensate in prossimità degli hub trasportistici si ritiene realistico assumere che circa l'80% della SLP di nuova realizzazione ricadrà in ambito 2.

Si sottolinea infine che tale metodologia di calcolo non può essere applicata alle 3 ancore pubbliche, per le quali verranno sviluppate ulteriori analisi successivamente.

Utilizzando un tasso di comparazione tra posti auto e superficie pari a 30 mq per posto auto le 3 stime forniscono un risultato complessivo, escluse le ancore pubbliche, di circa 8.450 posti auto nel caso in cui il sito fosse interamente compreso in ambito 2, di circa 19.200 posti auto nel caso ne fosse completamente escluso e pari a circa 10.600 nel caso di un mix in cui l'80% della nuova SLP ricadesse in ambito 2.

La seguente tabella riporta i risultati dettagliati per quest'ultimo scenario.

Funzione	Pertinenziale	Pubblico	Totale
Università statale	-	-	-
Human Technopole	-	-	-
Struttura Sanitaria	-	-	-
COMMERCIALE	280	280	560
TERZIARIO	2,440	2,440	4,880
RICETTIVO	180	180	360
CULTURALE/INTRATTENIMENTO	480	831	1,311
RESIDENZIALE	1,200	300	1,500
SOCIAL HOUSING/RESIDENZE PER STUDENTI	300	75	375
PRODUTTIVO	294	233	527
ALTRE FUNZIONI PUBBLICHE	691	393	1,084
MIND (escluse ancore pubbliche)	5,865	4,732	10,598

Tabella 20 - Domanda di sosta calcolata sulla base delle NTA del PGT di Milano - Scenario mix (80% ambito 2)

4.5.3 Stima basata sulla popolazione attesa

4.5.3.1 Metodologia di stima

La seconda metodologia di calcolo è più articolata e mira ad analizzare più dettagliatamente il quadro della domanda di sosta sulla base delle effettive necessità.

A partire dai valori di popolazione media giornaliera, la cui metodologia di calcolo è descritta nel capitolo relativo alla domanda di mobilità, ripartizione modale calcolata sulla

base delle analisi modellistiche e occupazione veicolare media si è potuta stimare la domanda di sosta generata dalla popolazione attesa sul sito.

Applicando poi a questo valore i tassi di rotazione (ovvero il numero di volte in cui un medesimo parcheggio risulta occupato nel corso del giorno da veicoli diversi) è possibile stimare il numero di auto in sosta contemporanea, che corrisponde al fabbisogno minimo teorico di sosta.

Eventualmente è poi possibile raffinare ulteriormente il calcolo introducendo dei profili di occupazione media dei parcheggi, tali profili indicano, per ogni ora del giorno, la percentuale di occupazione di un bacino di sosta rispetto al massimo giornaliero. Mettendo in atto questo passaggio ulteriore risulta quindi possibile valutare gli effetti di politiche di condivisione della sosta tra funzioni

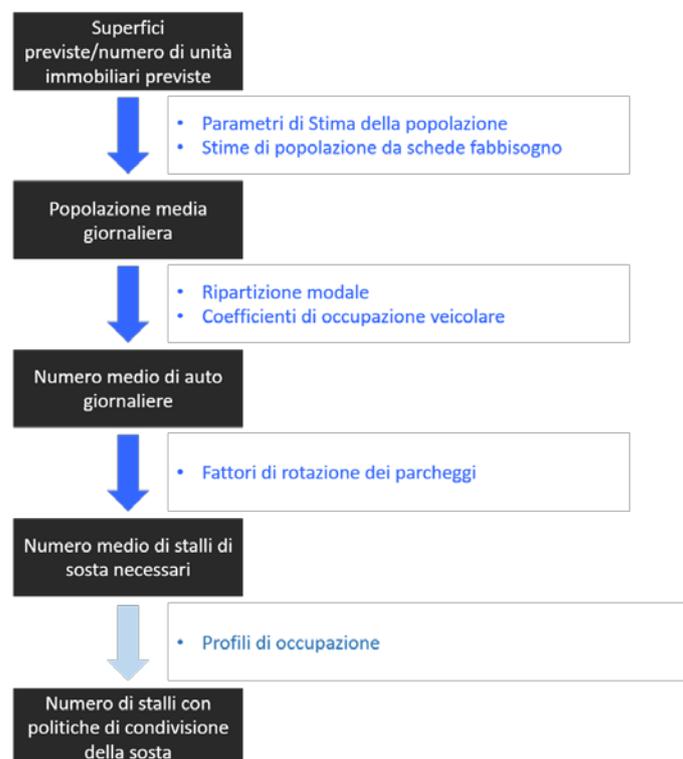


Figura 54 - Procedura di stima della dotazione di sosta sulla base della popolazione attesa

Questa metodologia non consentirebbe di distinguere tra sosta pertinenziale e pubblica ma fornisce un'indicazione complessiva. Per mantenere coerenza nelle modalità di presentazione dei risultati si è scelto di considerare come sosta pubblica quella relativa ai visitatori delle diverse funzioni e come sosta pertinenziale quella legata a lavoratori e residenti.

Entrando nel dettaglio della metodologia di stima si riportano a seguire le equazioni utilizzate. Per il calcolo del numero medio di auto in un giorno si è utilizzata la seguente formulazione:

$$C_{ij} = PM_{ij} * \%CAR_j / CO_j$$

C_{ij}: numero di auto legate alla *i*-esima funzione e alla *j*-esima categoria di utenti

PMij: popolazione media della *i*-esima funzione e della *j*-esima categoria di utenti

%CARj: percentuale di spostamenti in auto per la *j*-esima categoria di utenti

COj: coefficiente di occupazione per la *j*-esima categoria di utenti

Il numero di stalli mediamente necessari viene poi calcolato dividendo il numero di auto previste in relazione alla popolazione per il coefficiente di rotazione degli stalli, corrispondente al numero di volte in cui mediamente in un giorno il medesimo stallo viene occupato da veicoli differenti:

$$S_{ij} = C_{ij} / TR_{ij}$$

Sij: numero di stalli di sosta necessari per la *i*-esima funzione e la *j*-esima categoria di utenti

TRij: Turnover rate (tasso di rotazione) per la *i*-esima funzione e la *j*-esima categoria di utenti

Il calcolo può essere ulteriormente raffinato utilizzando i profili di occupazione dei bacini di sosta in modo da valutare eventuali complementarità tra le diverse funzioni.

Il calcolo viene eseguito moltiplicando la domanda di sosta generata da una funzione per il coefficiente orario di occupazione medio di un parcheggio legato a quel tipo di funzione. In questo modo si ottiene un profilo giornaliero di domanda, sommando il risultato delle diverse funzioni per ogni ora e selezionando il valore massimo si ottiene l'ora di massima domanda e il numero minimo di stalli da prevedere:

$$SC_{ijk} = S_{ij} * OCC_{Rik}$$

SCijk: domanda di sosta generata dalla *i*-esima funzione e dalla *j*-esima categoria di utenti nel corso della *k*-esima ora del giorno

OCCRik: coefficiente di occupazione degli spazi di sosta per la *i*-esima funzione nel corso della *k*-esima ora del giorno

4.5.3.2 Parametri di stima della domanda di sosta

Ripartizione Modale

La ripartizione modale deriva direttamente dalle analisi modellistiche sviluppate con il modello di macrosimulazione descritto nel capitolo 10. La seguente tabella sintetizza la percentuale di spostamenti compiuti con ciascun modo.

Si precisa che la ripartizione modale stimata attraverso l'uso del modello di macrosimulazione non è articolata in per motivo di spostamento, di conseguenza questa viene suddivisa sui diversi motivi nel rispetto della ripartizione modale originaria fornita da AMAT.

Le ripartizioni modali descritte in tabella si riferiscono allo scenario finale con lo sviluppo interamente realizzato e la rete di trasporto descritta nel report completamente in esercizio. Per l'analisi delle fasi intermedie si rimanda al Capitolo 10.

Motivo di spostamento	Auto	TPL	moto	PIBICI
Lavoro	37.85%	42.56%	8.04%	11.56%
Istruzione	16.62%	71.43%	3.61%	8.34%

Business	42.43%	51.38%	1.93%	4.27%
Altro	34.42%	29.29%	8.98%	27.30%
Ritorno a casa	35.29%	31.80%	9.89%	23.03%
Media	33.90%	44.56%	6.65%	14.89%

Tabella 21 - Ripartizione modale futura stimata

Coefficienti di occupazione veicolare

Il coefficiente di occupazione veicolare indica il numero medio di passeggeri per ciascun veicolo privato in funzione della categoria di utenti e della funzione visitata.

Categoria	Funzione	Occupazione Veicolare
Impiegato	Tutte	1.2
Residente	Residenziale	1.2
Visitatore	Università	1.2
Visitatore	Altro	1.2
Visitatore	Culturale/intrattenimento	3.0
Visitatore	Altre funzioni pubbliche	2.1

Tabella 22 - Coefficienti di occupazione veicolare

Tasso di rotazione dei parcheggi

La seguente tabella indica i tassi di rotazione stimati per i parcheggi delle diverse funzioni. Il tasso di rotazione indica il numero medio di volte in cui uno stallone viene occupato da un veicolo differente nel corso di una giornata. In altri termini rappresenta una trasposizione del tempo medio di visita, permettendo di valutare per quali funzioni e categorie di utenti è possibile che il parcheggio sia utilizzato più vite.

Per i residenti si assume cautelativamente non vi sia rotazione, per gli impiegati si assumono valori variabili a seconda che gli stessi siano impiegati su turni o meno mentre per i visitatori si assume un valore di 2.5, corrispondente a una permanenza di circa 3 ore e mezza, ad eccezione degli studenti per cui si utilizza il valore di 1.8 che, rapportato alle circa 11 ore giornaliere di attività didattica dell'università (8.00 - 19.00), porta a una permanenza media di poco superiore alle 6 ore.

Categoria	Funzione	Tasso di Rotazione
Lavoratore	Ospedale	2
Lavoratore	Commerciale/Ricettivo	1.5
Lavoratore	Altro	1.1
Visitatore	Università	1.8
Visitatore	Ospedale	2.5
Visitatore	Uffici	2.5
Visitatore	Commerciale	2.5
Visitatore	Altro	2
Residente	Residenziale	1

Tabella 23 - Tasso di rotazione dei parcheggi

Profili di occupazione della sosta

Il seguente grafico illustra i profili di occupazione dei parcheggi in funzione della categoria di parcheggio. Tali profili sono stati utilizzati per valutare l'effetto prodotto dalla condivisione dei parcheggi destinati ai visitatori delle differenti funzioni.

I profili sono frutto di dati raccolti nel corso degli anni su svariati progetti e di dati contenuti in diversi manuali tra cui i principali sono:

- TRICS/TRAVL Database
- ITE Parking Generation Manual
- Shared Parking Manual

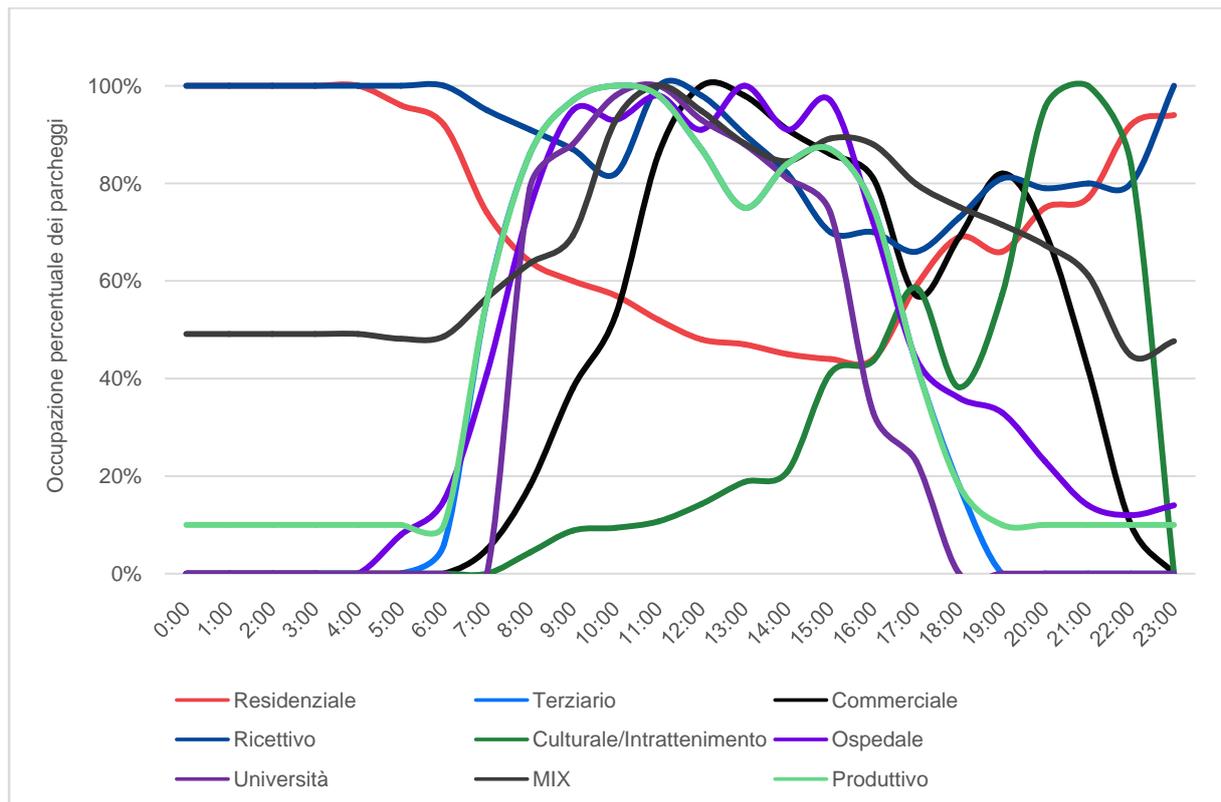


Figura 55 – Profili di occupazione dei parcheggi

4.5.3.3 Dotazione di sosta

La metodologia di stima descritta, sulla base dei parametri illustrati in precedenza e della ripartizione modale estratta dal modello di macrosimulazione veicolare, fornisce i seguenti risultati.

Funzione	Pertinenziale	Pubblico	TOTALE
Università statale	552	935	1,487
Human Technopole	434	15	449
Struttura Sanitaria	158	399	557
COMMERCIALE	232	580	812
TERZIARIO	3,498	167	3,665
RICETTIVO	31	32	63
CULTURALE/INTRATTENIMENTO	90	854	944
RESIDENZIALE	724	34	759
SOCIAL HOUSING	261	12	273
PRODUTTIVO	100	5	105
ALTRE FUNZIONI PUBBLICHE	555	434	989
Totale	6,635	3,467	10,102

Tabella 24 - Fabbisogno di sosta stimato sulla base della popolazione attesa

Si sottolinea che tale metodologia è l'unica, delle tre applicate, capace di prendere in considerazione le modifiche previste per il riparto modale ed eventualmente di adattarsi ad ulteriori variazioni nel riparto modale che dovessero verificarsi nel corso dello sviluppo della progettazione.

4.5.4 Stima basata sulle manifestazioni di interesse pervenute e sui fabbisogni specifici

Si riporta infine una terza metodologia di stima, molto più semplice, utile a valutare quale sia la percezione della necessità di sosta dal punto di vista degli investitori e dei potenziali affittuari/acquirenti. Si è infatti stimata la domanda di sosta assumendo che le richieste pervenute con le manifestazioni di interesse costituiscano una veritiera rappresentazione della domanda del mercato.

Questo processo di stima rappresenta un approccio semplificato rispetto ai precedenti e appunto mira a stimare la dotazione di sosta in proporzione a quanto richiesto all'interno delle manifestazioni di interesse pervenute. Dalle manifestazioni di interesse si evince una domanda di 1.918 stalli a fronte di proposte per sviluppare circa 123.000 mq di SLP. Riproporzionando questa dotazione di sosta alla SLP complessiva escluse le ancore pubbliche (652.000 mq) si ottiene una stima della domanda complessiva.

Per quanto riguarda le tre ancore pubbliche, per cui non sono disponibili manifestazioni di interesse, la dotazione di sosta si basa sulle richieste pervenute dagli enti interessati, in particolare:

- Ospedale Galeazzi: circa 1200 stalli, calcolati adibendo a sosta un'area equivalente al 40% della SLP complessiva, come richiesto dai criteri per l'accreditamento al SSN. Si assume che questo valore comprenda sia la dotazione di sosta pertinenziale che quella pubblica;
- Human Technopole: circa 200 stalli;
- Università Statale: circa 250 stalli.

Dotazione di sosta per funzioni private da manifestazioni di interesse effettivamente pervenute (circa 123.000 mq)	1,918
Riproportionato a SLP Totale (escluse le ancore pubbliche)	10,167
MIND	11,764

Tabella 25 - Domanda di sosta stimata sulla base delle manifestazioni di interesse

4.5.5 Confronto tra i risultati e ulteriore ottimizzazione della stima

Il seguente grafico riporta il confronto tra i risultati delle diverse modalità di calcolo adottate. Si sottolinea che, per quanto riguarda il calcolo basato sulla normativa vigente, che non consente di calcolare il numero di stalli necessari per le ancore pubbliche, si è scelto di considerare come riferimento per queste funzioni la domanda stimata con il metodo basato sulla stima di popolazione.

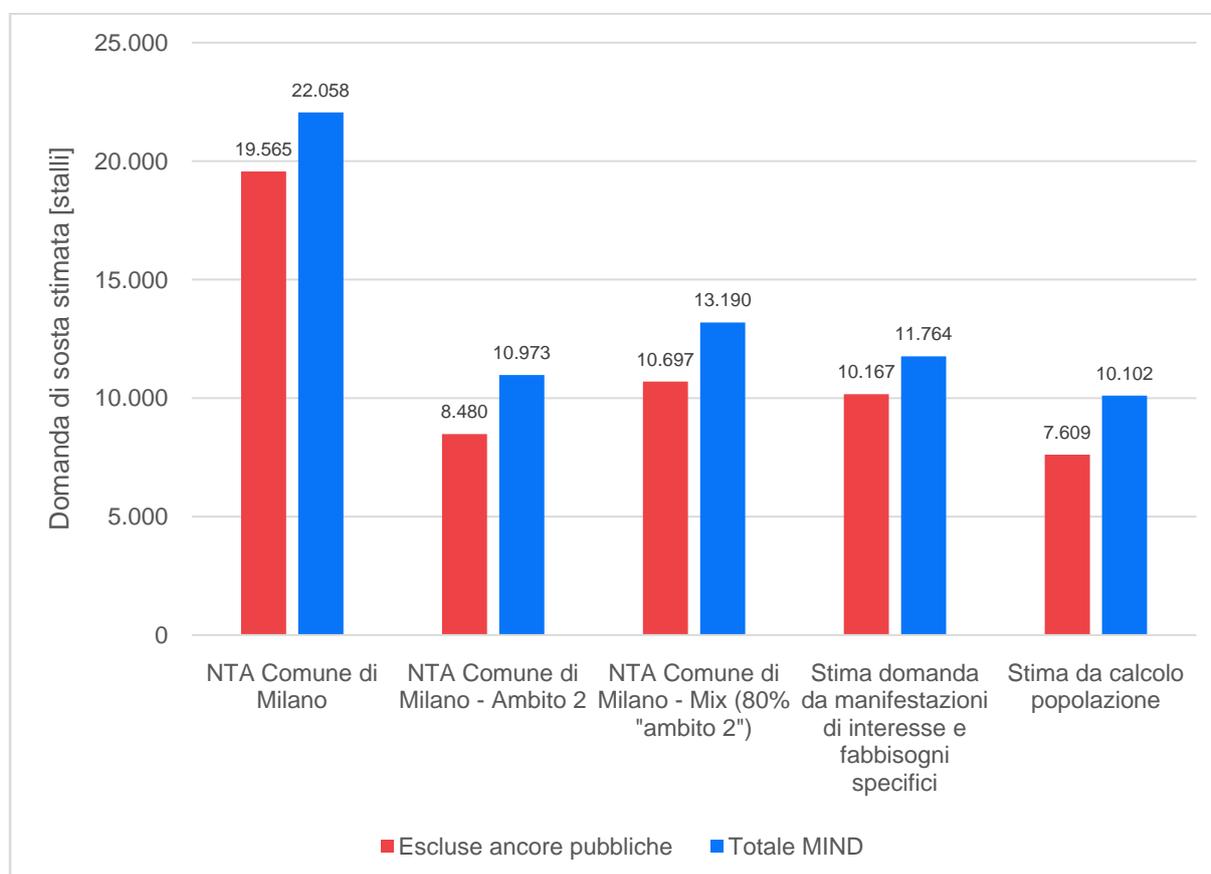


Figura 56 - Confronto tra le diverse metodologie di calcolo della domanda di sosta

Combinando tra loro i risultati delle diverse stime è possibile ottenere un'ulteriore piccola riduzione nella domanda di sosta attesa. Nello specifico:

- Per l'Università Statale si assume l'indicazione fornita dall'università (250 stalli) come domanda di sosta pertinenziale, a cui si aggiunge la dotazione di sosta pubblica (legata a visitatori e studenti) ottenuta con la stima basata sulla popolazione;

- Per lo Human Technopole si applica la medesima strategia considerando i 200 posti auto richiesti come dotazione pertinenziale a cui si somma quella per accogliere visitatori e studenti;
- Per la struttura sanitaria si assume che la dotazione complessiva richiesta per l'accreditamento al SSN corrisponda alla domanda totale, ossia alla somma di sosta pubblica e pertinenziale. Al fine di separare le due dotazioni di sosta si considera che la sosta stimata sulla base del metodo di stima della popolazione rappresenti la sosta pertinenziale (destinata a dipendenti e pazienti) mentre la rimanente parte sia più strettamente rivolta a visitatori e quindi considerata pubblica;
- Per le altre funzioni pubbliche si assume come corretta la valutazione condotta mediante la stima del fabbisogno di sosta in relazione alla popolazione poiché tale metodologia risulta l'unica in grado di considerare appieno le variazioni previste per la ripartizione modale. L'unica eccezione viene fatta per la dotazione di sosta pubblica legata alle aree commerciali, per le quali si considera il valore fornito dal PGT più rappresentativo della reale modalità di fruizione della sosta.

Funzione	Pertinenziale	Pubblico	TOTALE
Università statale	250	935	1,185
Human Technopole	200	15	215
Struttura Sanitaria	557	590	1,147
COMMERCIALE	232	233	465
TERZIARIO	3,498	167	3,665
RICETTIVO	31	32	63
CULTURALE/INTRATTENIMENTO	90	854	944
RESIDENZIALE	724	34	759
SOCIAL HOUSING	261	12	273
PRODUTTIVO	100	5	105
ALTRE FUNZIONI PUBBLICHE	555	434	989
TOTALE	6,498	3,312	9,810

Tabella 26 - Stima di domanda di sosta ottenuta combinando le diverse metodologie (scenario di progetto)

Infine, per raffinare ulteriormente il calcolo, si applica il concetto di condivisione dei parcheggi. È infatti noto che a diverse funzioni insediate corrispondono diversi profili di riempimento dei parcheggi nel corso della giornata. Facendo riferimento ai profili di occupazione dei parcheggi riportati su numerosi manuali e studi e illustrati in precedenza è possibile ridurre ulteriormente la dotazione di sosta prevista.

La possibilità di condividere i parcheggi è applicata solamente alla porzione pubblica della domanda di sosta, evitando di rendere condivisa la sosta pertinenziale per evitare problematiche legate a sicurezza e gestione della proprietà.

Applicando i profili è quindi possibile ridurre la dotazione richiesta per la sosta pubblica da circa 3.300 stalli a circa 2.500 stalli, con un picco di occupazione che, come mostra il seguente grafico, si verifica nelle ore centrali della giornata.

Sulla riduzione impattano in maniera rilevante soprattutto le funzioni legate all'intrattenimento che presentano il picco di occupazione negli orari serali, quando l'occupazione legata ad altre funzioni inizia a decrescere.

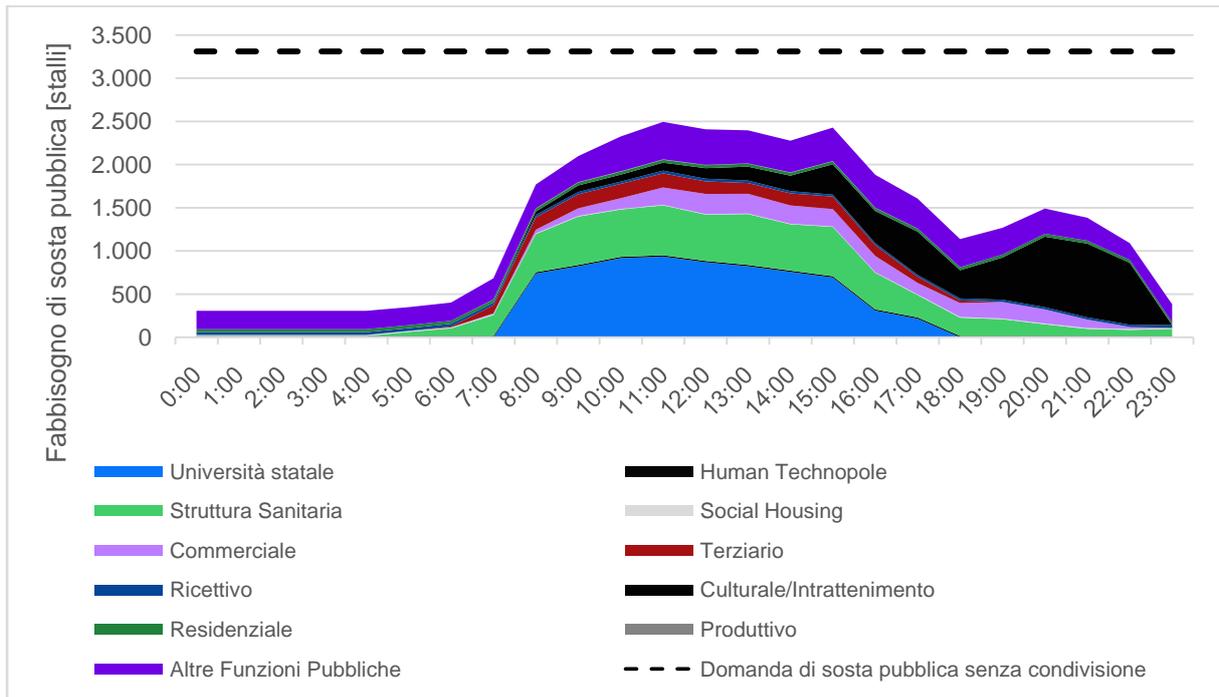


Figura 57 - Profilo di occupazione della dotazione di sosta pubblica

In totale, al termine degli affinamenti descritti, si stima quindi la necessità di prevedere una dotazione di sosta pari a circa 8.993 stalli di sosta, di cui 2.495 pubblici e 6.498 pertinenziali.

Procedendo in questo modo la dotazione di sosta complessiva risulterebbe ridotta circa del 32% rispetto a quanto richiesto dalle norme tecniche di attuazione del PGT del Comune di Milano. Di seguito si riporta il confronto sui diversi metodi di calcolo confrontando anche l'applicazione della legge Tognoli per il calcolo dei parcheggi privati (a cui si sommano gli standard per la sosta pubblica da NTA).

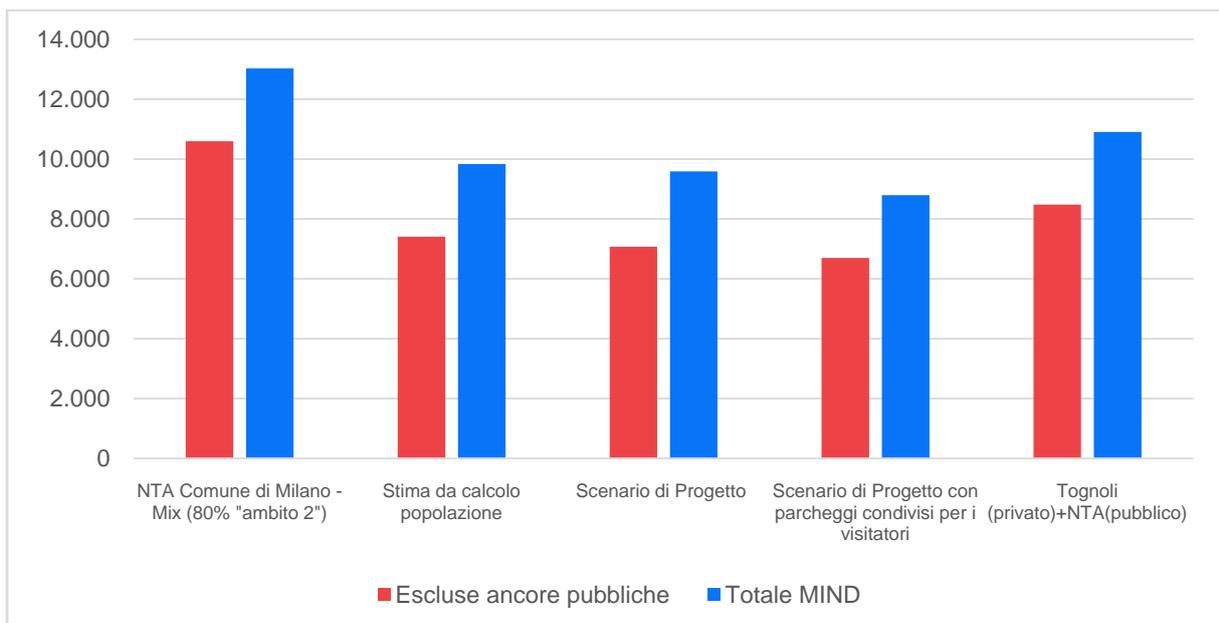


Figura 58 - Confronto tra i risultati dell'affinamento

Si precisa tuttavia che, come illustrato in precedenza, il metodo basato sulla popolazione non permette una perfetta suddivisione tra sosta pubblica e pertinenziale e che questa è stata artificialmente calcolata considerando come pubblica la dotazione rivolta ai soli visitatori. È anche possibile considerare che una quota della sosta destinata ai dipendenti non sia in realtà pertinenziale ma, a sua volta, pubblica e quindi ottimizzare ulteriormente la dotazione.

Infine si sottolinea come le stime siano fortemente governate dalla ripartizione modale stimata, è possibile che in futuro, grazie ad ulteriori potenziamenti dei sistemi di trasporto pubblico e all'evoluzione delle abitudini dell'utenza, il numero di parcheggi necessari si riduca ulteriormente.

Per tali ragioni si suggerisce di attivare un efficiente sistema di monitoraggio della domanda di sosta e di progettare i bacini di sosta nell'ottica di potenziali future riconversioni ad altri usi. In particolare si intende lavorare al fine di orientare i "tenants" delle diverse funzioni private in modo da ridurre ulteriormente la domanda di sosta legata a queste funzioni.

Inoltre, come illustrato nel capitolo legato alla fasizzazione del progetto, la dotazione di sosta verrà realizzata progressivamente in funzione dello sviluppo del comparto, in modo da evitare un surplus di dotazione che potrebbe indirettamente favorire l'uso del veicolo privato.

Alla luce di queste considerazioni, stante il presente livello di affinamento progettuale, si valuta che la domanda di sosta complessiva possa oscillare tra 8.500 e 9.500 posti auto, con possibilità di ulteriori future riduzioni.

4.6 Offerta di sosta di Progetto

L'offerta di sosta risulta coerente con la domanda attesa. Rispetto la dotazione di sosta aperta al pubblico il sito interno al perimetro del PII prevede una dotazione di sosta pari a oltre 2500 posti auto (a fronte di una domanda attesa di 2.495 posti auto).

La dotazione di sosta pubblica è in parte soddisfatta dai bacini di sosta esistenti, per circa 1.000 posti auto, quale lascito infrastrutturale di Expo 2015, mentre la rimanente parte sarà reperita realizzando un articolato sistema di parcheggio costituito da un nuovo bacino di sosta multipiano in corrispondenza della Porta Ovest e diversi bacini di sosta più piccoli distribuiti lungo il sistema viabilistico di adduzione, localizzati come indicato nell'immagine a seguire.

La sosta privata verrà realizzata in prevalenza nei piani interrati dei plot di sviluppo privati e a completamento delle strutture destinate alla sosta di parcheggio aperto al pubblico per complessivi 6.500 posti auto. L'accesso alle strutture di parcheggio privato avviene esclusivamente dagli anelli di circolazione interna al sito senza interferire con i flussi trasnanti sul sistema perimetrale.

Nelle fasi di attuazione intermedia si prevederà la realizzazione di aree di sosta temporanee

L'Ospedale IRCCS avrà a disposizione per garantire la sosta necessaria (1200 posti auto per ottenere l'accredito) 650 stalli nell'area di sosta remota sita nel Comune di Rho in via Risorgimento (previa convezione con il Comune di Rho) 270 stalli che saranno realizzati all'interno del plot dell'ospedale mentre i 280 posti mancanti saranno reperiti all'interno della sosta pubblica interna al perimetro MIND.

Pur inserito nel perimetro del PII il parcheggio scambiatore di Rho Fiera sito nel Comune di Rho (adiacente a piazza della Costellazione) non viene considerato nelle disponibilità di MIND in quanto parcheggio a servizio dei pendolari.

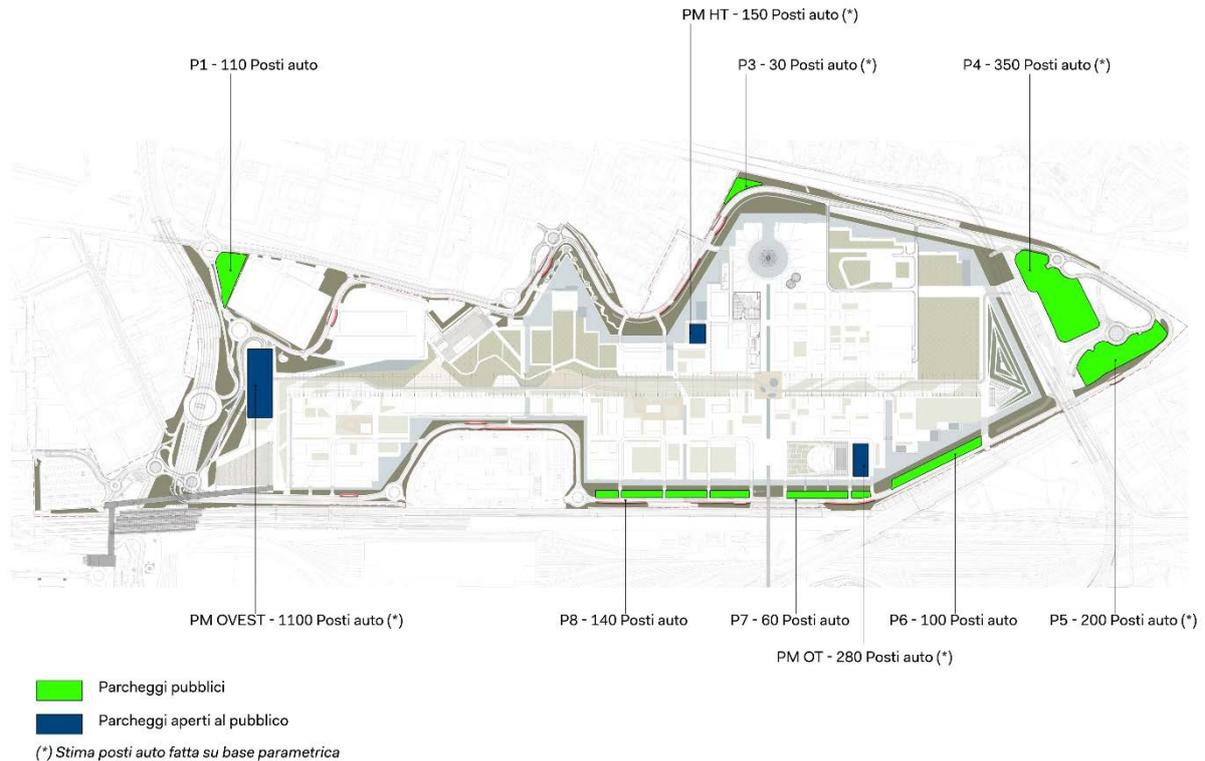


Figura59 - Offerta di sosta pubblica

Si evidenzia tuttavia che il numero degli stalli attualmente stimato potrà notevolmente ridursi a fronte di una prevista progressiva riconversione modale da mezzi privati a mezzi pubblici indotta dal progetto.

Per rispondere al meglio alla prospettiva di variazione della domanda di sosta che nel lungo periodo potrebbe caratterizzare gli spostamenti gravitanti nell'area di intervento, si prevede già da ora che una quota delle strutture destinate a parcheggio venga realizzata in modo "flessibile" al fine di consentirne una eventuale conversione ad altri usi.

In questo modo il sito potrà adattare il proprio capitale infrastrutturale ai futuri modelli di mobilità e fruizione delle funzioni urbane, sempre meno legati all'utilizzo dell'auto privata – riparto modale a favore del trasporto pubblico – e inevitabilmente caratterizzati da una progressiva maggior incidenza di veicoli a guida autonoma, a ridurre sostanzialmente la necessità di dotazioni infrastrutturali sia in termini di impianto stradale – che potrà essere riconvertito in spazi pubblici ed infrastrutture verdi, sia di parcheggio.

Con la finalità di garantire margini di flessibilità alle destinazioni d'uso destinate ai diversi lotti, la dotazione di sosta afferente ad ogni lotto del sito sarà ricalcolata e rilocalizzata in funzione delle possibili variazioni alla volumetria complessiva come determinate dalla strategia di PII o alla destinazione d'uso prevalente dello stesso.



Figura 60 – Esempi di possibili riconversioni di parcheggi in struttura ad altri usi

Resta da valutare con gli Enti coinvolti ulteriore disponibilità di parcheggi al di fuori del perimetro del PII ma comunque in prossimità dell'area, anche considerando i parcheggi già funzionanti del Polo Fieristico e quelli eventualmente da mettere a disposizione dell'Ospedale Galeazzi nel Comune di Rho.

La dotazione di sosta di nuova realizzazione sarà in massima parte garantita attraverso parcheggi in struttura o parcheggi interrati localizzati al piede degli edifici.

5 Il Sistema della Ciclabilità

L'obiettivo che ci si è prefigurato nel definire l'assetto della mobilità dolce è quello di valorizzare il concetto di un sito a pedonalità e ciclo-pedonalità privilegiata per una configurazione a misura d'uomo e al fine di garantire un'adeguata fruibilità sia delle ancore pubbliche sia dell'intero quadro di offerta di funzioni private.

L'assetto di progetto proposto garantisce di fatto la continuità dei sistemi ciclopedonali presenti nel contesto fino all'interno di MIND. All'interno della viabilità perimetrale il sito si configura come un'area destinata interamente a mobilità dolce privilegiata permettendo all'utente di muoversi liberamente al suo interno senza conflittualità con i veicoli privati.

Di particolare rilievo la connessione in corrispondenza della Porta Ovest, che consentirà, oltre che di accedere al sito a raso, di utilizzare anche la Passerella Expo - Fiera (PEF), così come la connessione con il compendio urbano di Cascina Merlata attraverso la Passerella Expo - Merlata (PEM).

La rete ciclabile così configurata permette di mettere in relazione il sito di MIND con il contesto urbanizzato limitrofo (in particolare Rho-Baranzate-Bollate-Cascina Merlata e il quartiere Stephenson).

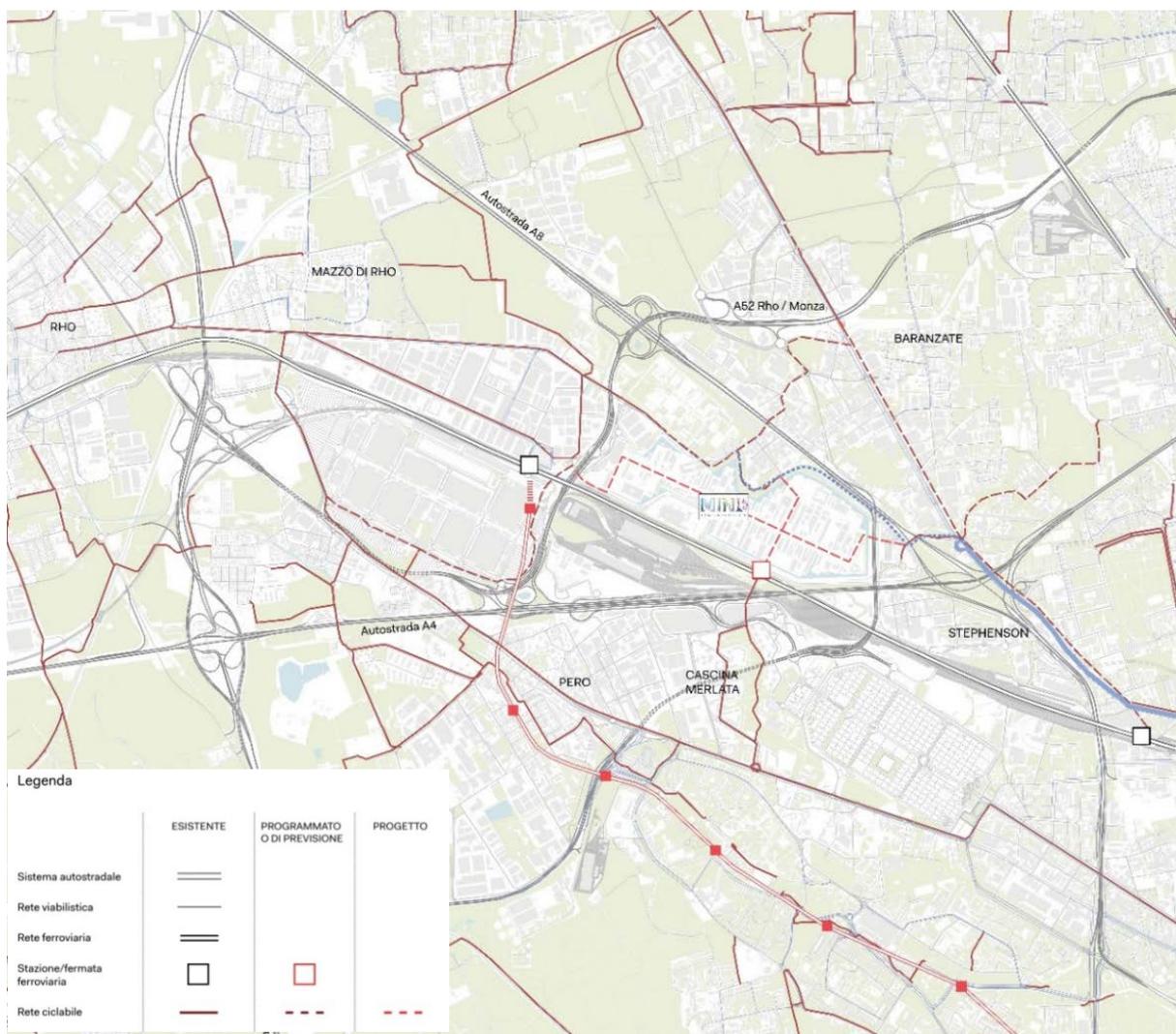


Figura 61 - Sistema delle reti ciclabili esistenti, programmate e di progetto

Il sistema delle reti ciclabili esistenti può essere visto come un sistema connettivo che rappresenta un'opportunità di valorizzazione del territorio. L'elaborato sottostante evidenzia come siano stati identificati dei potenziali itinerari di tipo naturalistico (in verde) o itinerari di tipo urbano (in arancione) capaci di relazionarsi in parte ad una rete esistente in parte ad una rete di percorsi ciclopedonali con origine e destinazione MIND, da realizzarsi per un'estensione di oltre 80 km.

Tali itinerari si sviluppano in direttrice Nord-Sud (naturalistico che mette in connessione il sistema dei parchi) ed Est-Ovest (per una connessione urbana con i contesti antropizzati presenti in particolare mettendo in connessione MIND con Rho e Milano).

Per un maggior dettaglio sulle connessioni territoriali individuate nell'elaborato planimetrico sottostante si rimanda alla relazione paesaggistica.

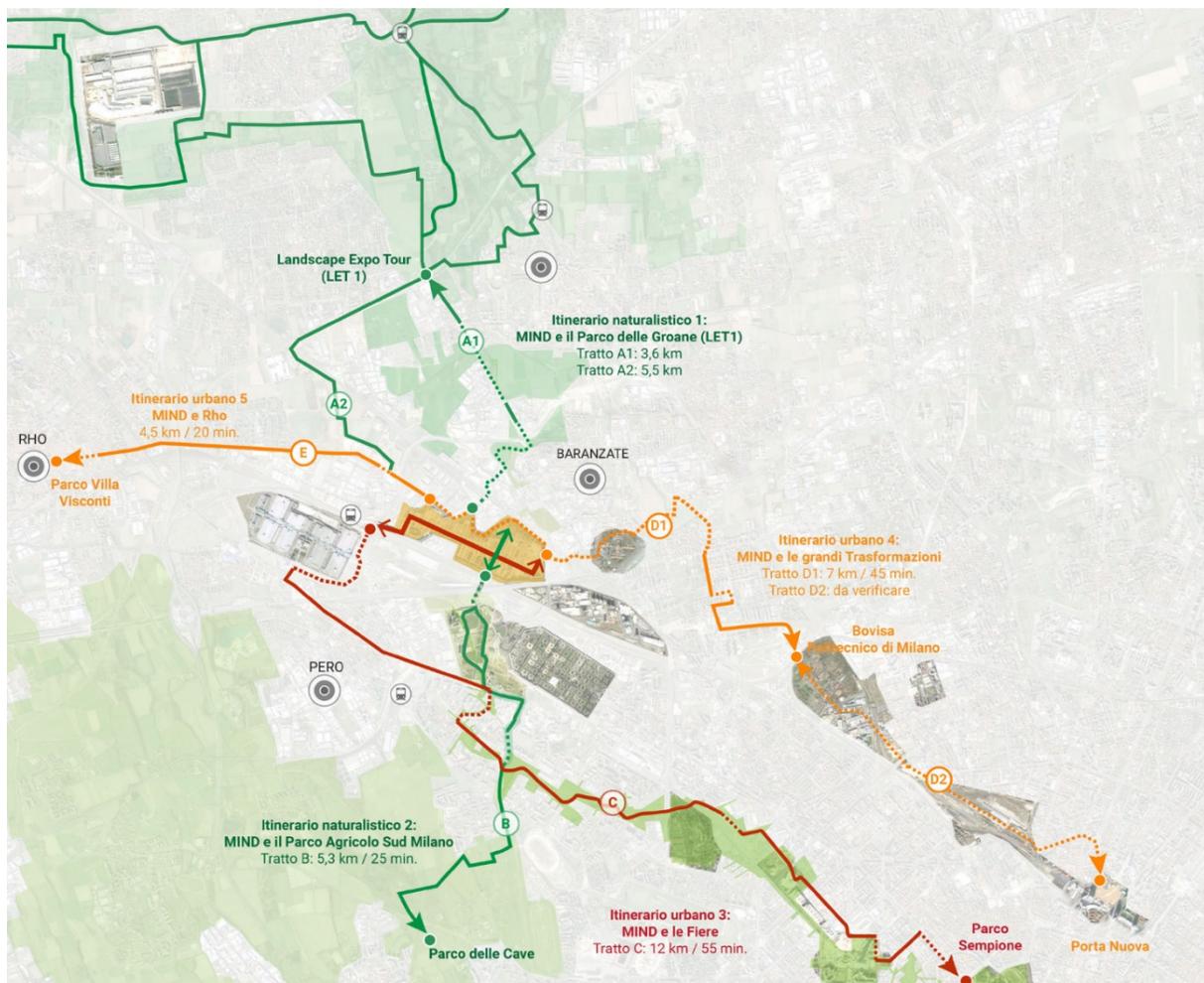


Figura 62 - Connessione territoriale, mobilità lenta (fonte: Cap. 2.E - Relazione Paesaggistica)

La rete proposta avrà come nodo centrale proprio la piastra pedonale di MIND che fungerà da cerniera tra i percorsi Nord-Sud ed Est-Ovest. Le connessioni con Rho e Cascina Merlata saranno garantite utilizzando le infrastrutture esistenti PEM e PEF che saranno adeguate a poter permettere un'agevole fruizione da parte dei ciclisti.

La rete ciclabile esistente lungo la via De Gasperi / via Cristina di Belgioioso in accordo con l'assetto della rete programmata prevede un suo prolungamento verso Baranzate attraverso il sottopasso di via Montello e via Aquileia. In corrispondenza dei ponti di attraversamento del

fossato di MIND verranno garantite le connessioni protette con la piastra di MIND (ambito a pedonalità e ciclabilità privilegiata).

Provenendo da est si darà continuità alla pista ciclopedonale esistente da Roserio (sovrappasso via Cristina di Belgioioso) all'interno del parcheggio di porta est per connettersi alla piastra pedonale di MIND. In accordo con gli Enti si valuterà la possibilità di implementare le connessioni ciclopedonali con il quartiere Stephenson attraverso una nuova passerella in scavalco dell'autostrada A4.

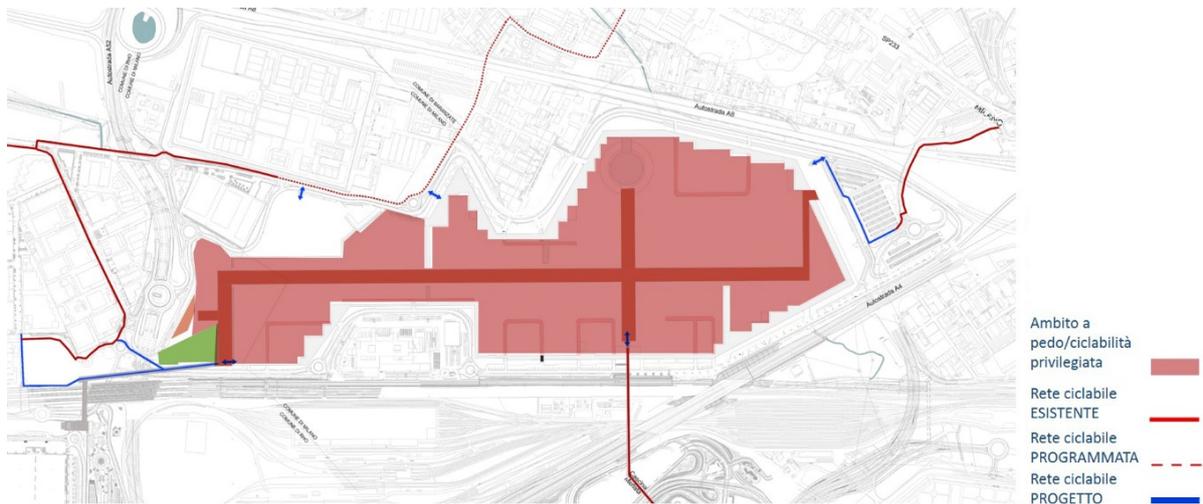


Figura 63 - Assetto rete ciclabile d'ambito MIND

Le due infrastrutture esistenti potranno essere riconfigurate andando a realizzare rampe ciclabili in aggiunta alle esistenti connessioni verticali (scale e ascensori). Due possibili proposte di intervento sono descritte a seguire.

A completamento delle connessioni ciclopedonali è in corso un approfondimento progettuale sulla riconfigurazione delle aree sotto il viadotto della A52 utili a migliorare il sistema di relazioni ciclopedonali tra il Comune di Rho e Mind andando a riqualificare il paesaggio urbano sottostante, si rimanda all'elaborato DOC 2.F - ACCESSIBILITA' AL SITO DA PORTA OVEST IN COMUNE DI RHO di cui si riporta un estratto grafico.

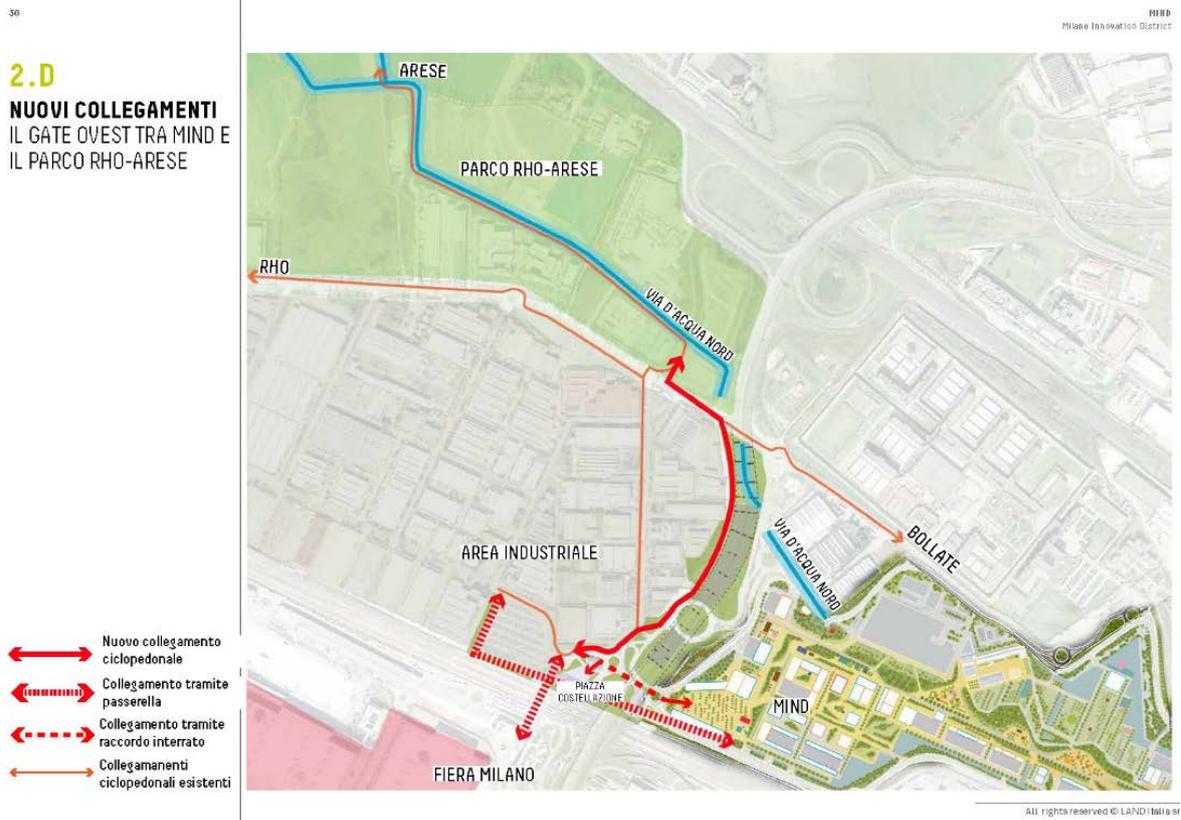


Figura64 - Estratto grafico da Doc 2.F

PEM - Passerella Expo-Merlata

La riconfigurazione di PEM prevede il mantenimento dell'ascensore e delle scale mobili esistenti, per garantire continuità nella fruizione del percorso ciclabile è in corso di valutazione la possibilità tecnica di realizzare una rampa ciclopedonale (pendenza 5%, larghezza 4 m lordi) lungo il perimetro della vasca di fitodepurazione e dell'area verde esistente.

La configurazione proposta è una prefigurazione di massima che sarà approfondita con lo sviluppo di possibili scenari / configurazioni alternative per trovare una soluzione che risulti più funzionale e meglio si armonizzi nel contesto.



Figura 65 - Ipotesi di riconfigurazione PEM

PEF – Passerella Expo-Fiera

La configurazione proposta di PEF è una prefigurazione di massima che sarà approfondita con lo sviluppo di possibili scenari / configurazioni alternative per trovare una soluzione che risulti più funzionale e meglio si armonizzi nel contesto.

Lato Rho | Si prevede una rampa ciclopedonale (pendenza 5%, larghezza 8 m lordi) lungo bordo parcheggio interscambio, da valutare eventuali deroghe in funzione della fascia di rispetto ferroviaria. L'attacco della rampa a + 8m è previsto ove presenti attualmente scale e ascensore che verranno mantenuti (la larghezza 8m è stimata per il possibile futuro transito di piccoli mezzi di trasporto, che mettano in connessione diretta attraverso la PEF, il parcheggio e l'accesso ovest).

Lato Fiera | A seguito dello smontaggio della parte ricadente all'interno dell'area di Fiera Milano, la passerella rimarrà con il solo sbocco in area pubblica (in continuità alla scale di uscita dal mezzanino della MM1). È previsto l'aggiunta di canalina per permettere il trasporto delle biciclette.

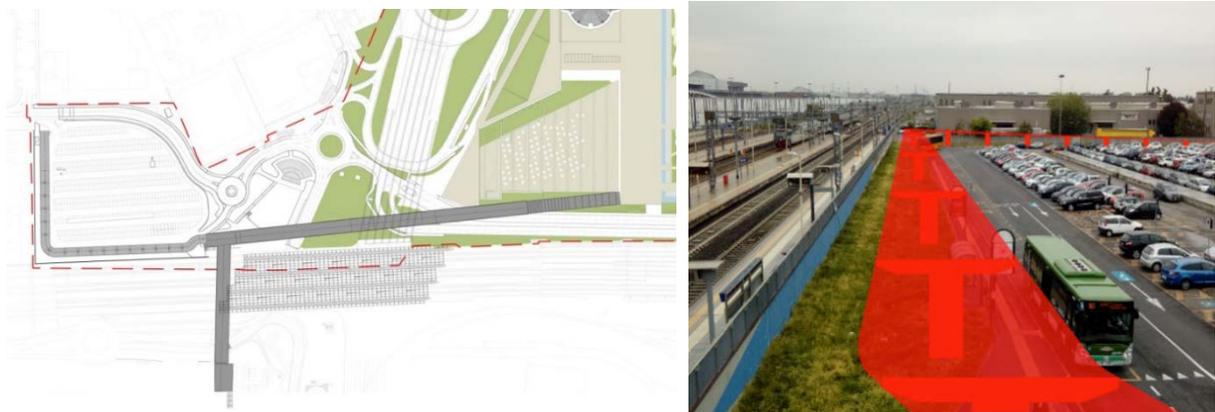


Figura 66 - Ipotesi di riconfigurazione PEF

L'attuale proposta progettuale prevede di realizzare a carico del soggetto proponente esclusivamente i raccordi ciclopedonali precedentemente descritti tra il sito e la rete ciclabile esistente nel suo immediato intorno. Il potenziamento del sottopassaggio autostradale A8 in direzione Baranzate (via Montello) è in corso di approfondimento, eventuali interventi sul manufatto saranno attuati andando a garantire la percorribilità dello stesso a pedoni e ciclisti.

6 Logistica e Movimentazione delle merci

La gestione delle attività di logistica per le attività ordinarie di carico e scarico e approvvigionamenti quotidiani avverranno in modo indipendente nei singoli plot. Negli spazi interrati dei diversi edifici verranno realizzate aree di carico e scarico dedicate a questo tipo di attività.

Le attività legate ad attività straordinarie quali traslochi o manuntezioni su edifici potranno essere svolte lungo i loop di circolazione interni e lungo il Decumano previa opportune autorizzazioni e nel rispetto delle regolamentazioni che saranno definite successivamente.

Su tutta la piastra pedonale sarà garantita l'accessibilità ai mezzi di soccorso.

E' interesse dell'operatore dare in futura attuazione ad un centro logistico comune così da ridurre la movimentazione interna dei veicoli anche attraverso l'uso di tecnologie innovative per la consegna. La realizzazione del centro logistico comune è formalmente vincolata ad un cambio di normativa in particolare sulle consegne della posta certificata che non permette ad oggi il passaggio della stessa da un vettore ad un altro.

Si sottolinea inoltre che le attività di logistica per le funzioni che saranno presenti sul sito generano una movimentazione di mezzi limitata e gestita in orari non di punta per cui la loro incidenza sugli impatti di mobilità del sito risulta marginale.

7 Soluzioni di Mobilità Innovativa

7.1 Premessa

Per quanto riguarda le tematiche legate ad innovazione e *Smart Mobility*, l'intero quadro di proposta ruota attorno all'introduzione del concetto di *Intelligent Infrastructure*, in termini di asset infrastrutturale dotato di rilevanti componenti tecnologiche – in particolare elementi di sensoristica – in grado di garantire la corretta gestione della domanda di mobilità, di acquisire in automatico le informazioni quantitative e di supportare l'eventuale tariffazione dell'asset o del servizio di mobilità.

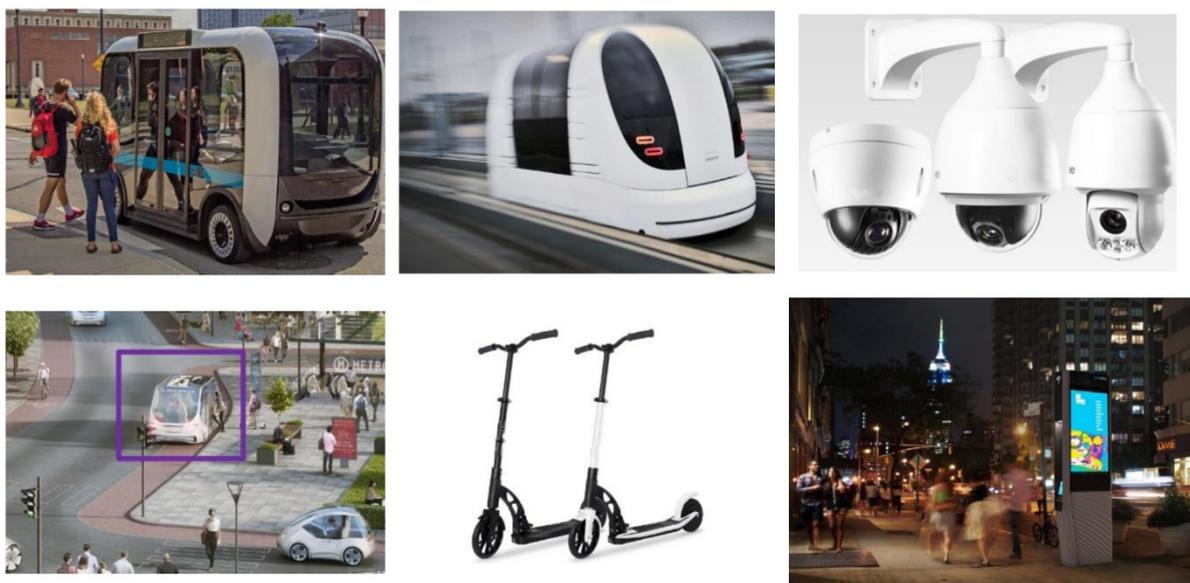


Figura 67 – Esempi di possibile implementazione per garantire mobilità innovativa interna al sito

Inspirato alle nuove soluzioni tecnologiche che si stanno sperimentando in questi anni e che inevitabilmente caratterizzeranno sia le infrastrutture sia i servizi di mobilità, il distretto vuole porsi quale banco di prova internazionale, *test bed* per sperimentare ed attuare modelli di mobilità intelligente e *driverless*.



Figura 68–Esempio veicolo per smart mobility

Prima di tutto si prevede l'introduzione di un sistema di mobilità innovativo lungo l'asse di forza del Decumano – nevralgico asse di relazione nel sistema degli spazi pubblici a forte vocazione pedonale –, al fine di garantire un'adeguata risposta alle necessità di relazione con la stazione di Rho-Fiera e di scambio interno fra le diverse funzioni.

Sono quattro i macro livelli dove si intende operare in termini di soluzioni innovative di mobilità:

1. Sistemi di trasporto innovativi a guida autonoma;
2. Gestione intelligente di accessi e sosta;
3. Soluzioni di supporto alla mobilità dolce;
4. Soluzioni di logistica.

7.2 Sistemi di trasporto innovativi a guida autonoma

Si ipotizza quindi inizialmente l'introduzione di un servizio ad elevata frequenza di *Group Rapid Transit* (GRT) a guida autonoma e alimentazione elettrica; tale sistema in prima fase collegherà la stazione di Rho-Fiera con il sistema di sosta di Rosero (Porta Est).

Tale sistema potrà nel tempo evolvere in un vero e proprio servizio di mobilità interno *on demand* di connessione punto-punto in risposta all'attivazione di nuove funzioni.

Il sistema di GRT automatici in servizio lungo il Decumano deve essere visto come un sistema complementare al trasporto pubblico tradizionale. In una prima fase questi veicoli opererebbero come una vera e propria linea di bus percorrendo il Decumano nelle due direzioni e fermandosi a 5 fermate prefissate. La lunghezza totale del percorso è di circa 2 km, che verrebbero coperti in circa 6 minuti.

Nelle fasi successive, in accordo con lo sviluppo del sito, delle tecnologie e delle normative che ne regolano l'uso si prevede un utilizzo più flessibile e distribuito all'interno del sito stesso.

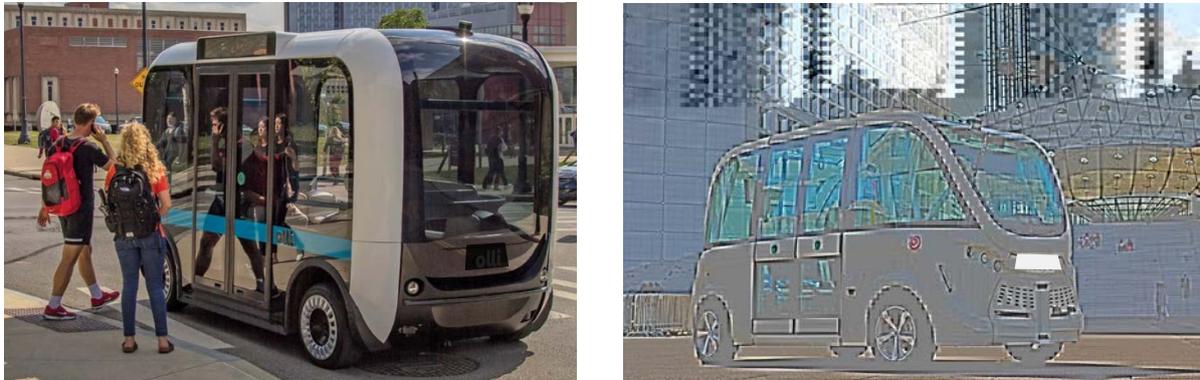


Figura 69 – Esempi di Autonomous Shuttle

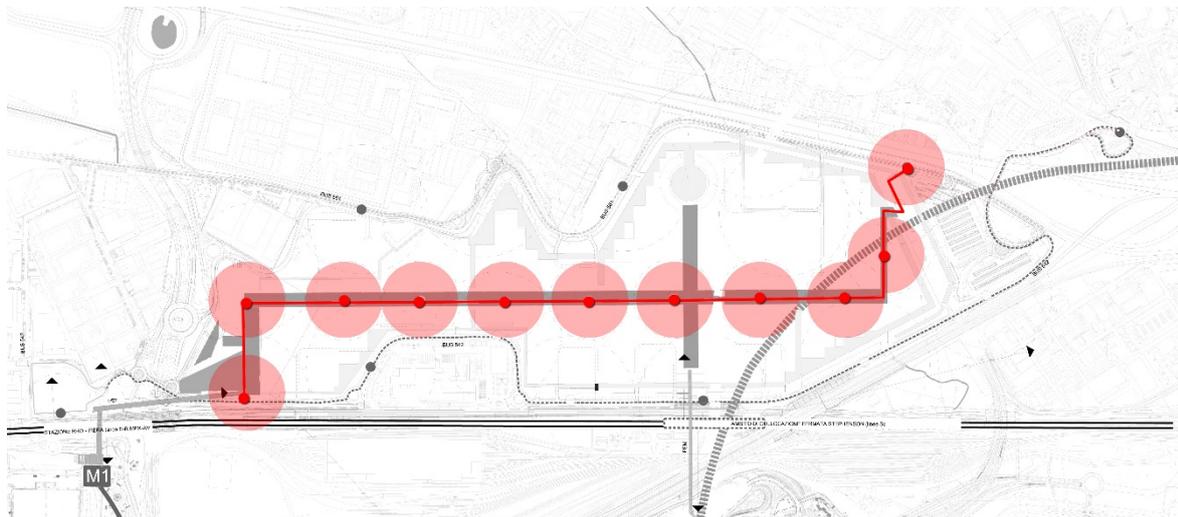


Figura 70 - Percorso sistema guida autonoma

Per il dimensionamento preliminare del servizio si prende come riferimento l'*autonomous shuttle* delle case Local Motors e Navya. Questi veicoli hanno una capacità di 15 passeggeri, una velocità operativa di 25 km/h. Le batterie consentono di operare per circa 9 ore consecutive e hanno un tempo di ricarica di circa 8 ore usando la tecnologia ad induzione o di 4 ore con una connessione via cavo a 7.2 kW. Le dimensioni esterne dei veicoli sono di circa 4.75m di lunghezza per 2.11 m di larghezza.

L'orario avrà periodi di morbida e periodi di punta. Inoltre, sfruttando appieno le potenzialità di veicoli senza pilota, si prevede di garantire un servizio continuo per la durata delle 24 ore. In questo caso non ci si addentra in una precisa ipotesi di orario dato che il servizio potrebbe anche essere regolato come un sistema on demand o adattivo.

Si è comunque scelto di ipotizzare una frequenza variabile dal minimo garantito nelle ore notturne (un passaggio ogni 12 minuti) al picco dell'ora di punta mattutina in cui si prevede un passaggio ogni 3 minuti.

frequenza [veh/h/direzione]	5	8	10	12	15	20	30
Cadenza capolinea [min]	12	7.5	6.0	5	4	3	2
Cadenza per direzione [min]	12	7.5	6.0	5	4	3	2
Num. Min. Veicoli Circolazione	1	2	2	3	3	4	6
Capacità/h/direzione	75	120	150	180	225	300	450
Capacità/h	150	240	300	360	450	600	900

Tabella 27 - Dimensionamento del servizio interno GRT

In funzione del percorso e il numero di fermate si è stimato il numero di veicoli necessario per garantire il servizio ipotizzato. Per effettuare questa stima si è assunto che la ricarica sia possibile solamente in deposito, l'autonomia massima del veicolo sia pari ad 8 ore di lavoro e il tempo di ricarica sia di 5 ore. Si prevede inoltre che nel giorno medio feriale ci sia la possibilità che uno dei mezzi sia fermo per manutenzione e uno rimanga a disposizione in caso di guasti o condizioni di domanda eccezionali (eventi, concerti, ecc.).

Attuando queste modalità sarebbero necessari un minimo di 8 veicoli e di 4 postazioni di ricarica.



Figura 71 – Schema orario preliminare di riferimento

L'obiettivo che si vuole perseguire è quello di strutturare un servizio "on-demand" capace di muoversi in autonomia all'interno e all'esterno del sito (quanto le tecnologie e la normativa lo consentiranno). Il sistema di shuttle automatici potrebbe diventare a tutti gli effetti un sistema a chiamata capace di collegare tutti i punti del sito e di muoversi in promiscuità con tutti gli altri utenti. Ogni utente potrebbe richiedere un percorso preciso e un software di gestione si incaricherebbe di accorpare i percorsi in modo da massimizzare la funzionalità degli shuttle. Si creerebbe quindi un sistema di taxi collettivi automatici a servizio dell'utente h.24 e 7 giorni su 7.

Si sottolinea che, rispetto all'applicazione di tecnologie innovative su sistemi *driverless* si è aperto un confronto tecnico con ATM con l'obiettivo di esplorare possibili soluzioni e portare a fattor comune i diversi elementi conoscitivi in un quadro di forte e veloce evoluzione.

7.3 Gestione intelligente di accessi e sosta

Al fine di garantire la massima sicurezza agli utenti del sito e al contempo la massima fruibilità dello stesso si propone l'introduzione di un sistema di controllo integrato *free flow* dell'accesso veicolare attraverso l'introduzione di videocamere intelligenti in specifiche sezioni (varchi) localizzate lungo l'impianto stradale periferico. Tali sezioni pongono in diretta relazione gli ambiti di viabilità pubblica con la porzione di viabilità a traffico limitato (traffico di destinazione al sito).

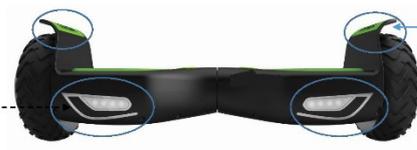
Oltre alla lettura del numero di targa (LPR, *Licence Plate Recognition*), funzione chiave del controllo accessi, il sistema dovrà raccogliere ulteriori dati di traffico fra cui numero di passaggi (volume di traffico), composizione veicolare, velocità di transito, emissioni e qualità dell'aria, impatto acustico, ecc. per informare le attività di monitoring, controllo sicurezza e data analytics.

In aggiunta al sistema di controllo degli accessi si propone la realizzazione di un sistema integrato PARC (*Parking Access and Revenue Control*), attraverso un'adeguata dotazione di sensoristica per l'intera offerta di sosta pubblica sia lungo la viabilità, sia all'interno di bacini di sosta dedicati in struttura o a raso.

7.4 Soluzioni di supporto alla mobilità dolce

Oltre alla tradizionale mobilità veicolare, su cui si focalizzano alcuni dei sistemi descritti fino a qui, si propone anche l'introduzione di un sistema di bike sharing, di e-bike ad integrazione di tale servizio e di favorire i nuovi sistemi innovativi finalizzati a incrementare la mobilità dolce interna.

We created a unique product:
changing DOC 1 in many ways:
more aggressive lights



'bat-style' new wings

own design 6.5 tire: offroad feeling



auto self balancing system

11



- ✓ engine power: 250W
- ✓ maximum speed: 15Km/h
- ✓ battery Life: 12 Km
- ✓ charging time: 6 hours
- ✓ lead acid battery
- ✓ tire: 8" (inflatable).

23

Figura 72 - Sistemi di mobilità innovativa ad integrazione della pedonalità

Un elemento cardine per lo sviluppo e la creazione di questa infrastruttura innovativa e atto a garantire il miglior utilizzo di tutti i servizi e le tecnologie sul sito è costituito da una MaaS App (Applicazione Mobilityas a Service) che permetta di dialogare con una piattaforma di info-mobilità integrata.

7.5 Soluzioni di logistica e sistemi di trasporto aereo

Date le caratteristiche di compattezza e densità edificatoria dell'ambito di trasformazione permettono di ipotizzare strategie innovative anche nella gestione della logistica quotidiana. L'obiettivo è fare di MIND un luogo sperimentale per la gestione e distribuzione di pacchi con consegne gestite in modo automatico da droni che recapitano direttamente al cliente finale. Tale scenario è in coerenza con il patto sottoscritto a livello europeo: Building a Market for Smart Cities and Communities - Sustainable Urban Mobility Action Cluster

Tale scenario potrà prevedere l'eventuale realizzazione di un *consolidation center*, alimentato con mezzi tradizionali mentre l'ultimo miglio sarà gestito attraverso un sistema coordinato di droni per il recapito al cliente finale.



Figura 73 - Immagine evocativa di trasporto aereo di persone con droni driverless (Fonte: Airbus)

8 Validazione del Progetto di Mobilità tramite analisi modellistiche

8.1 Le simulazioni modellistiche

8.2 Premessa

Al fine di analizzare il quadro di progetto attraverso degli indicatori oggettivi in termini di efficienza e prestazioni del sistema dei trasporti, tutti gli scenari sono stati oggetto di specifica verifica e valutazione quantitativa attraverso l'aggiornamento ed interrogazione di specifici modelli di trasporto e strumenti di simulazione.

Come anticipato nel capitolo di introduzione e di premessa metodologica, data la complessità e articolazione del quadro di accessibilità in chiave multi-modale di MIND, le simulazioni sono state effettuate attraverso l'aggiornamento ed interrogazione di diverse piattaforme modellistiche in relazione alle diverse scale di analisi:

- Macrosimulazione ad area vasta:
 - ✓ Modello di trasporto a scala regionale (codice simulativo Cube®);
 - ✓ Modello di trasporto a scala metropolitana (codice simulativo Cube®).

- Microsimulazione a livello locale (si rimanda al Capitolo 9)
 - ✓ Modello di micro-simulazione dinamica della porzione territoriale di riferimento – ambito compreso fra la tangenziale Ovest A50 a ovest, la tangenziale nord A52 a nord, via Eritrea ad est e via Gallarate SS33 a sud – (codice simulativo S-Paramics®);
 - ✓ Modelli di verifica funzionale dei diversi nodi viari di progetto di accessibilità diretta (codice simulativo SIDRA Intersection 8®- Signalized & unsignalized Intersection Design and Research Aid -).

8.3 Macrosimulazione ad area vasta

La prima fase dell'approccio modellistico utilizzato è costituita dall'aggiornamento di un modello di macrosimulazione statica multi-modale ad area vasta relativo al Comune di Milano e alla relativa area metropolitana, con riferimento, per quel che riguarda i modi di trasporto, a 3 principali modalità di spostamento: traffico privato, trasporto collettivo e altro (principalmente mobilità dolce).

Tale strumento, relativo all'ora di punta del mattino (AM), è in dotazione a Systematica ed è stato periodicamente aggiornato nel corso degli anni in occasione dei diversi lavori in cui è stato utilizzato, specie in relazione ai dati di input forniti di volta in volta da AMAT.

Il modello di traffico si pone come strumento di supporto alle attività di pianificazione dei trasporti e della mobilità, offrendo risultanze sia grafiche che numeriche circa le caratteristiche della circolazione e le condizioni di traffico della rete stradale. Il modello si compone di 3 sotto-componenti principali: offerta, domanda e interazione domanda e offerta, descritti nel dettaglio nei prossimi paragrafi.

La procedura di implementazione della piattaforma modellistica prevede due fasi principali: calibrazione e definizione-valutazione di scenari alternativi progettuali. Durante la fase di calibrazione sono impostati e verificati tutti i parametri ed elementi caratteristici del modello considerato, le cui risultanze finali sono valutate per mezzo di appositi indici statistici. La valutazione della bontà della calibrazione avviene attraverso il confronto tra i dati rilevati (flussi di traffico) e l'analisi delle condizioni di circolazione (congestione, rapporto flussi/capacità).

Una volta calibrato il modello dello stato di fatto, la piattaforma può essere considerata robusta e affidabile per l'implementazione e simulazione degli scenari di progetto (oltre agli scenari di riferimento futuri), che consentono di verificare ex-ante (prima quindi dell'effettiva realizzazione) gli effetti sul traffico derivati da progetti infrastrutturali e di riorganizzazione funzionale della circolazione stradale.

Per ciascuno degli scenari simulati saranno prodotte apposite mappature e indicatori che consentiranno di effettuare analisi e valutazioni oggettive.

Il software in cui il modello è implementato è CUBE (Citilabs, Ltd), suite di programmi dedicati alla simulazione dei trasporti. L'utilizzo di questa piattaforma risulta inoltre ottimale in quanto è la stessa in cui è implementato il modello dei trasporti in dotazione ad AMAT, fattore che garantisce sinergia e facilità nello scambio dati. Una descrizione sintetica del software utilizzato è riportata nel successivo capitolo.

8.3.1 Cube

Il modello di traffico dell'area vasta di Milano è implementato in Cube® (Citilabs Ltd®), suite di programmi specialistici dedicati alla modellazione e simulazione dei sistemi di trasporto. Cube è composto da un'interfaccia di sistema, detta Cube Base, e da estensioni funzionali per specifiche esigenze, dette Cube Extensions, quali: Cube Voyager, Cube Analyst, Cube Avenue, Cube Cargo, Cube Land e Cube Cluster. Il modello di Cagliari, nello specifico, utilizza le estensioni Cube Base, Cube Voyager e Cube Analyst.

Cube Base è utilizzato per tutto il processo di modellazione, dalla progettazione e applicazione dei diversi modelli alla gestione e modifica dei dati di input e output, consentendo inoltre di simulare ed analizzare diversi scenari. Al centro delle funzionalità di Cube Base c'è un GIS dedicato ai trasporti, sviluppato sulla base di una versione integrata di ArcGIS Engine (ESRI).

Citilabs ha sviluppato un'applicazione specializzata di questa tecnologia finalizzata alla modellazione dei trasporti, con l'aggiunta di alcune regole topologiche proprie dell'argomento, pienamente sfruttate nel proprio geo-database, unitamente ad un gran numero di strumenti specifici per la costruzione e l'analisi dei sistemi di trasporto. La progettazione e costruzione del processo di modellazione avviene attraverso l'Application Manager, un'interfaccia basata su diagrammi di flusso intuitiva e semplice per l'utilizzatore. La gestione dei diversi scenari avviene invece attraverso lo Scenario Manager.

Cube Voyager è l'estensione per l'analisi e la previsione degli spostamenti di persone. Basato su una struttura modulare supportata su uno specifico linguaggio di programmazione, rende possibile sviluppare una qualunque metodologia di modellazione, dal modello a quattro stadi a modelli di scelta discreta e modelli basati sulla localizzazione delle attività. Metodologie di lavoro avanzate permettono di sviluppare modelli di traffico basati sull'analisi della capacità della rete e delle intersezioni, così come modelli del trasporto pubblico multi-percorso.

Cube Voyager incorpora strumenti flessibili e potenti di calcolo delle reti e delle matrici per la valutazione della domanda di mobilità e per la comparazione dettagliata tra scenari. Cube Voyager è stato sviluppato con l'obiettivo di fornire un sistema semplice ed aperto con cui sviluppare modelli in grado di analizzare diverse politiche di pianificazione e sviluppo alla

scala urbana, regionale e di lunga distanza. La struttura di Cube Voyager consente di usare e manipolare diversi dati in un modo molto semplice. Inoltre uno specifico assistente passo a passo rende semplice lo sviluppo di modelli complessi.

Cube Analyst è lo strumento attraverso il quale è possibile effettuare la stima delle matrici. Recentemente è stato sviluppato il modulo Analyst Drive, che sfrutta le potenzialità offerte dal calcolo parallelo, abbattendo i tempi computazionali a vantaggio dell'elasticità operativa, elementi che hanno fatto sì che sia utilizzato nel presente studio per l'implementazione della stima matriciale.

8.3.2 Il modello di offerta

Il modello di offerta costituisce la rappresentazione di tutti i sistemi di trasporto implementati, sia dal punto di vista geometrico che funzionale. La rete stradale è rappresentata attraverso un grafo orientato, dove ogni arco costituisce un tronco di strada di caratteristiche geometrico-funzionali omogenee, mentre i nodi costituiscono le intersezioni o punti di discontinuità fisica e/o geometrico-funzionale tra due archi consecutivi.

Il grafo di rete in oggetto è composto da circa 20.000 nodi e 40.000 archi, i quali sono stati classificati a seconda della categoria della strada che rappresentano. In particolare, sono state considerate le seguenti categorie funzionali principali: Autostrade, Strade Primarie, Strade Secondarie e Strade Locali.

Ogni singolo arco è stato caratterizzato con le seguenti informazioni fondamentali:

- Classificazione stradale;
- Velocità a flusso libero (km/h), ovvero la velocità alla quale un veicolo percorrerebbe la strada a rete scarica;
- Capacità veicolare oraria (veicoli/h). Dipende dalla categoria stradale e dalle condizioni fisiche e geometriche particolari di ogni tratto di strada, nonché da eventuali vincoli imposti dall'interazione dei veicoli con pedoni e ciclisti;
- Curva di deflusso, ovvero il legame tra la saturazione di un arco (rapporto volume/capacità, V/C) e il tempo di percorrenza dell'arco stesso. Nel modello sono stati utilizzate curve del tipo BPR (Bureau of Public Roads), la cui formulazione è la seguente:

$$t_c = t_0 \left[1 + a \left(\frac{V}{C} \right)^b \right]$$

Dove:

- t_c - Tempo di percorrenza a rete carica con un flusso V .
- t_0 - Tempo di percorrenza alla velocità di flusso libero.
- V - Flusso orario sull'arco.
- C - Capacità oraria dell'arco.
- a, b - Parametri dipendenti dalle caratteristiche dell'arco.

I parametri delle curve BPR variano a seconda della categoria stradale e rappresentano il modo in cui la congestione o crescente interazione tra i veicoli influenza la velocità media di deflusso veicolare. L'adeguata caratterizzazione della rete è fondamentale per stimare l'impedenza dei diversi percorsi possibili tra ogni origine e destinazione, in modo che sia possibile quindi ricostruire una rappresentazione realistica dei flussi veicolari sulla rete attraverso il modello di assegnazione.

L'immagine seguente mostra uno stralcio del grafo stradale implementato per quanto riguarda lo scenario dello stato di fatto.



Figura 74 Modello di macrosimulazione, rete stradale, scenario stato di fatto

Il sistema del trasporto pubblico si appoggia direttamente sul grafo stradale, ed implementa tutti le modalità a disposizione nel territorio milanese: bus, metropolitana, tram, ferrovia. Ciascuno di essi è implementato secondo le diverse linee caratterizzate con opportune velocità commerciali e frequenza. La figura seguente mostra l'intero sistema di trasporto pubblico implementato nella piattaforma modellistica.

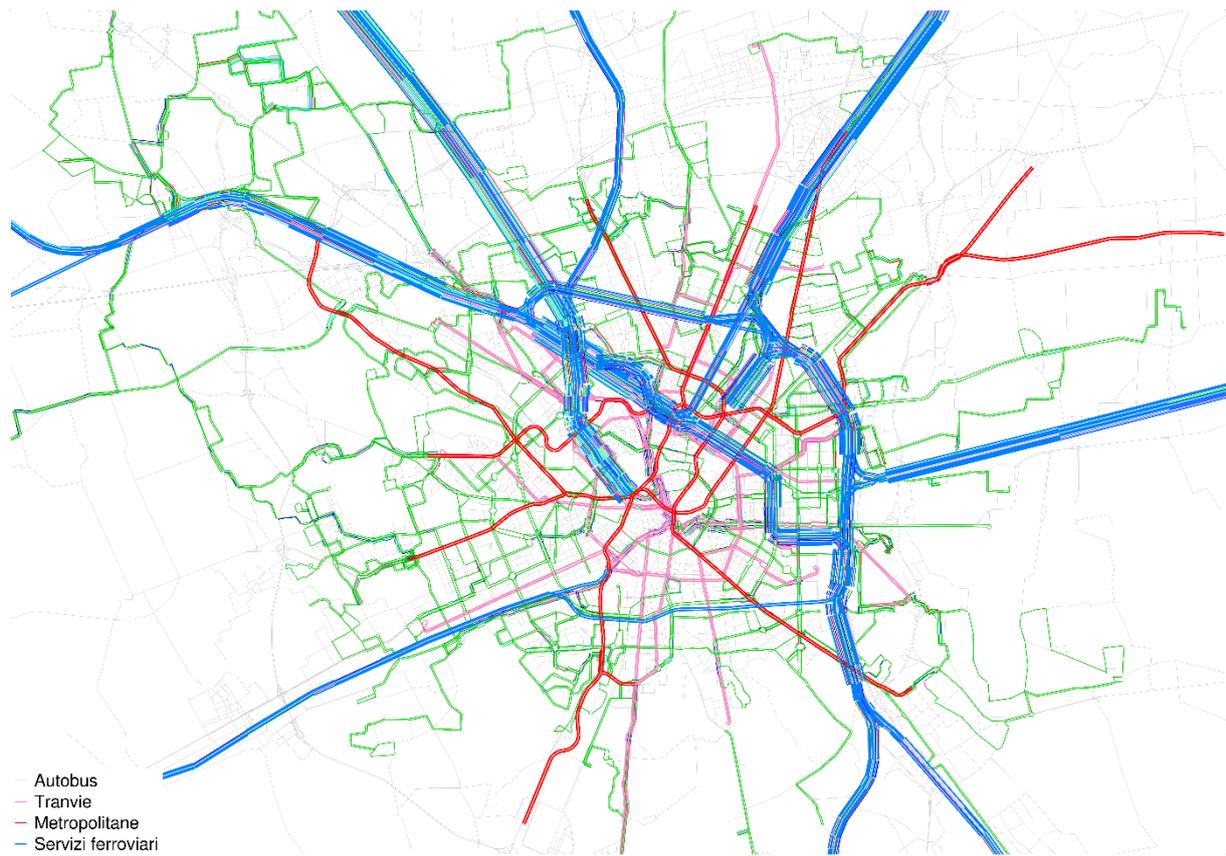


Figura 75 Modello di macrosimulazione, rete trasporto pubblico, scenario stato di fatto

Il modello implementa un totale di 300 linee di trasporto collettivo, per un totale di 2147 fermate modellate, comprensive delle connessioni prettamente pedonali. In questo modo il modello è in grado di riprodurre il comportamento degli utenti nella scelta del percorso e del mezzo, dato che sarà poi riflesso attraverso il modello di scelta modale, descritto nei paragrafi successivi.

L'estensione dell'area di studio scelta per le analisi è stata scelta conformemente alle direttive del Documento di AMAT "130430013_00-Linee guida per la valutazione dell'impatto di traffico di nuovi interventi urbanistici in Milano", cui di seguito si riporta un estratto:

"La perimetrazione minima dell'area di studio sarà di norma definita in modo da comprendere la viabilità di perimetro agli isolati confinanti con quello (o a quelli) interessato dall'intervento, ovvero almeno due cerchi di strade intorno all'intervento. Qualora nella viabilità così definita:

- siano presenti assi viari primari;
- ricadano assi viari caratterizzati da livelli di congestione elevati;
- siano comunque rilevanti per il settore urbano considerato (es. assi di distribuzione);
- sussistano tratti di viabilità sui quali andranno presumibilmente (ad esempio per effetto della disciplina della circolazione) ad insistere quote significative, in assoluto o in relativo, i flussi indotti dall'intervento, l'analisi dovrà essere estesa sino a comprendere almeno la prima intersezione di questi con un asse primario, anche se posta al di fuori del reticolo considerato.

Indicativamente, per quota significativa si intende il caso in cui il traffico generato dall'intervento costituisca almeno una quota pari al 10% del traffico esistente o il 20% di quello generato dall'intervento stesso."

L'immagine relativa all'estensione dell'area di studio è riportata in Figura 76.

8.3.3 Il modello di domanda

L'intero modello di simulazione implementa 769 zone, che si dividono tra Comune di Milano, hinterland e di cordone. Considerando l'area di studio, che sarà anche il riferimento di tutti gli indicatori modellistici riportati, le zone implementate sono 39, con il comparto MIND, negli scenari di progetto, diviso in 2 zone rappresentative dell'area ovest ed est della piastra.

La matrice di domanda implementata nel modello è espressa in veicoli equivalenti e aggrega tutte le le motivazioni di spostamento, per un totale di 955,970 spostamenti nell'ora di punta del mattino.

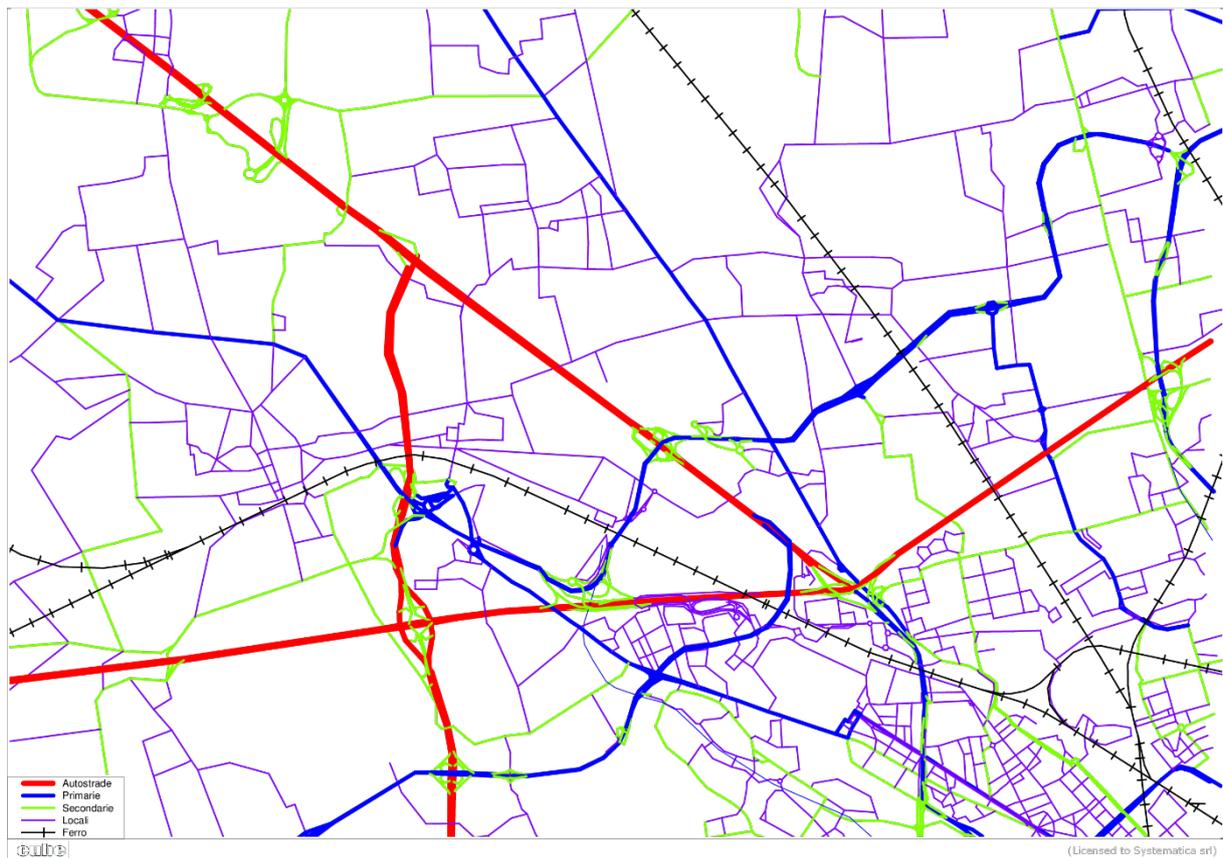


Figura 76 Area di studio

8.3.4 Il modello di scelta modale

Il modello di macrosimulazione implementa un apposito modulo che permette di calcolare la scelta modale degli spostamenti, a partire dalla matrice complessiva.

I fattori che influenzano maggiormente la scelta modale sono principalmente legati alle caratteristiche di:

- viaggiatore;
- spostamento;
- sistema di offerta e accessibilità.

Lo step di scelta modale del modello di macrosimulazione utilizzato è stato sviluppato e strutturato sulla base del multinomial logit, della famiglia dei modelli di scelta discreta. I modi considerati sono i seguenti:

- privato;
- pubblico;
- mobilità dolce (modi non motorizzati).

In generale, l'assunto alla base dei modelli di scelta discreta è che la probabilità, per un individuo, di scegliere una determinata opzione è funzione delle proprie caratteristiche socio-economiche e della relativa attrattività dell'opzione stessa. Per rappresentare quest'ultima è stato utilizzato, nel modello implementato, il concetto di costo generalizzato (costruito teorico che l'utente razionale cerca di minimizzare).

Il processo prevede il calcolo iniziale del costo generalizzato di trasporto, per ciascuna modalità e per ciascuna coppia origine-destinazione. Nella pratica comune, il costo è una funzione lineare di diversi attributi, sia di tipo funzionale (tempi, distanze, etc.) che di tipo monetario (pedaggi, costi chilometrici, etc.).

Applicando la classica formula del modello multinomial logit (MNL), il modello utilizzato per le simulazioni permette di stimare la ripartizione modale attraverso il calcolo delle probabilità di utilizzo di ciascuna alternativa. Il risultato finale è una serie di matrici OD divise per modo di trasporto che saranno successivamente assegnate alla rete di traffico.

Il processo di scelta modale è iterativo, con un numero di iterazioni tale da raggiungere una condizione di equilibrio del sistema simulato.

Le probabilità di scelta del modello, rispettivamente nelle alternative auto, trasporto pubblico e mobilità dolce, sono calcolate come riportato di seguito:

$$P_{\text{auto}} = \frac{e^{-\lambda C_{\text{auto}}}}{e^{-\lambda C_{\text{auto}}} + e^{-\lambda C_{\text{tp}}} + e^{-\lambda C_{\text{altro}}}}$$

$$P_{\text{tp}} = \frac{e^{-\lambda C_{\text{tp}}}}{e^{-\lambda C_{\text{auto}}} + e^{-\lambda C_{\text{tp}}} + e^{-\lambda C_{\text{altro}}}}$$

$$P_{\text{altro}} = \frac{e^{-\lambda C_{\text{altro}}}}{e^{-\lambda C_{\text{auto}}} + e^{-\lambda C_{\text{tp}}} + e^{-\lambda C_{\text{altro}}}}$$

La domanda di trasporto per ciascuna modalità è quindi calcolata come:

$$D_{\text{auto}} = D \times P_{\text{auto}}$$

$$D_{\text{tp}} = D \times P_{\text{tp}}$$

$$D_{\text{altro}} = D \times P_{\text{altro}}$$

Dove:

- P = probabilità di scelta;
- C = costi generalizzati di trasporto;
- λ = parametro di scala;
- D = domanda totale di traffico.

Il comportamento del modello è determinato da una costante positiva conosciuta come parametro di scala, λ nelle equazioni precedenti. Se il parametro di scala è uguale a 0, il modello è completamente insensibile ai costi, e la domanda di traffico verrebbe ripartita equamente tra tutte le modalità implementate.

Al crescere di λ , la sensibilità del modello aumenta progressivamente assegnando maggiore domanda alle alternative con il costo inferiore. Infine, quando il parametro tende a 1, il modello assegnerà tutta la domanda all'alternativa con il costo minore. Tale parametro è

stato accuratamente calibrato al fine di ottenere una buona rispondenza del modello rispetto ai dati di traffico, sia privato che pubblico, a disposizione.

8.3.5 Calibrazione dello scenario dello stato di fatto (T0)

8.3.5.1 Indicatori statistici di calibrazione

Al fine di valutare la rispondenza del modello rispetto ai dati osservati, ossia conteggi di traffico sugli assi stradali principali e saliti e discesi alle fermate del trasporto pubblico, sono stati calcolati specifici indicatori statistici. Il modello risulta correttamente calibrato se le risultanze rientrano nelle soglie minime di accettabilità previste per ciascun indicatore, di seguito riportate:

- R^2 – coefficiente di determinazione, soglia minima 0,8;
- RMSE – errore quadratico medio, soglia massima 30%;
- GEH (Geoffrey E. Havers) – formula empirica di confronto tra dati osservati e simulati, soglia massima 10.

La figura di seguito mostra la localizzazione delle sezioni di conteggio di traffico utilizzate per la calibrazione del modello dello stato di fatto nell'area di studio:

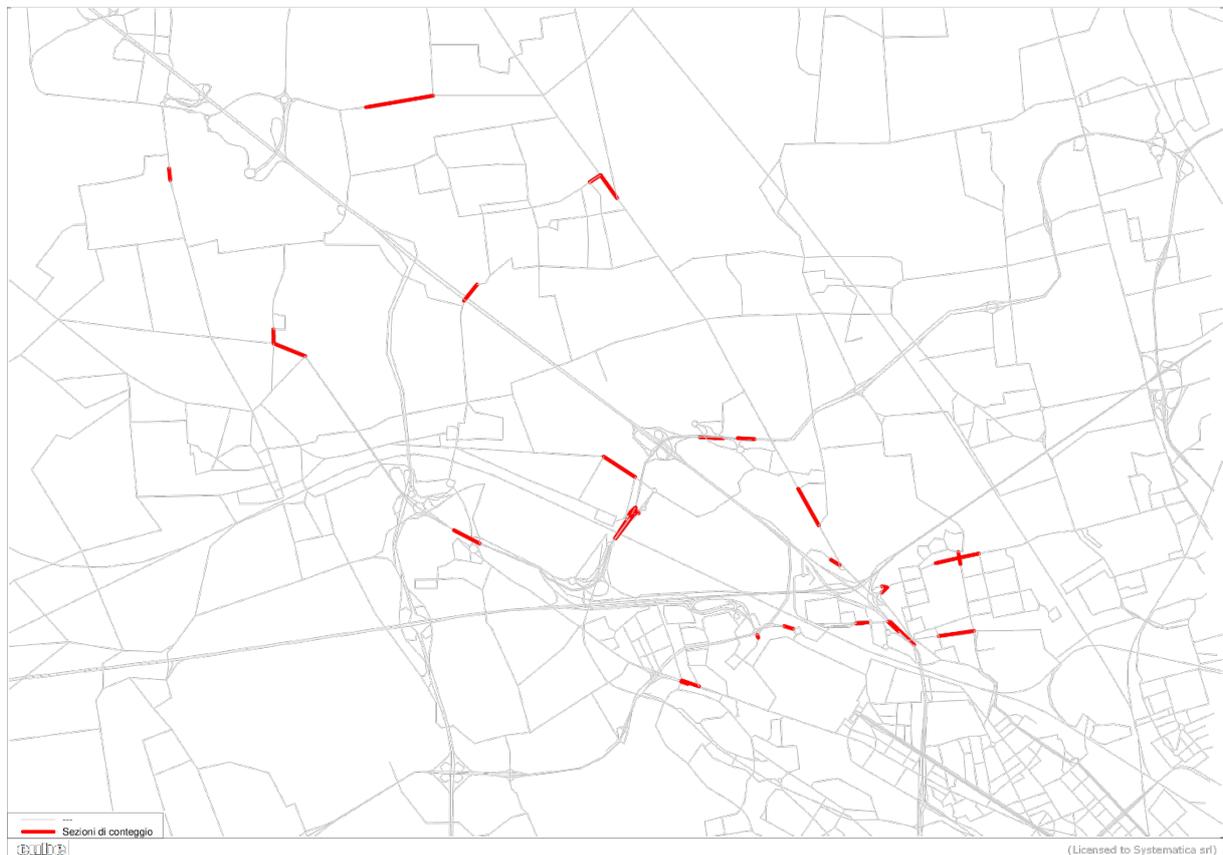


Figura 77 Sezioni di conteggio traffico veicolare

I dati osservati nell'area di studio sono stati acquisiti tramite una specifica campagna d'indagine effettuata sul campo nell'arco dell'anno 2018, relativa al periodo di studio (ora di punta) considerata in data 24 e 25 ottobre 2018, su un totale di 52 postazioni.

Inoltre, sono stati utilizzate le informazioni provenienti da due postazioni di conteggio automatico, funzionanti 24 ore al giorno per una settimana intera di rilievo.

Gli indicatori di calibrazione risultanti dalle simulazioni sono di seguito riportati:

- $R^2 = 0,95$;
- $RMSE = 19,9\%$;
- $GEH < 5 = 47\%$, $GEH < 10 = 92\%$.

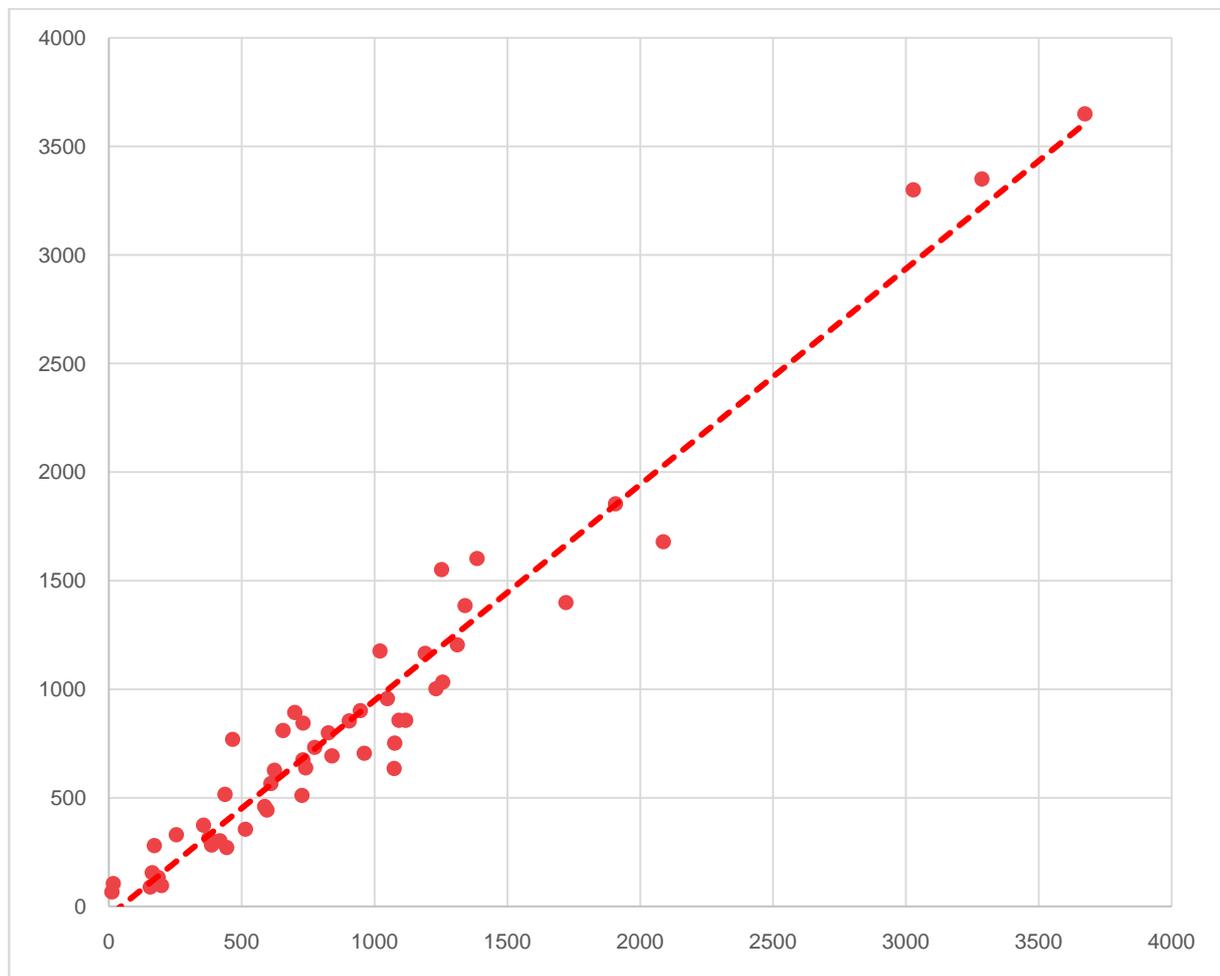


Figura 78 Linea di tendenza confronto flussi assegnati e osservati, trasporto privato

I dati osservati sul trasporto pubblico, relativamente all'area di studio in esame, si riferiscono a informazioni sui saliti e discesi alle diverse fermate principali e stazioni del trasporto pubblico di forza che ricadono nell'ambito territoriale di studio, oltre ai dati ricavati da specifici conteggi a bordo delle diverse linee di TPL extraurbano che si attestano sui due nodi di recapito principali (Stazione ferroviaria / M1 di Rho-Fiera e capolinea di Roserio).

Di seguito sono riportati gli indicatori ottenuti a valle delle simulazioni modellistiche dello scenario dello stato di fatto.

- $R^2 = 0.98$;
- $GEH < 5 = 50\%$, $GEH < 10 = 88\%$.

Nello specifico, alle fermate del trasporto pubblico sono stati osservati i seguenti numeri di passeggeri saliti e discesi:

- RHO M1 – 1.167 saliti e 578 discesi, a fronte dei 1.442 saliti e 479 discesi risultanti dalle simulazioni. Il dato osservato, relativo al 2017, è stato messo a disposizione da AMAT, Agenzia Mobilità Ambiente e Territorio;
- RHO Fiera – 1.010 saliti e 1.630 discesi, a fronte dei 1.196 saliti e 2.081 discesi risultanti dalle simulazioni. Il dato osservato è stato messo a disposizione da Regione Lombardia;
- Roserio – 203 saliti e 391 discesi, a fronte dei 239 saliti e 364 discesi risultanti dalle simulazioni. Il dato è stato acquisito attraverso una campagna d'indagine sul campo.
- RHO Fiera (TPL) – 145 saliti e 275 discesi, a fronte dei 109 saliti e 450 discesi risultanti dalle simulazioni. Il dato è stato acquisito attraverso una campagna d'indagine sul campo.

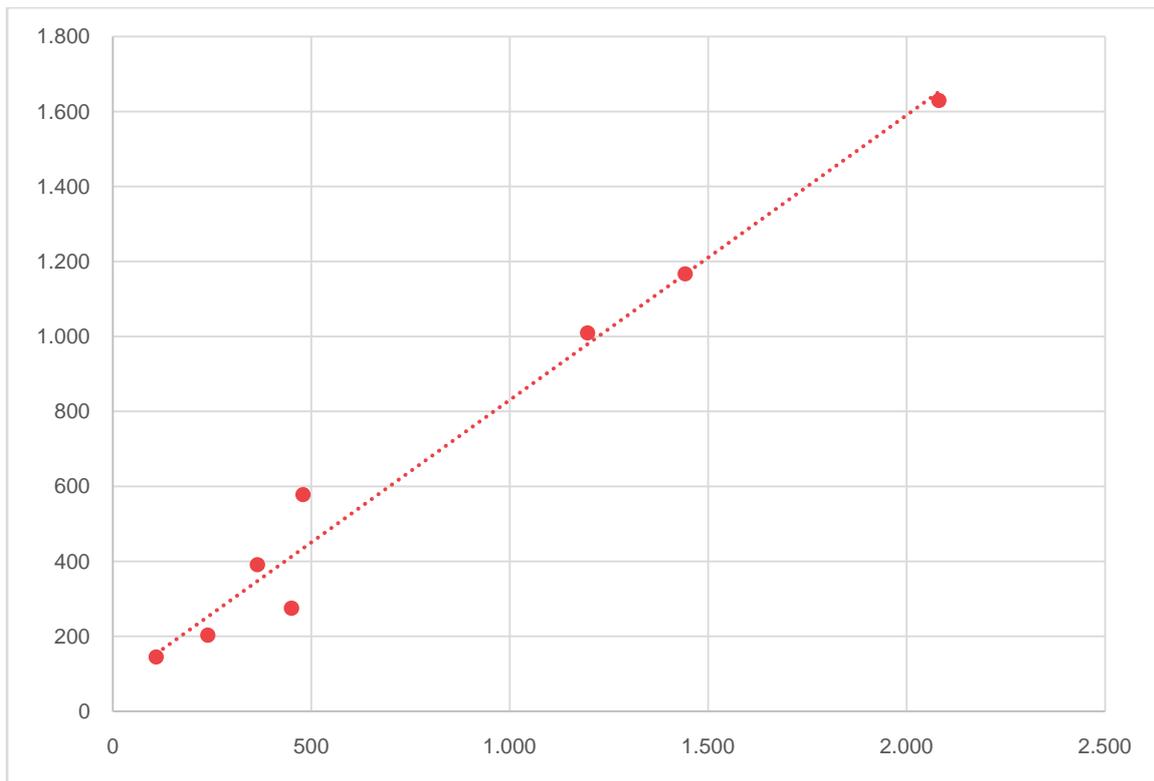


Figura 79 Linea di tendenza confronto flussi assegnati e osservati, trasporto pubblico

Alla luce di quanto sopra esposto, il modello di simulazione multi-modale dello stato di fatto risulta correttamente calibrato.

8.3.5.2 Risultanze modellistiche

Si riportano di seguito gli indicatori sintetici di prestazione generali della rete del traffico privato, relativamente all' area di studio:

- Veicoli*km – totale dei km di percorrenza dei veicoli privati – 535.920;
- Veicoli*h – totale delle ore spese in rete – 15.370;
- Velocità media di percorrenza – 34,9 km/h.

Si riportano di seguito i flussogrammi e i diagrammi volume/capacità (V/C) relativi all' area di studio.

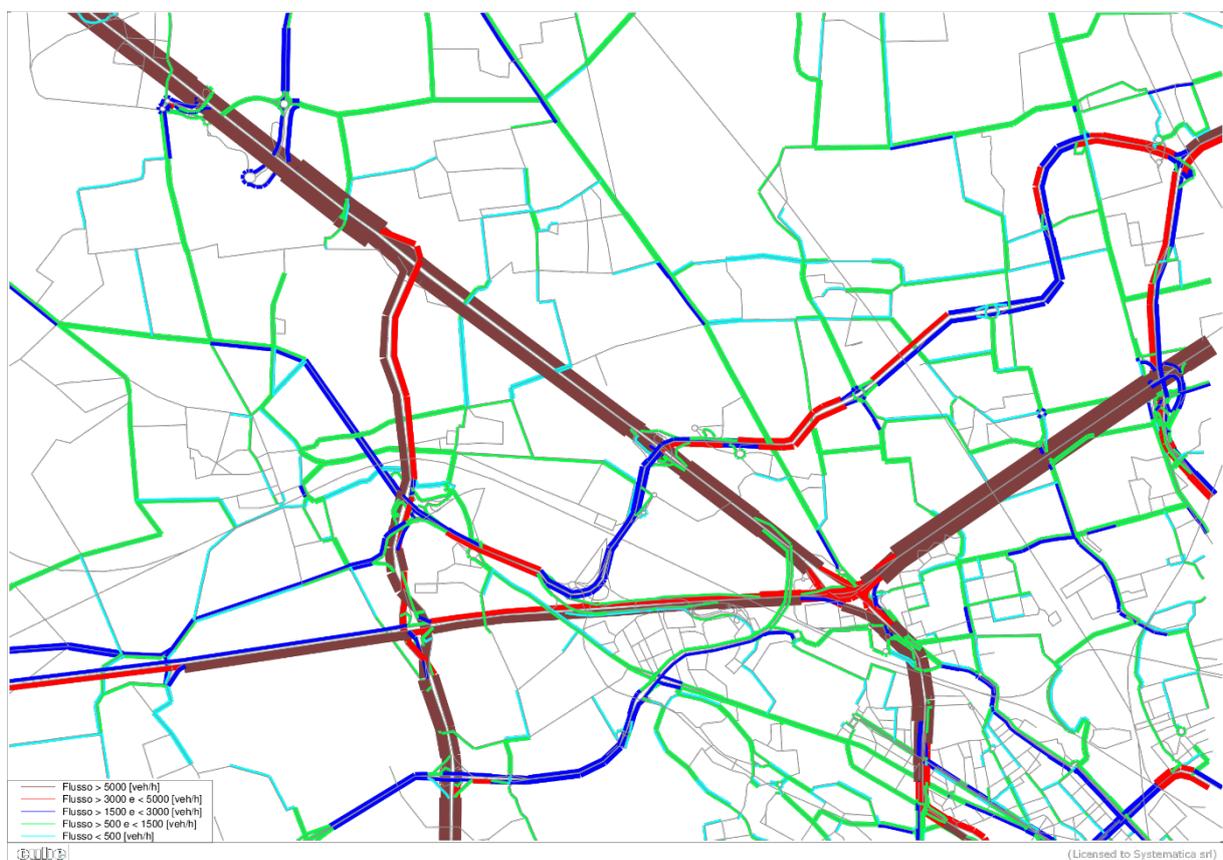


Figura 80 Flussogramma dello stato di fatto, trasporto privato



Figura 81 Rapporto V/C, stato di fatto

Si riportano di seguito gli indicatori sintetici di prestazione generali della rete del trasporto pubblico, relativamente all'area di studio:

- Passeggeri*km – totale dei km di percorrenza dei passeggeri a bordo dei mezzi – 907.297;
- Passeggeri*h – totale delle ore spese a bordo dei mezzi – 25.056.

Si riporta di seguito il flussogramma del trasporto pubblico relativamente all'area di studio. Per questioni di visualizzazione, sono stati disattivati i corridoi ferroviari.

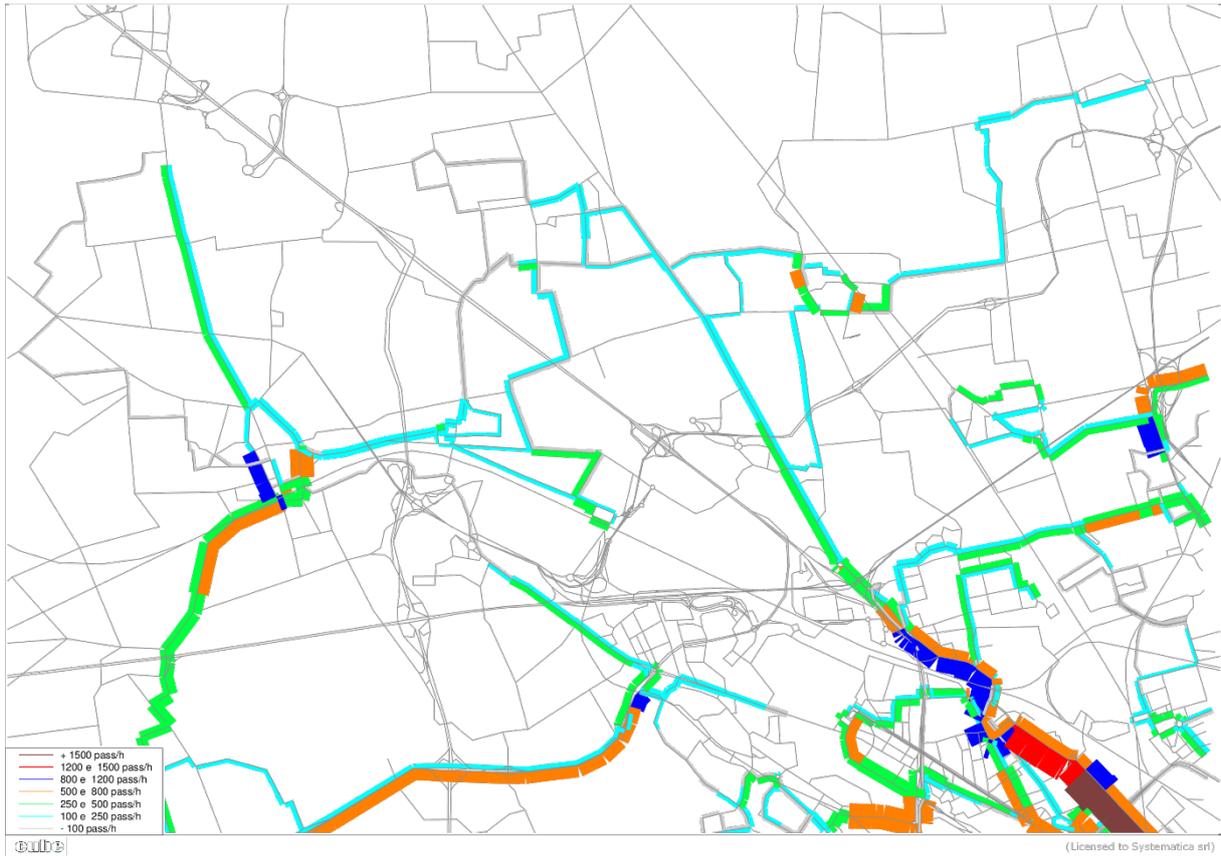


Figura 82 Flussogramma dello stato di fatto, trasporto pubblico

8.4 Scenari di Riferimento e di Progetto

8.4.1 Scenario di Riferimento (orizzonte temporale T6)

Al fine di meglio comprendere gli impatti dell'attivazione completa dello scenario MIND all'orizzonte temporale T6 (scenario a lungo termine di sviluppo completo), è stato implementato uno scenario di riferimento che, dal punto di vista dell'offerta di trasporto e di domanda di mobilità è del tutto analogo allo scenario di progetto T6, fatta eccezione per il comparto MIND, il quale è inattivo. Per un approfondimento relativo al set di interventi previsti nello scenario di riferimento si rimanda ai paragrafi 3.3 e 4.2.

Le figure di seguito, invece, mostrano la rete implementata nello scenario di Riferimento T6 e le linee di trasporto pubblico con le relative fermate, con riferimento all'area di studio:

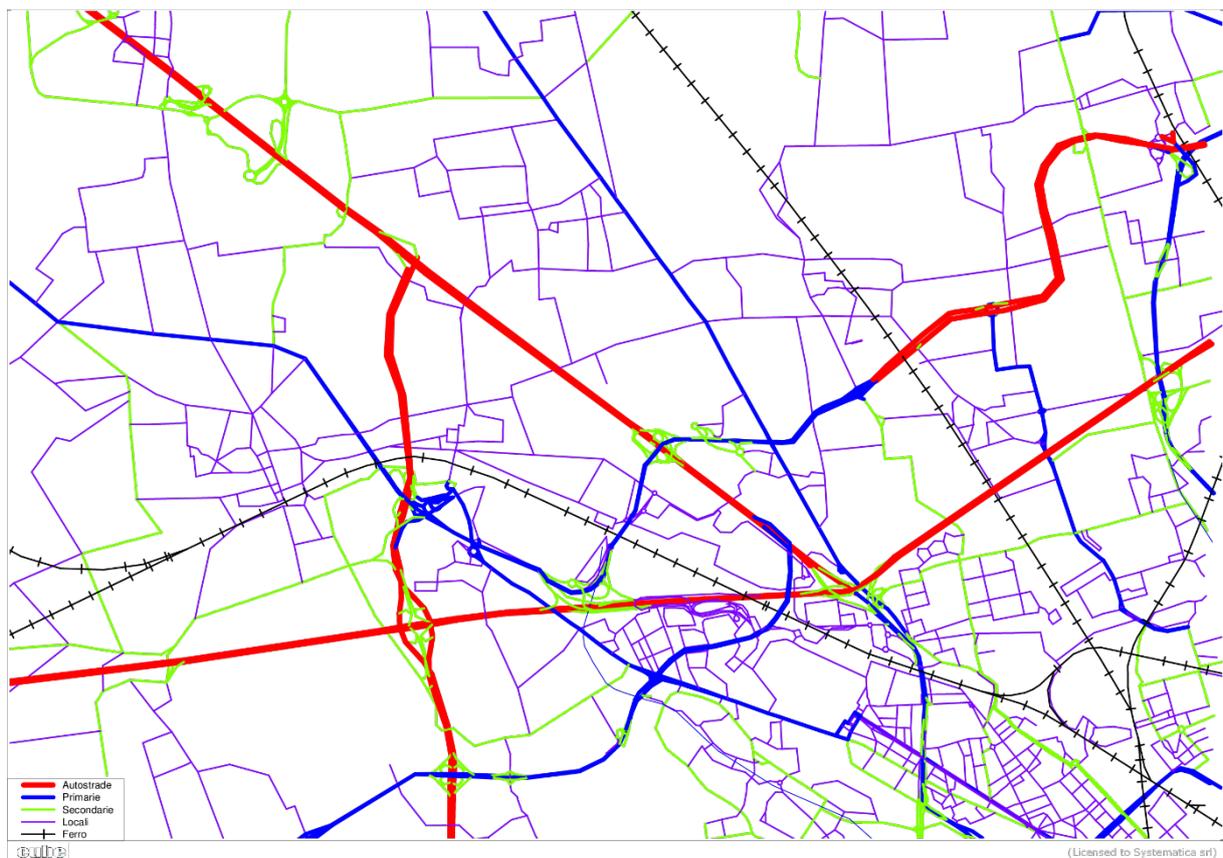


Figura 83 Rete stradale, scenario di progetto T6

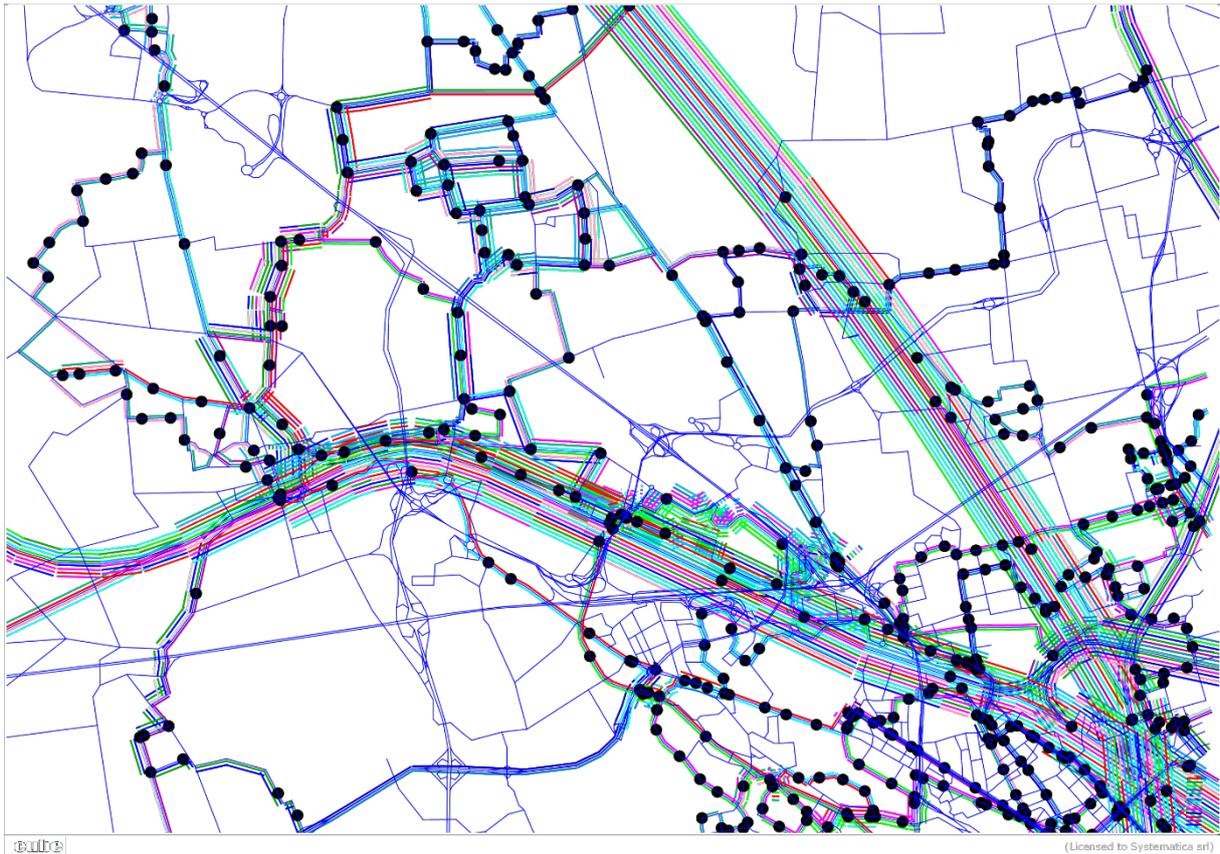


Figura 84 Rete del trasporto pubblico, scenario di progetto T6

Si riportano di seguito gli indicatori sintetici di prestazione generali della rete del traffico privato, relativamente all' area di studio:

- Veicoli*km – totale dei km di percorrenza dei veicoli privati – 575.675;
- Veicoli*h – totale delle ore spese in rete – 17.339;
- Velocità media di percorrenza – 33,2 km/h.

Si riportano di seguito i flussogrammi e i diagrammi volume/capacità (V/C) relativi all' area di studio.

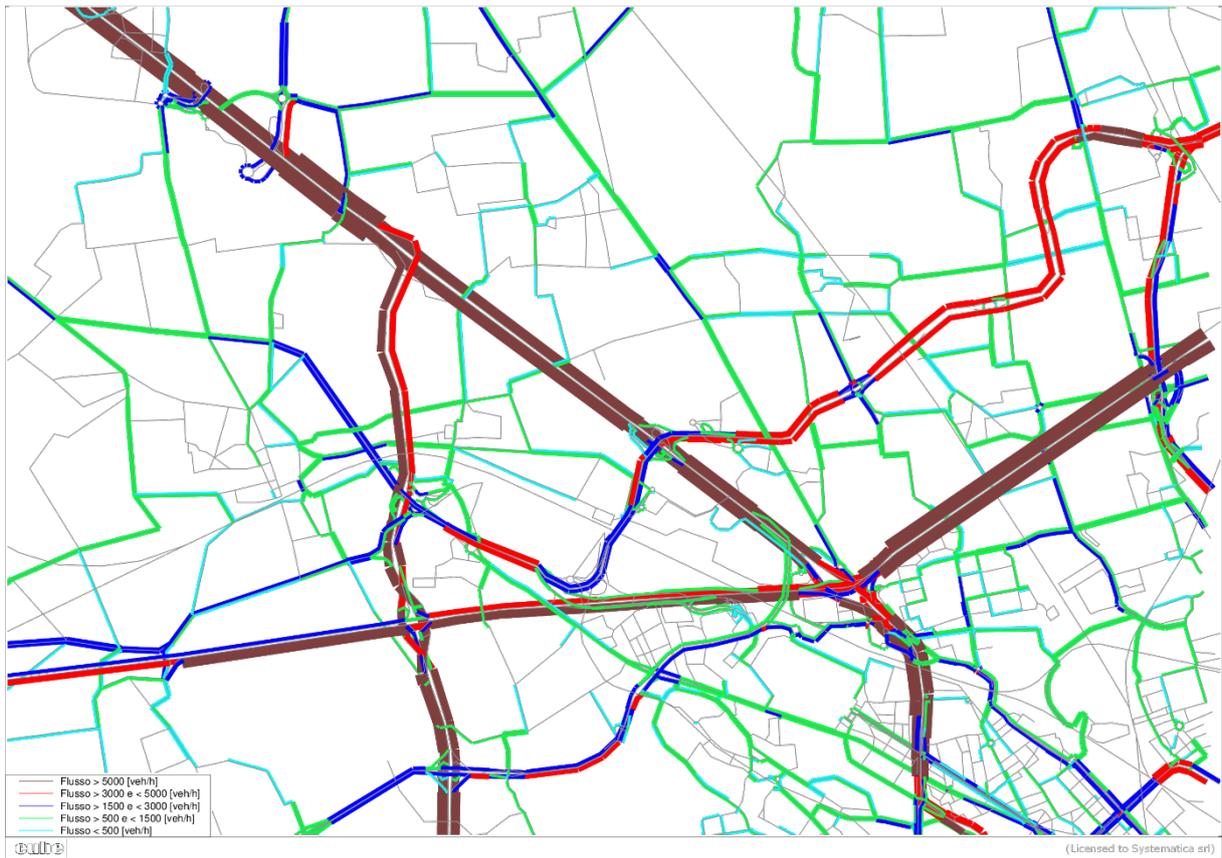


Figura 85 Flussogramma dello stato di Riferimento, trasporto privato



Figura 86 Rapporto V/C, scenario di Riferimento

Si riportano di seguito gli indicatori sintetici di prestazione generali della rete del trasporto pubblico, relativamente all'area di studio:

- Passeggeri*km – totale dei km di percorrenza dei passeggeri a bordo dei mezzi – 1,056,541;
- Passeggeri*h – totale delle ore spese a bordo dei mezzi – 28,911.

Il quadro dei passeggeri saliti e discesi alle fermate dei principali sistemi di trasporto in adduzione al comparto è riportato di seguito:

- RHO M1 – 1.480 saliti e 953 discesi;
- RHO Fiera – 1.435 saliti e 2.700 discesi;
- Mind-Merlata – 999 saliti e 834 discesi;
- Roserio – 660 saliti e 729 discesi;
- Rho Fiera (TPL) – 902 saliti e 543 discesi;

Si riporta di seguito il flussogramma del trasporto pubblico relativamente all'area di studio. Per questioni di visualizzazione, sono stati disattivati i corridoi ferroviari.

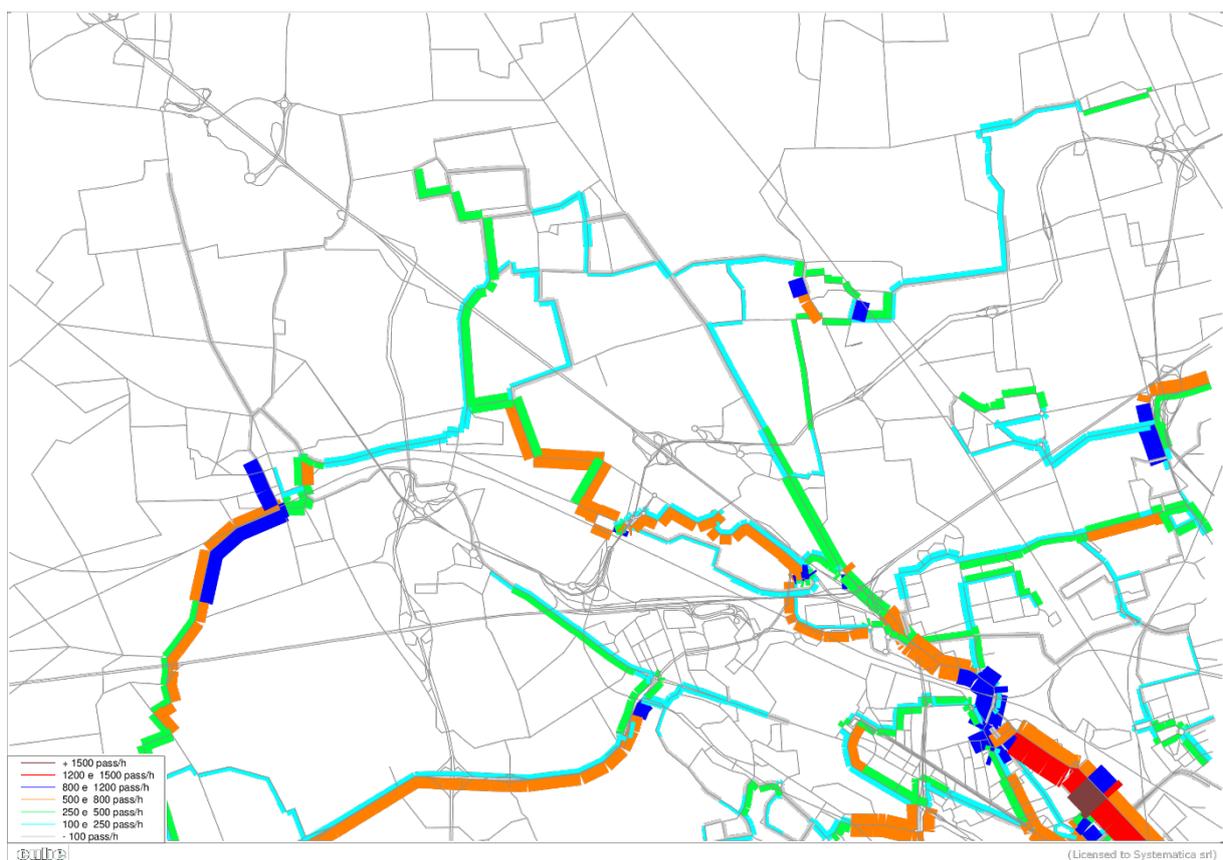


Figura 87 Flussogramma dello stato di Riferimento, trasporto pubblico

8.4.2 Scenario T6

8.4.2.1 Premessa

Lo scenario T6 rappresenta lo stadio finale del progetto, quando l'intero sviluppo è attivo e l'intero sistema dei trasporti lavora a regime. Le figure di seguito, invece, mostrano la rete implementata nello scenario di progetto T6 e le linee di trasporto pubblico con le relative fermate, con riferimento all'area di studio:

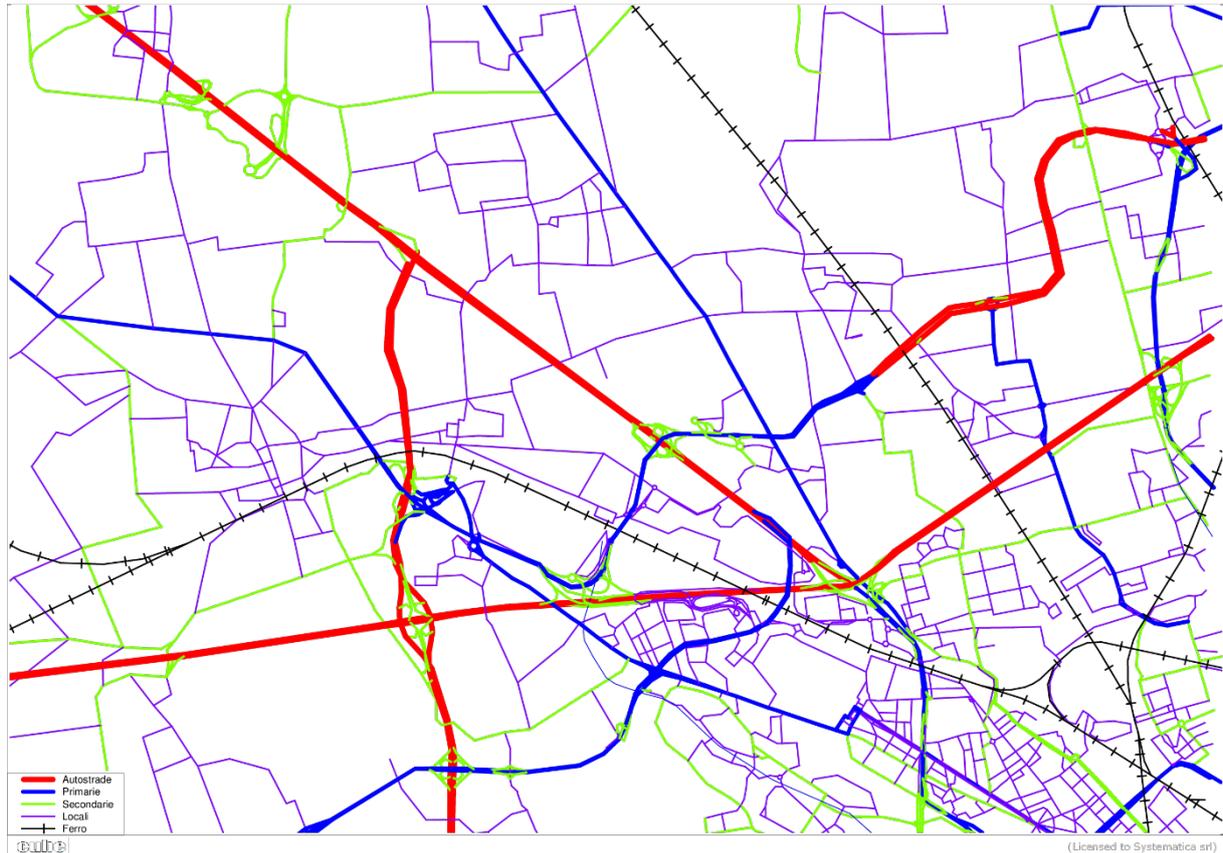


Figura 88 Rete stradale, scenario di progetto T6

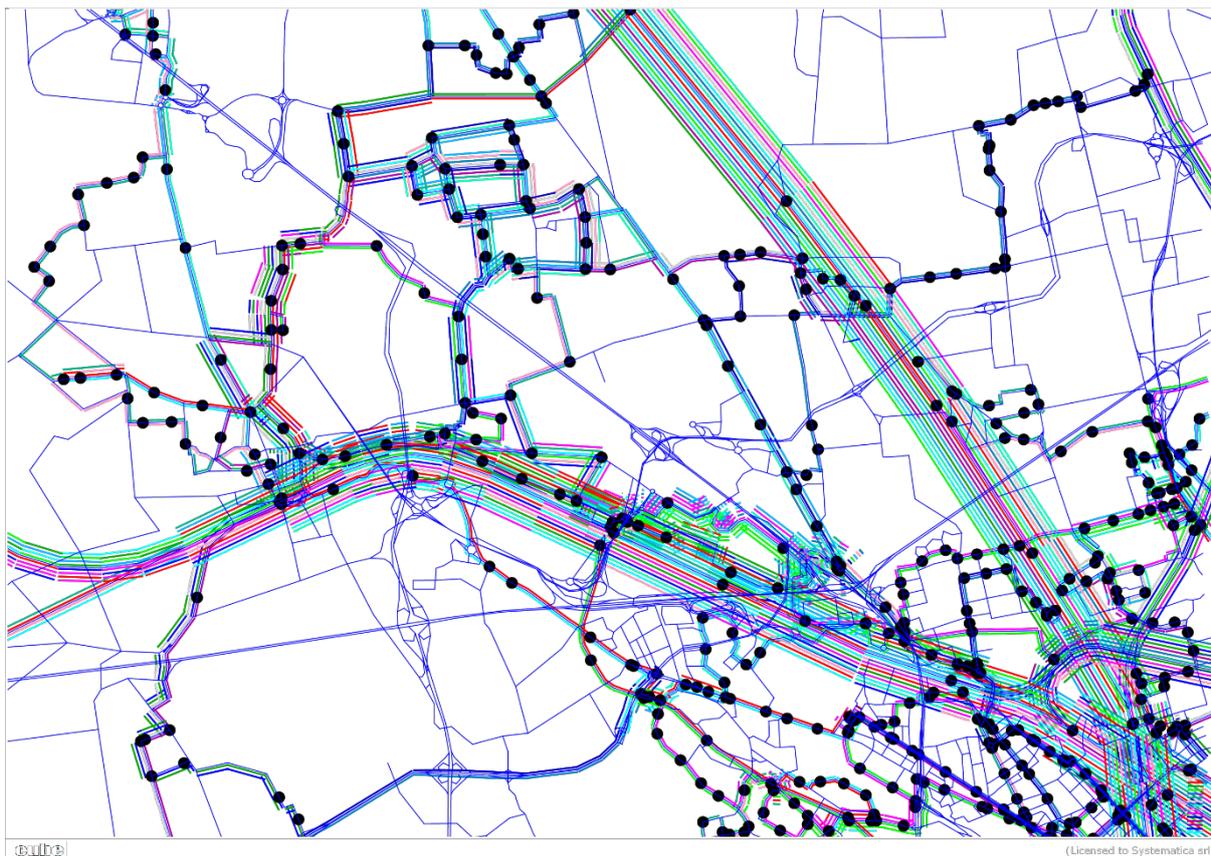


Figura 89 Rete del trasporto pubblico, scenario di progetto T6

La domanda implementata nel modello si riferisce quindi al completamento del comparto al 100% distribuita tra le diverse zone del modello secondo l'approccio illustrato nel capitolo successivo.

8.4.2.2 Distribuzione degli spostamenti indotti

La distribuzione degli spostamenti indotti dal comparto MIND è fondamentale per la ricostruzione di un quadro di previsione delle provenienze e del relativo impatto sul sistema di circolazione.

Allo scopo, è stata effettuata un'analisi territoriale a vasta scala, attraverso delle indagini di accessibilità isocrona, incrociate sia con le informazioni a scala regionale (Matrice Origine-Destinazione 2014 di Regione Lombardia e modello di trasporto a scala regionale), sia con quelle relative all'area metropolitana di Milano (modello di trasporto alla scala metropolitana), al fine di stimare il bacino potenziale di popolazione e addetti con accesso al sito nell'arco di un'ora di viaggio.

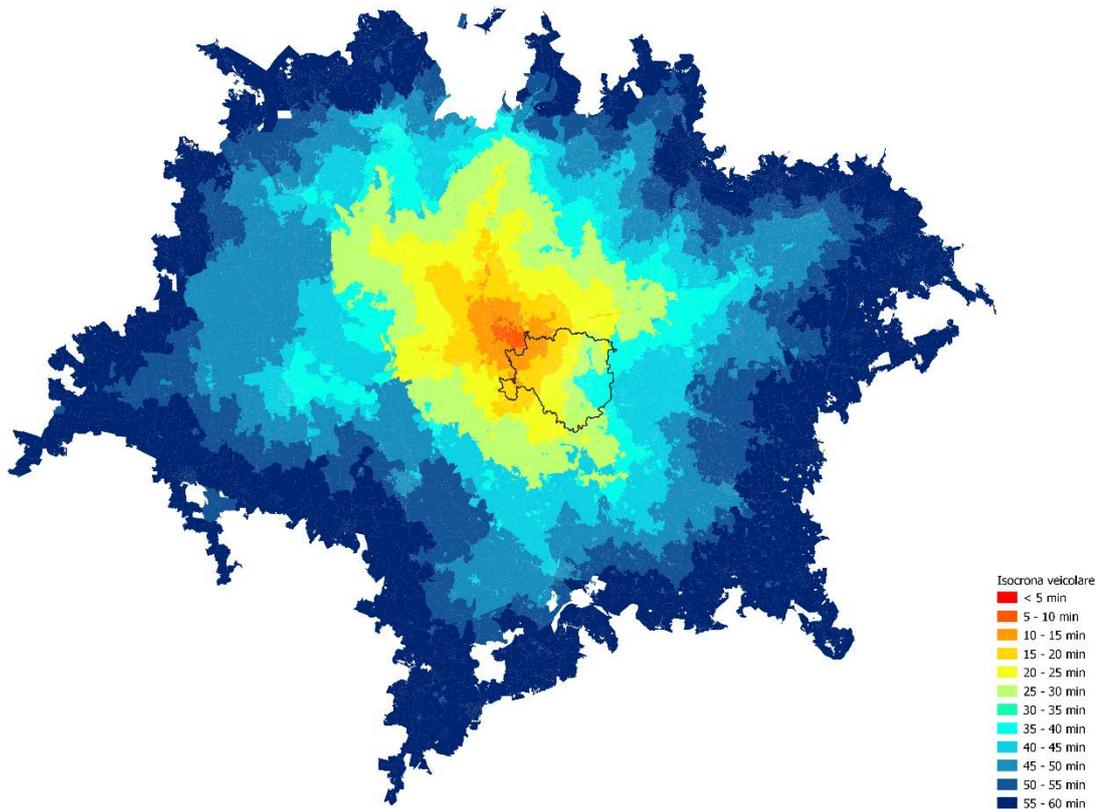


Figura 90 Isocrona veicolare 60 minuti

Entrando nel dettaglio del processo analitico, il quadro di distribuzione della componente di mobilità indotta è stato implementato attraverso la definizione di uno specifico modello di distribuzione gravitazionale, che ha permesso di ripartire gli spostamenti indotti dal comparto tra le diverse zone del modello, andando quindi a considerare sia il cordone, rappresentativo degli spostamenti di lunga percorrenza, sia le zone dell'hinterland milanese che quelle, naturalmente, del Comune di Milano stesso.

Tale distribuzione ha tuttavia generato uno squilibrio tra il peso delle zone esterne e quello delle interne, con le prime che registrano una magnitudine particolarmente alta. Questo si giustifica col fatto che, essendo zone di cordone, il computo delle distanze e l'associazione della popolazione possa prevalere rispetto alle relazioni di vicinanza.

Per questa ragione è stata effettuata un'altra distribuzione degli spostamenti, basata principalmente sui potenziali di generazione e attrazione delle zone del modello di trasporto e verificata con le informazioni disponibili alla scala regionale, al fine di rispecchiare l'effettiva magnitudine degli spostamenti nell'area milanese.

Le due distribuzioni ottenute sono state quindi mediate tra loro col fine di ottenere una distribuzione finale pesata maggiormente rappresentativa delle relazioni del comparto MIND con il territorio.

Il numero di spostamenti indotti dal comparto e implementati nel modello è coerente con le stime effettuate nel capitolo 1. Dalle simulazioni, inoltre, è stato dimostrato che il modello in uso tende a sottostimare gli spostamenti su mobilità dolce in ambito periurbano.

Per tale ragione, al fine di evitare sovrastime, gli spostamenti implementati sono stati depurati della quota parte dolce, in accordo con i fogli di calcolo predisposti da AMAT per zone simili (variabile dal 6% - scenario stato di fatto - al 13% - scenario di riferimento -).

Il modello di simulazione implementa una domanda di mobilità relativa a MIND pari a 5,789 spostamenti generati e 14,977 attratti.

Per semplicità di analisi, si è scelto di suddividere il territorio in 24 macro-zone, come mostra la figura seguente:

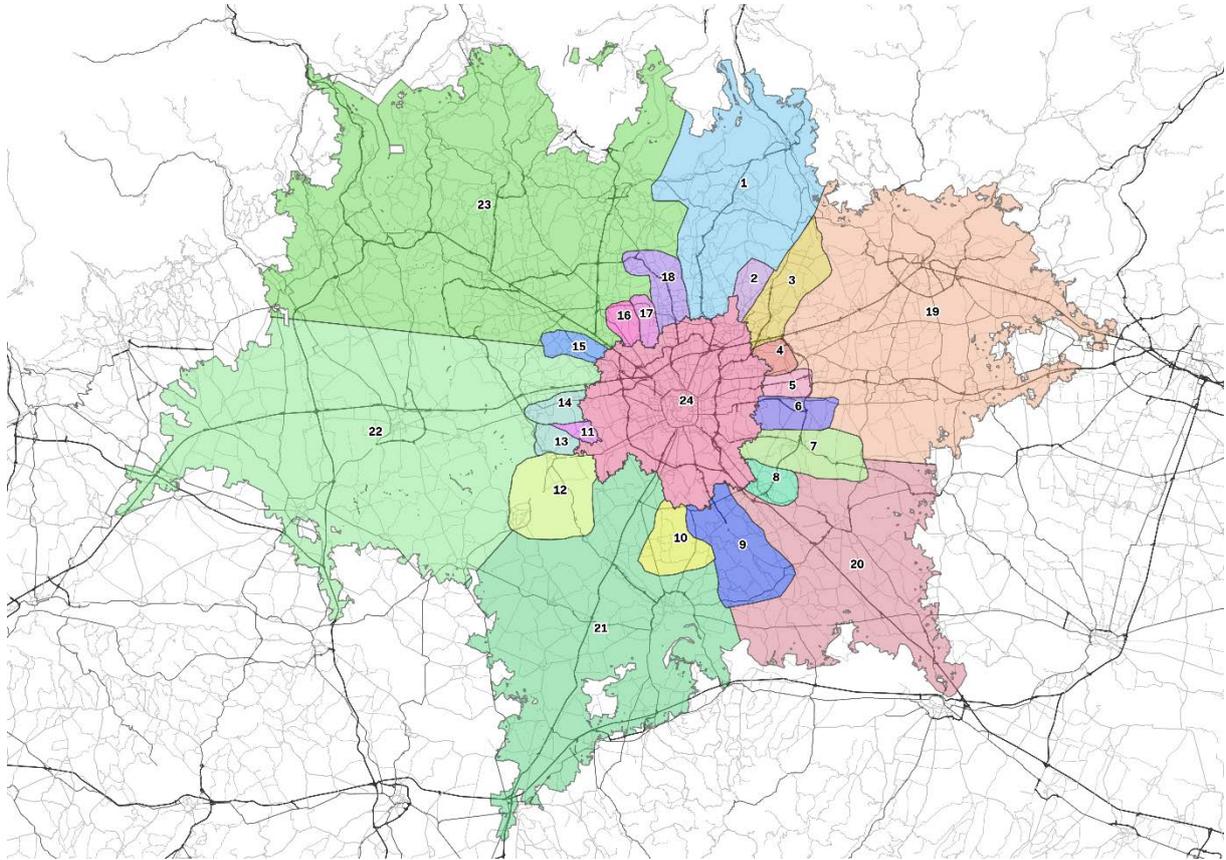


Figura 91 Macrozone

Di seguito si riportano i totali di matrice MIND relativamente alle diverse macro-zone:

Nome	Originati	Attratti
1	390	133
2	65	12
3	59	27
4	44	13
5	9	3
6	25	8
7	55	10
8	47	12
9	35	7

10	36	7
11	25	5
12	61	13
13	1	0
14	0	0
15	5	1
16	72	14
17	95	30
18	19	11
19	2185	847
20	714	273
21	697	267
22	103	34
23	2759	1034
24	7482	3035

Tabella 28 Macrozone MIND

8.4.2.3 Risultati dell'assegnazione

Si riportano di seguito gli indicatori sintetici di prestazione generali della rete del traffico privato, relativamente all'area di studio:

- Veicoli*km – totale dei km di percorrenza dei veicoli privati – 591.503;
- Veicoli*h – totale delle ore spese in rete – 18.161;
- Velocità media di percorrenza – 32,6 km/h

Lo split modale sul comparto MIND, derivante dalle simulazioni, vede un trasporto pubblico che si attesta sul 50,2%, con il modo privato che risulta nel 49,8%.

Nel confronto con lo scenario di Riferimento si stima che, con l'introduzione di MIND, ci sarà un aumento delle percorrenze pari al 2,7%, un aumento del tempo speso in rete pari al 4,7%, con conseguente diminuzione della velocità media di rete pari al 1,9%. Tutte le differenze degli indicatori risultano inferiori al 5%, ragione per cui è lecito assumere che l'impatto del comparto MIND sul sistema di circolazione veicolare si può considerare quasi marginale.

La figura seguente mostra le risultanze modellistiche relative all'assegnazione del trasporto privato:

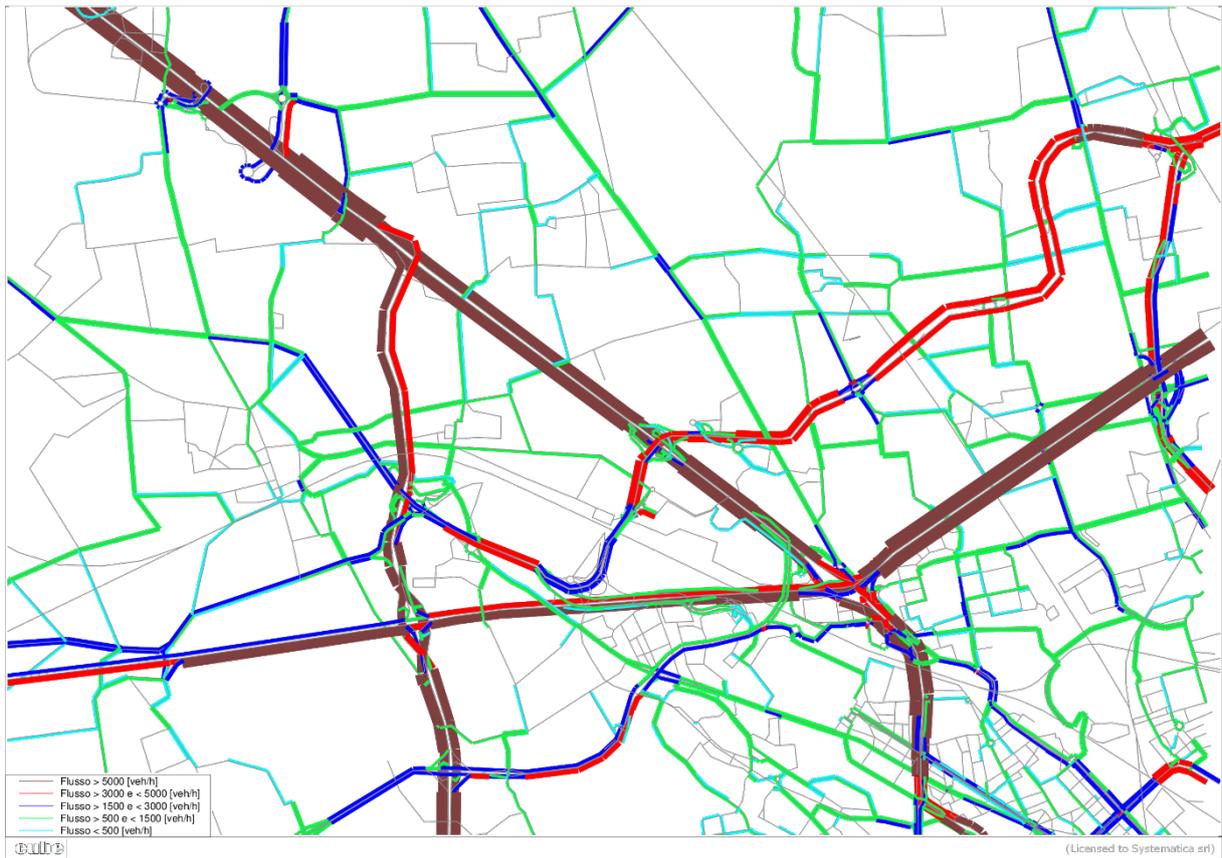


Figura 92 Flussogramma dello stato di progetto T6, trasporto privato



Figura 93 Rapporto V/C, scenario di progetto T6

Il confronto tra gli scenari mostra un generale aumento del traffico indotto lungo tutte le direttrici stradali principali. Tale incremento risulta di circa 300-400 veicoli lungo la A8, 400 sulla Rho-Monza, 500 e 250 rispettivamente dalla A50 e dalla A4, 100 sulla SPexSS11 e circa 100-150 da via Palizzi e dal Cavalcavia del Ghisallo.

Dal confronto del rapporto dei volumi su capacità, invece, si evince che l'incremento della congestione dovuto al traffico indotto da MIND sia marginale, con variazioni percentuali minime sugli itinerari principali già oggetto di grossa pressione veicolare, come la Rho Monza o l'A8.

Si riportano di seguito gli indicatori sintetici di prestazione generali della rete del trasporto pubblico, relativamente all'area di studio:

- Passeggeri*km – totale dei km di percorrenza dei passeggeri a bordo dei mezzi – 1.281.214;
- Passeggeri*h – totale delle ore spese a bordo dei mezzi – 34.987.

Il quadro dei passeggeri saliti e discesi alle fermate dei principali sistemi di trasporto in adduzione al comparto è riportato di seguito.

- RHO M1 – 1.992 saliti e 1.882 discesi, di cui rispettivamente 499 e 866 da e verso MIND;
- RHO Fiera – 3.056 saliti e 7.202 discesi, di cui rispettivamente 1.455 e 4.459 da e verso MIND;
- Mind-Merlata – 2.326 saliti e 4.246 discesi, di cui rispettivamente 1.315 e 3.373 da e verso MIND;
- Roserio – 685 saliti e 834 discesi;
- Rho Fiera (TPL) – 1.556 saliti e 562 discesi;

Si riporta di seguito il flussogramma del trasporto pubblico relativamente all'area di studio. Per questioni di visualizzazione, sono stati disattivati i corridoi ferroviari.

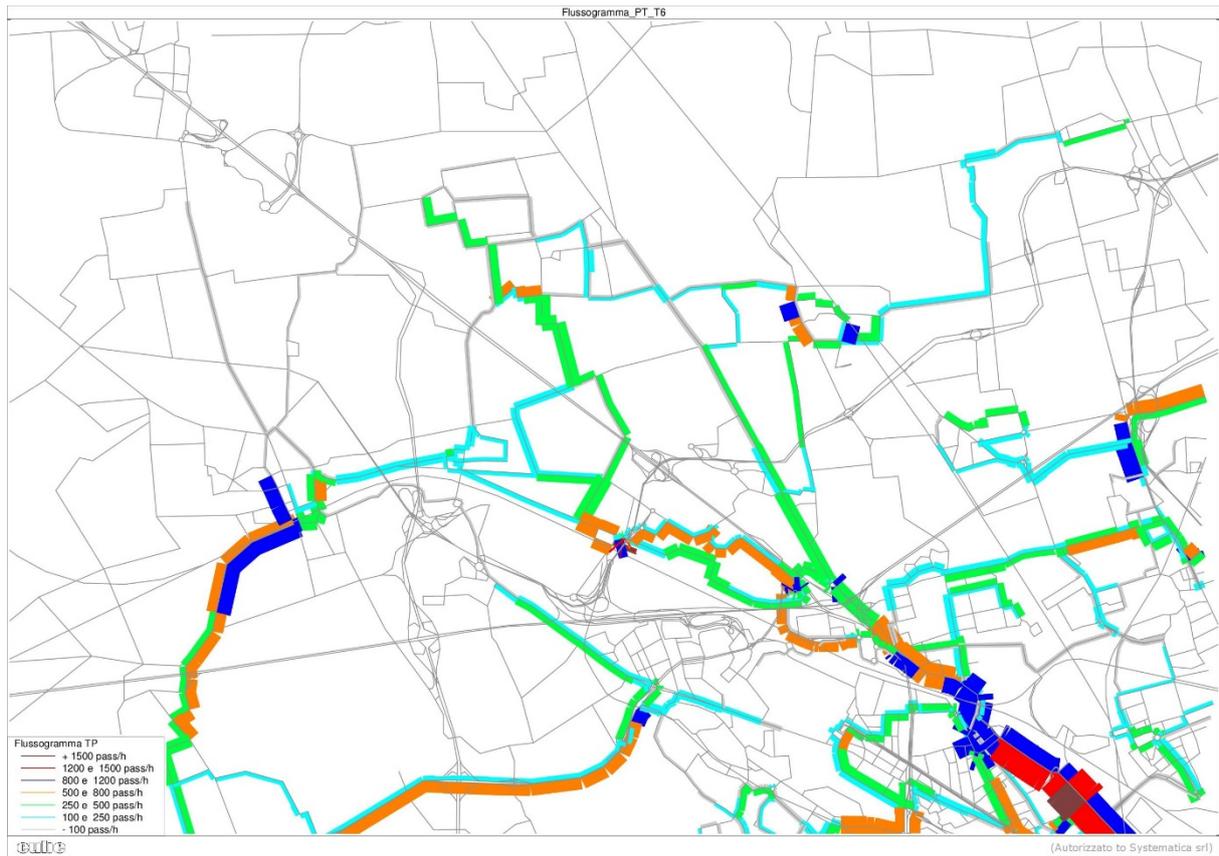


Figura 94 Flussogramma dello stato di progetto T6, trasporto pubblico

9 Verifica di funzionalità del sistema di accesso al sito tramite analisi di microsimulazione

9.1 Premessa

La dimensione dell'intervento e l'entità della domanda di traffico richiamata nell'area durante l'ora di picco hanno richiesto un ulteriore elemento di verifica di funzionalità dell'impianto viario, basato sull'interrogazione di un modello di micro-simulazione dinamica di traffico.

Il simulatore è infatti in grado di descrivere nel dettaglio le caratteristiche dell'offerta infrastrutturale e di riprodurre realisticamente il comportamento degli utenti evidenziando la funzionalità degli elementi infrastrutturali di progetto nel momento in cui sono chiamati a gestire la domanda di traffico indotta dalle funzioni insediate.

Per facilitare la comprensione del livello di funzionalità delle soluzioni progettuali a scala puntuale, è stato sviluppato un ulteriore approfondimento analitico andando a valutare tramite analisi statica il livello di servizio delle intersezioni di nuova realizzazione o di intervento progettuale.

Nei paragrafi a seguire si descrivono brevemente i due software utilizzati per poi andare a presentare le analisi sviluppate.

Gli scenari di simulazione in termine di descrizione dell'offerta infrastrutturale e della domanda di traffico implementata riproducono quanto descritto nelle pagine precedenti. In particolare gli scenari verificati tramite microsimulazione dinamica sono il T0 e il T6, mentre l'analisi statica viene condotta per il solo scenario T6.

9.2 Descrizione dei software utilizzati

9.2.1 S-Paramics®

S-Paramics(*Parallel Microscopic Simulation*) è un codice di microsimulazione dinamica comportamentale del traffico privato ed è in grado di modellizzare dinamicamente le componenti individuali del traffico veicolare ad un livello di disaggregazione tale da poter replicare, con assoluta fedeltà e realismo, il comportamento di ogni singolo veicolo, in funzione ai specifici attributi cinematici e comportamentali.

Il software, di matrice anglosassone e prodotto da SYSTRA Ltd®, nonostante sia stato progettato per l'implementazione di modelli di traffico di micro / meso scala (dal singolo nodo ad un'area di studio di circa 5 km X 5 km), è in grado di gestire estese porzioni territoriali, ad includere interi ambiti urbani e regionali.

S-Paramics rappresenta lo strumento ideale per l'analisi di funzionalità dell'impianto viario favorendo l'individuazione dei necessari interventi di mitigazione e di adeguati correttivi puntuali e di rete. Tra le sue molteplici finalità, il software può essere utilizzato come un vero e proprio *design-tool*, grazie all'elevato livello di dettaglio che offre in merito alla descrizione dell'offerta infrastrutturale.

Il codice di verifica permette infatti l'accurata descrizione geometrica e funzionale di tutti gli elementi dell'offerta stradale, tra cui intersezioni semaforizzate complesse, rotatorie, elementi di restrizione dell'utilizzo della sede stradale, operazioni di calmierazione del traffico, sistema del trasporto pubblico ed interventi di priorità, generando una rappresentazione dinamica circa l'evoluzione e distribuzione delle correnti di traffico, oltre a dinamiche di congestione puntuale e diffusa.

In particolare, il codice di simulazione offre la possibilità di:

- Simulare le componenti di traffico ed i fenomeni di congestione che ne possono derivare, gestendo il risultato dei calcoli effettuati tramite una rappresentazione in real time;
- Avere funzioni di scelta del percorso ottimale ad apprendimento dinamico tali da poter integrare sistemi di trasporto intelligenti;
- Interfacciarsi direttamente a strumenti di regolazione automatica del traffico, quali i sistemi per la gestione di impianti di semafori coordinati;
- Ottenere report sia statistici che grafici del livello di performance di rete complessivo fino al livello del singolo veicolo per singolo istante di simulazione, fornendo quindi elementi di analisi estremamente efficaci per valutare la funzionalità e l'efficienza di un dato impianto infrastrutturale;
- La possibilità di visualizzare e replicare dinamicamente le condizioni di circolazione sia in spazio bidimensionale sia tridimensionale, facilita la lettura dei risultati con grande efficacia comunicativa.

9.2.2 SidraIntersection 8®

SIDRA Intersection 7 ®. Il software SIDRA Intersection® (Signalized & unsignalized Intersection Design and Research Aid) permette di valutare e confrontare i livelli di servizio delle intersezioni semaforizzate, a rotatoria e a semplice precedenza partendo da un algoritmo che tiene in considerazione quanto definito nel Highway Capacity Manual (HCM6).

SIDRA® utilizza modelli analitici del traffico uniti ad un metodo iterativo di approssimazione per fornire le stime della capacità e le statistiche sulle prestazioni delle intersezioni e, in presenza di semaforo, l'ottimizzazione dei parametri di regolazione. Le intersezioni si confrontano generalmente in termini di Livello di Servizio (LOS, Level Of Service).

Il software è anche in grado di valutare il livello di servizio di un sistema di due o più intersezioni attraverso l'approccio "network".

9.3 Analisi di micro-simulazione dinamica del sistema viabilistico

Gli scenari infrastrutturali illustrati nei capitoli precedenti sono stati funzionalmente verificati attraverso l'interrogazione di un modello micro-simulazione dinamica veicolare sviluppato con la suite S-Paramics® di Systra Ltd®, in grado di valutare il livello prestazionale dell'impianto stradale di diretta accessibilità all'area di intervento in corrispondenza dell'ora di punta del mattino.

Il modello è stato sviluppato da Systematica nel corso degli anni e frequentemente aggiornato considerando l'evoluzione infrastrutturale registrata nel quadrante urbano di riferimento dalla realizzazione del Polo fieristico fino al completamento della piastra espositiva; si riportano a seguire in ordine cronologico l'elenco dei più recenti studi relativi alle sole analisi di carattere viabilistico (traffico privato, impianto stradale e sosta) oggetto di studio:

- Expo 2015 – Sistema infrastrutturale di accessibilità e viabilità | Analisi di funzionalità (Settembre 2011) a supporto dello Studio di Impatto Ambientale della Piastra Espositiva;

- Expo 2015 – Verifica funzionale del sistema viabilistico e di sosta della Porta Est | Analisi Modellistica tramite software di micro simulazione dinamica (Marzo 2012);
- Expo 2015 - Chiusura del Viadotto di Via Stephenson sull'itinerario autostradale A4 | Verifica funzionale a scala meso della configurazione viabilistica di cantiere – Studio di Traffico (Giugno 2012);
- Expo 2015 - Chiusura del Viadotto di Via Stephenson sull'itinerario autostradale A4 | Verifica funzionale a scala micro della configurazione viabilistica di cantiere – Studio di Traffico (Giugno 2012);
- Expo 2015 – Monitoraggio del traffico ante operam e aggiornamento della piattaforma modellistica di verifica (Novembre 2012);
- Strada di collegamento Zara – Fiera Lotto 1 (Collegamento Expo – Via Eritrea) | Studio di traffico ed analisi modellistica (Marzo 2014)
- Post Expo - Progetto di riconfigurazione del Parcheggio Roserio | Analisi di funzionalità viabilistica tramite simulazione di traffico e preliminare descrizione del sistema di gestione (settembre 2016).

Nonostante sia un modello di microsimulazione il grafo stradale implementato ha una estensione molto elevata andando a riprodurre l'intero quadrante infrastrutturale compreso tra la tangenziale Ovest fino allo svincolo con l'autostrada A8 a Nord , la A4 e la SS11 a Sud. Il modello si estende a Nord fino alla A52 Rho Monza e a Est fino all'asse via Gramsci -Beltrami -Lessona -Eritrea, l'estensione complessiva della rete è pari a poco meno di 150km.

Per quanto riguarda la descrizione della domanda di traffico la matrice OD degli spostamenti è articolata su un sistema di 60 zone di traffico di cui 3 relative a MIND.

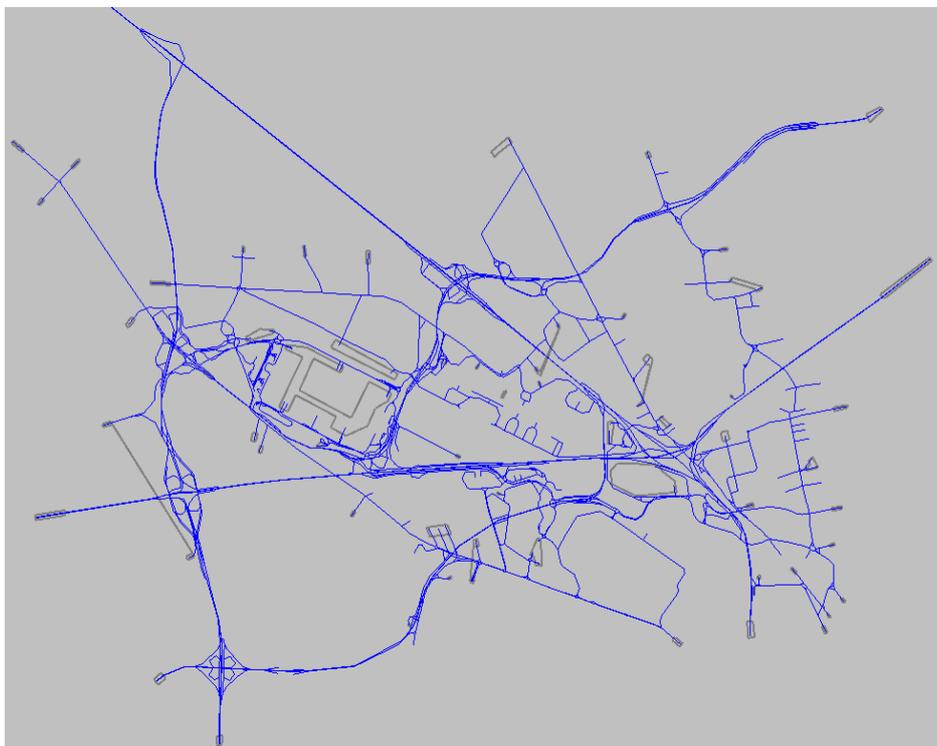


Figura 95 – Estensione del grafo stradale del modello di microsimulazione

Per sviluppare lo scenario T0 il modello è stato aggiornato in accordo con quanto rilevato durante la campagna di monitoraggio di traffico eseguite nel 2018 in modo da poter disporre di uno scenario di confronto che riproduca le condizioni viabilistiche attuali da

utilizzare quale base di paragone per la valutazione di impatto indotto dalla realizzazione del progetto.

Per sviluppare lo scenario T6 l'offerta infrastrutturale implementata è stata aggiornata fino a comprendere tutti gli interventi infrastrutturali dello scenario di riferimento in corrispondenza delle porte di accesso Est e Ovest, realizzando la nuova rotatoria in corrispondenza del carcere di Baranzate e i diversi interventi di allargamento della carreggiata stradale per facilitare le svolte di accesso ai futuri bacini di sosta.

In accordo con quanto emerso dalle analisi simulativi ad area vasta, in termini di ripartizione modale e distribuzione degli spostamenti, è stata dunque implementata la domanda di traffico relazionata con le funzioni insediate in MIND andando a descrivere il sistema di zone articolando gli spostamenti da e per i bacini di sosta pubblica, principalmente localizzati in corrispondenza della porta Est e Ovest, e i futuri parcheggi pertinenza, localizzati principalmente lungo il lato Sud dell'anello perimetrale.

Il volume di traffico considerato nell'ora di punta in relazione a MIND è pari a 6.100 veicoli/ora corrispondente alla somma della quota di spostamenti in auto e la quota di spostamenti in moto, ipotizzando pari a 0,3 il coefficiente di conversione delle moto in veicoli equivalenti.

La microsimulazione ha avuto quale principale obiettivo quello di verificare la funzionalità complessiva dell'impianto viario con particolare attenzione alla funzionalità degli interventi di ottimizzazione e nuova realizzazione proposti. Come ampiamente descritto in precedenza la filosofia progettuale è stata quella di conservare e valorizzare il patrimonio infrastrutturale ereditato dalla realizzazione dell'evento Espositivo Mondiale, andando a proporre solo interventi di ottimizzazione e puntuale ricucitura.

Ricapitolando i due scenari di simulazione considerati sono:

- **Scenario T0**: che riproduce il quadro infrastrutturale e di domanda attuale con particolare attenzione nel riprodurre le limitazioni di traffico oggi presenti (no traffico privato lungo l'anello perimetrale di Expo, a comprendere la non-continuità dell'itinerario di via Cristina di Belgioioso);
- **Scenario T6 (2029)**: che riproduce lo scenario infrastrutturale di progetto e implementa la domanda di traffico stimata sulla base delle assunzioni analitiche descritte nei paragrafi precedenti. Lo scenario di progetto implementa anche una quota aggiuntiva di traffico nell'area indotta dalla attivazione/ completamento degli interventi Cascina Merlata, Stephenson e Arese pari a circa il 3.5% della domanda implementata nel T0.

Di seguito si riportano, per entrambi gli scenari simulati, le principali risultanze modellistiche. In particolare, la tabella con i parametri globali di rete riporta gli indici prestazionali di rete nell'ora di simulazione e il confronto (ora di punta antimeridiana di un giorno medio feriale), in termini assoluti e in termini percentuali, tra lo scenario T0 e lo Scenario T6.

Scenario	Ora (HH:MM:SS)	N. di veicoli simulati	Tempo medio di percorrenza per veicolo (sec)	Tempo totale di percorrenza della rete (veh X h)	Distanza media per veicolo (m)	Distanza totale percorsa nella rete (veh X km)	Velocità media cumulata di rete (kph)
T0	07:30 - 08:30	44,698	647.5	8,039.8	8,012	358,100	44.5
T6	07:30 - 08:30	51,428	697.6	9,965.7	7,646	393,194	39.5
T6 VS T0	07:30 - 08:30	6,730	50.1	1,925.9	-366	35,094	-5.1
T6 VS T0 (%)	07:30 - 08:30	15%	8%	24%	-5%	10%	-11%

Tabella 29 – Performance globali di rete negli scenari simulati

Dalla puntuale analisi delle risultanze simulative emerge come l'impianto viario di progetto sia in grado di assorbire e gestire efficacemente la distribuzione dei flussi veicolari di MIND, garantendo un'adeguata compatibilità trasportistica del compendio di sviluppo urbano all'interno del quadrante viabilistico di riferimento.

Nelle pagine a seguire si riportano i flussogrammi di assegnazione degli scenari simulati che rappresentano, attraverso barre di diverso colore e spessore il valore del flusso veicolare orario transitante su ogni arco modellizzato. Per agevolare la lettura dei flussogrammi si riportano, oltre all'immagine di insieme, le immagini di dettaglio con le indicazioni dei valori di flusso lungo i singoli archi.



Figura 96 – Flussogramma di assegnazione dello scenario T0 "stato di fatto"



Figura 97 - Dettaglio 1 del flussogramma di assegnazione dello scenario T0 "stato di fatto"

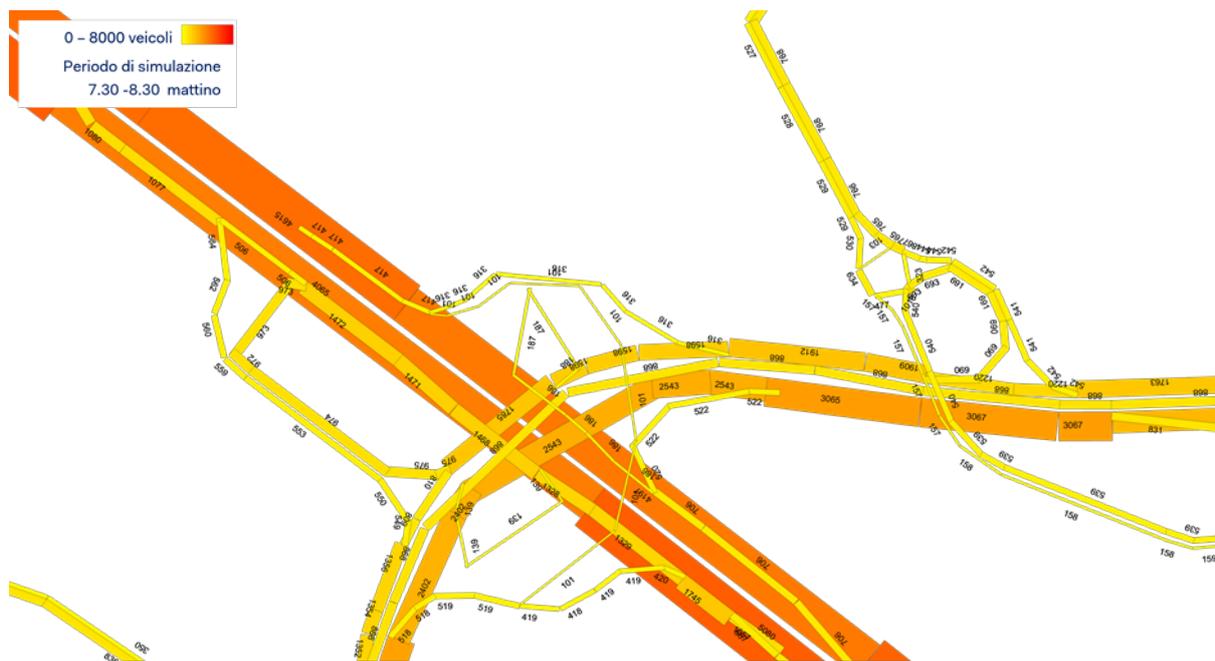


Figura 98 - Dettaglio 2 del flussogramma di assegnazione dello scenario T0 "stato di fatto"

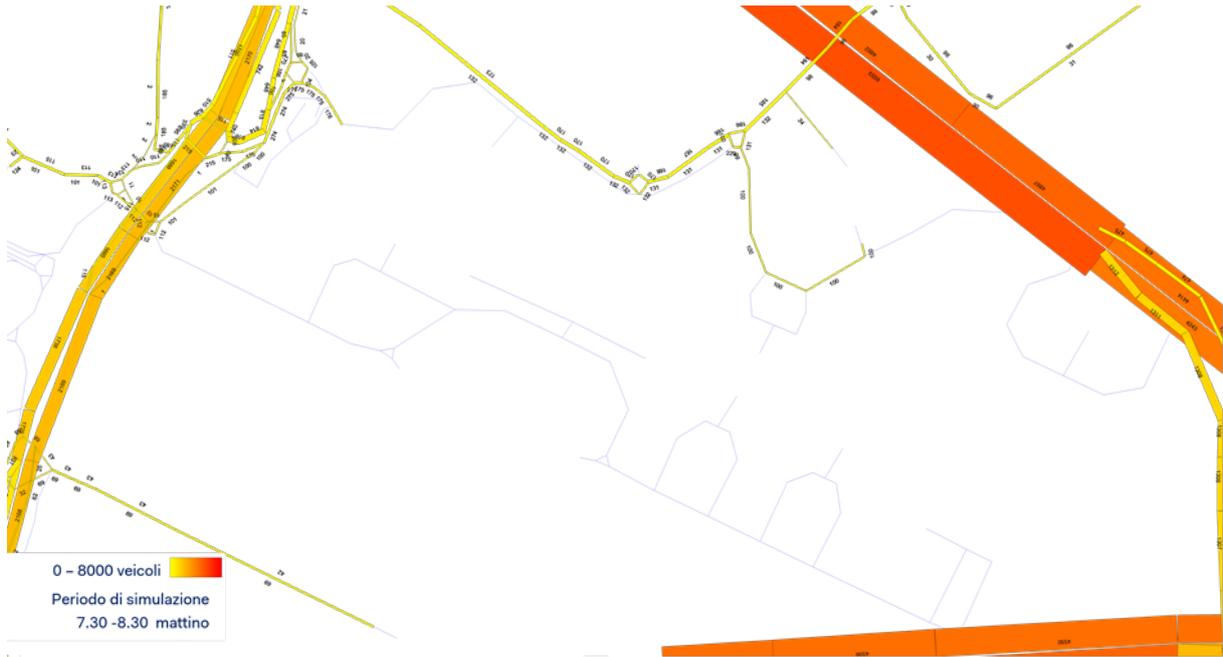


Figura 99 - Dettaglio 3 del flussogramma di assegnazione dello scenario T0 "stato di fatto"

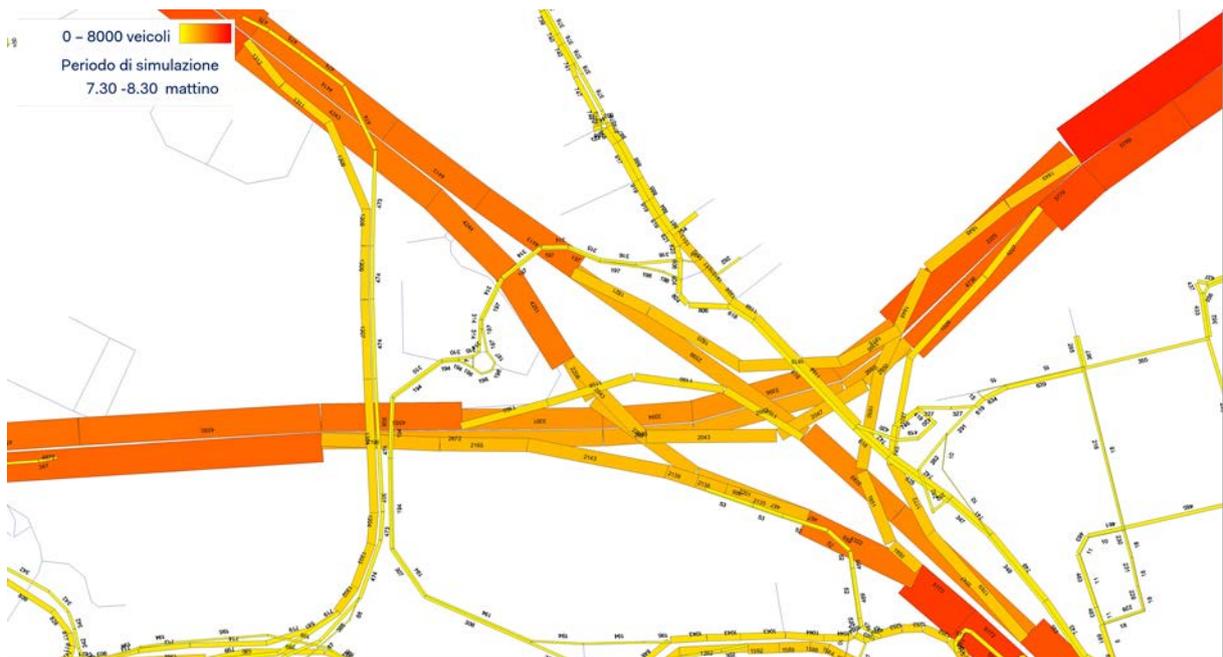


Figura 100 - Dettaglio 4 del flussogramma di assegnazione dello scenario T0 "stato di fatto"



Figura 101 - Flussogramma di assegnazione dello scenario T6 di Progetto



Figura 102 - Dettaglio 1 del flussogramma di assegnazione dello scenario T6 di Progetto

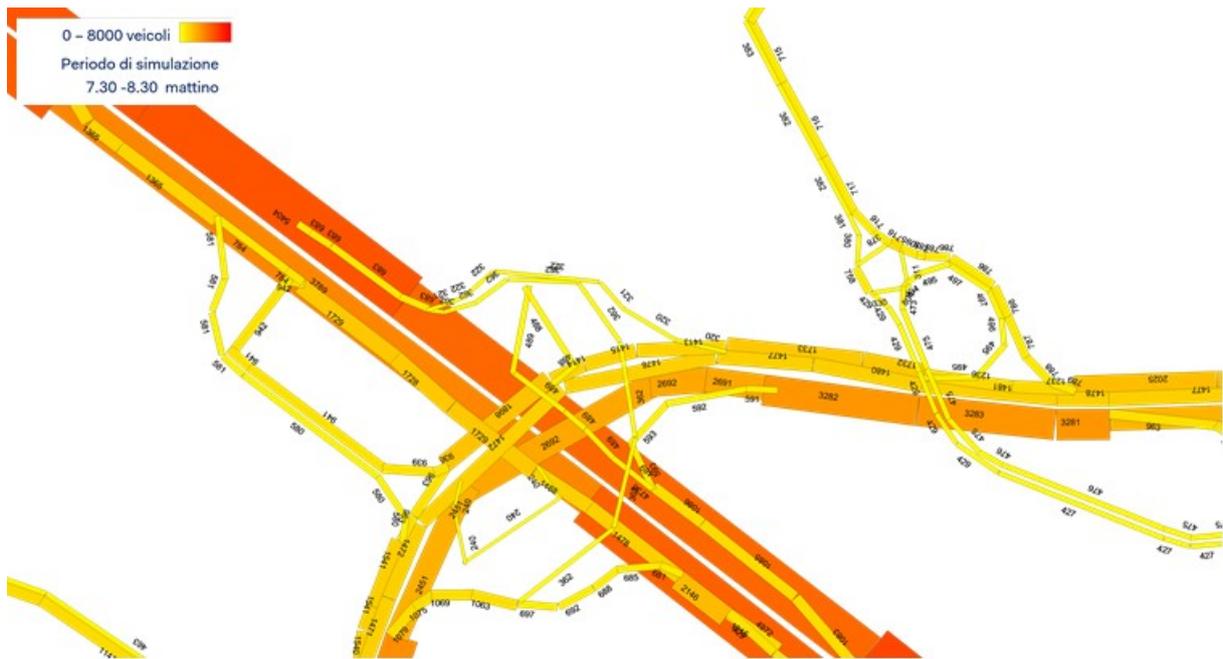


Figura 103 – Dettaglio 2 del flussogramma di assegnazione dello scenario T6 di Progetto

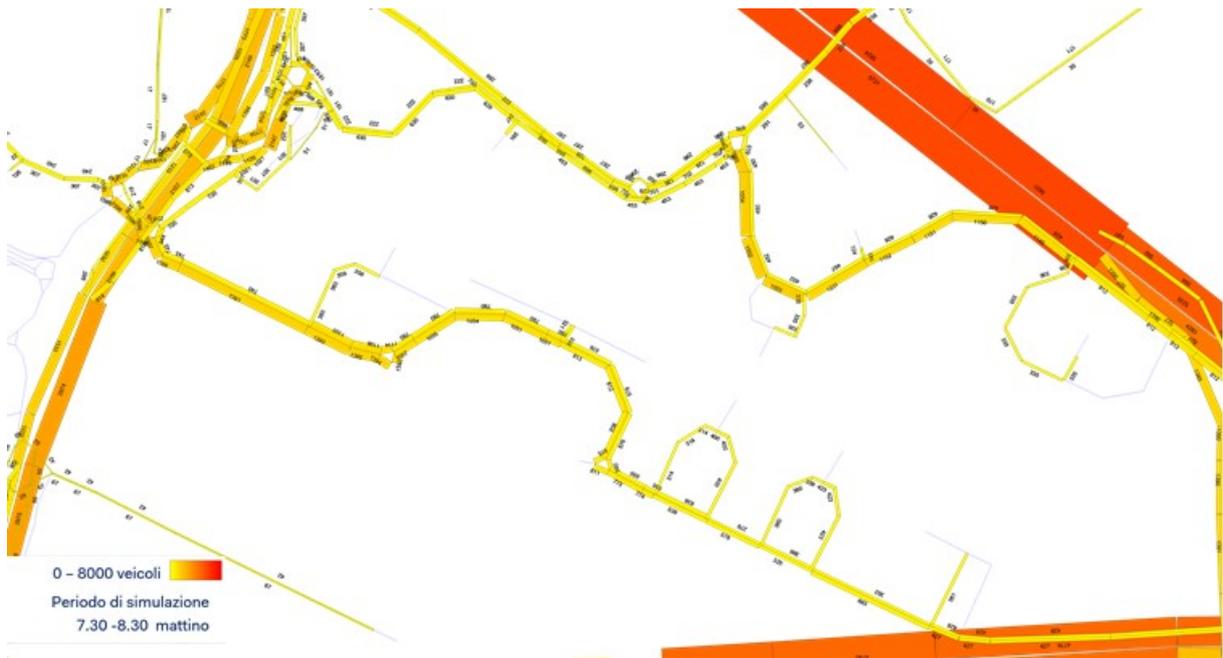


Figura 104 – Dettaglio 3 del flussogramma di assegnazione dello scenario T6 di Progetto

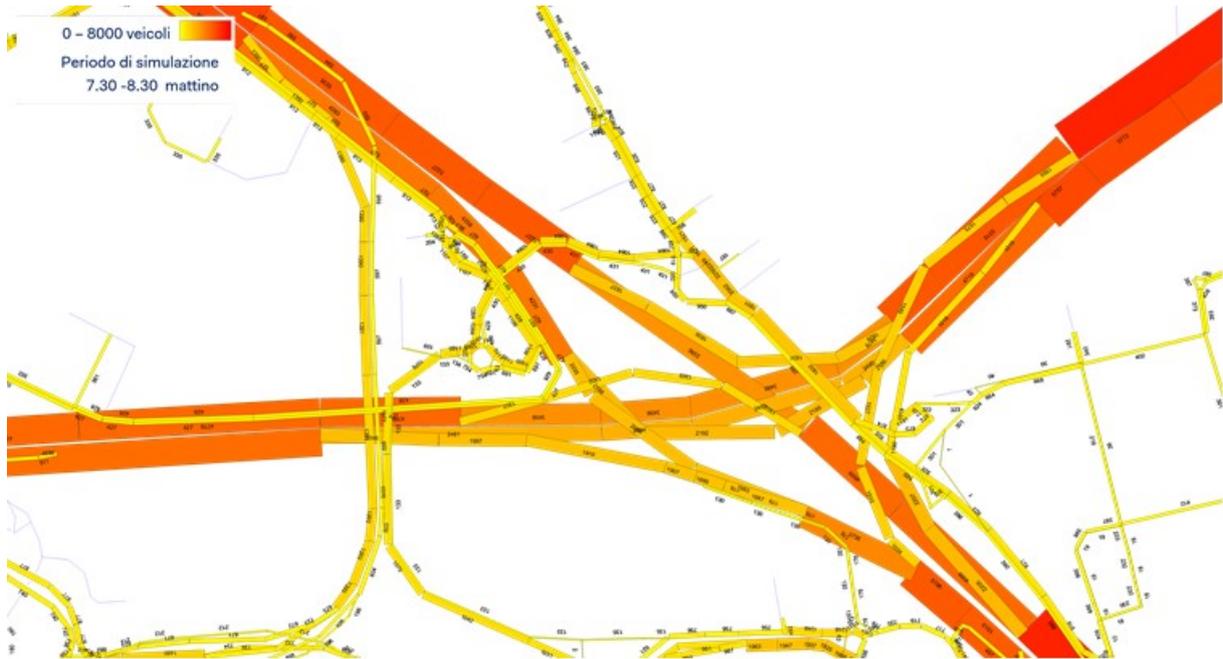


Figura 105 - Dettaglio 4 del flussogramma di assegnazione dello scenario T6 di Progetto

Per lo scenario di Progetto, oltre al flussogramma globale di rete, si riporta il flussogramma relativo alla sola quota veicolare di progetto. La lettura di tale output permette di capire quali sono le principali direttrici di accessibilità a MIND e la pressione veicolare nell'intorno dell'area di progetto.

Appare evidente come la pressione veicolare in corrispondenza della Pora Ovest sia maggiore in quanto punto di connessione con la viabilità primaria mente la porta Est gestisca le relazioni più locali.



Figura 106- Flussogramma di assegnazione dello scenario di Progetto - solo veicoli MIND

Infine, a seguire si riportano alcune istantanee di simulazione dello scenario di Progetto quale ulteriore risultanza utile ad evidenziare il livello di congestione della rete e i fenomeni di maggior criticità.



Figura 107- Istantanea di simulazione dello scenario di Progetto – MIND



Figura 108 - Istantanea di simulazione dello scenario di Progetto – Nodo Carcere

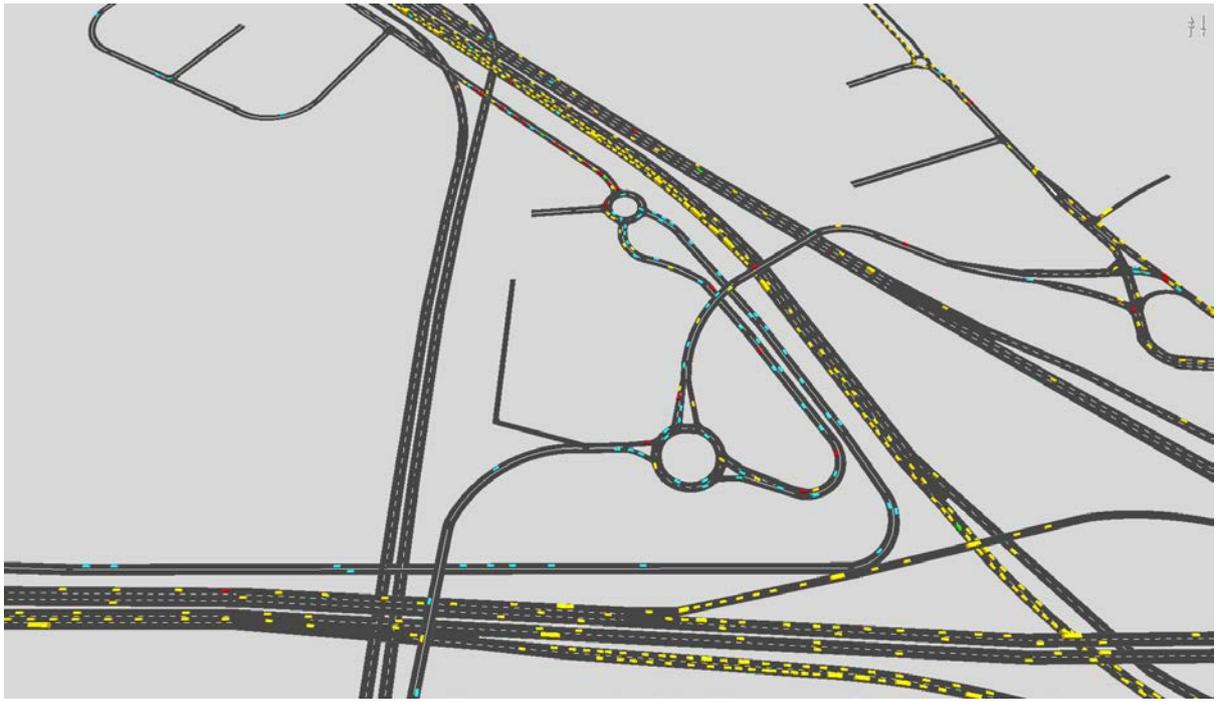


Figura 109 - Istantanea di simulazione dello scenario di Progetto – Porta Est

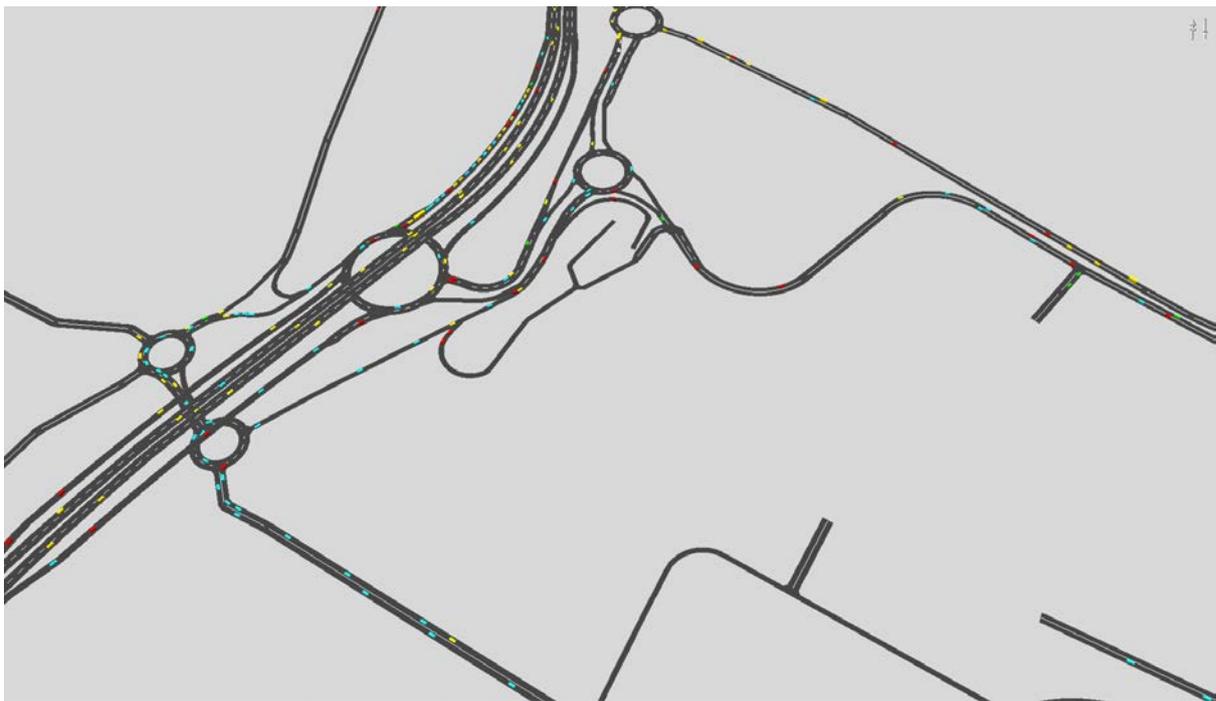


Figura 110 - Istantanea di simulazione dello scenario di Progetto – Porta Ovest

9.4 Verifica statica di capacità dei principali nodi viari

Le rotatorie di progetto sono state ulteriormente verificate tramite analisi statica a livello puntuale. Per il momento sono state valutate tramite analisi puntuale solo questi nodi in quanto la microsimulazione ha già considerato tutte le intersezioni esistenti limitrofe all'area di intervento ma non direttamente connesse ad essa.

Le analisi di funzionalità dei diversi nodi sono state effettuate con il software Sidra Intersection che si basa sull'analisi del livello di servizio espresso dal manuale HCM; nella immagine a seguire si evidenziano i nodi oggetto di verifica e la nomenclatura adottata nella presentazione delle rispettive risultanze.

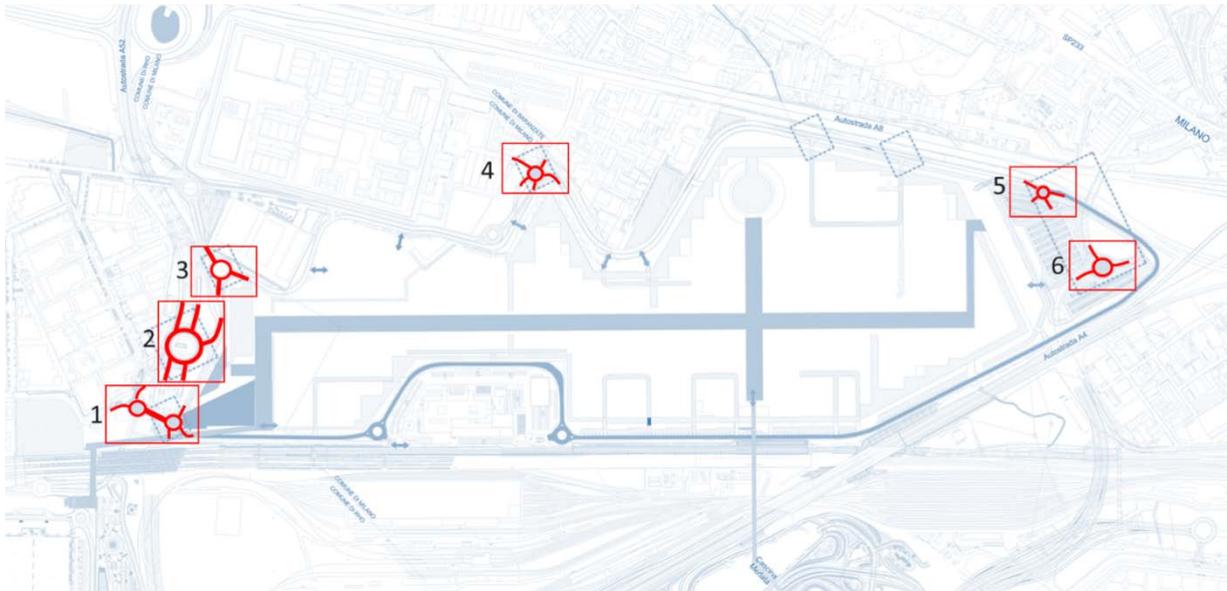


Figura 111 - Mappa delle intersezioni a rotatoria per le quali si è calcolato il LOS

Ogni intersezione viene valutata singolarmente ad eccezione del nodo identificato nell'immagine con il numero 1 che è costituito dal sistema a doppia rotatoria che consente il collegamento tra via Risorgimento, il sistema di accessibilità al comparto Poste e l'anello viabilistico perimetrale all'area di progetto.

Nelle pagine a seguire si riportano per ciascuna intersezione la descrizione geometrica del nodo, la domanda di traffico implementata nell'ora di punta di analisi e le principali risultanze del calcolo rappresentate dalla stima del ritardo medio all'intersezione e relativo livello di servizio e il rapporto volume/capacità relativo a ciascun ramo dell'intersezione.

Si sottolinea che la matrice Origine/Destinazione implementata nelle diverse intersezioni analizzate corrisponde alla domanda di traffico assegnata nell'ora di punta del mattino dal modello di microsimulazione descritto nel precedente paragrafo.

Il livello di servizio che emerge quale risultanza dell'analisi statica è individuato in relazione al ritardo medio stimato secondo i valori indicati nella tabella a seguire.

Livello di Servizio	Ritardo Medio (sec)
A	$d \geq 10$
B	$10 < d \leq 15$
C	$15 < d \leq 25$
D	$25 < d \leq 35$
E	$35 < d \leq 50$
F	$d \geq 50$

Tabella 30 – Classificazione LoS (HCM2010)

Come evidenziato nelle immagini a seguire, l'analisi modellistica puntuale dimostra che gli interventi viabilistici proposti sono adeguatamente dimensionati e non presentano particolari criticità, in corrispondenza dell'ora di punta del mattino analizzata.

Il nodo 2, rappresentato dalla rotatoria di svincolo con la Rho – Monza è quello che presenta maggiori rallentamenti essendo il principale porta di accesso all'area di progetto dalla viabilità primaria. Le risultanze sono comunque accettabili in quanto mediamente il livello di servizio risulta pari a D, nonostante la manovra che gestisce le uscite da Nord dalla A52 presenti un livello F.

Considerando che si sta analizzando l'ora più critica si ritiene, anche sulla base delle evidenze offerte dalla microsimulazione, che tale risultanza possa considerarsi sostenibile. La simulazione dinamica evidenzia che gli accodamenti non vanno mai a interferire con la funzionalità dello svincolo autostradale.

Per quanto riguarda le risultanze relative ai restanti nodi, l'analisi evidenzia che non si presentano problematiche di alcun tipo. Tutte le intersezioni presentano un livello di servizio molto alto con un considerevole residuo di capacità.

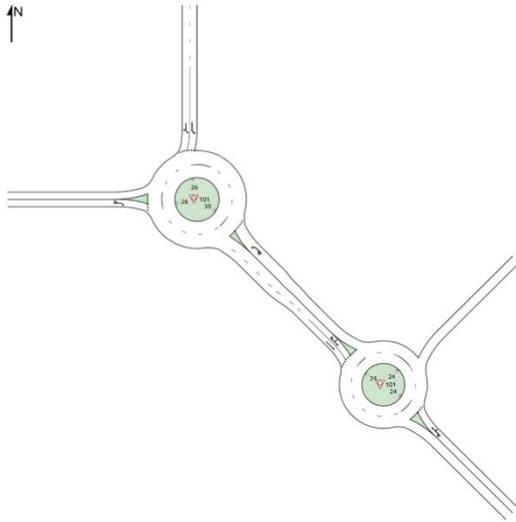
Si sottolinea che, analizzando le rotatorie singolarmente si viene a perdere il così detto "effetto rete", fenomeno invece valutato attraverso il processo di simulazione dinamica. Le risultanze dell'analisi statica risultano migliorative rispetto a quanto riscontrato nella simulazione dinamica in quanto ogni nodo viene analizzato singolarmente, non considerando che il traffico in arrivo all'intersezione oggetto di studio, è fortemente influenzato dalle condizioni di deflusso alle intersezioni limitrofe, motivo per cui nella simulazione dinamica si osservano temporanei accodamenti, soprattutto in corrispondenza del sistema di rotatorie a Ovest, che dalle risultanze di analisi statica, non emergono.

Le due rotatorie che costituiscono il nodo 1 sono state descritte come una sola intersezione all'interno dell'analisi statica e offrono una buona risultanza secondo questa linea di calcolo. Si rileva che la loro vicinanza è tale che anche la simulazione dinamica evidenzia che lavorano come una sola intersezione. Il traffico che arriva da Nord, in direzione di Mind, pur essendo molto consistente viene comunque platonato e cadenzato dalla presenza della rotatoria 2. La simulazione dinamica mostra che il sistema nella sua complessità è in grado di gestire i flussi, presentando elementi di criticità che trovano però soluzione proprio grazie all'effetto rete dovuto alla vicinanza delle intersezioni.

NETWORK LAYOUT

Network: N101 [Porta Ovest - A]

New Network



SITES IN NETWORK		
Site ID	CCG ID	Site Name
101	NA	Biella Ovest Esistente
101	NA	Biella Ovest Progetto

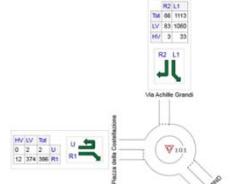
SIDRA INTERSECTION 7.0 | Copyright © 2000-2017 Akcelik and Associates Pty Ltd | sidrasolutions.com
 Organisation: SYSTEMATICA | Created: 31 July 2018 17:57:07
 Project: C:\Users\SYSTEMATICA\SYSTEMATICA\Desktop\MIND_Rotatorie\180731_rotatorie_mind.sip7

OD MOVEMENT DEMAND FLOWS

Site Origin - Destination Movement Demand Flow Rates (veh/h)

Site: 101 [Biella Ovest Esistente]

New Site Roundabout



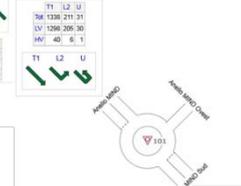
Site	All MCs	Light Vehicles (LV)	Heavy Vehicles (HV)
SE Anello MIND	230	231	2
NV Anello Grand	1100	1100	0
VV Piazza Italia Contribuzione	300	300	0
Total	1625	1531	2

OD MOVEMENT DEMAND FLOWS

Site Origin - Destination Movement Demand Flow Rates (veh/h)

Site: 101 [Biella Ovest Progetto]

New Site Roundabout



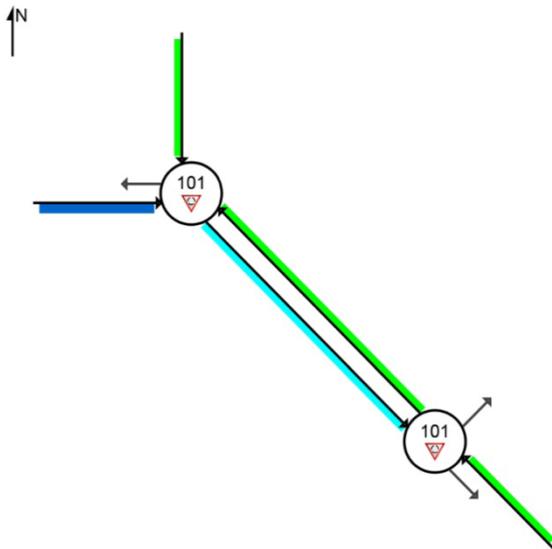
Site	All MCs	Light Vehicles (LV)	Heavy Vehicles (HV)
SE Anello MIND Sur	626	627	0
NV Anello MIND	1500	1500	0
Total	2126	2127	0

APPROACH LEVEL OF SERVICE

Approach Level of Service for Network Sites

Network: N101 [Porta Ovest - A]

New Network



Colour code based on Level of Service

LOS A	LOS B	LOS C	LOS D	LOS E	LOS F	TWSC Major Rd (HCM LOS Rule)
-------	-------	-------	-------	-------	-------	------------------------------

Site Level of Service (LOS) Method: Delay & v/c (HCM 6). Site LOS Method is specified in the Network Data dialog (Ne LOS F will result if v/c > 1 irrespective of movement delay value (does not apply for approaches and intersection). Delay model settings are specified for individual Sites forming the Network.

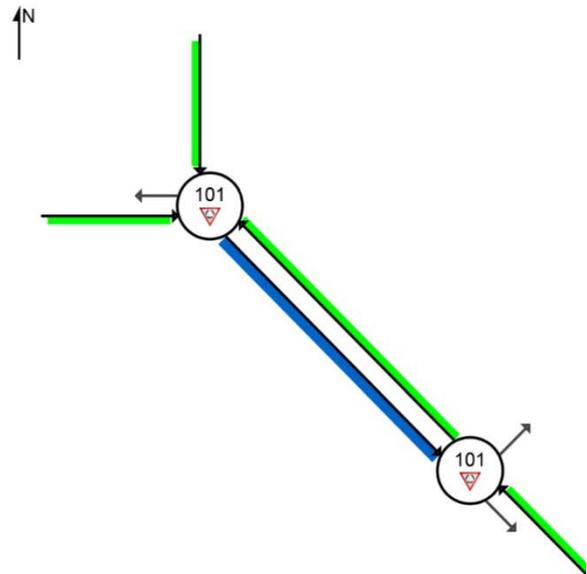
SIDRA INTERSECTION 7.0 | Copyright © 2000-2017 Akcelik and Associates Pty Ltd | sidrasolutions.com
 Organisation: SYSTEMATICA | Processed: 31 July 2018 17:54:29
 Project: C:\Users\SYSTEMATICA\SYSTEMATICA\Desktop\MIND_Rotatorie\180731_rotatorie_mind.sip7

DEGREE OF SATURATION

Ratio of Demand Volume to Capacity (v/c ratio)

Network: N101 [Porta Ovest - A]

New Network



Colour code based on Degree of Saturation

< 0.6	0.6 - 0.7	0.7 - 0.8	0.8 - 0.9	0.9 - 1.0	> 1.0
-------	-----------	-----------	-----------	-----------	-------

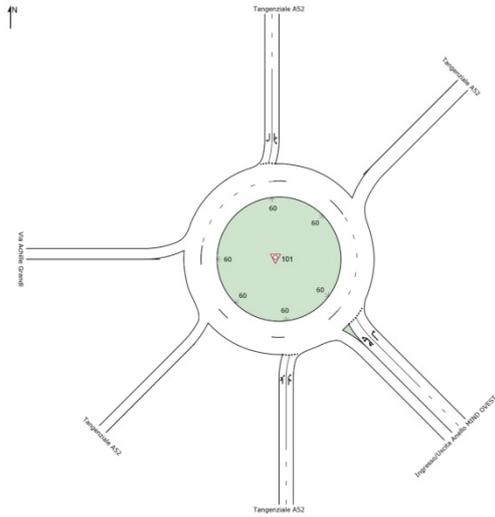
SIDRA INTERSECTION 7.0 | Copyright © 2000-2017 Akcelik and Associates Pty Ltd | sidrasolution
 Organisation: SYSTEMATICA | Processed: 31 July 2018 18:02:26
 Project: C:\Users\SYSTEMATICA\SYSTEMATICA\Desktop\MIND_Rotatorie\180731_rotatorie_mind.sip7

Figura 112 - Intersezione 1 – analisi di funzionalità tramite Sidra Intersection

SITE LAYOUT

Site: 101 [Porta Ovest - rot 2 - Copy]

New Site Roundabout



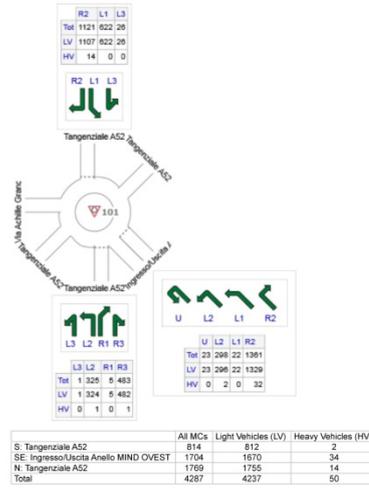
SIDRA INTERSECTION 7.0 | Copyright © 2000-2017 Akcelik and Associates Pty Ltd | sidrasolutions.com

OD MOVEMENT DEMAND FLOWS

Site Origin - Destination Movement Demand Flow Rates (veh/h)

Site: 101 [Porta Ovest - rot 2 - Copy]

New Site Roundabout



SIDRA INTERSECTION 7.0 | Copyright © 2000-2017 Akcelik and Associates Pty Ltd | sidrasolutions.com
 Organisation: SYSTEMATICA | Processed: 22 November 2018 11:09:35
 Project: C:\Users\SYSTEMATICA\SYSTEMATICA\Desktop\mind_aggiornamento_sidra181116_rotatorie_mind_aggiornamentoT6.sip7

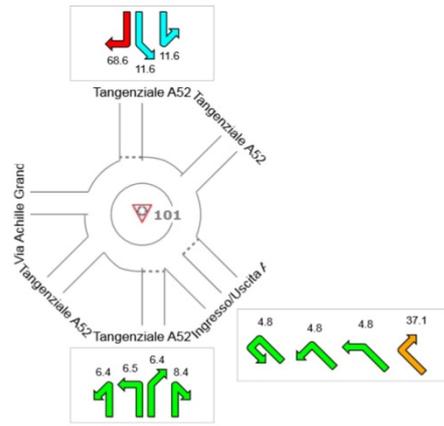
DELAY (CONTROL)

Average control delay per vehicle, or average pedestrian delay (seconds)

Site: 101 [Porta Ovest - rot 2 - Copy]

New Site Roundabout

All Movement Classes	South	Southeast	North	Intersection
Delay (Control)	7.6	30.6	47.7	33.3
LOS	A	D	E	D



Colour code based on Level of Service
 LOS A LOS B LOS C LOS D LOS E LOS F
 Site Level of Service (LOS) Method: Delay & v/c (HCM 6). Site LOS Method is specified in the Parameter Settings dialog (Site tab).
 LOS F will result if v/c > 1 irrespective of movement delay value (does not apply for approaches and intersection).
 Roundabout Level of Service Method: Same as Sign Control
 HCM Delay Formula option is used. Control Delay does not include Geometric Delay since Exclude Geometric Delay option applies.

SIDRA INTERSECTION 7.0 | Copyright © 2000-2017 Akcelik and Associates Pty Ltd | sidrasolutions.com
 Organisation: SYSTEMATICA | Processed: 22 November 2018 11:09:35
 Project: C:\Users\SYSTEMATICA\SYSTEMATICA\Desktop\mind_aggiornamento_sidra181116_rotatorie_mind_aggiornamentoT6.sip7

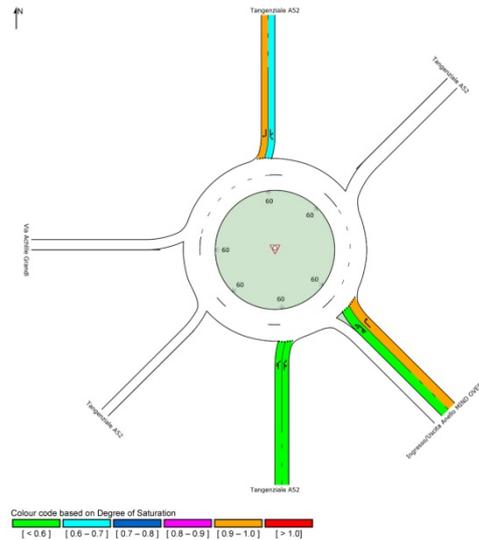
DEGREE OF SATURATION

Ratio of Demand Volume to Capacity (v/c ratio)

Site: 101 [Porta Ovest - rot 2 - Copy]

New Site Roundabout

All Movement Classes	South	Southeast	North	Intersection
Degree of Saturation	0.45	0.94	0.98	0.98



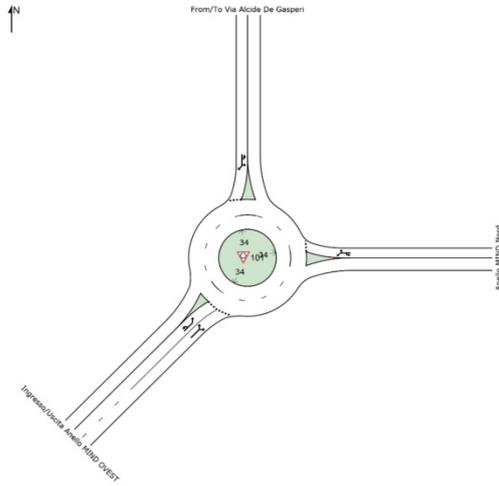
SIDRA INTERSECTION 7.0 | Copyright © 2000-2017 Akcelik and Associates Pty Ltd | sidrasolutions.com
 Organisation: SYSTEMATICA | Processed: 22 November 2018 11:09:35
 Project: C:\Users\SYSTEMATICA\SYSTEMATICA\Desktop\mind_aggiornamento_sidra181116_rotatorie_mind_aggiornamentoT6.sip7

Figura 113 - Intersezione 2 –analisi di funzionalità tramite Sidra Intersection

SITE LAYOUT

Site: 101 [Porta Ovest - rot 3 ok]

New Site Roundabout



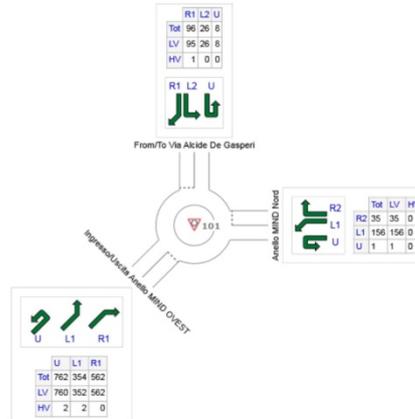
SIDRA INTERSECTION 7.0 | Copyright © 2000-2017 Akcelik and Associates Pty Ltd | sidrasolutions.com
 Organisation: SYSTEMATICA | Created: 22 November 2018 11:44:42
 Project: C:\Users\SYSTEMATICA\SYSTEMATICA\Desktop\mind_aggiornamento sidra\181116_rotatorie_mind_aggiornamentoT6.sip7

OD MOVEMENT DEMAND FLOWS

Site Origin - Destination Movement Demand Flow Rates (veh/h)

Site: 101 [Porta Ovest - rot 3 ok]

New Site Roundabout



SIDRA INTERSECTION 7.0 | Copyright © 2000-2017 Akcelik and Associates Pty Ltd | sidrasolutions.com
 Organisation: SYSTEMATICA | Processed: 18 November 2018 10:18:05
 Project: C:\Users\SYSTEMATICA\SYSTEMATICA\Desktop\mind_aggiornamento sidra\181116_rotatorie_mind_aggiornamentoT6.sip7

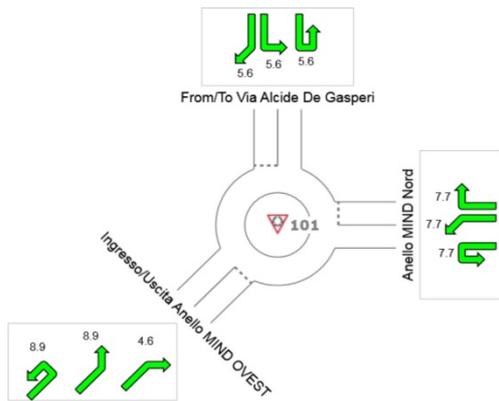
DELAY (CONTROL)

Average control delay per vehicle, or average pedestrian delay (seconds)

Site: 101 [Porta Ovest - rot 3 ok]

New Site Roundabout

All Movement Classes	East	North	Southwest	Intersection
Delay (Control)	7.7	5.6	7.5	7.4
LOS	A	A	A	A



Colour code based on Level of Service	LOS A	LOS B	LOS C	LOS D	LOS E	LOS F
	Green	Light Green	Yellow	Orange	Red-Orange	Red

Site Level of Service (LOS) Method: Delay & v/c (HCM 6). Site LOS Method is specified in the Parameter Settings dialog (Site tab).
 LOS F will result if v/c > 1 irrespective of movement delay value (does not apply for approaches and intersection).
 Roundabout Level of Service Method: Same as Sign Control.
 HCM Delay Formula option is used. Control Delay does not include Geometric Delay since Exclude Geometric Delay option applies.

SIDRA INTERSECTION 7.0 | Copyright © 2000-2017 Akcelik and Associates Pty Ltd | sidrasolutions.com
 Organisation: SYSTEMATICA | Processed: 18 November 2018 10:18:05
 Project: C:\Users\SYSTEMATICA\SYSTEMATICA\Desktop\mind_aggiornamento sidra\181116_rotatorie_mind_aggiornamentoT6.sip7

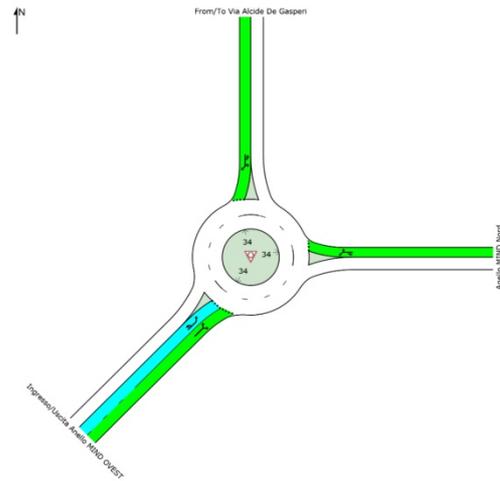
DEGREE OF SATURATION

Ratio of Demand Volume to Capacity (v/c ratio)

Site: 101 [Porta Ovest - rot 3 ok]

New Site Roundabout

All Movement Classes	East	North	Southwest	Intersection
Degree of Saturation	0.26	0.15	0.64	0.64



Colour code based on Degree of Saturation	< 0.6	[0.6 - 0.7]	[0.7 - 0.8]	[0.8 - 0.9]	[0.9 - 1.0]	> 1.0
	Green	Light Green	Yellow	Orange	Red-Orange	Red

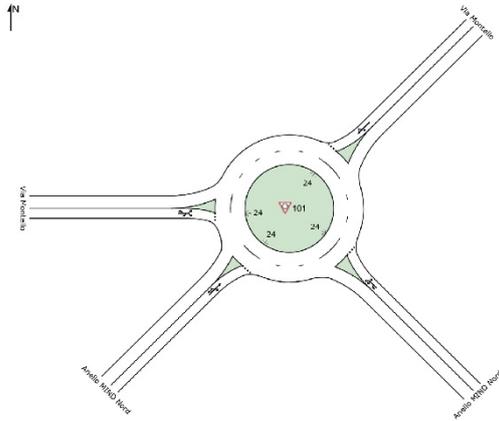
SIDRA INTERSECTION 7.0 | Copyright © 2000-2017 Akcelik and Associates Pty Ltd | sidrasolutions.com
 Organisation: SYSTEMATICA | Processed: 18 November 2018 10:18:05
 Project: C:\Users\SYSTEMATICA\SYSTEMATICA\Desktop\mind_aggiornamento sidra\181116_rotatorie_mind_aggiornamentoT6.sip7

Figura 114 - Intersezione 3 – analisi di funzionalità tramite Sidra Intersection

SITE LAYOUT

Site: 101 [Nodo Carcere ok]

New Site
Roundabout



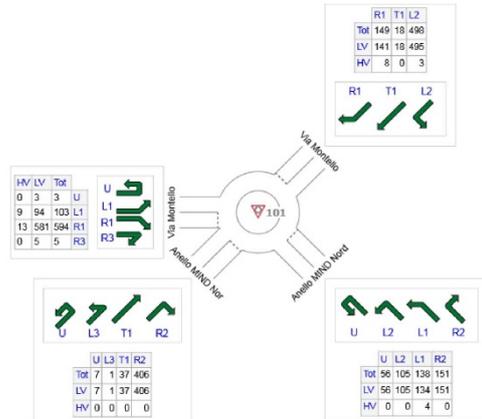
SIDRA INTERSECTION 7.0 | Copyright © 2000-2017 Abcalck and Associates Pty Ltd | sidrasolutions.com
 Organization: SYGTF/MTICA | Project: 22 November 2019 12:13:32
 Project: C:\Users\SYSTEM\ATICA\SYSTEM\ATICA\Desktop\mnd_aggiornamento sidra\151110_rotto_e_mnd_aggiornamento\7.0.sp7

OD MOVEMENT DEMAND FLOWS

Site Origin - Destination Movement Demand Flow Rates (veh/h)

Site: 101 [Nodo Carcere ok]

New Site
Roundabout



	All MCs	Lght Vehicles (LV)	Heavy Vehicles (HV)
SE Anello MIND Nord	450	446	4
NE Via Montebello	665	654	11
NW Via Montebello	705	693	12
SW Anello MIND Nord	461	461	0
Total	2271	2234	37

SIDRA INTERSECTION 7.0 | Copyright © 2000-2017 Abcalck and Associates Pty Ltd | sidrasolutions.com
 Organization: SYGTF/MTICA | Project: 22 November 2019 12:13:32
 Project: C:\Users\SYSTEM\ATICA\SYSTEM\ATICA\Desktop\mnd_aggiornamento sidra\151110_rotto_e_mnd_aggiornamento\7.0.sp7

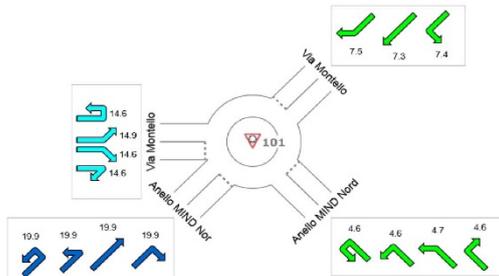
DELAY (CONTROL)

Average control delay per vehicle, or average pedestrian delay (seconds)

Site: 101 [Nodo Carcere ok]

New Site
Roundabout

All Movement Classes	Southwest	Northwest	West	Southwest	Intersection
Delay (Control)	4.8	7.4	14.7	19.9	11.5
LOS	A	A	B	C	B



Colour code based on Level of Service
 LOS A LOS B LOS C LOS D LOS E LOS F

Site Level of Service (LOS) Method: Delay & v/c (HCM 6). Site LOS Method is specified in the Parameter Settings dialog (Site tab).
 LOS F will result if v/c > 1 irrespective of movement delay value (does not apply to approaches at a roundabout intersection).
 Roundabout Level of Service Method: Same as Sign Control.
 HCM Delay Formula color is used. Control Delay does not include Geometric Delay since Exclude Geometric Delay option applies.

SIDRA INTERSECTION 7.0 | Copyright © 2000-2017 Abcalck and Associates Pty Ltd | sidrasolutions.com
 Organization: SYGTF/MTICA | Project: 22 November 2019 12:13:32
 Project: C:\Users\SYSTEM\ATICA\SYSTEM\ATICA\Desktop\mnd_aggiornamento sidra\151110_rotto_e_mnd_aggiornamento\7.0.sp7

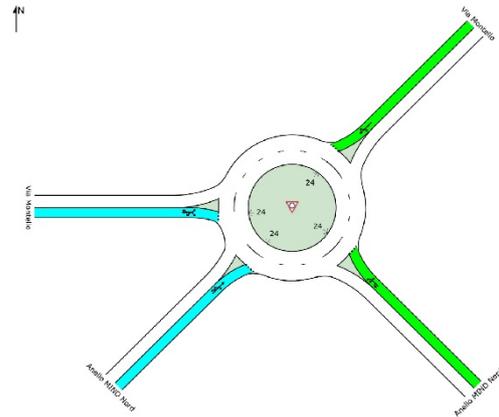
DEGREE OF SATURATION

Ratio of Demand Volume to Capacity (v/c ratio)

Site: 101 [Nodo Carcere ok]

New Site
Roundabout

All Movement Classes	Southwest	Northwest	West	Southwest	Intersection
Degree of Saturation	0.28	0.48	0.69	0.88	0.69



Colour code based on Degree of Saturation
 < 0.6 [0.6 - 0.7] [0.7 - 0.8] [0.8 - 0.9] [0.9 - 1.0] > 1.0

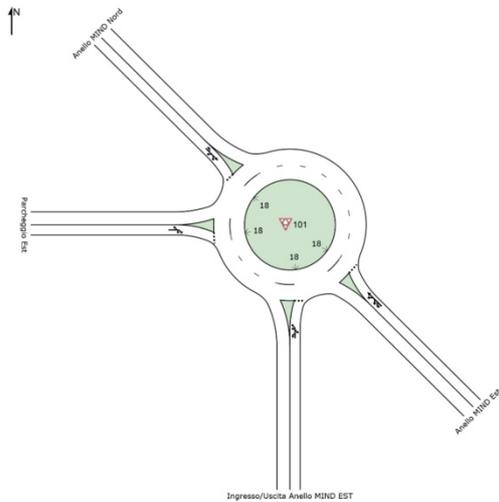
SIDRA INTERSECTION 7.0 | Copyright © 2000-2017 Abcalck and Associates Pty Ltd | sidrasolutions.com
 Organization: SYGTF/MTICA | Project: 22 November 2019 12:13:32
 Project: C:\Users\SYSTEM\ATICA\SYSTEM\ATICA\Desktop\mnd_aggiornamento sidra\151110_rotto_e_mnd_aggiornamento\7.0.sp7

Figura 115 - Intersezione 4 – analisi di funzionalità tramite Sidra Intersection

SITE LAYOUT

Site: 101 [Porta Est rot 5 ok]

New Site Roundabout



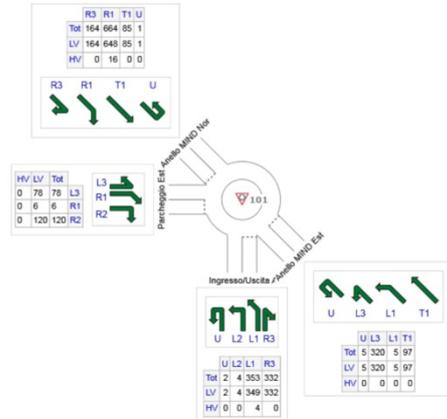
SIDRA INTERSECTION 7.0 | Copyright © 2000-2017 Akcelik and Associates Pty Ltd | sidrasolutions.com
 Organisation: SYSTEMATICA | Processed: 18 November 2018 10:32:19
 Project: C:\Users\SYSTEMATICA\SYSTEMATICA\Desktop\mind_aggiornamento sidra\181116_rotatore_mind_aggiornamentoT6.sip7

OD MOVEMENT DEMAND FLOWS

Site Origin - Destination Movement Demand Flow Rates (veh/h)

Site: 101 [Porta Est rot 5 ok]

New Site Roundabout



	All Mcls	Light Vehicles (LV)	Heavy Vehicles (HV)
S. Ingresso/Uscita Anello MIND EST	591	687	4
SE Anello MIND Est	427	427	0
NW Anello MIND Nord	914	898	16
W. Anello MIND Est	204	204	0
Total	2236	2216	20

SIDRA INTERSECTION 7.0 | Copyright © 2000-2017 Akcelik and Associates Pty Ltd | sidrasolutions.com
 Organisation: SYSTEMATICA | Processed: 18 November 2018 10:32:19
 Project: C:\Users\SYSTEMATICA\SYSTEMATICA\Desktop\mind_aggiornamento sidra\181116_rotatore_mind_aggiornamentoT6.sip7

DELAY (CONTROL)

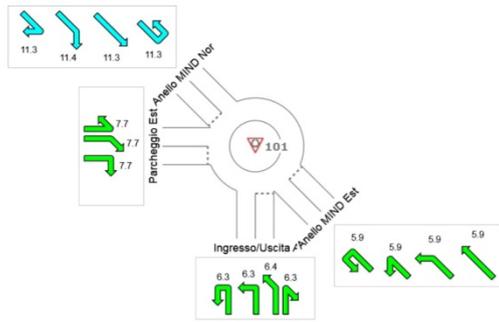
Average control delay per vehicle, or average pedestrian delay (seconds)

Site: 101 [Porta Est rot 5 ok]

New Site Roundabout

All Movement Classes

	South	Southeast	Northwest	West	Intersection
Delay (Control)	6.3	5.9	11.3	7.7	8.4
LOS	A	A	B	A	A



Colour code based on Level of Service

LOS A	LOS B	LOS C	LOS D	LOS E	LOS F

Site Level of Service (LOS) Method: Delay & v/c (HCM 6). Site LOS Method is specified in the Parameter Settings dialog (Site tab).
 LOS F will result if v/c > 1 irrespective of movement delay value (does not apply for approaches and intersection).
 Roundabout Level of Service Method: Same as Sign Control.
 HCM Delay Formula option is used. Control Delay does not include Geometric Delay since Exclude Geometric Delay option applies.

SIDRA INTERSECTION 7.0 | Copyright © 2000-2017 Akcelik and Associates Pty Ltd | sidrasolutions.com
 Organisation: SYSTEMATICA | Processed: 18 November 2018 10:32:19
 Project: C:\Users\SYSTEMATICA\SYSTEMATICA\Desktop\mind_aggiornamento sidra\181116_rotatore_mind_aggiornamentoT6.sip7

DEGREE OF SATURATION

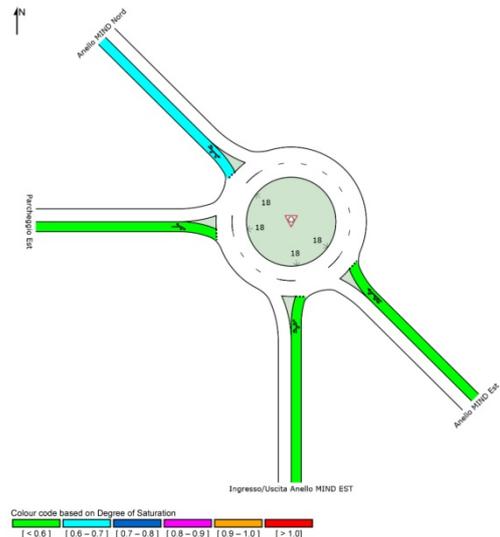
Ratio of Demand Volume to Capacity (v/c ratio)

Site: 101 [Porta Est rot 5 ok]

New Site Roundabout

All Movement Classes

	South	Southeast	Northwest	West	Intersection
Degree of Saturation	0.44	0.33	0.67	0.27	0.67



Colour code based on Degree of Saturation

< 0.6	[0.6 - 0.7]	[0.7 - 0.8]	[0.8 - 0.9]	[0.9 - 1.0]	> 1.0

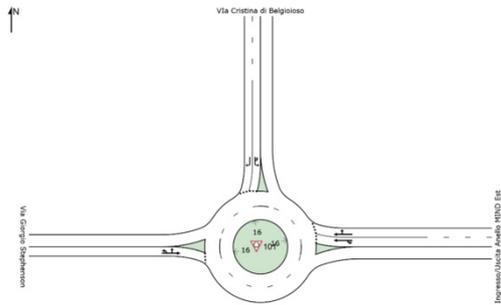
SIDRA INTERSECTION 7.0 | Copyright © 2000-2017 Akcelik and Associates Pty Ltd | sidrasolutions.com
 Organisation: SYSTEMATICA | Processed: 18 November 2018 10:32:19
 Project: C:\Users\SYSTEMATICA\SYSTEMATICA\Desktop\mind_aggiornamento sidra\181116_rotatore_mind_aggiornamentoT6.sip7

Figura 116 - Intersezione 5- analisi di funzionalità tramite Sidra Intersection

SITE LAYOUT

Site: 101 [Porta Est rot 6 ok]

New Site Roundabout



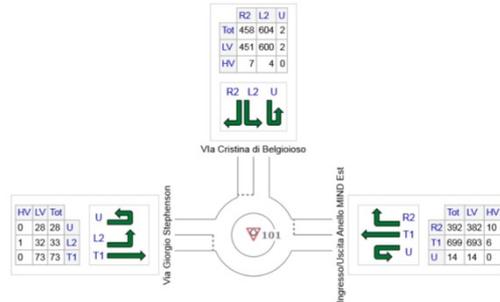
SIDRA INTERSECTION 7.0 | Copyright © 2000-2017 Akcelik and Associates Pty Ltd | sidrasolutions.com
 Organisation: SYSTEMATICA | Created: 22 November 2018 11:42:24
 Project: C:\Users\SYSTEMATICA\SYSTEMATICA\Desktop\mind_aggiornamento sidra\181118_rotatorie_mind_aggiornamentoT6.sip7

OD MOVEMENT DEMAND FLOWS

Site Origin - Destination Movement Demand Flow Rates (veh/h)

Site: 101 [Porta Est rot 6 ok]

New Site Roundabout



	All MCs	Light Vehicles (LV)	Heavy Vehicles (HV)
E. Ingresso/Uscita Anello MIND Est	1105	1089	16
N. Via Cristina di Belgioioso	1064	1053	11
W. Via Giorgio Stephenson	134	133	1
Total	2303	2275	28

SIDRA INTERSECTION 7.0 | Copyright © 2000-2017 Akcelik and Associates Pty Ltd | sidrasolutions.com
 Organisation: SYSTEMATICA | Processed: 18 November 2018 10:34:54
 Project: C:\Users\SYSTEMATICA\SYSTEMATICA\Desktop\mind_aggiornamento sidra\181118_rotatorie_mind_aggiornamentoT6.sip7

DELAY (CONTROL)

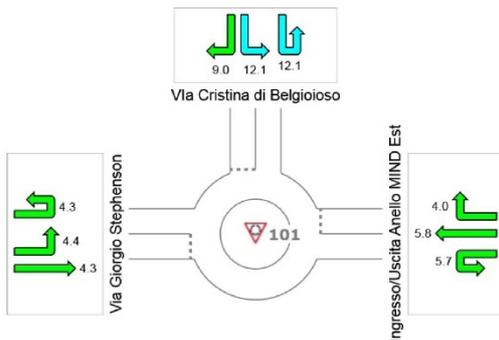
Average control delay per vehicle, or average pedestrian delay (seconds)

Site: 101 [Porta Est rot 6 ok]

New Site Roundabout

All Movement Classes

	East	North	West	Intersection
Delay (Control)	5.1	16.8	4.3	7.7
LOS	A	B	A	A



Colour code based on Level of Service



Site Level of Service (LOS) Method: Delay & v/c (JLM 8); Site LOS Method is specified in the Parameter Settings dialog (Site tab).
 LOS F will result if v/c > 1 irrespective of movement delay values (does not apply for approaches and intersection).
 Roundabout Level of Service Method: Same as Sign Control.
 HCM Delay Formula color is used. Control delay does not include Geometric Delay since Exclude Geometric Delay option applies.

SIDRA INTERSECTION 7.0 | Copyright © 2000-2017 Akcelik and Associates Pty Ltd | sidrasolutions.com
 Organisation: SYSTEMATICA | Processed: 18 November 2018 10:34:04
 Project: C:\Users\SYSTEMATICA\SYSTEMATICA\Desktop\mind_aggiornamento sidra\181118_rotatorie_mind_aggiornamentoT6.sip7

DEGREE OF SATURATION

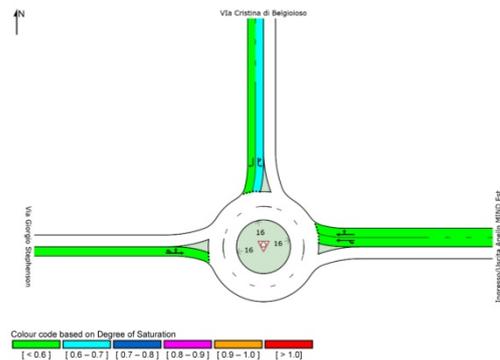
Ratio of Demand Volume to Capacity (v/c ratio)

Site: 101 [Porta Est rot 6 ok]

New Site Roundabout

All Movement Classes

	East	North	West	Intersection
Degree of Saturation	0.42	0.61	0.12	0.61



SIDRA INTERSECTION 7.0 | Copyright © 2000-2017 Akcelik and Associates Pty Ltd | sidrasolutions.com
 Organisation: SYSTEMATICA | Processed: 18 November 2018 10:34:04
 Project: C:\Users\SYSTEMATICA\SYSTEMATICA\Desktop\mind_aggiornamento sidra\181118_rotatorie_mind_aggiornamentoT6.sip7

Figura 117 - Intersezione 6 – analisi di funzionalità tramite Sidra Intersection

10 Analisi del Quadro Temporale di Attuazione

10.1 Premessa

In accordo con la società proponente sono stati definiti tre scenari di attuazione (oltre lo stato di fatto) vincolanti in termini di analisi sugli impatti di accessibilità al sito.

Gli scenari individuati per i quali si sono svolti degli approfondimenti sono i seguenti:

SCENARIO T0

INTERVENTI INTERNI AL PII					INTERVENTI ESTERNI AL PII	
Scenari	Domanda MIND	Connessioni interne all'area	Parcheggi (Esistenti e in Programma)	Interventi rete stradale	Domanda Comparti esterni	Interventi TPL
Scenario T0 giu 2018 / FASE T0 (*) / Scenario T0 (**)	<ul style="list-style-type: none"> • Cascina Triulza • Human Technopole (Palazzo Italia) (Fase 1 - in corso) • Ospedale Galeazzi (in corso) • Area Live Experience 	<ul style="list-style-type: none"> • Decumano • Loop 	<ul style="list-style-type: none"> • Parcheggi esistenti - 990 posti pubblici 		Cascina Merlata (50% delle residenze)	

SVILUPPO PRIVATO MIND									
Scenari	Domanda MIND	Uffici [m2]	Residenze [m2]	Negozi [m2]	Hotel [m2]	Industria leggera [m2]	Student housing [m2]	Culturale [m2]	Altro - Pubblico [m2]
Scenario T0 giu 2018	Sviluppo privato (0%)								

SCENARIO T1

INTERVENTI INTERNI AL PII					INTERVENTI ESTERNI AL PII	
Scenari	Domanda MIND	Connessioni interne all'area	Parcheggi (Esistenti e in Programma)	Interventi rete stradale	Domanda Comparti esterni	Interventi TPL
Scenario T1 fine 2021 / Fase 1 (*) / Scenario T3-T4 (**)	<ul style="list-style-type: none"> Ospedale Galeazzi (completato) Human technopole (Fase 1 - completata) Nuovo edificio Human technopole (in corso) UniMi (in costruzione) 	<ul style="list-style-type: none"> Decumano Loop Cardo (in corso) Introduzione servizio GRT 	<ul style="list-style-type: none"> Parcheggi esistenti - 990 posti pubblici Circa 1.800 posti privati Park remoto a Rho (IRCCS) P8 - P OVEST (temporaneo) Parcheggio pubblico - a raso temporaneo P9 - P HT Parcheggio pubblico multipiano - 150 posti (in costruzione) 	<ul style="list-style-type: none"> B.1.1 Nuova viabilità innesto UNIMI (in corso) B.1.5 Adeguamento Parcheggio Roserio (completato) B.4.1 Passerella PEM - adeguamento ciclo pedonale (in corso) B.4.3 Nuova fermata ferroviaria MIND-Merlata (in corso) B.1.10 Adeguamento Loop SUD (completato) Apertura anello sud a traffico limitato agli utilizzatori del sito 	Cascina Merlata (100%)	<ul style="list-style-type: none"> Linea connessione tra: park remoto Irccs/stazione Rho/Irccs/HT/Roserio/Sacco

SVILUPPO PRIVATO MIND									
Scenari	Domanda MIND	Uffici [m2]	Residenze [m2]	Negozi [m2]	Hotel [m2]	Industria leggera [m2]	Student housing [m2]	Culturale [m2]	Altro - Pubblico [m2]
Scenario T1 fine 2021	Sviluppo privato (10%)	27.450	13.500	1.050	3.000		6.000	4.000	10.200

SCENARIO T2

INTERVENTI INTERNI AL PII					INTERVENTI ESTERNI AL PII	
Scenari	Domanda MIND	Connessioni interne all'area	Parcheggi (Esistenti e in Programma)	Interventi rete stradale	Domanda Comparti esterni	Interventi TPL
Scenario T2 giu 2023 / Scenario T5 (**)	<ul style="list-style-type: none"> Human technopole (Fase 1 - completata) UniMi (30% in utilizzo, 100% in costruzione) Nuovo edificio Human technopole (completato) 	<ul style="list-style-type: none"> Decumano Loop Cardo Servizio GRT Passerella PEM 	<ul style="list-style-type: none"> Circa 1.140 posti pubblici Circa 2.660 posti privati P8 - P OVEST (temporaneo) Parcheggio pubblico - a raso temporaneo (150 posti auto) P8 - PM OVEST Parcheggio pubblico multipiano - 1100 posti (in costruzione) P10 - PM OT Parcheggio pubblico multipiano - 280 posti (in costruzione) 	<ul style="list-style-type: none"> B.1.1 Nuova viabilità innesto UNIMI (completato) - Viabilità accesso UniMi B.1.7 Adeguamento Porta Ovest - Ampliamento rampe (in corso) B.1.8 Nuova rotonda Carcere di Bollate (in corso) B.1.11 Adeguamento recinzioni perimetrali (in corso) B.4.1 Passerella PEM - adeguamento ciclo pedonale (completato) B.4.3 Nuova fermata ferroviaria MIND-Merlata (completato) 		<ul style="list-style-type: none"> Fermata Mind-Merlata con soli servizi S5-S6

SVILUPPO PRIVATO MIND									
Scenari	Domanda MIND	Uffici [m2]	Residenze [m2]	Negozi [m2]	Hotel [m2]	Industria leggera [m2]	Student housing [m2]	Culturale [m2]	Altro - Pubblico [m2]
Scenario T2 giu 2023	Sviluppo privato (20%)	41.175	34.650	3.850	6.600	2.450	13.800	8.000	20.400

SCENARIO T3

INTERVENTI INTERNI AL PII					INTERVENTI ESTERNI AL PII	
Scenari	Domanda MIND	Connessioni interne all'area	Parcheggi (Esistenti e in Programma)	Interventi rete stradale	Domanda Comparti esterni	Interventi TPL
Scenario T3 giu 2024 / Fase 2 (*) / Scenario T6 (**)	• UniMi (100% in utilizzo)	• Decumano • Loop • Cardo • Servizio GRT • Passerella PEM	• Circa 2.520 posti pubblici • Circa 3.400 posti privati	• B.1.7 Adeguamento Porta Cvest - Ampliamento rampe (completato) • B.1.8 Nuova rotatoria Carcere di Bollate (completato) • B.1.11 Adeguamento recinzioni perimetrali (completato)		• Fermata Mind-Merlata S5 - S6 - S11 • Riconfigurazione TPL come da proposta PII

SVILUPPO PRIVATO MIND									
Scenari	Domanda MIND	Uffici [m2]	Residenze [m2]	Negozi [m2]	Hotel [m2]	Industria leggera [m2]	Student housing [m2]	Culturale [m2]	Altro - Pubblico [m2]
Scenario T3 giu 2024	Sviluppo privato (30%)	54.900	55.800	6.650	10.200	4.900	21.000	12.000	30.600

SCENARIO T4

INTERVENTI INTERNI AL PII					INTERVENTI ESTERNI AL PII	
Scenari	Domanda MIND	Connessioni interne all'area	Parcheggi (Esistenti e in Programma)	Interventi rete stradale	Domanda Comparti esterni	Interventi TPL
Scenario T4 giu 2025 / Scenario T7 (**)		• Decumano • Loop • Cardo • Servizio GRT • Passerella PEM	• Circa 2.520 posti pubblici • Circa 3.700 posti privati	• B.4.2 Passerella PEF - Adeguamento ciclo pedonale (in corso)	• Ampliamento Arese (previsioni AdP Arese) • Quartiere Stephenson	• Fermata MIND a regime con CircleLine • Raccordo stradale MIND-Qre Stephenson

SVILUPPO PRIVATO MIND									
Scenari	Domanda MIND	Uffici [m2]	Residenze [m2]	Negozi [m2]	Hotel [m2]	Industria leggera [m2]	Student housing [m2]	Culturale [m2]	Altro - Pubblico [m2]
Scenario T4 giu 2025	Sviluppo privato (50%)	129.930	66.060	15.155	11.640	13.930	24.000	20.000	51.000

SCENARIO T5

INTERVENTI INTERNI AL PII					INTERVENTI ESTERNI AL PII	
Scenari	Domanda MIND	Connessioni interne all'area	Parcheggi (Esistenti e in Programma)	Interventi rete stradale	Domanda Comparti esterni	Interventi TPL
Scenario T5 giu 2027 / Scenario T9 (**)		<ul style="list-style-type: none"> • Decumano • Loop • Cardo • Servizio GRT • Passerella PEM • Passerella PEF 	<ul style="list-style-type: none"> • Circa 2520 posti pubblici • Circa 5200 posti privati 			

SVILUPPO PRIVATO MIND									
Scenari	Domanda MIND	Uffici [m2]	Residenze [m2]	Negozi [m2]	Hotel [m2]	Industria leggera [m2]	Student housing [m2]	Culturale [m2]	Altro - Pubblico [m2]
Scenario T5 giu 2027	Sviluppo privato (75%)	229.970	79.740	26.495	13.560	25.970	27.000	28.000	71.400

SCENARIO T6

INTERVENTI INTERNI AL PII					INTERVENTI ESTERNI AL PII	
Scenari	Domanda MIND	Connessioni interne all'area	Parcheggi (Esistenti e in Programma)	Interventi rete stradale	Domanda Comparti esterni	Interventi TPL
Scenario T6 giu 2029 / Fase T3 (*) / Scenario T11 (**)		<ul style="list-style-type: none"> • Decumano • Loop • Cardo • Servizio GRT • Passerella PEM • Passerella PEF 	<ul style="list-style-type: none"> • Circa 2.520 posti pubblici • Circa 6.480 posti privati 	<ul style="list-style-type: none"> • B.1.3 Rifacimento manto stradale Loop NORD (completato) • B.1.9 Rifacimento manto stradale Loop SUD (completato) 		<ul style="list-style-type: none"> • Fermata MIND a regime CircleLine • Raccordo stradale MIND-Qre Stephenson

SVILUPPO PRIVATO MIND									
Scenari	Domanda MIND	Uffici [m2]	Residenze [m2]	Negozi [m2]	Hotel [m2]	Industria leggera [m2]	Student housing [m2]	Culturale [m2]	Altro - Pubblico [m2]
Scenario T6 giu 2029	Sviluppo privato (100%)	305.000	90.000	35.000	15.000	35.000	30.000	40.000	102.000

(*)riferimento fasi valutazioni acustiche vedi: *Rapporto Ambientale Allegato 3 – Documentazione di valutazione previsionale di clima acustico e studio dei necessari sistemi di mitigazione (cap.7)*

(**)riferimento fasi di attuazione vedi: *Rapporto Ambientale Allegato 5 – Schema delle fasi di sviluppo urbano sostenibile*

10.2 Stima della Domanda di Mobilità e Sosta

L'analisi della domanda di mobilità e sosta, sviluppata con le medesime modalità descritte in precedenza, è stata utilizzata anche nella valutazione della fasizzazione del progetto.

Si sottolinea che in fase 3, se verrà completato anche il nodo di Gallarate, la stazione di Mind Merlata sarà servita da ulteriori treni regionali nonché dal Malpensa Express (solamente alla fermata di Rho Fiera), garantendo quindi un livello di accessibilità da trasporto pubblico migliore di quanto ipotizzato.

La seguente tabella indica l'andamento della SLP realizzata in funzione della fase. L'analisi viene sviluppata in relazione alle tre fasi di sviluppo principali denominate T1, T3 e T6.

Funzione	T1 - 2021	T3 - 2024	T6 - 2029
RESIDENZIALE	13,500	55,800	90,000
SOCIAL HOUSING / RESIDENZE PER STUDENTI	6,600	21,000	30,000
TERZIARIO	27,450	54,900	305,000
COMMERCIALE	1,050	6,650	35,000
PRODUTTIVO	0	4,900	35,000
RICETTIVO	3,000	10,200	15,000
CULTURALE / INTRATTENIMENTO	4,000	12,000	40,000
ALTRE FUNZIONI PUBBLICHE	10,200	30,600	102,000
Università statale	0	187,000	187,000
Human Technopole	17,500	35,000	35,000
Struttura Sanitaria	86,000	86,000	86,000
TOTALE	169,300	504,050	960,000

Tabella 31 - SLP per fase di sviluppo

Come è logico aspettarsi la popolazione cresce seguendo la crescita delle superfici realizzate. Si sottolinea tuttavia che nella seconda fase (T3), per effetto del completamento dell'università, la porzione di visitatori del sito risulta particolarmente rilevante.

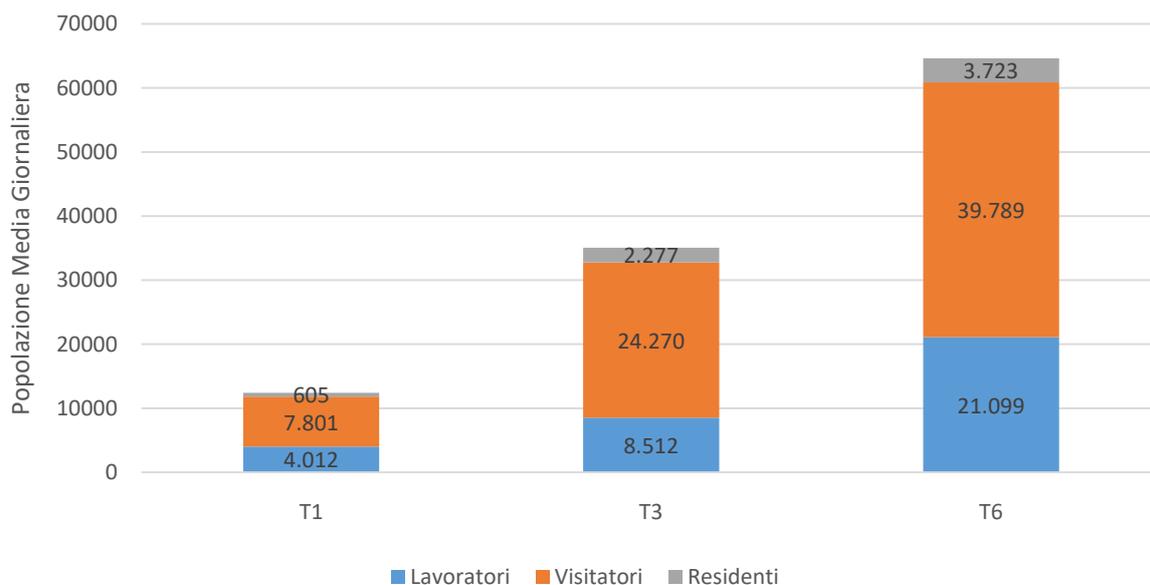


Figura 118 - Popolazione media giornaliera per fase e tipologia

La progressiva crescita riscontrata nella popolazione si riflette naturalmente anche nel numero di spostamenti giornalieri e in quelli nel corso delle ore di punta.

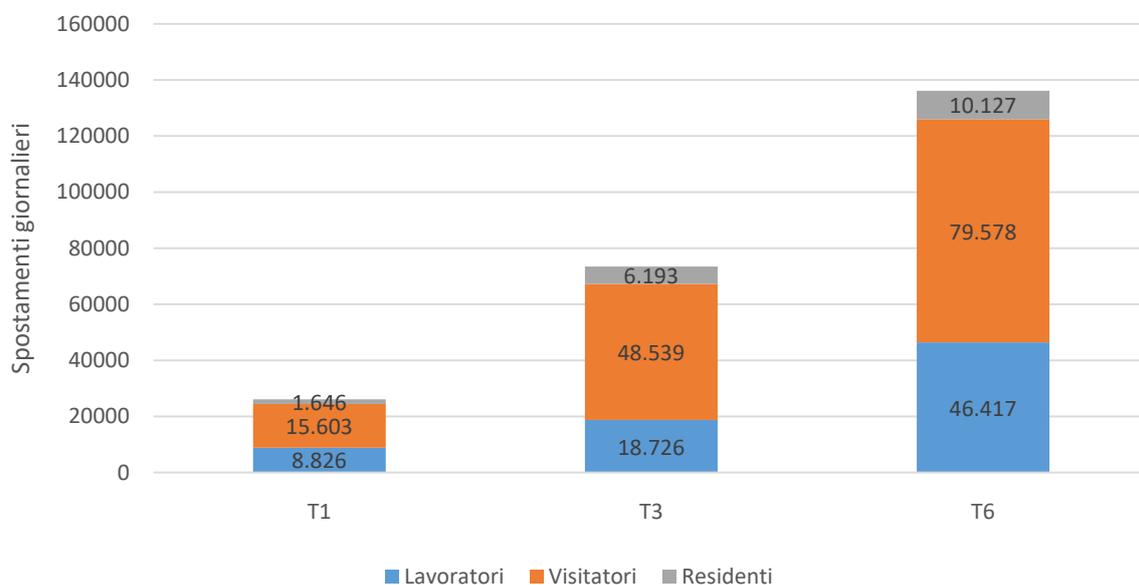


Tabella 32 - Spostamenti totali prodotti giornalmente per fase

Applicando poi al totale degli spostamenti i fattori di ora di punta descritti in precedenza e prendendo in considerazione l'internal capture si ottengono i seguenti valori di spostamenti esterni prodotti per ciascuna fase e ciascuna funzione. I valori stimati per la fase T6 sono ovviamente i medesimi illustrati nel capitolo di stima della domanda, dal momento che il T6 corrisponde alla realizzazione dell'intero sviluppo immobiliare.

Funzione	Spostamenti	Spostamenti IN	Spostamenti OUT
RESIDENZIALE	236	57	179
SOCIAL HOUSING / RESIDENZE PER STUDENTI	125	30	95
TERZIARIO	678	604	75
COMMERCIALE	18	10	8
PRODUTTIVO	0	0	0
RICETTIVO	6	3	3
CULTURALE / INTRATTENIMENTO	127	113	14
ALTRE FUNZIONI PUBBLICHE	244	152	92
Università statale	0	0	0
Human Technopole	445	396	49
Struttura Sanitaria	1,506	949	557
TOTALE	3,385	2,313	1,072

Tabella 33 - Spostamenti attratti e generati in fase T1 in ora di punta AM

Funzione	Spostamenti	Spostamenti IN	Spostamenti OUT
RESIDENZIALE	970	233	737
SOCIAL HOUSING / RESIDENZE PER STUDENTI	393	94	298
TERZIARIO	1,370	1,219	151
COMMERCIALE	69	37	32
PRODUTTIVO	21	18	2
RICETTIVO	17	9	8
CULTURALE / INTRATTENIMENTO	195	166	29
ALTRE FUNZIONI PUBBLICHE	730	454	276
Università statale	8,254	4,622	3,632
Human Technopole	898	800	99
Struttura Sanitaria	1,519	957	562
TOTALE	14,436	8,610	5,826

Tabella 34 - Spostamenti attratti e generati in fase T3 in ora di punta AM

Funzione	Spostamenti	Spostamenti IN	Spostamenti OUT
RESIDENZIALE	1,549	372	1,177
SOCIAL HOUSING / RESIDENZE PER STUDENTI	551	132	419
TERZIARIO	7,663	6,820	843
COMMERCIALE	389	210	179
PRODUTTIVO	150	134	17
RICETTIVO	25	14	11
CULTURALE / INTRATTENIMENTO	649	553	96
ALTRE FUNZIONI PUBBLICHE	2,432	1,513	919
Università statale	8,135	4,556	3,579

Human Technopole	883	786	97
Struttura Sanitaria	1,480	933	548
TOTALE	23,907	16,021	7,885

Tabella 35 - Spostamenti attratti e generati in fase T6 in ora di punta AM

In termini di domanda di sosta viene applicata la medesima metodologia descritta in precedenza che ha permesso di stimare una precisa domanda per ciascuna fase. Inoltre, come già accennato, ognuna delle tre fasi è caratterizzata da una diversa dotazione infrastrutturale, in particolare in relazione al trasporto pubblico su ferro e alla fermata di Mind-Merlata.

La ripartizione modale attesa per le 3 fasi di sviluppo è quindi differente, sia in considerazione di una maggiore accessibilità da trasporto pubblico che in funzione delle categoria di utenza maggiormente presenti sul sito nelle varie fasi.

La seguente tabella riassume la dotazione di sosta stimata tenendo conto della possibilità di condividere gli spazi destinati alla sosta pubblica.

Tipologia di sosta	T1	T3	T6
Pertinenziale	1,807	3,429	6,498
Pubblica	692	2,435	2,495
Totale	2,499	5,864	8,993

Tabella 36 - Stima domanda di sosta per fase

10.3 Verifica modellistica delle fasi di attuazione intermedie

10.3.1 Verifica tramite modello di area vasta

10.3.1.1 Scenario T1 (anno 2021/2022)

Lo scenario T1 rappresenta lo stadio iniziale del progetto, le figure di seguito, mostrano la rete implementata nello scenario di progetto T1 e le linee di trasporto pubblico con le relative fermate, con riferimento all'area di studio.

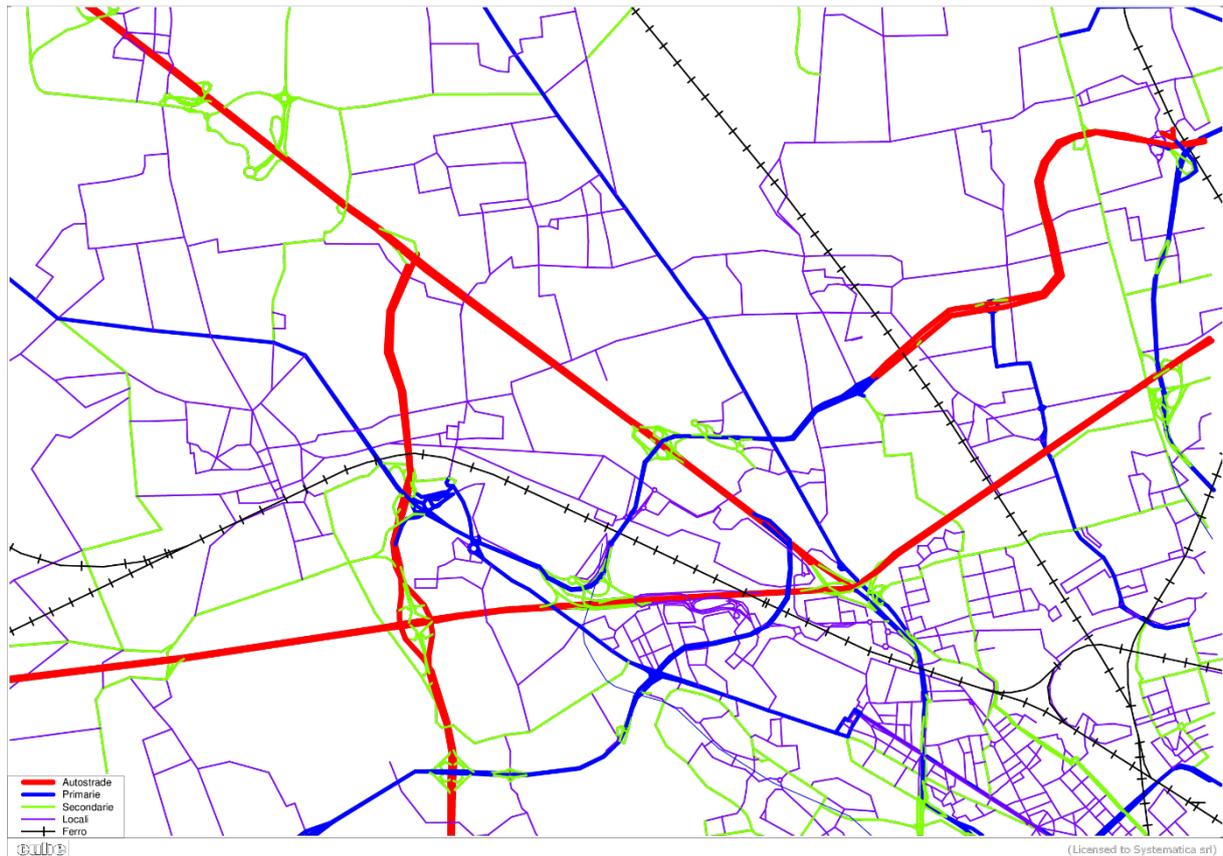


Figura 119 Rete stradale, scenario di progetto T1

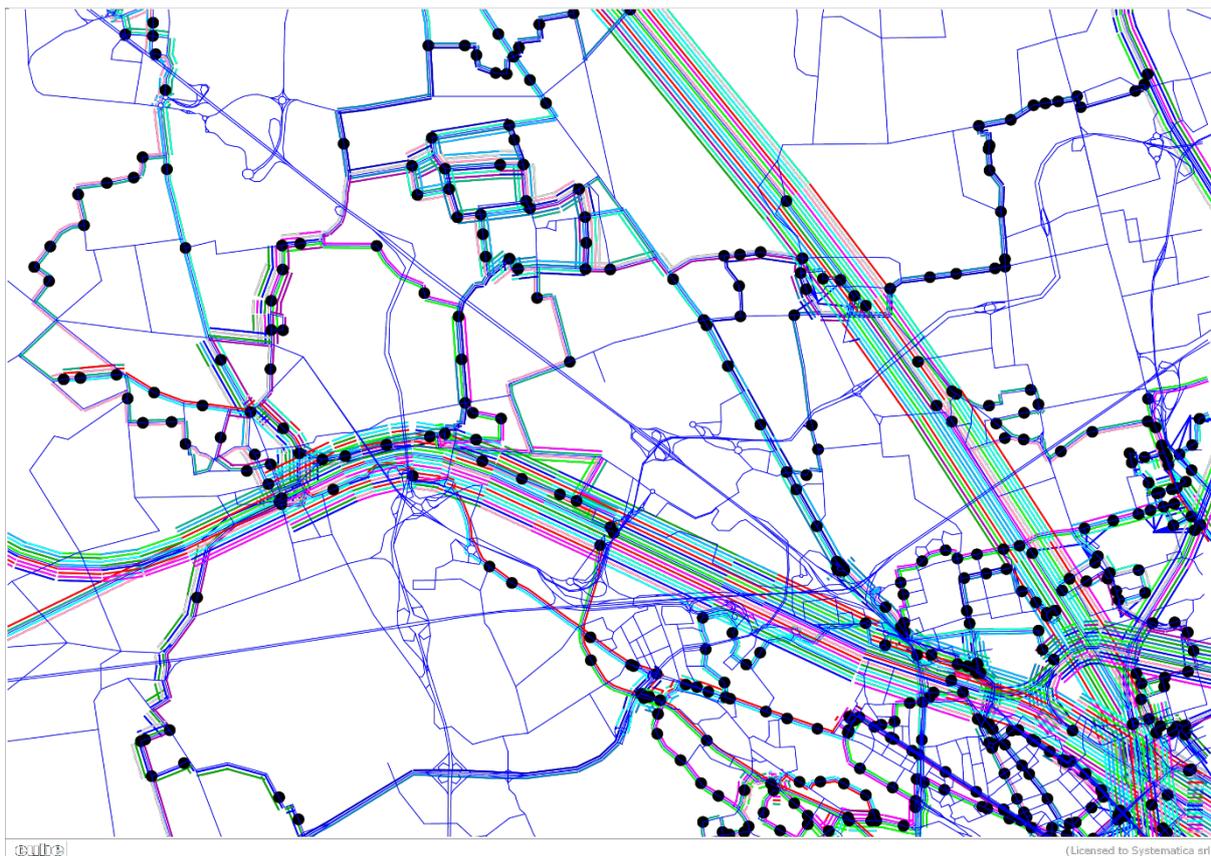


Figura 120 Rete del trasporto pubblico, scenario di progetto T1

La distribuzione degli spostamenti indotti è coerente con la metodologia illustrata nel capitolo 8.4.2.2, con lo stesso accorgimento applicato per la stima della mobilità dolce. Quindi, il modello di simulazione implementa una domanda di mobilità relativa a MIND pari a 862 spostamenti generati e 2,212 attratti.

Si riportano di seguito gli indicatori sintetici di prestazione generali della rete del traffico privato, relativamente all'area di studio:

- Veicoli*km – totale dei km di percorrenza dei veicoli privati – 532.428;
- Veicoli*h – totale delle ore spese in rete – 15.364;
- Velocità media di percorrenza – 34,7 km/h

Lo split modale sul comparto MIND, derivante dalle simulazioni, vede un trasporto pubblico che si attesta sul 32,1%, con il modo privato che risulta nel 67,9%.

La figura seguente mostra le risultanze modellistiche relative all'assegnazione del trasporto privato:

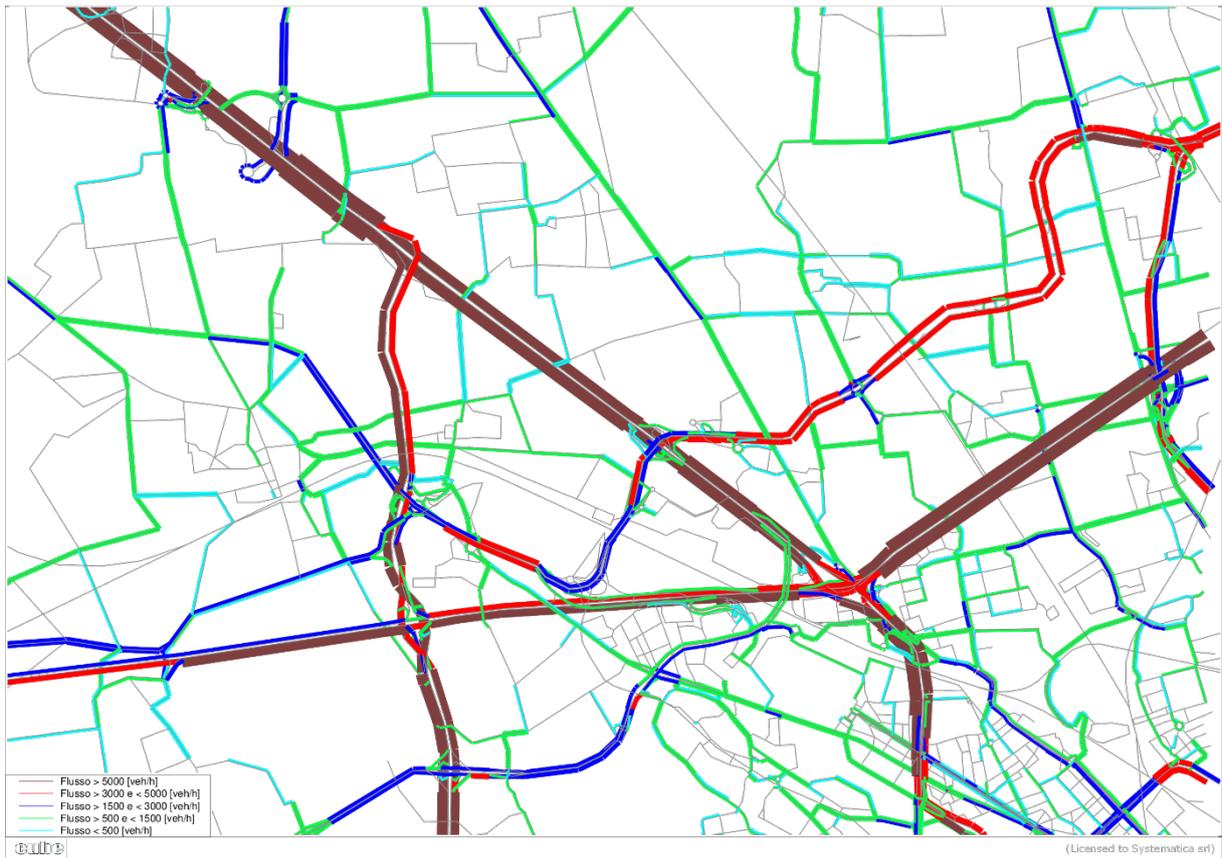


Figura 121 Flussogramma dello stato di progetto T1, trasporto privato

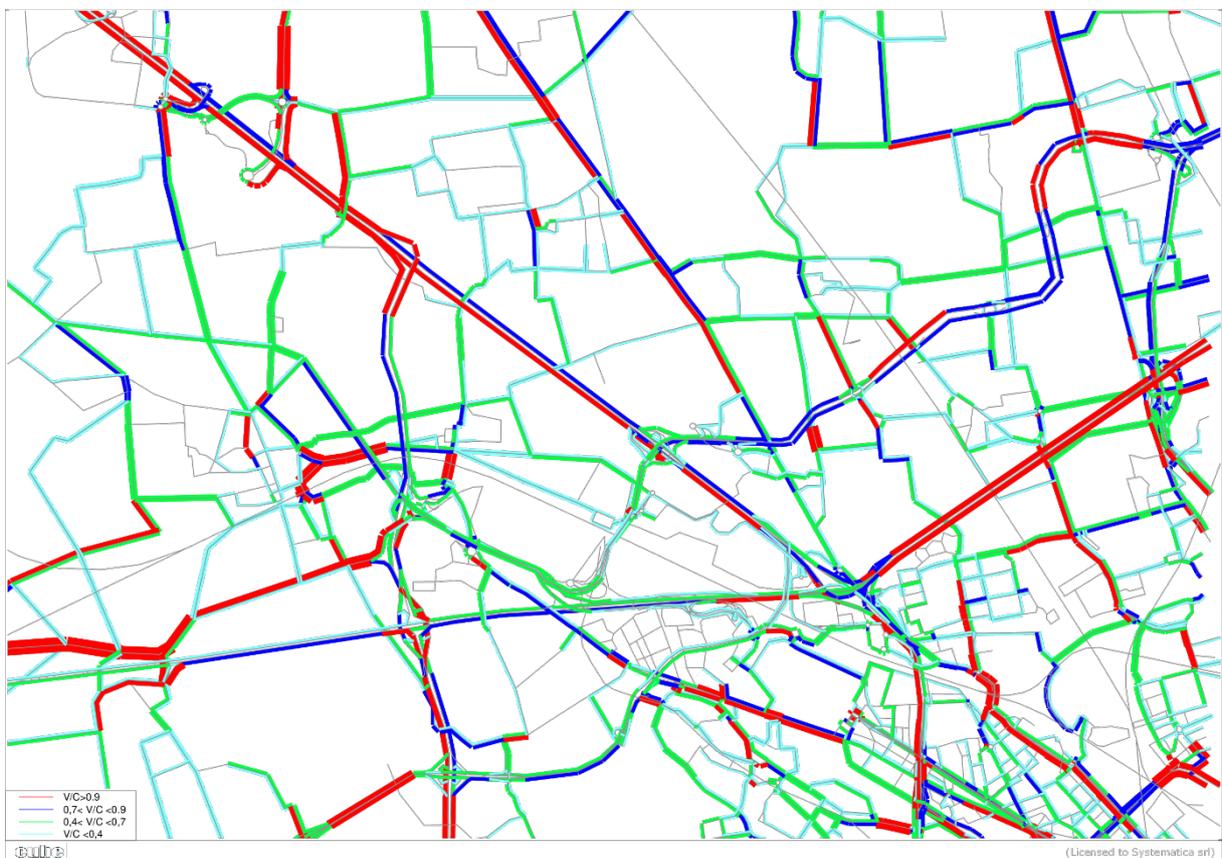


Figura 122 Rapporto V/C, scenario di progetto T1

Si riportano di seguito gli indicatori sintetici di prestazione generali della rete del trasporto pubblico, relativamente all'area di studio:

- Passeggeri*km – totale dei km di percorrenza dei passeggeri a bordo dei mezzi – 1.035.744;
- Passeggeri*h – totale delle ore spese a bordo dei mezzi – 28.315.

Il quadro dei passeggeri saliti e discesi alle fermate dei principali sistemi di trasporto in adduzione al comparto è riportato di seguito.

- RHO M1 – 1.375 saliti e 689 discesi, di cui rispettivamente 47 e 62 da e verso MIND;
- RHO Fiera – 1.431 saliti e 2.395 discesi, di cui rispettivamente 177 e 490 da e verso MIND;
- Roserio – 444 saliti e 567 discesi;
- Rho Fiera (TPL) – 124 saliti e 465 discesi;

Si riporta di seguito il flussogramma del trasporto pubblico relativamente all'area di studio. Per questioni di visualizzazione, sono stati disattivati i corridoi ferroviari.

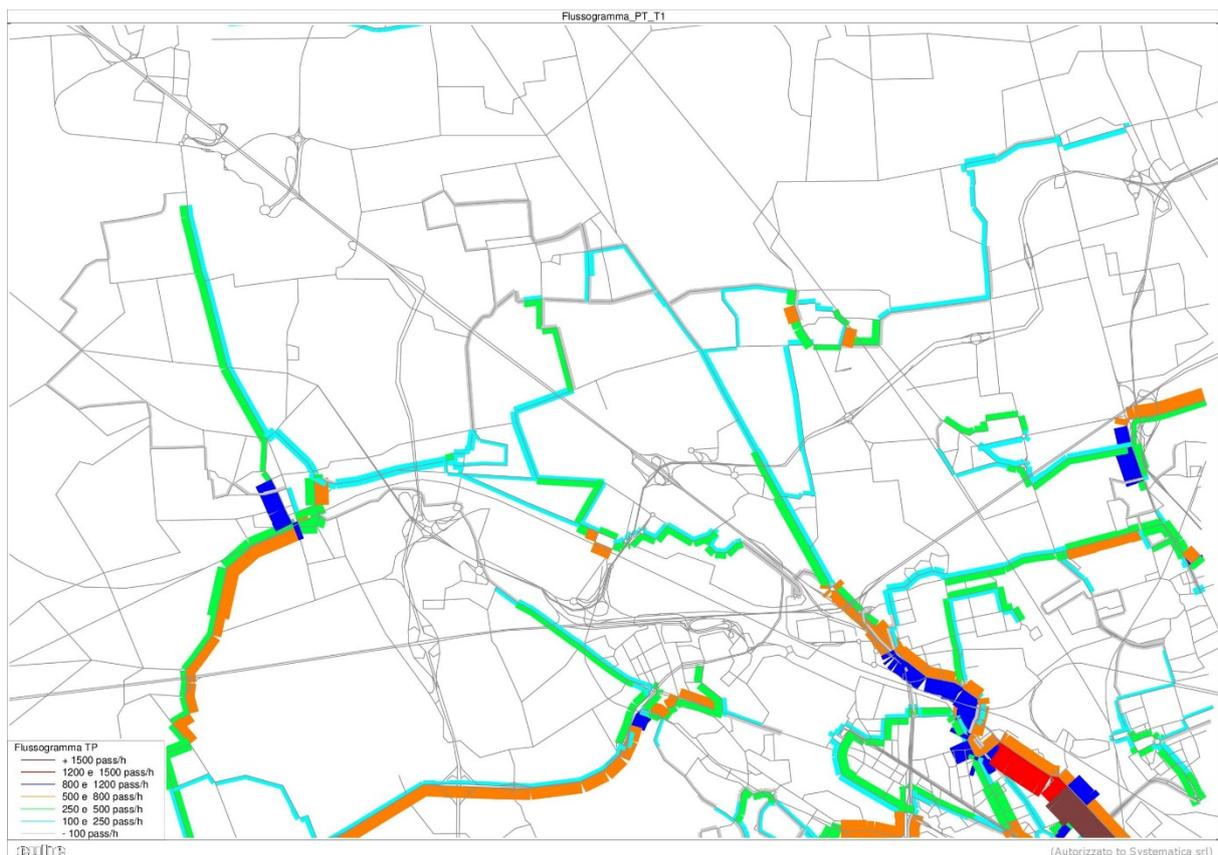


Figura 123 Flussogramma dello stato di progetto T1, trasporto pubblico

10.3.1.2 Scenario T3 (2024)

Lo scenario T1 rappresenta lo stadio iniziale del progetto, nelle figure di seguito, invece, mostrano la rete implementata nello scenario di progetto T1 e le linee di trasporto pubblico con le relative fermate, con riferimento all'area di studio:

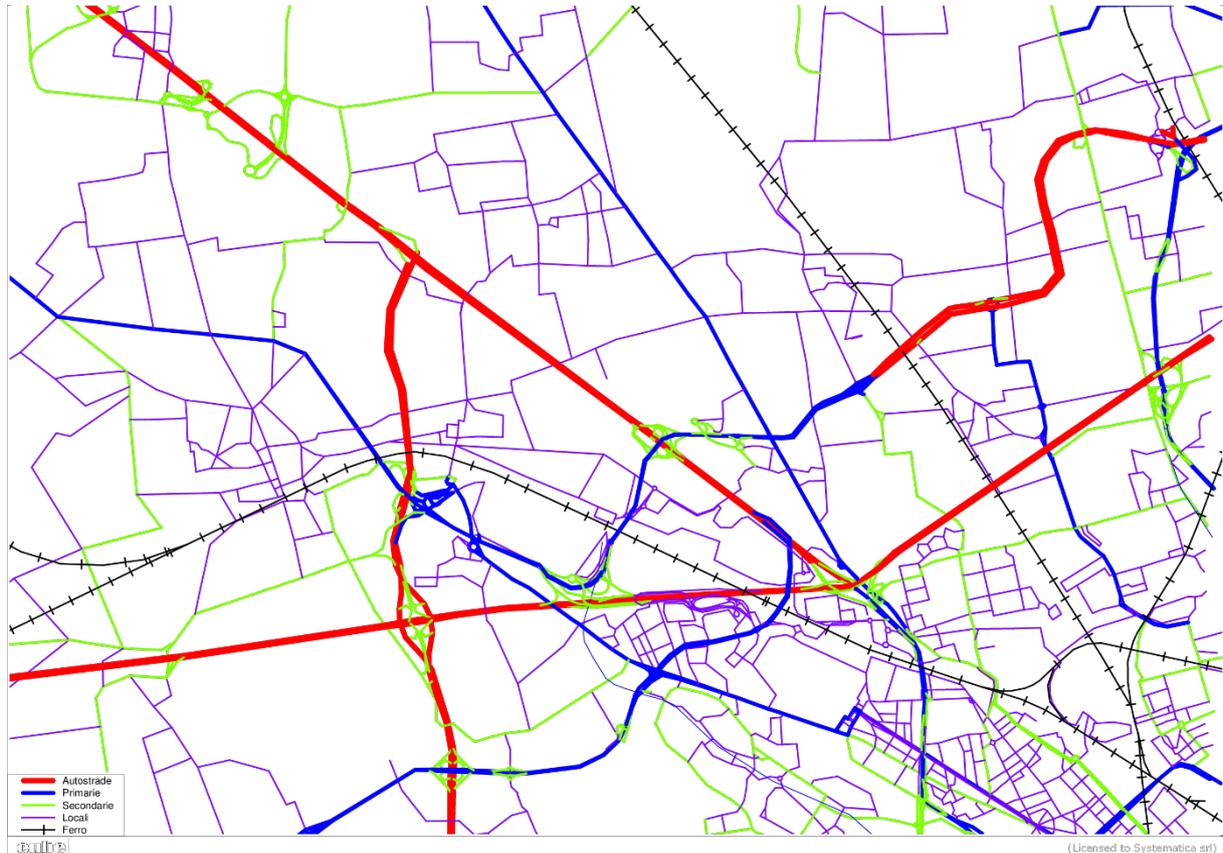


Figura 124 Rete stradale, scenario di progetto al T3

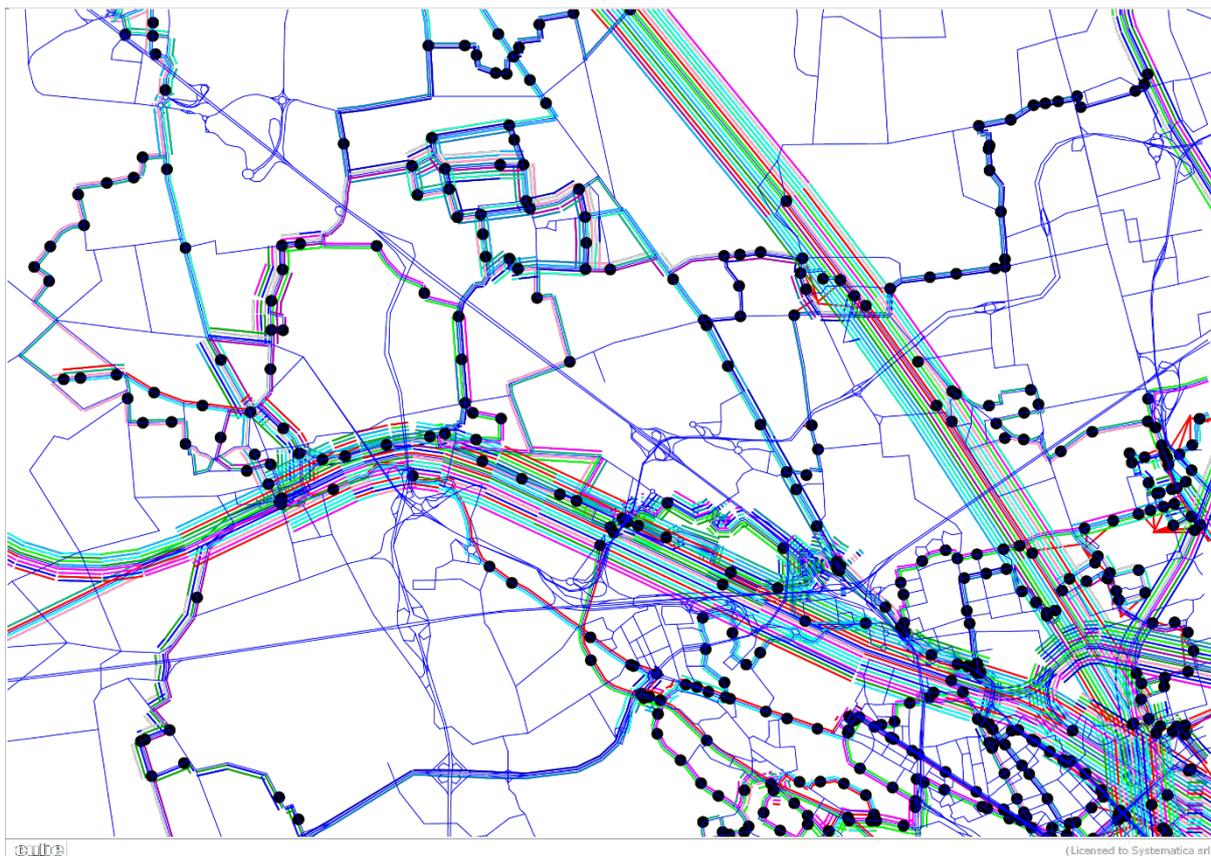


Figura 125 Rete del trasporto pubblico, scenario di progetto T3

La distribuzione degli spostamenti indotti è coerente con la metodologia illustrata nel capitolo 8.4.2.2, con lo stesso accorgimento applicato per la stima della mobilità dolce. Quindi, il modello di simulazione implementa una domanda di mobilità relativa a MIND pari a 5.158 spostamenti generati e 7.736 attratti.

Si riportano di seguito gli indicatori sintetici di prestazione generali della rete del traffico privato, relativamente all'area di studio:

- Veicoli*km – totale dei km di percorrenza dei veicoli privati – 561.559;
- Veicoli*h – totale delle ore spese in rete – 16.680;
- Velocità media di percorrenza – 33.7 km/h.

Lo split modale sul comparto MIND, derivante dalle simulazioni, vede un trasporto pubblico che si attesta sul 38.6%, con il modo privato che risulta nel 61.4%.

La figura seguente mostra le risultanze modellistiche relative all'assegnazione del trasporto privato:

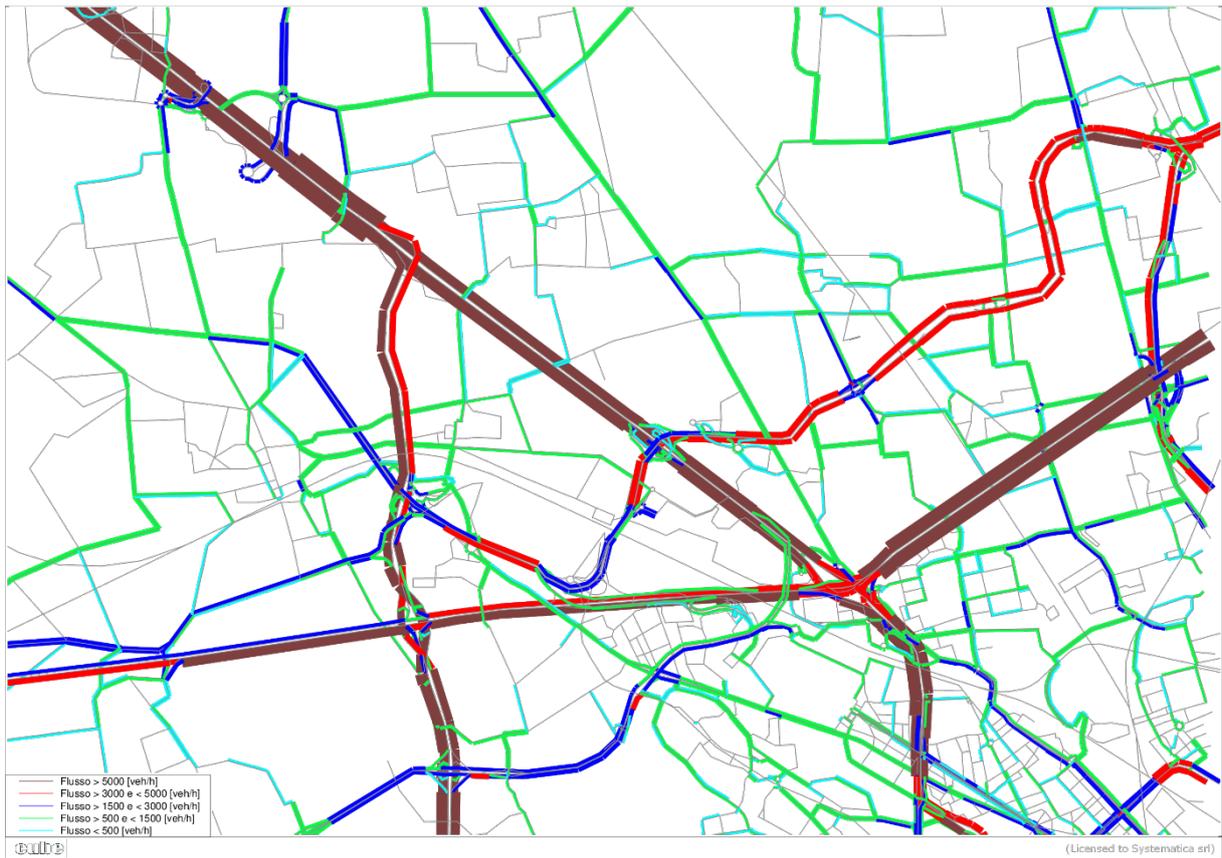


Figura 126 Flussogramma dello stato di progetto T3, trasporto privato



Figura 127 Rapporto V/C, scenario di progetto al T3

Si riportano di seguito gli indicatori sintetici di prestazione generali della rete del trasporto pubblico, relativamente all'area di studio:

- Passeggeri*km – totale dei km di percorrenza dei passeggeri a bordo dei mezzi – 1.196.396;
- Passeggeri*h – totale delle ore spese a bordo dei mezzi – 32.458.

Il quadro dei passeggeri saliti e discesi alle fermate dei principali sistemi di trasporto in adduzione al comparto è riportato di seguito.

- RHO M1 – 1.757 saliti e 955 discesi, di cui rispettivamente 323 e 271 da e verso MIND;
- RHO Fiera – 2.692 saliti e 3.983 discesi, di cui rispettivamente 1,163 e 1,843 da e verso MIND;
- MIND-Merlata – 1.494 saliti e 1.694 discesi, di cui rispettivamente 760 e 1,166 da e verso MIND;
- Roserio – 761 saliti e 881 discesi;
- Rho Fiera (TPL) – 207 saliti e 523 discesi;

Si riporta di seguito il flussogramma del trasporto pubblico relativamente all'area di studio. Per questioni di visualizzazione, sono stati disattivati i corridoi ferroviari.

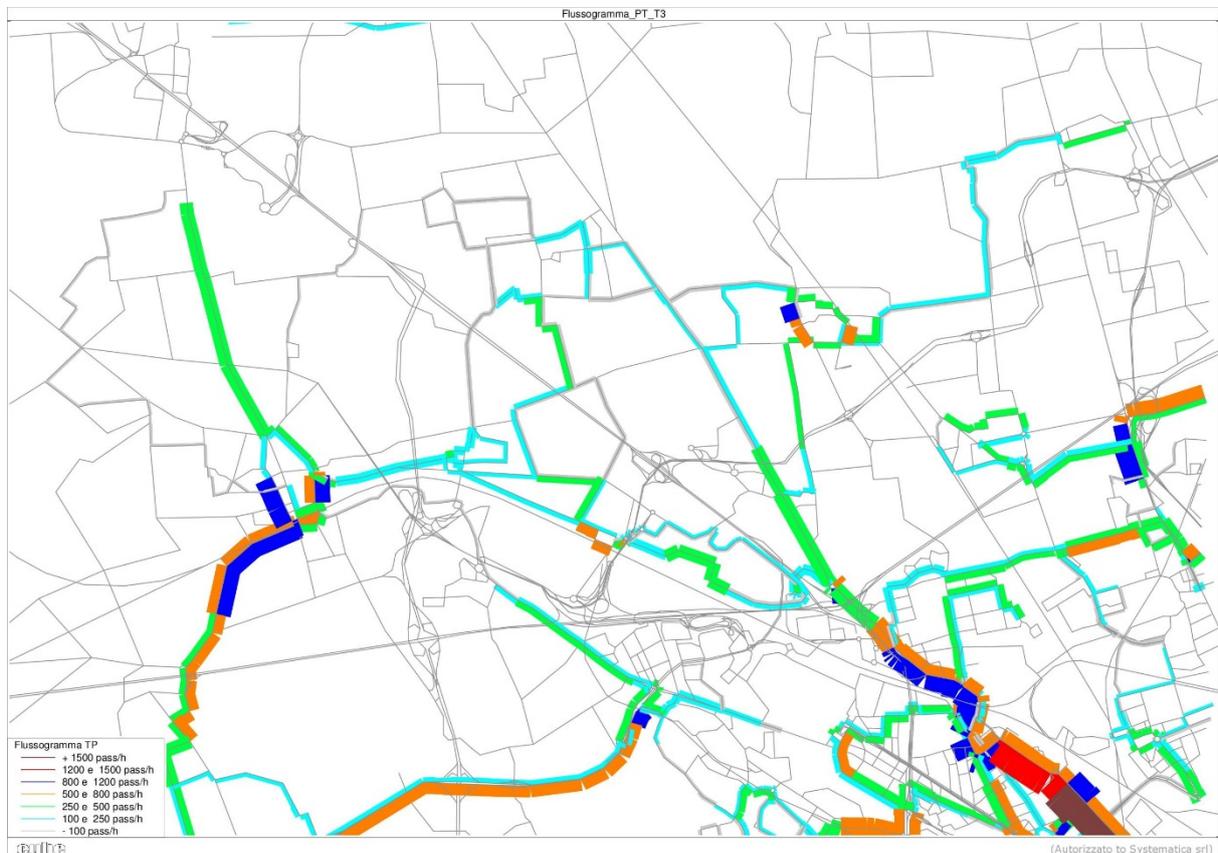


Figura 128 Flussogramma dello stato di progetto T3, trasporto pubblico

10.4 Verifica tramite microsimulazione delle fasi di attuazione

10.4.1 Scenario T1 (2021)

Lo Scenario T1 entra in esercizio l'ospedale Galeazzi e una prima fase di Human Technopole. Lo sviluppo sviluppo delle funzioni private si considera completato per circa il 10%.

Si prevede in esercizio una linea di trasporto pubblico (bus navetta) che metta in connessione la fermata il parcheggio remoto di gestione ospedale Galeazzi, Rho Fiera, Ospedale Galeazzi, Human Tecnopole Roserio (Ospedale Sacco) attraverso l'anello viario di MIND.

Scenario	Ora (HH:MM:SS)	N. di veicoli simulati	Tempo medio di percorrenza per veicolo (sec)	Tempo totale di percorrenza della rete (veh X h)	Distanza media per veicolo (m)	Distanza totale percorsa nella rete (veh X km)	Velocità media cumulata di rete (kph)
T1 (anno 2021/22)	07:30 - 08:30	46.406	651.1	8.392.6	7.934	368.182	43.9

Tabella 37-Scenario T1 – parametri generali di rete ora di punta AM



Figura 129-T1 – flussogramma di assegnazione

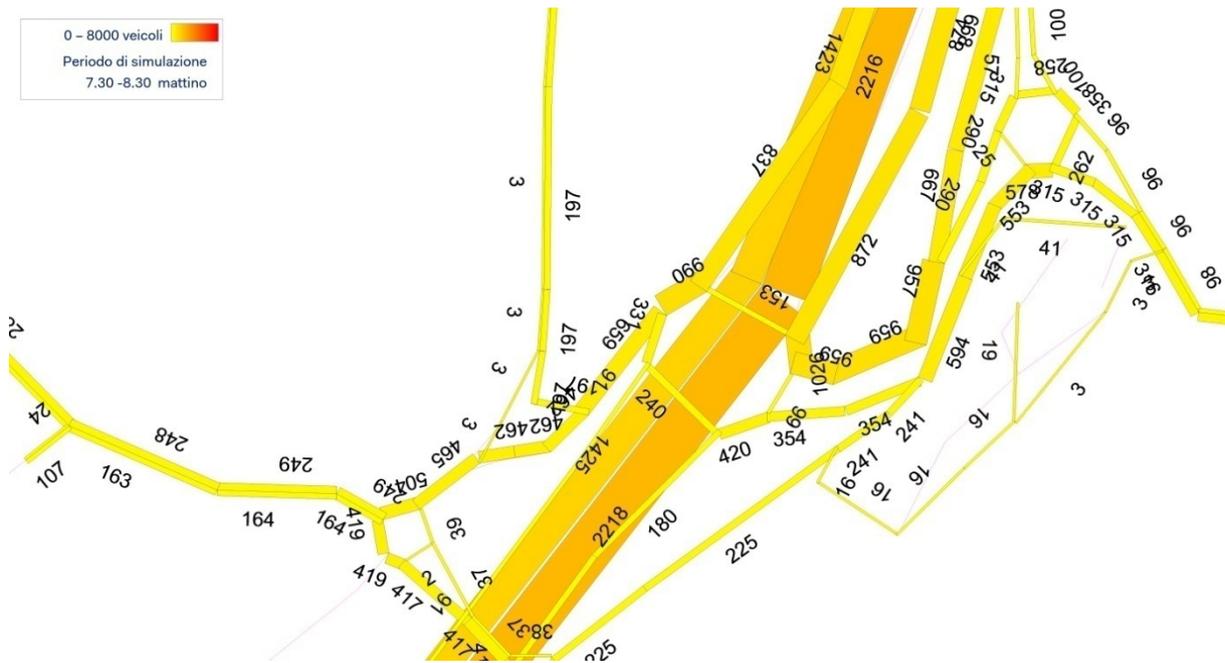


Figura 130-T1 – flussogramma di assegnazione particolare 1

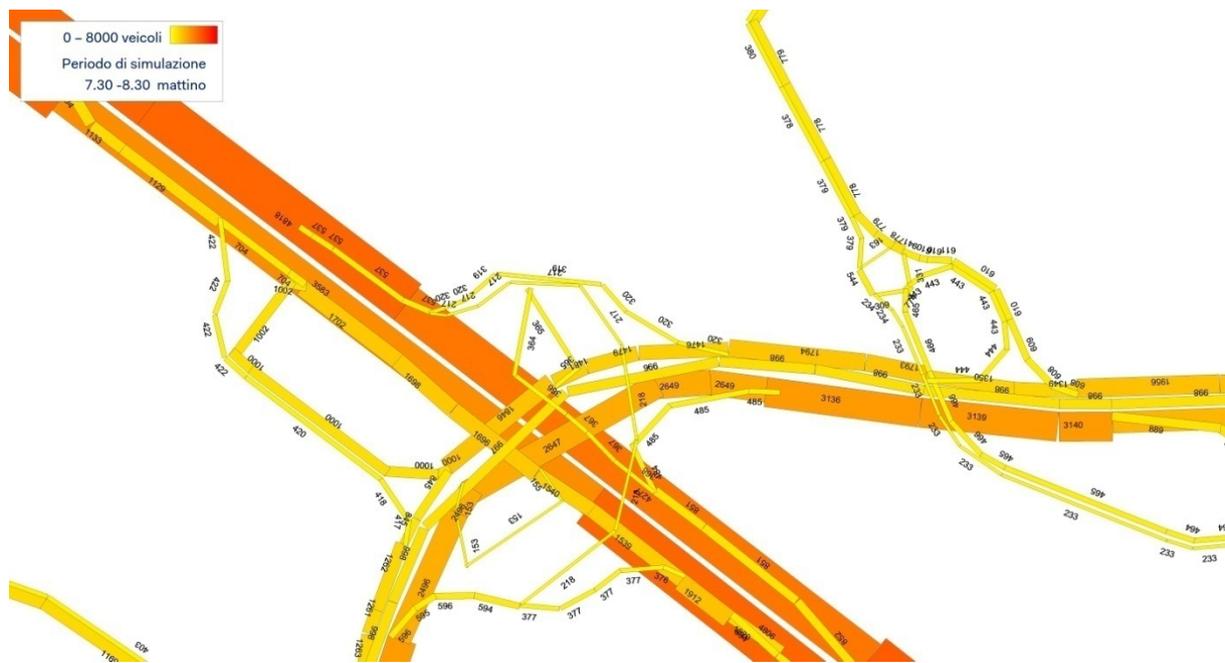


Figura 131-T1 – flussogramma di assegnazione particolare 2

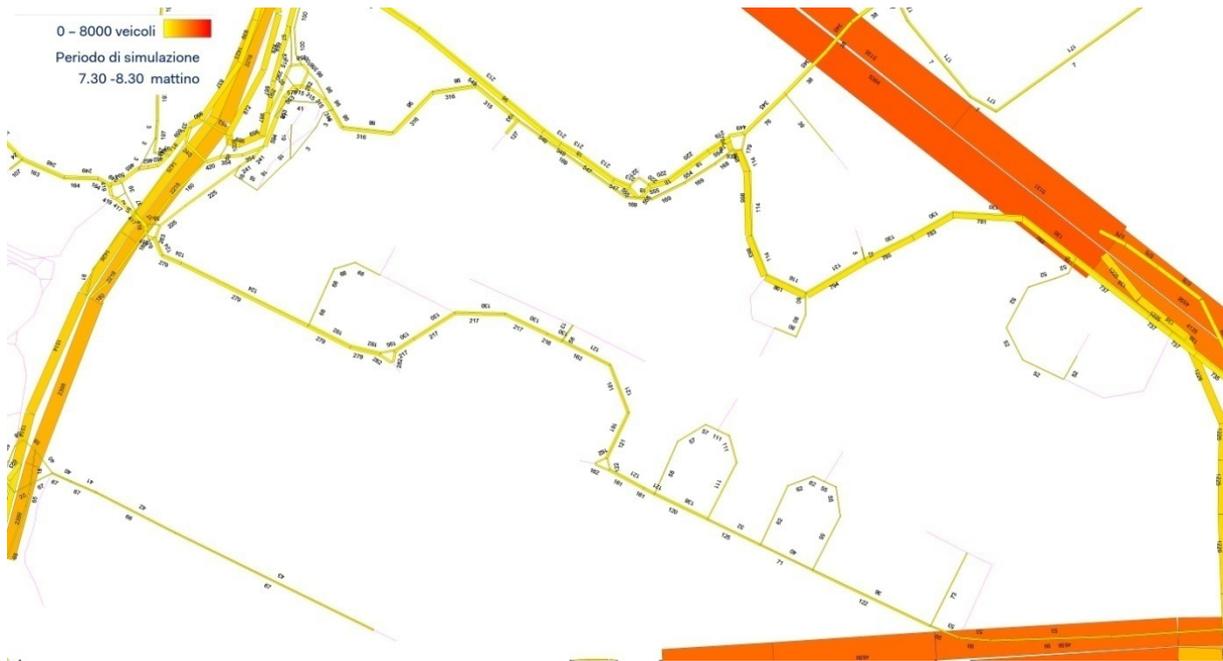


Figura 132-T1 – flussogramma di assegnazione particolare 3

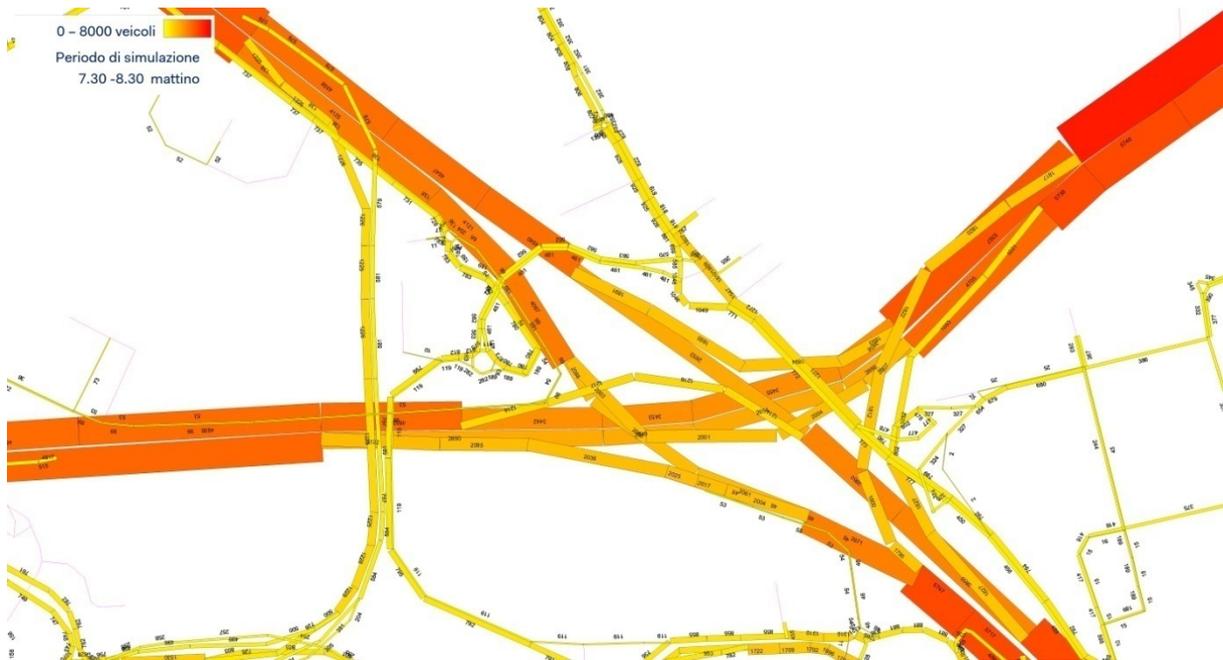


Figura 133-T1 – flussogramma di assegnazione particolare 4

10.4.2 Scenario T3

Lo Scenario T3 entra in esercizio l'università e le relative dotazioni in termini di parcheggi, studentato e servizi. Lo sviluppo delle funzioni private si considera completato per circa il 30%.

Si prevede in esercizio la nuova fermata ferroviaria MIND dove fermerà il servizio oggi esistente S5, S6 e S11. Si prevede un potenziamento del servizio trasporto pubblico di superficie con una prima attuazione degli interventi proposti al capitolo 3.4 del presente report. In particolare si incrementerà il servizio di connessione tra Rho Fiera (per i servizi ferroviari regionali/LP la M1 e il polo universitario).

Scenario	Ora (HH:MM:SS)	N. di veicoli simulati	Tempo medio di percorrenza per veicolo (sec)	Tempo totale di percorrenza della rete (veh X h)	Distanza media per veicolo (m)	Distanza totale percorsa nella rete (veh X km)	Velocità media cumulata di rete (kph)
T3 (anno 2024)	07:30 - 08:30	49571	670.9	9237.8	7735.3	383444.7	41.5

Tabella 38-Scenario T3 – parametri generali di rete ora di punta AM



Figura 134-T3 – flussogramma di assegnazione

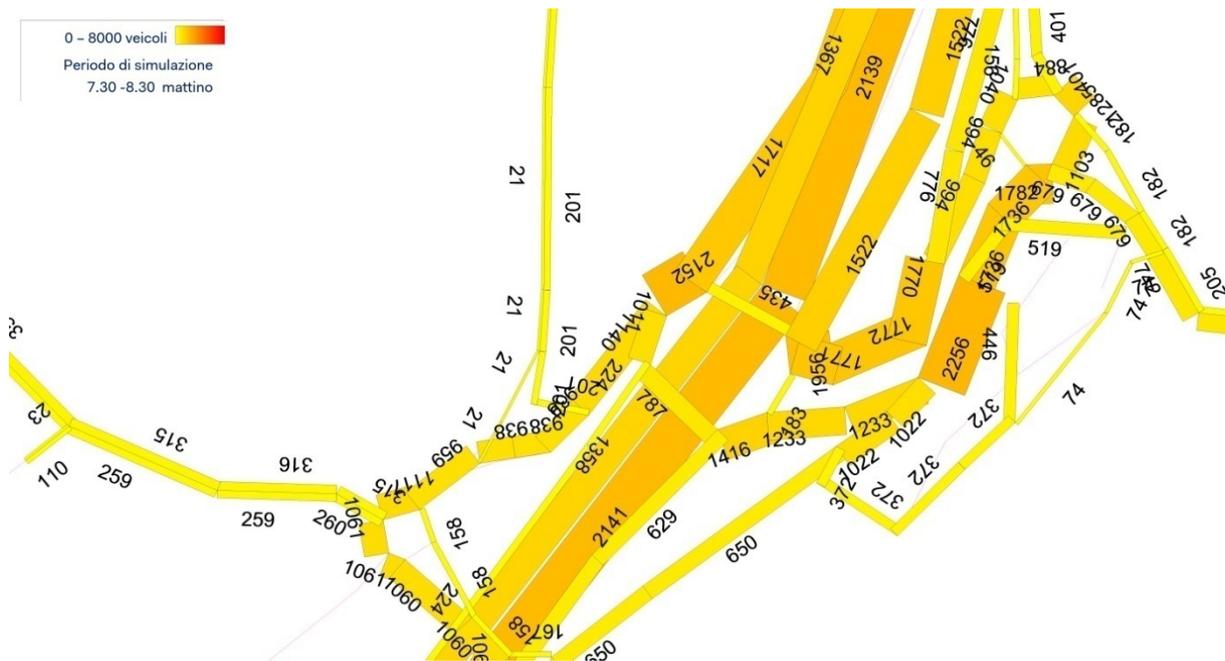


Figura 135-T3 – flussogramma di assegnazione particolare 1

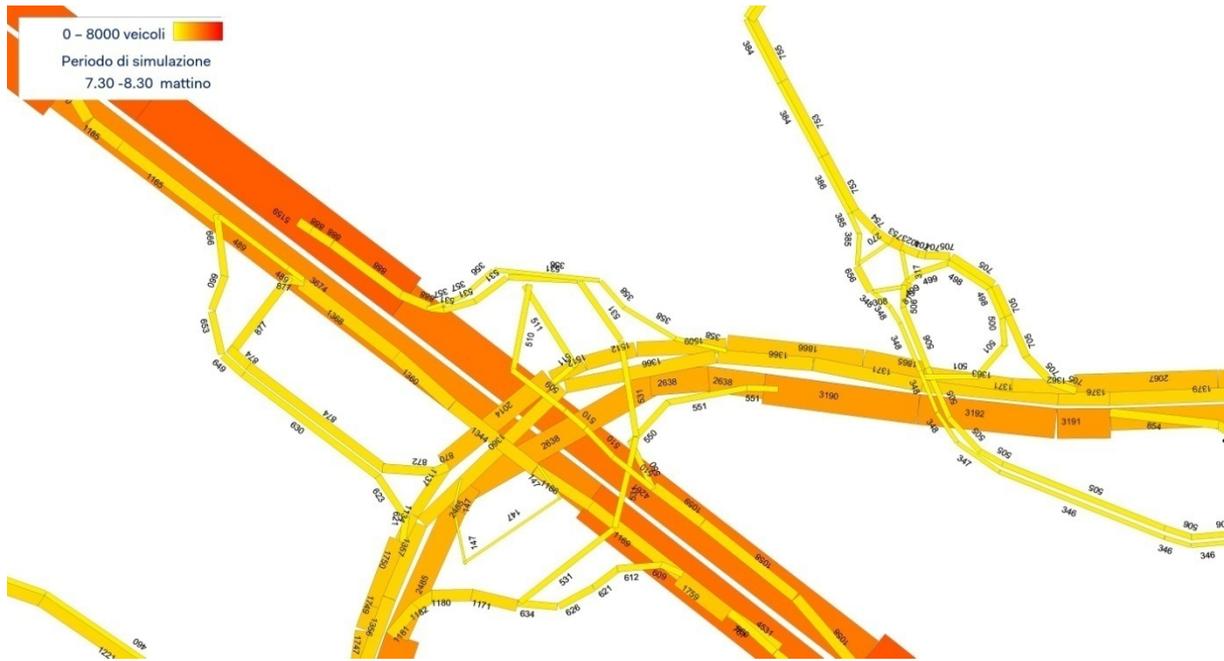


Figura 136-T3 - flussogramma di assegnazione particolare 2

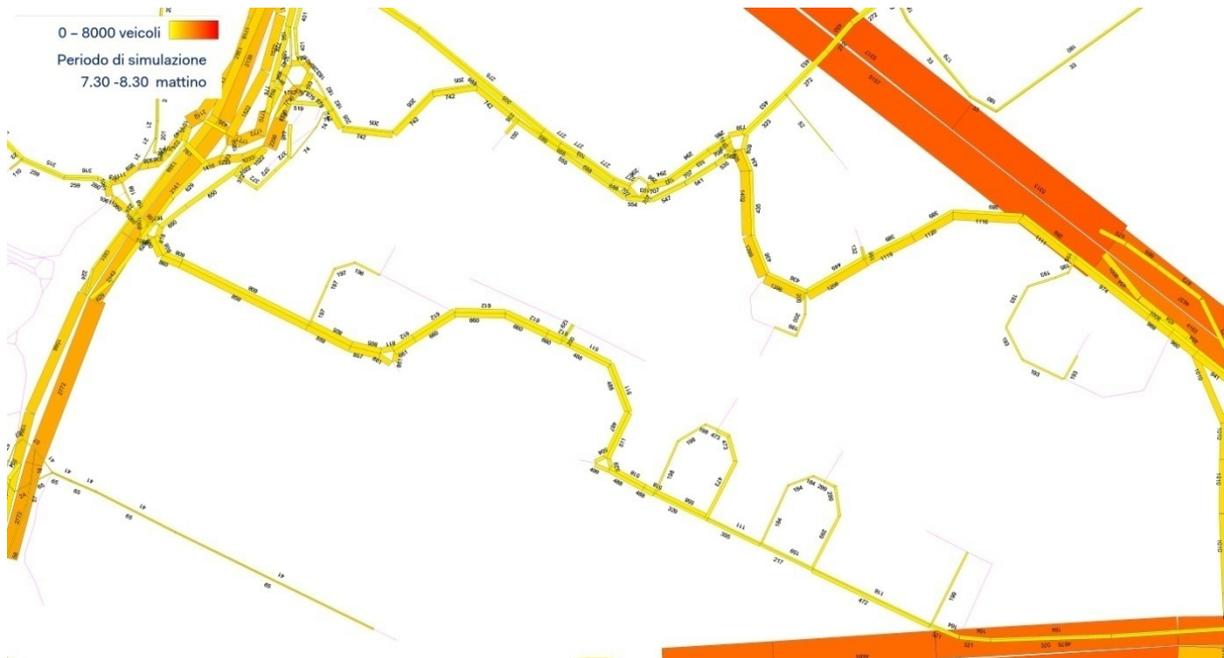


Figura 137-T3 - flussogramma di assegnazione particolare 3

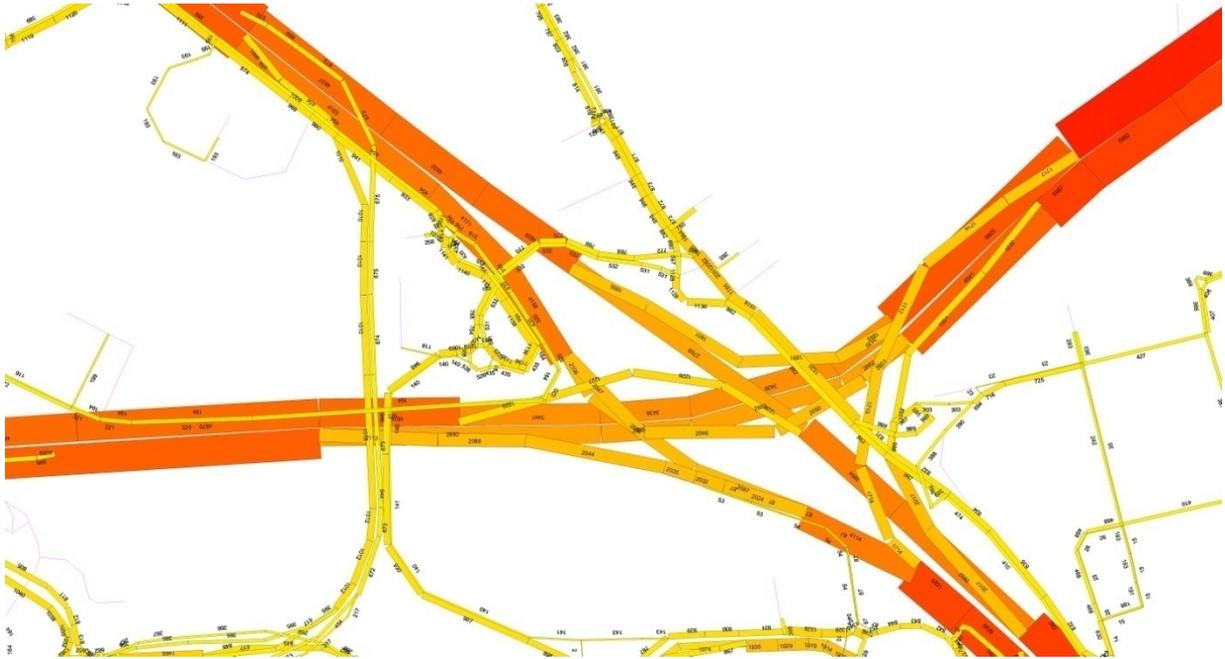


Figura 138-T2 – flussogramma di assegnazione particolare 4

Gli scenari di simulazione presentano delle risultanze in linea con le aspettative attestandosi su valori leggermente migliorativi rispetto allo scenario di progetto definitivo, la rete infrastrutturale limitrofa all'area di progetto non presenta particolari criticità e la fasizzazione proposta risulta sostenibile dall'impianto viario.



arexpo

in collaborazione con:



lendlease

in collaborazione con:

AECOM

LAND

LANDSCAPE ARCHITECTURE NATURE DEVELOPMENT

 Systematica