



DOCUMENTO DI INDIRIZZO STRATEGICO DELLA NUOVA MOBILITA' IL FUTURO DELLA MOBILITA' BERGAMASCA

VERSIONE
1.0 DATA
Gennaio 2019

Versione	Data	Autore
1.0	31.01.2019	A.Debernardi, A.Ceresoli, S.Tolentino, D.Tessarollo

TIMBRO



Provincia di Bergamo

IL FUTURO DELLA MOBILITA' BERGAMASCA DOCUMENTO DI INDIRIZZO STRATEGICO DELLA NUOVA MOBILITA'

Presidente

Gianfranco Gafforelli

Consigliere delegato allo sviluppo, grandi opere e infrastrutture

Mauro Bonomelli

GRUPPO DI LAVORO

ing. Andrea Debernardi (*responsabile del progetto*)

arch. Angela Ceresoli

dott. pt. Emanuele Ferrara

ing. Davide Tessarollo

dott. mag. in ingegneria Samuel Tolentino

La proprietà intellettuale di questo documento è riservata a META (Mobilità-Economia-Territorio-Ambiente) srl. Esso non può pertanto essere comunicato a terzi, riprodotto od utilizzato per alcun scopo eccetto quello per il quale è stato realizzato e fornito senza l'autorizzazione scritta della stessa società, che tutelerà i propri diritti a norma di legge. Le valutazioni, le proposte e le indicazioni contenute nel documento non impegnano in alcun modo il committente e restano di totale responsabilità del responsabile del progetto, che se ne assume la piena titolarità.

Rev.	Data	Autore:	n.pag.	n.tav.	n.all.	indirizzo file
1.0	31.01.2018	A.Debernardi, A.Ceresoli, S.Tolentino, D.Tessarollo	55	=	=	RapportoFIN_v10.pdf
META SRL ing.A.Debernardi		via Magenta, 15 20900 MONZA www.metaplanning.it	Provincia di Bergamo IL FUTURO DELLA MOBILITA' BERGAMASCA Documento di indirizzo strategico della nuova mobilità Rapporto finale			

Sommario

1	INTRODUZIONE	1	5	AZIONI	35
1.1	Macro-Obiettivi ed Azioni Strategiche.....	1	5.1	Rete e servizi ferroviari.....	36
1.2	Il nuovo scenario per la mobilità sostenibile.....	3	5.2	Y tramviaria.....	38
1.3	Metodologia e strumenti utilizzati.....	4	5.3	Rete ciclopedonale.....	39
2	TENDENZE	5	5.4	Terminal merci ferroviario.....	41
2.1	Tendenze insediative.....	5	5.5	Adeguamento rete stradale di 2° livello in funzione metropolitana.....	43
2.2	Dinamiche del sistema produttivo.....	6	5.5.1	Opzione A (Interconnessione Pedemontana Brebemi).....	44
2.3	Il quadro dei traffici stradali.....	10	5.5.2	Opzione B – tracciato “a Y”.....	46
2.3.1	Impatti ambientali da traffico.....	12	5.5.3	Opzione C – itinerario verso Cortenuova.....	52
2.4	I traffici aeroportuali.....	13	5.5.4	Quadro comparativo.....	54
2.5	L’impatto delle nuove tecnologie.....	14	5.5.5	Un possibile scenario evolutivo.....	55
2.5.1	MAAS - mobility as a service.....	15			
2.5.2	Guida autonoma.....	16			
2.5.3	Platooning.....	17			
2.6	L’obsolescenza delle reti.....	19			
3	OBIETTIVI	21			
3.1	Competitività a scala globale.....	21			
3.2	Qualità della vita.....	22			
3.3	Sostenibilità ambientale.....	23			
3.4	Sostenibilità economica.....	24			
4	STRATEGIE	25			
4.1	Sviluppare la gestione integrata della mobilità (uso efficiente delle risorse).....	25			
4.2	Vocazioni territoriali.....	26			
4.3	Sviluppare la gestione integrata della mobilità.....	27			
4.3.1	Il trasporto ferroviario come asse portante.....	27			
4.3.2	Il contributo della pianificazione urbanistica.....	27			
4.3.3	Collegare il trasporto ferroviario: accesso alle stazioni.....	27			
4.3.4	Altri aspetti dell’integrazione.....	28			
4.3.5	Il ruolo dello sviluppo stradale.....	28			
4.4	Agganciare lo sviluppo ferroviario.....	29			
4.4.1	Strategie per la collocazione ottimale dello scalo merci.....	30			
4.5	Scommettere sulla mobilità dolce.....	31			
4.6	Adeguare e potenziare la rete stradale di distribuzione metropolitana/provinciale ...	33			

1 INTRODUZIONE

1.1 Macro-Obiettivi ed Azioni Strategiche

Il documento di indirizzo strategico della nuova mobilità bergamasca si propone come strumento operativo per orientare le scelte di *governance* a partire da una visione condivisa del territorio e della nuova mobilità. Costruire e condividere il futuro è il tema-chiave del percorso che il sistema rappresentativo e amministrativo bergamasco hanno intrapreso sulla scorta delle raccomandazioni OCSE per lo sviluppo e la competitività di Bergamo. Per costruire e condividere il futuro, è necessario definire le priorità di intervento sul territorio, o meglio definire dei macro-obiettivi e dei criteri che orientino le scelte. Dal lavoro della “cabina di regia” sono stati definiti 18 macro-obiettivi, ciascuno articolato in diverse azioni, per un totale di 65 azioni strategiche.

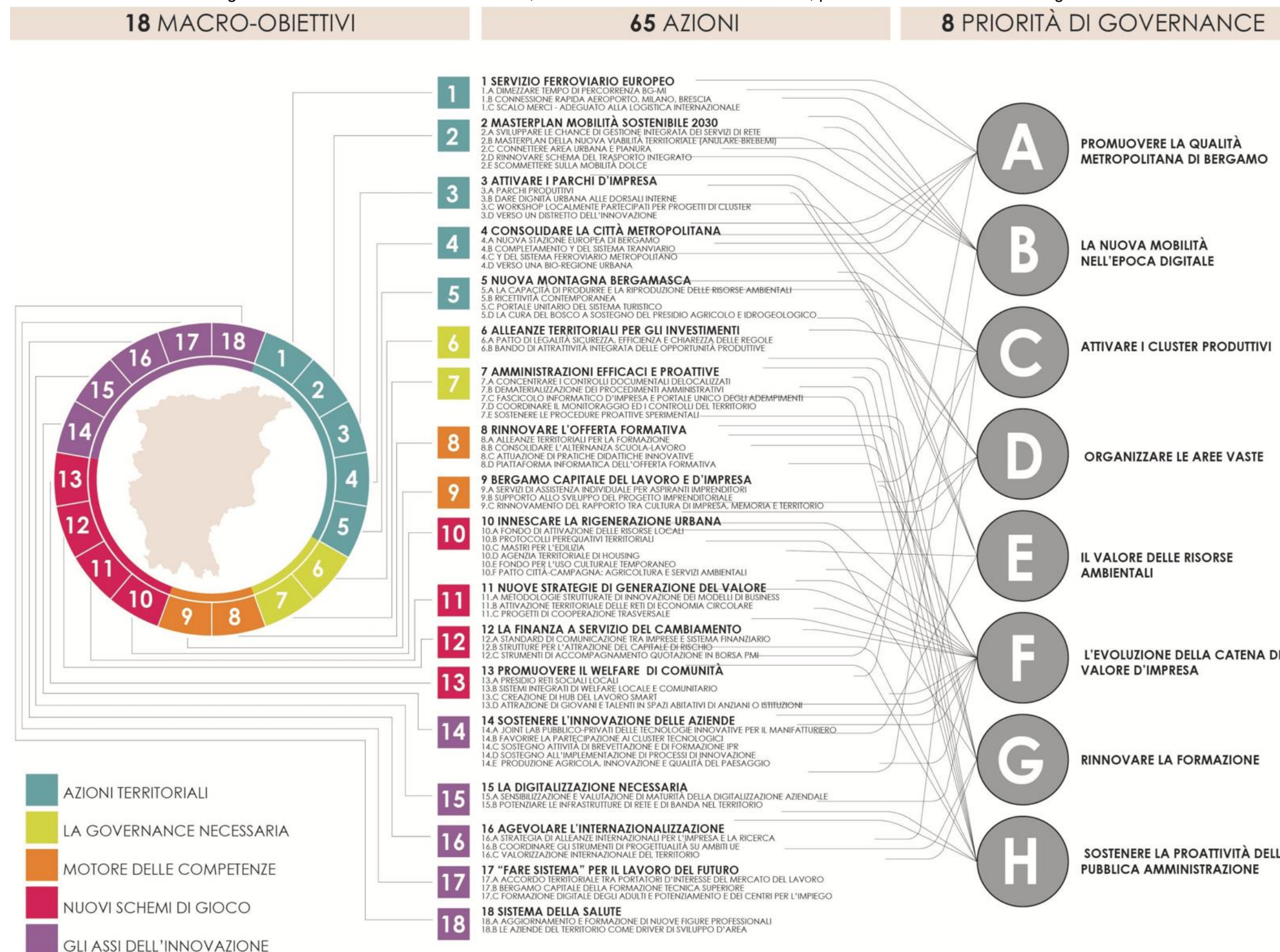


Fig. 1.i – Diagramma delle azioni
Fonte Sviluppo e competitività per Bergamo, documento del tavolo OCSE del 29/06/2018

Il presente documento approfondisce il focus sul sistema della mobilità, sviluppato non come tanto come tema settoriale quanto come approccio che riassume diversi temi territoriali (tendenze del sistema produttivo e qualità della vita, sostenibilità economica ed ambientale, etc.) e che è in grado di costruire una visione condivisa, uno scenario all'interno del quale operare le scelte strategiche rilevanti.

Le azioni strategiche analizzate e sviluppate in questo lavoro, fino a proporre alla condivisione degli attori della governance bergamasca delle azioni fattibili, sono:

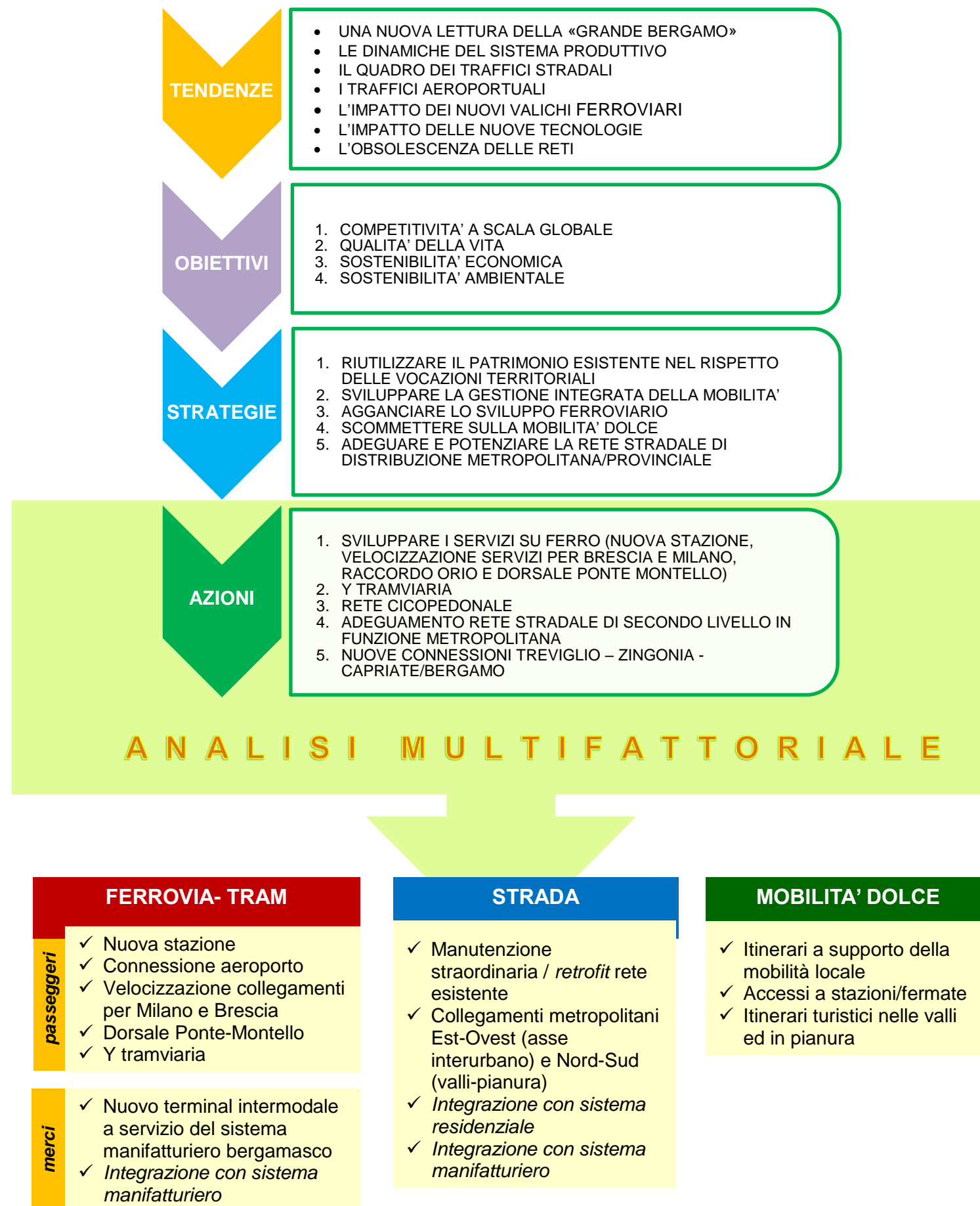
1	SERVIZIO FERROVIARIO EUROPEO	A	Dimezzare tempo di percorrenza BG_MI
		B	Connessione rapida aeroporto-Brescia
		C	Scalo merci adeguato alla logistica internazionale
2	MASTERPLAN MOBILITA' SOSTENIBILE 2030	A	Sviluppare le chance di gestione integrata dei servizi di rete
		B	Masterplan della nuova viabilità territoriale (anulare-Brebemi)
		C	Connettere area urbana e pianura
		D	Rinnovare schema del trasporto integrato
		E	Scommettere sulla mobilità dolce
4	CONSOLIDARE LA CITTA' METROPOLITANA	A	Nuova stazione europea di Bergamo
		B	Completamento Y del sistema tramviario
		C	Y del sistema ferroviario metropolitano
		D	Verso una bioregione urbana

I quattro blocchi di azioni strategiche vengono sviluppati nel rapporto secondo un percorso logico che dall'analisi delle tendenze del sistema insediativo, territoriale e produttivo conduce a specificare gli obiettivi di riferimento, per il raggiungimento dei quali vengono delineate strategie-guida, ciascuna delle quali si declina in azioni concrete e proposte di interventi sul territorio.

Le azioni propongo delle ipotesi di intervento che sono state valutate in base a:

- Analisi di progetti esistenti che vivono sul tavolo del decisore pubblico
- Coerenza di tali progetti con il sistema degli obiettivi e delle strategie come condiviso nel tavolo OCSE
- Verifica di alternative fattibili maggiormente coerenti con tale sistema di obiettivi
- Valutazione delle diverse ipotesi alternative all'interno di una griglia di criteri chiari e possibilmente misurabili con indicatori specifici

Lo schema sottostante riassume la struttura del rapporto.



1.2 Il nuovo scenario per la mobilità sostenibile

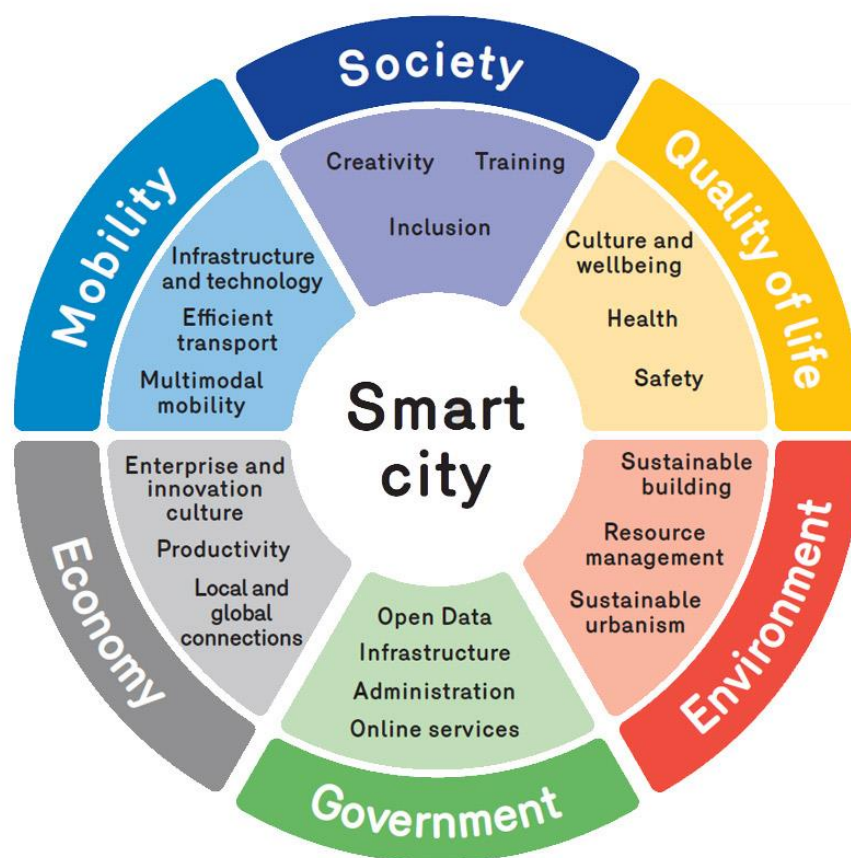
Nel corso del prossimo decennio, l'innovazione tecnologica determinerà una forte evoluzione di tutti i sistemi di trasporto.

In un futuro quindi non così lontano il rinnovamento tecnologico nel settore dei trasporti avrà profonde ricadute sulle abitudini di spostamento delle persone e sulla logistica.

Questa evoluzione (illustrata nei suoi tratti essenziali nel par. 2.5) avrà a sua volta un notevole impatto sull'organizzazione territoriale, in direzione delle smart cities.

Le scelte strategiche che riguardano l'assetto infrastrutturale ed urbanistico del territorio dovranno necessariamente confrontarsi con questo nuovo scenario per la mobilità sostenibile, perché tale scenario porterà a nuove esigenze e un nuovo uso degli spazi necessari alla mobilità di persone e merci.

MOBILITY IN SMART CITIES



Fonte <https://smartcity.brussels/the-project-definition>

1.3 Metodologia e strumenti utilizzati

Per l'analisi dello stato del traffico stradale a livello provinciale, si è sfruttato il **modello i-TraM** sviluppato da META srl in collaborazione del laboratorio TrasPol del Politecnico di Milano.

Il modulo impiegato per queste simulazioni è denominato RL+T e racchiude la rete stradale della regione Lombardia e del Canton Ticino, oltre che la rete infrastrutturale principale del resto del centro-nord Italia.

Questo modello permette di **ricreare con un buon livello di accuratezza** (espressa dal parametro statistico R^2 pari a 0,9658 su una scala da 0 a 1 basata su oltre 450 postazioni di rilievo, delle quali 150 sono all'interno del territorio provinciale di Bergamo) **i flussi gravitanti sulla rete stradale di tutta la regione Lombardia e di compiere delle simulazioni su possibili scenari di sviluppo della stessa.**

In questo modo è possibile valutare l'apertura di nuove infrastrutture e/o la loro chiusura, controllando dove i flussi vengono deviati dalle variazioni di offerta stradale. Con questo modello si possono quindi ricavare i risparmi o gli aggravii sull'utenza su ambiti di vario livello: dal singolo quartiere delle principali città ad una scala molto più ampia come quella provinciale o regionale. Da questa base di partenza è possibile anche monetizzare queste variazioni, riuscendo a quantificare il tempo risparmiato o perso dagli utenti della strada a causa di nuove infrastrutture o da altre variazioni della rete stradale.

Un altro aspetto importante è la **quantificazione degli impatti ambientali degli spostamenti**, in particolare la variazione delle emissioni dei principali inquinanti atmosferici e di consumo di carburanti.

Questo modello si qualifica, pertanto, come uno **strumento fondamentale nelle scelte territoriali e di valutazione comparata di diversi scenari alternativi nello sviluppo infrastrutturale.** È, infatti, già stato impiegato a supporto di altri studi in area lombarda, con particolare riferimento al territorio tra le Province di Varese, Como, Lecco e Milano. L'estensione della rete, almeno per i percorsi principali, a tutta la regione ed al resto del centro-nord italiano, permette di avere a disposizione una serie di percorsi alternativi che rendono il complesso molto affine alla realtà e robusto nel valutare possibili scenari diversi con alternative progettuali anche molto dissimili tra di loro.

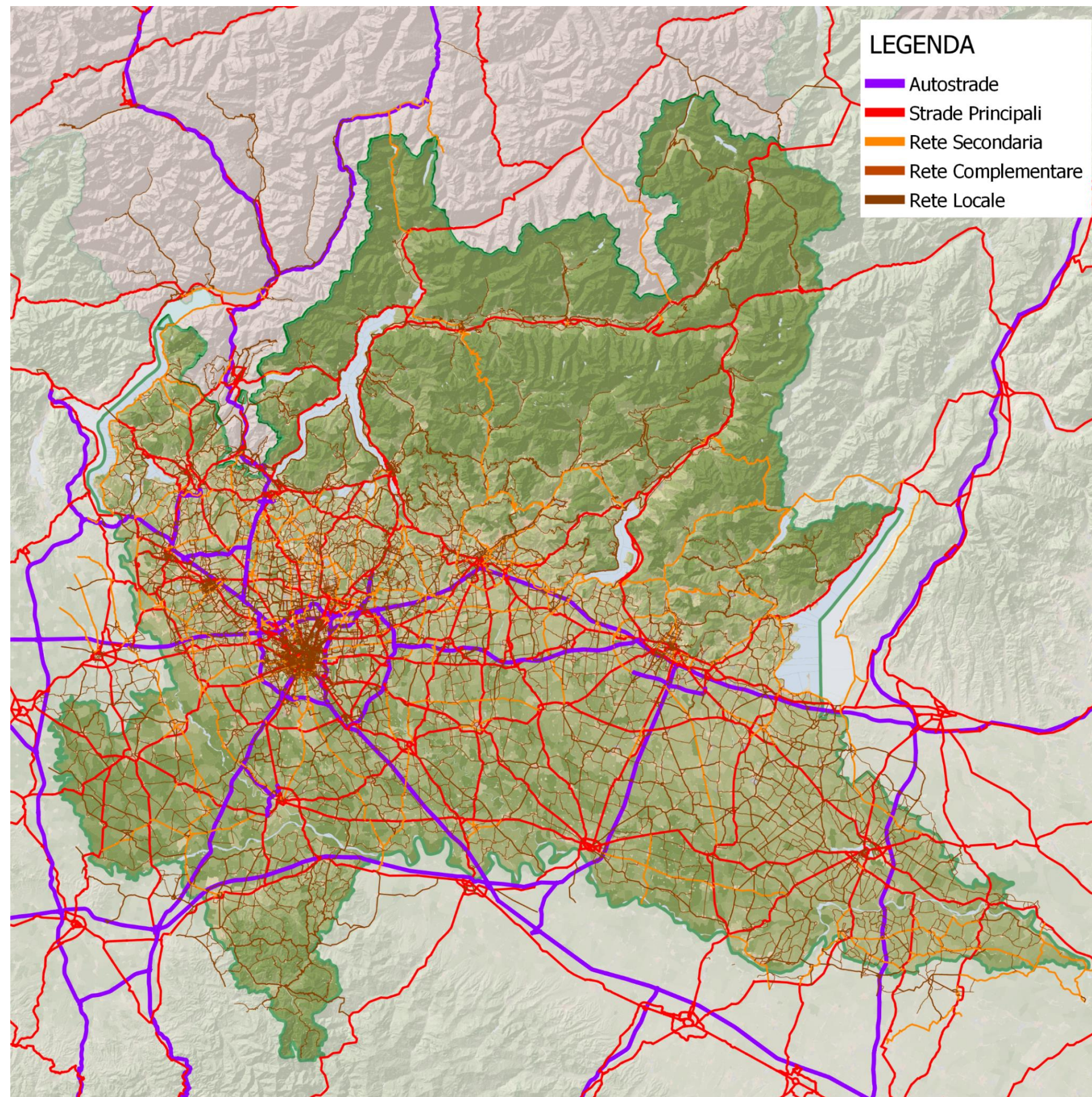


Fig. 1.ii – Grafo del modello i-TraM modulo RL+T

Fonte META 2019

2 TENDENZE



2.1 Tendenze insediative

Superando i suoi limiti tradizionali, rappresentati dal Brembo e dal Serio, **la metropoli bergamasca ha dilagato verso Est e verso Ovest** raggiungendo ormai l'Adda e l'Oglio, secondo una forma sempre più «tentacolare».

Questa conformazione inedita, per fortuna, tende a seguire soprattutto le **diretrici su ferro**, ponendo una premessa rilevante per lo sviluppo di politiche di mobilità sostenibile a livello metropolitano e provinciale.

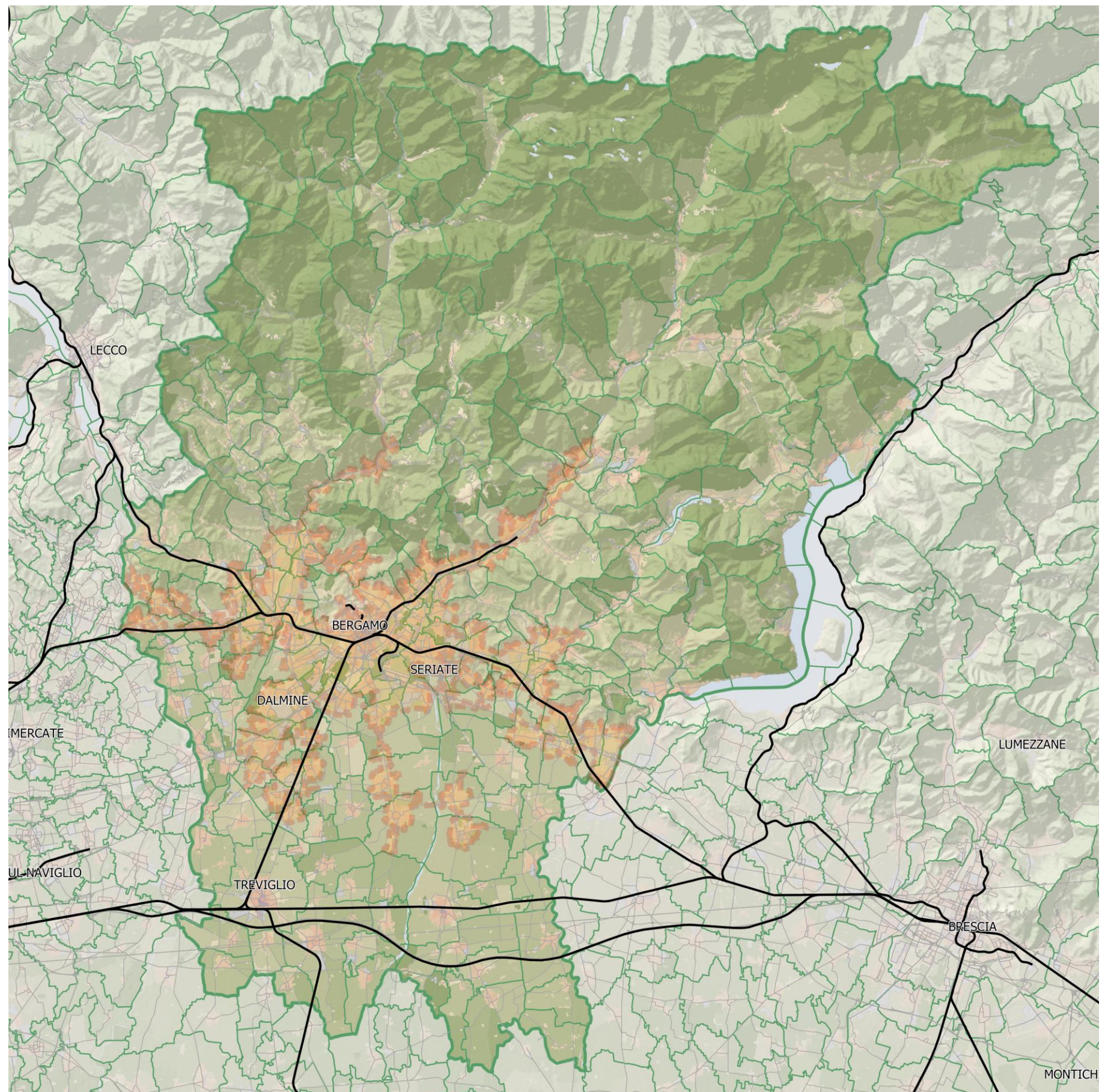


Fig. 2.1.i Tendenze insediative

Elaborazioni META 2018

2.2 Dinamiche del sistema produttivo

Il sistema produttivo bergamasco è fra quelli che, a scala nazionale, hanno meglio saputo **reagire alla crisi economica**, mantenendosi in posizioni elevate nella graduatoria delle aree a maggior presenza industriale dell'intera Europa.

Analizzando la distribuzione degli addetti all'industria (**Fig. 2.2.i**) ed ai servizi (**Fig. 2.2.iii**), non si osservano enormi differenze: entrambe si collocano all'interno della grande nebulosa compresa fra le aree urbane di Milano e Brescia, riproducendo l'andamento delle principali infrastrutture di trasporto, ed in particolare dell'autostrada A4, che ha certamente svolto un ruolo essenziale nell'indirizzare lo sviluppo dei sistemi produttivi.

Il progressivo scivolamento a valle di attività manifatturiere tradizionalmente insediate nelle valli pedemontane ha accentuato il ruolo del capoluogo, che si configura come elemento baricentrico per il sistema dei servizi alle famiglie ed alle imprese.

Il sistema appare oggi in grado di **rilanciarsi in ottica industria 4.0**, anche se le prospettive concrete sono molto variabili a seconda del settore preso in esame.

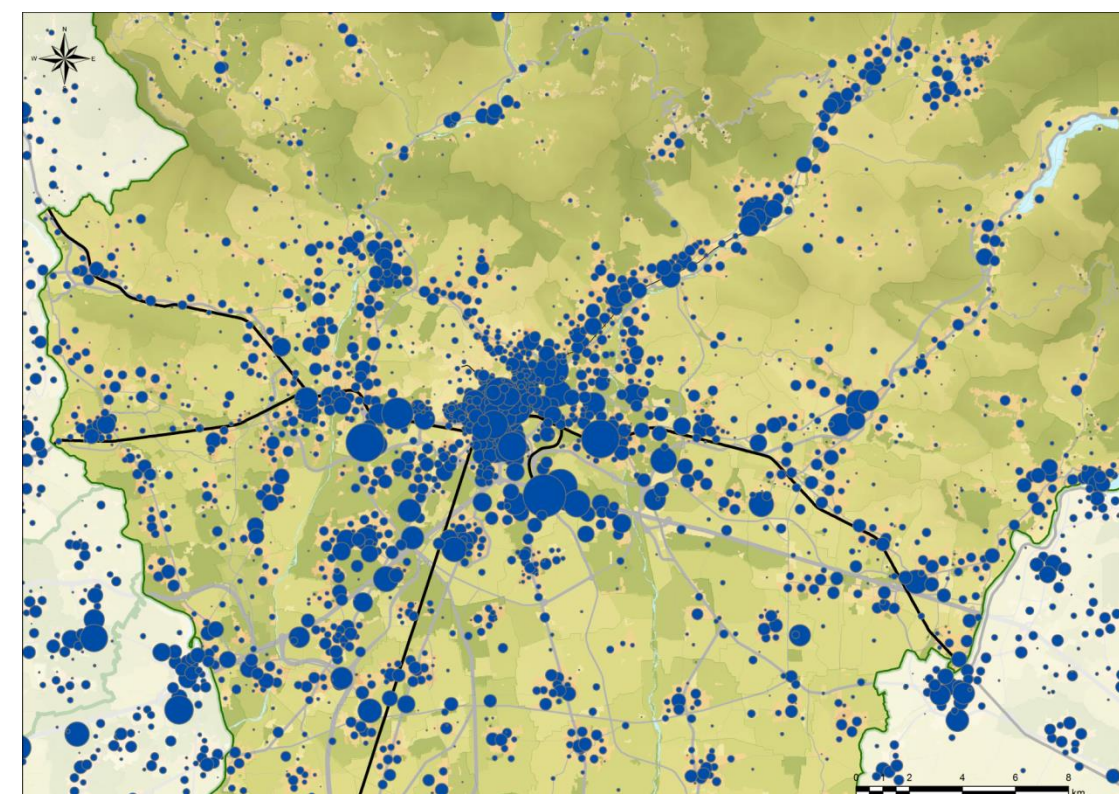


Fig. 2.2.ii Addetti all'industria provincia di Bergamo
Elaborazioni META su dati ISTAT

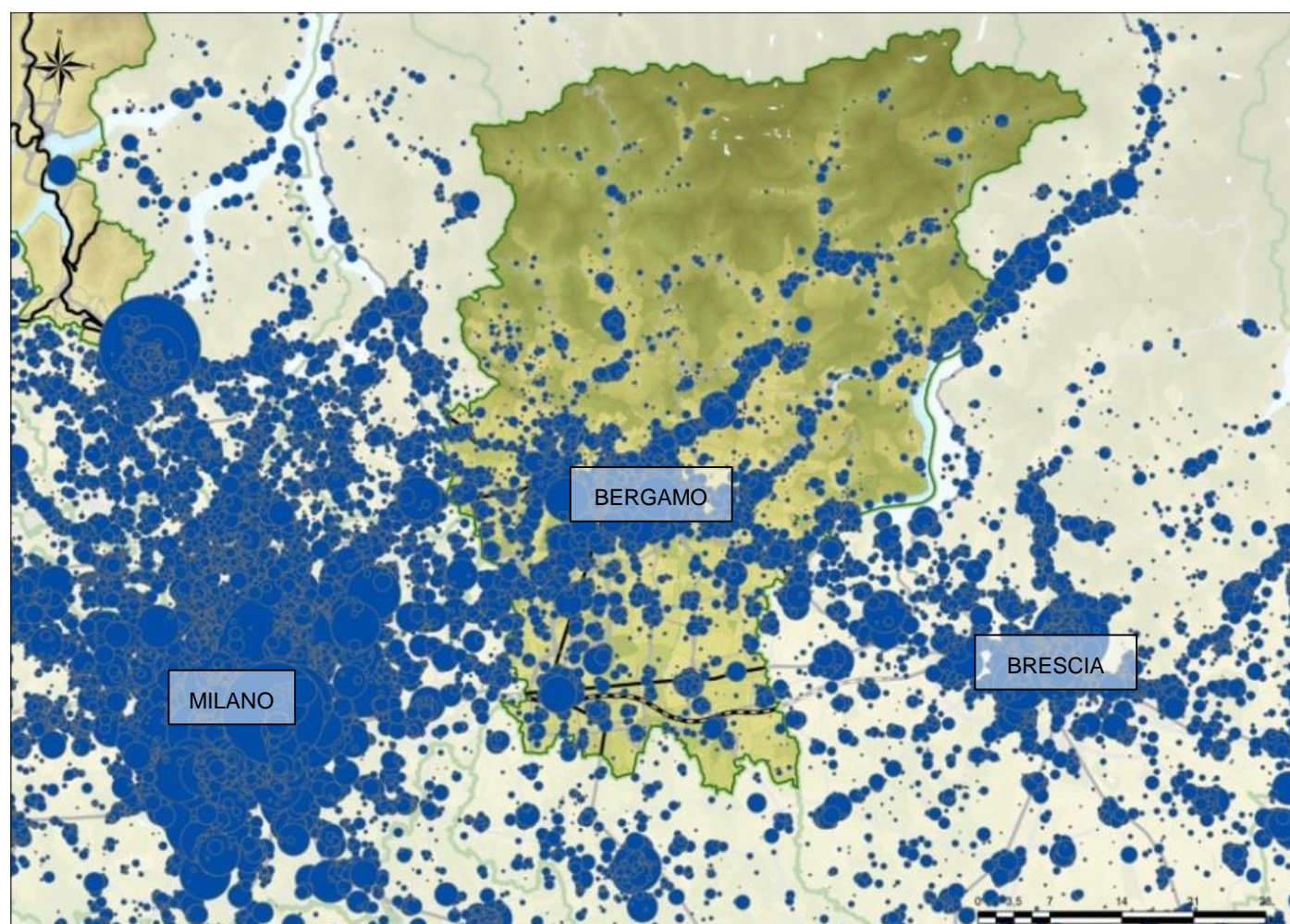


Fig. 2.2.i Addetti all'industria
Elaborazioni META su dati ISTAT

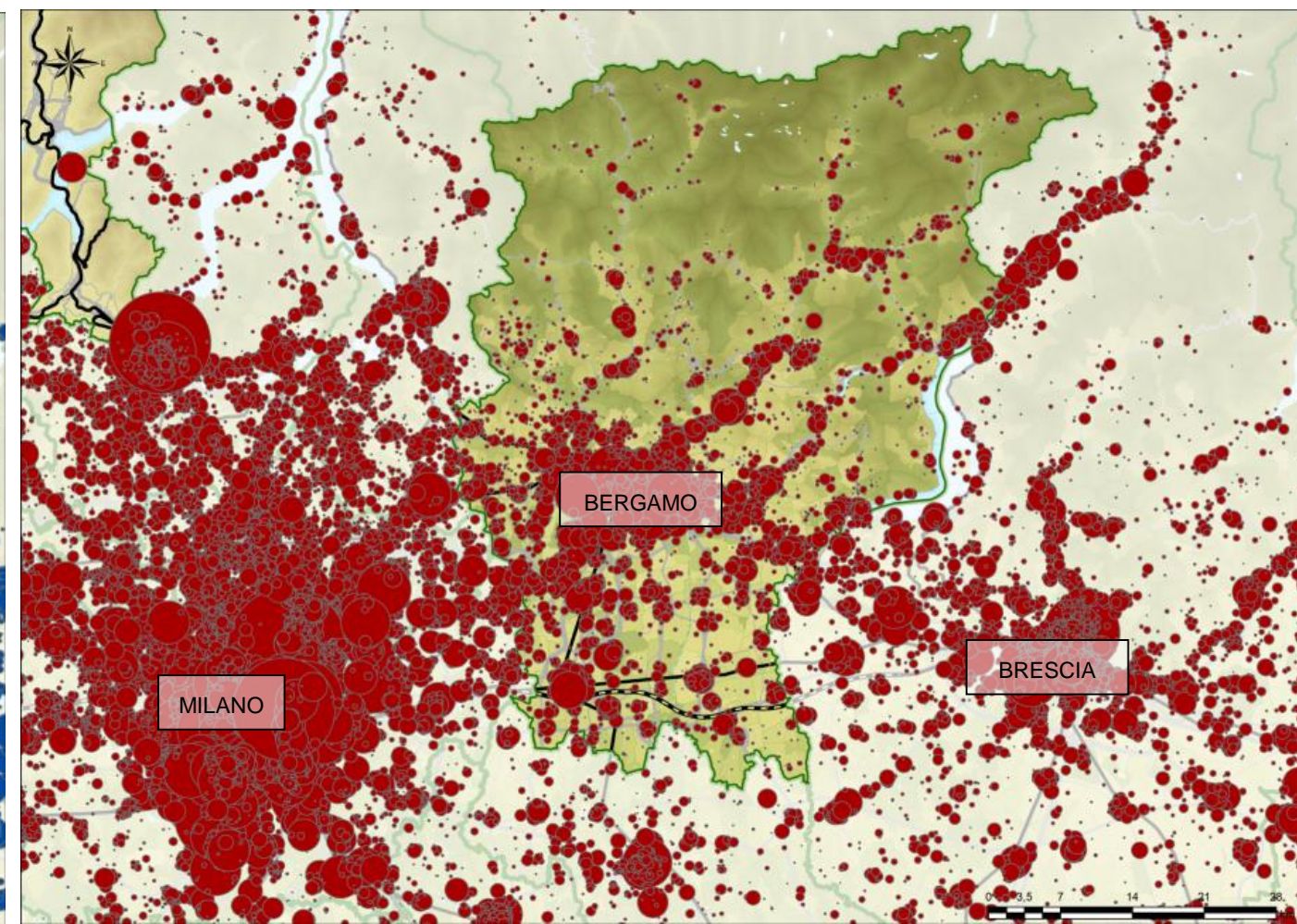


Fig. 2.2.iii Addetti ai servizi
Elaborazioni META su dati ISTAT

Prendendo in considerazione l'indice della produzione industriale, pubblicato in serie storica dalla Camera di Commercio, è abbastanza agevole riconoscere, fra i punti di forza della manifattura bergamasca, molte industrie tradizionalmente ben radicate, quali segnatamente:

- la **siderurgia**, diffusa in larga parte del territorio provinciale, con una particolare concentrazione nell'area di Dalmine;
- la **lavorazione dei minerali non metalliferi**, e segnatamente la produzione di cemento;
- la **chimica**, concentrata in particolare nel distretto dell'Isola.

Si tratta di tre settori caratterizzati dalla produzione di beni intermedi a basso valore per unità di peso, che possono ritenersi in genere abbastanza vocati all'utilizzo della ferrovia.

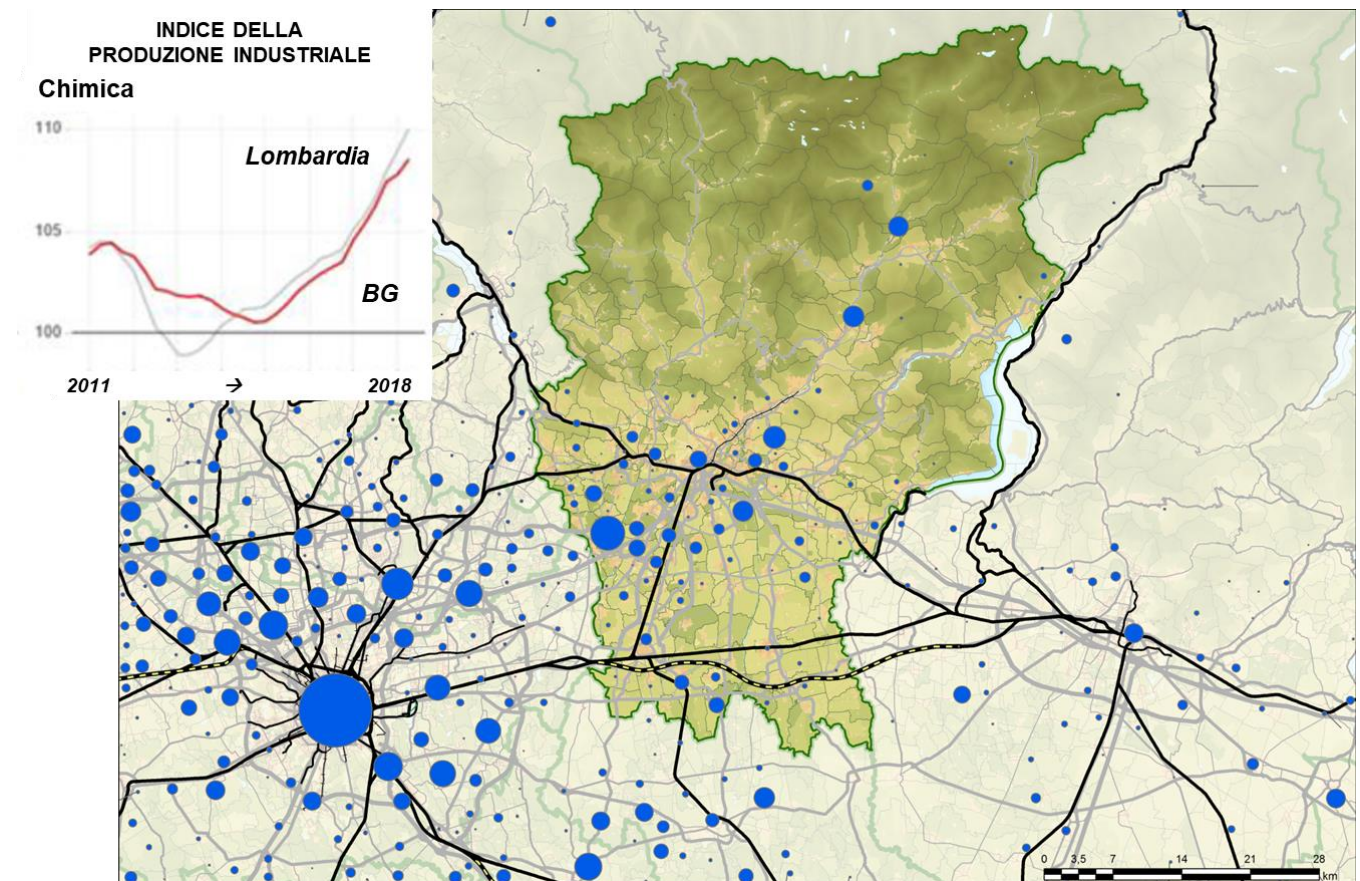


Fig. 2.2.v indice della produzione industriale ed addetti – industria chimica
Elaborazioni META su dati ISTAT, Camera di Commercio

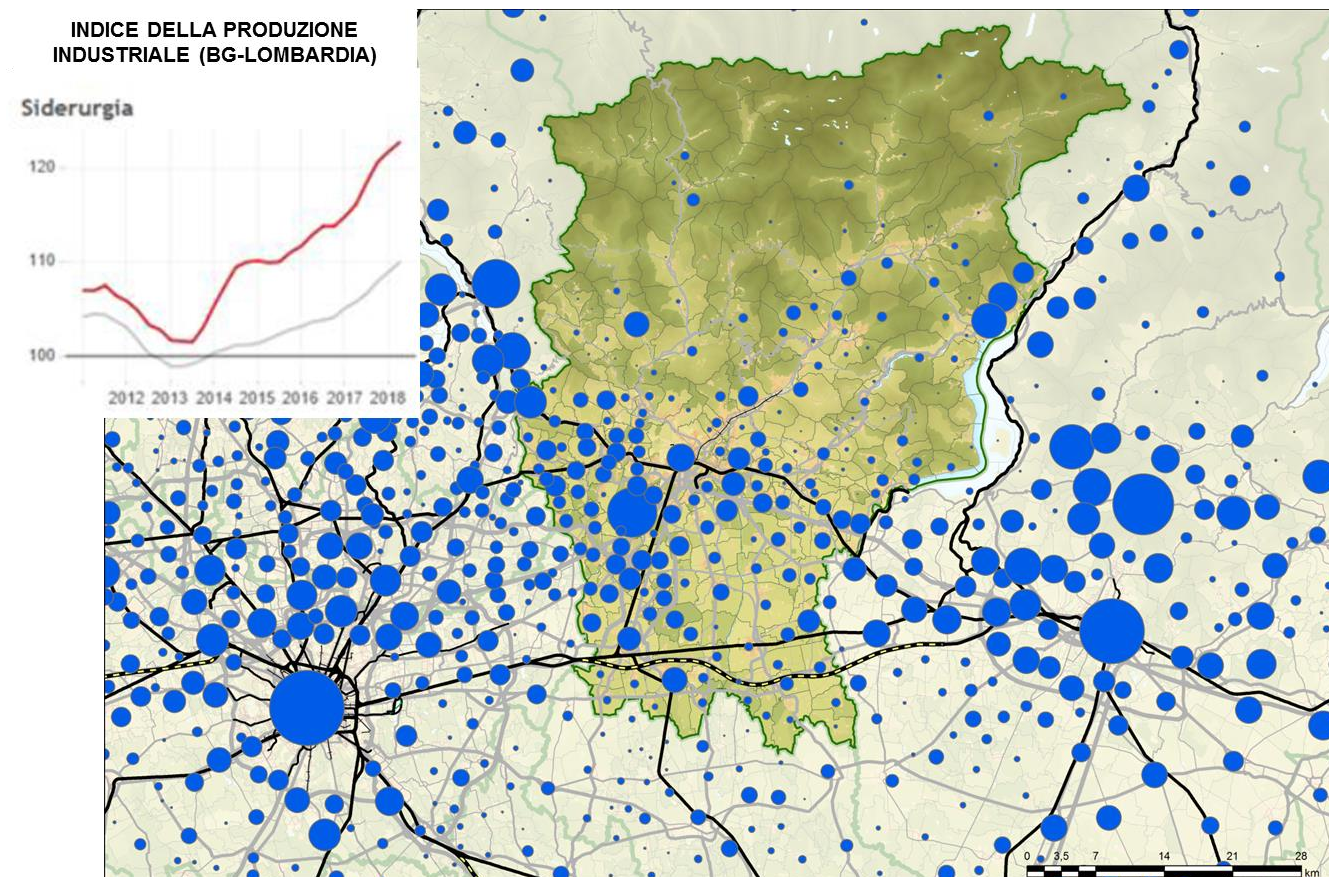


Fig. 2.2.iv indice della produzione industriale ed addetti – industria siderurgica
Elaborazioni META su dati ISTAT, Camera di Commercio

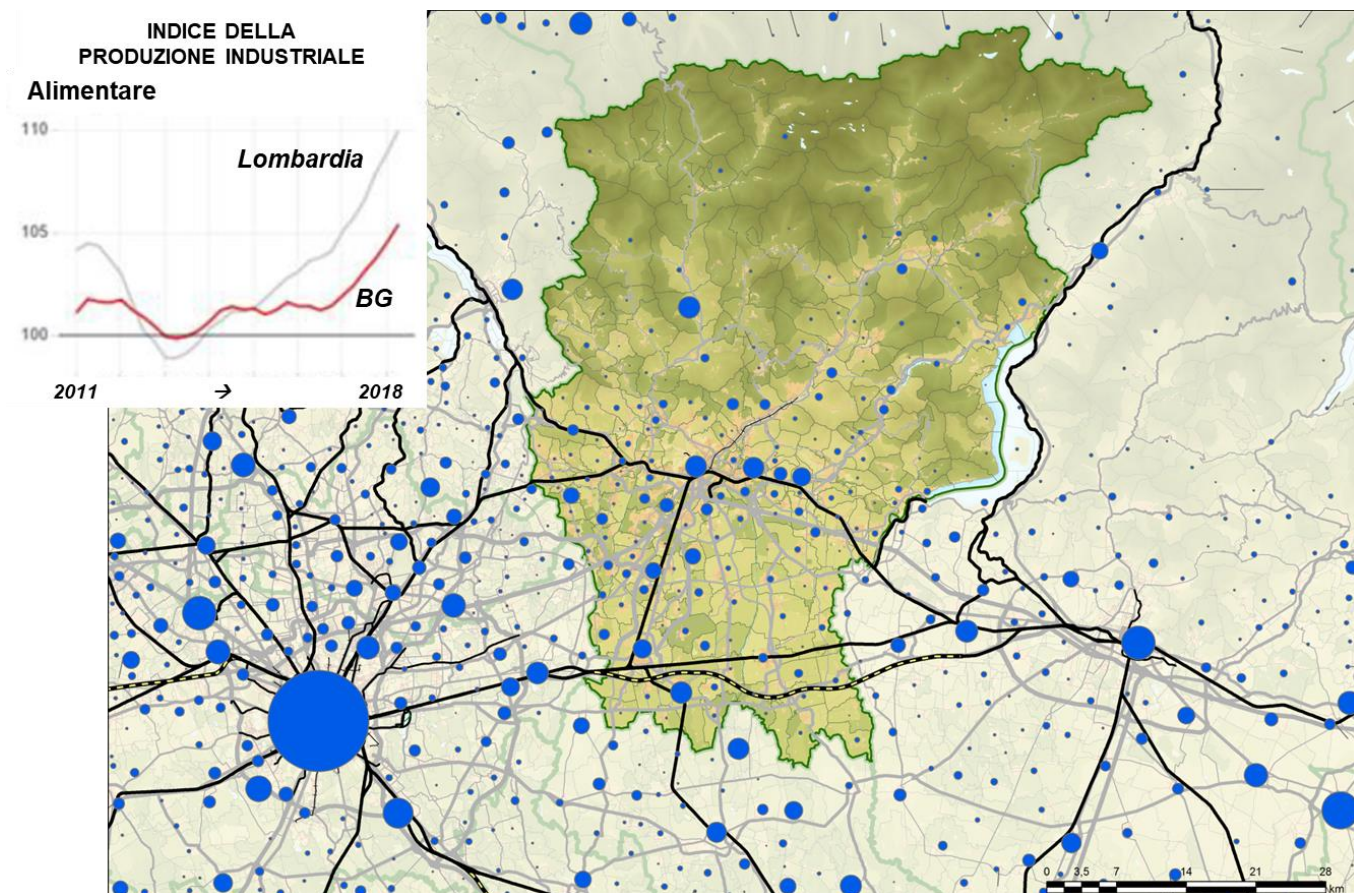


Fig. 2.2.vi indice della produzione industriale ed addetti – industria alimentare
Elaborazioni META su dati ISTAT, Camera di Commercio

Alle industrie siderurgiche, chimiche e del cemento si possono aggiungere poi altri settori manifatturieri, di sviluppo relativamente più recente ma ugualmente contraddistinti da dinamiche positive, quali:

- l'**industria alimentare**, presente in Val Brembana, nell'area di Seriate ed in alcuni poli della Bassa pianura;
- l'**industria meccanica e dei mezzi di trasporto**, molto distribuita, che presenta un trend congiunturale superiore alla media regionale;
- la **lavorazione della gomma e della plastica**, che dà forma ad un vero e proprio distretto industriale nella Val Calepio e nel Sebino occidentale;

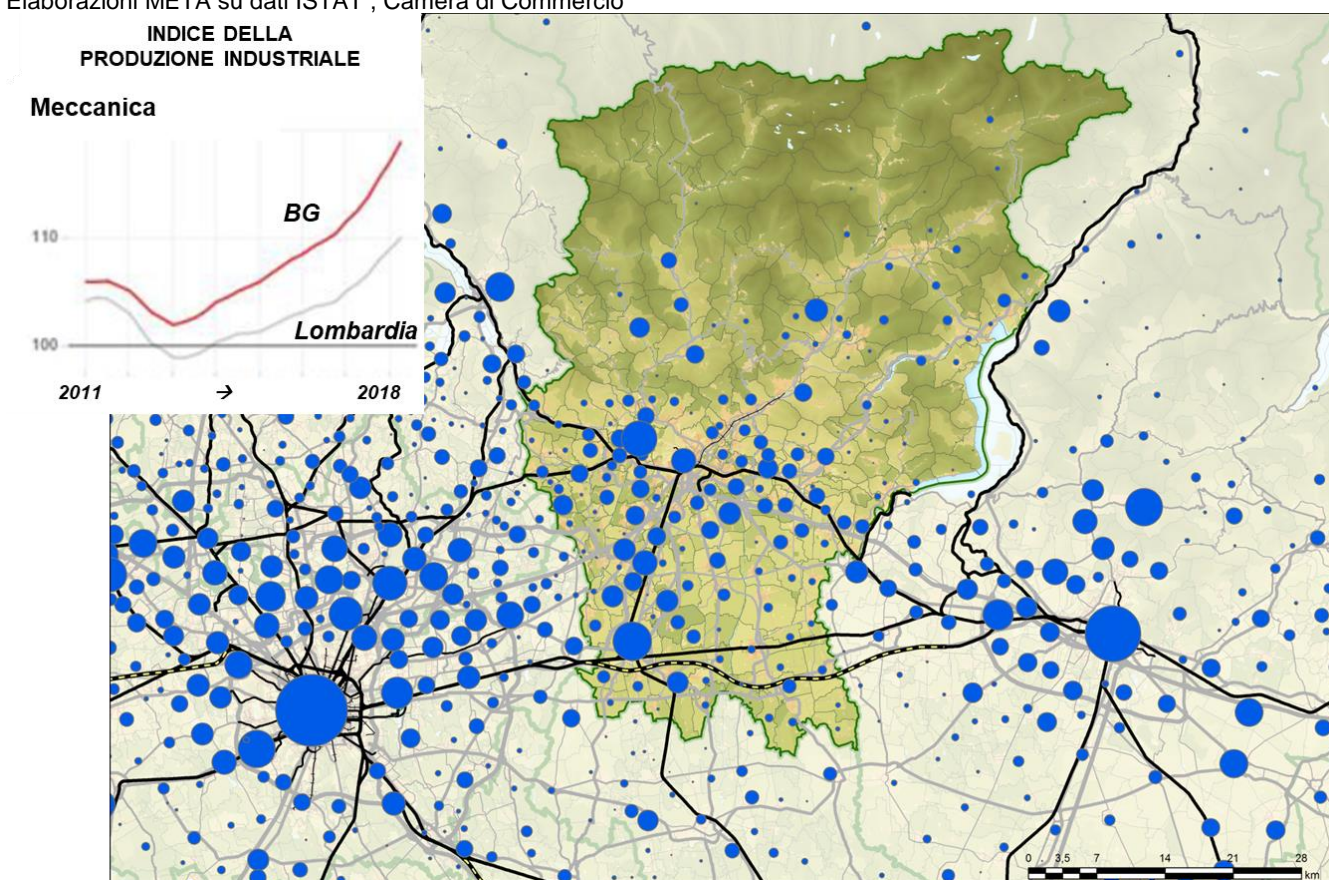


Fig. 2.2.vii indice della produzione industriale ed addetti – industria meccanica
Elaborazioni META su dati ISTAT, Camera di Commercio

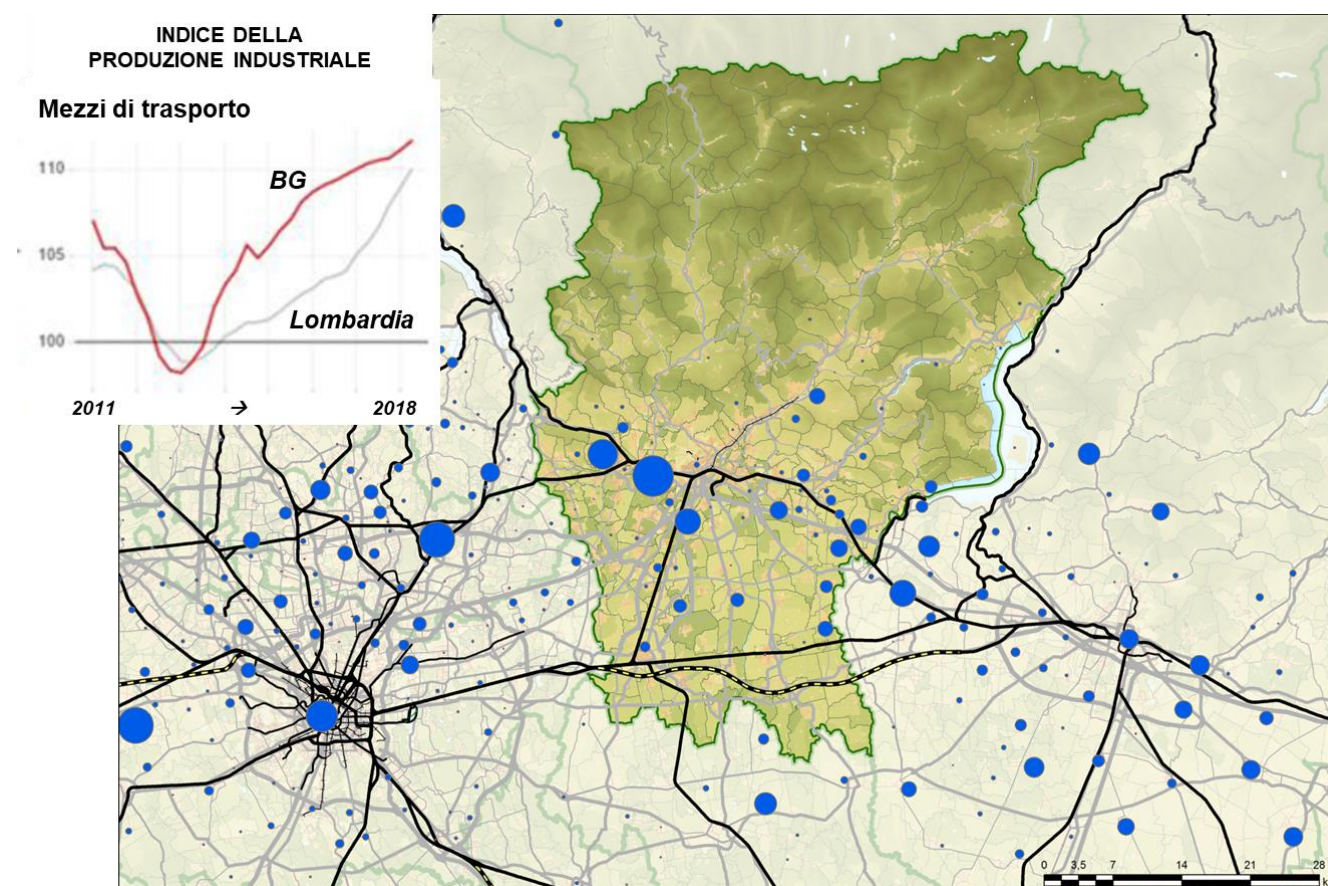


Fig. 2.2.viii indice della produzione industriale ed addetti – industria dei mezzi di trasporto
Elaborazioni META su dati ISTAT, Camera di Commercio

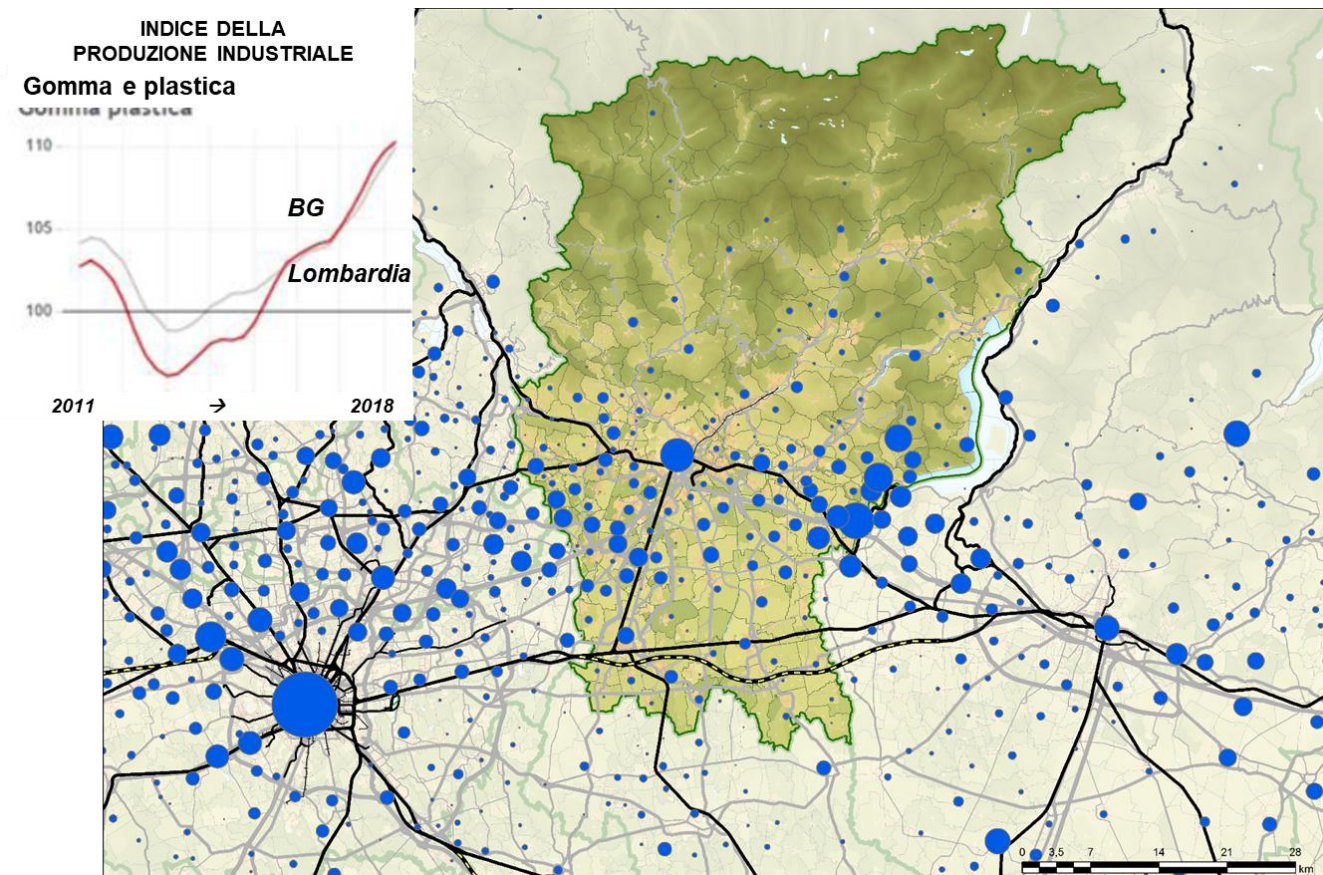


Fig. 2.2.ix indice della produzione industriale ed addetti – industria della gomma e della plastica
Elaborazioni META su dati ISTAT, Camera di Commercio

L'unico vero punto di debolezza è invece costituito dall'**industria tessile**, tradizionalmente radicata in Val Seriana ma contraddistinta da un andamento tendenziale negativo, che contrasta persino con la media della Regione Lombardia.

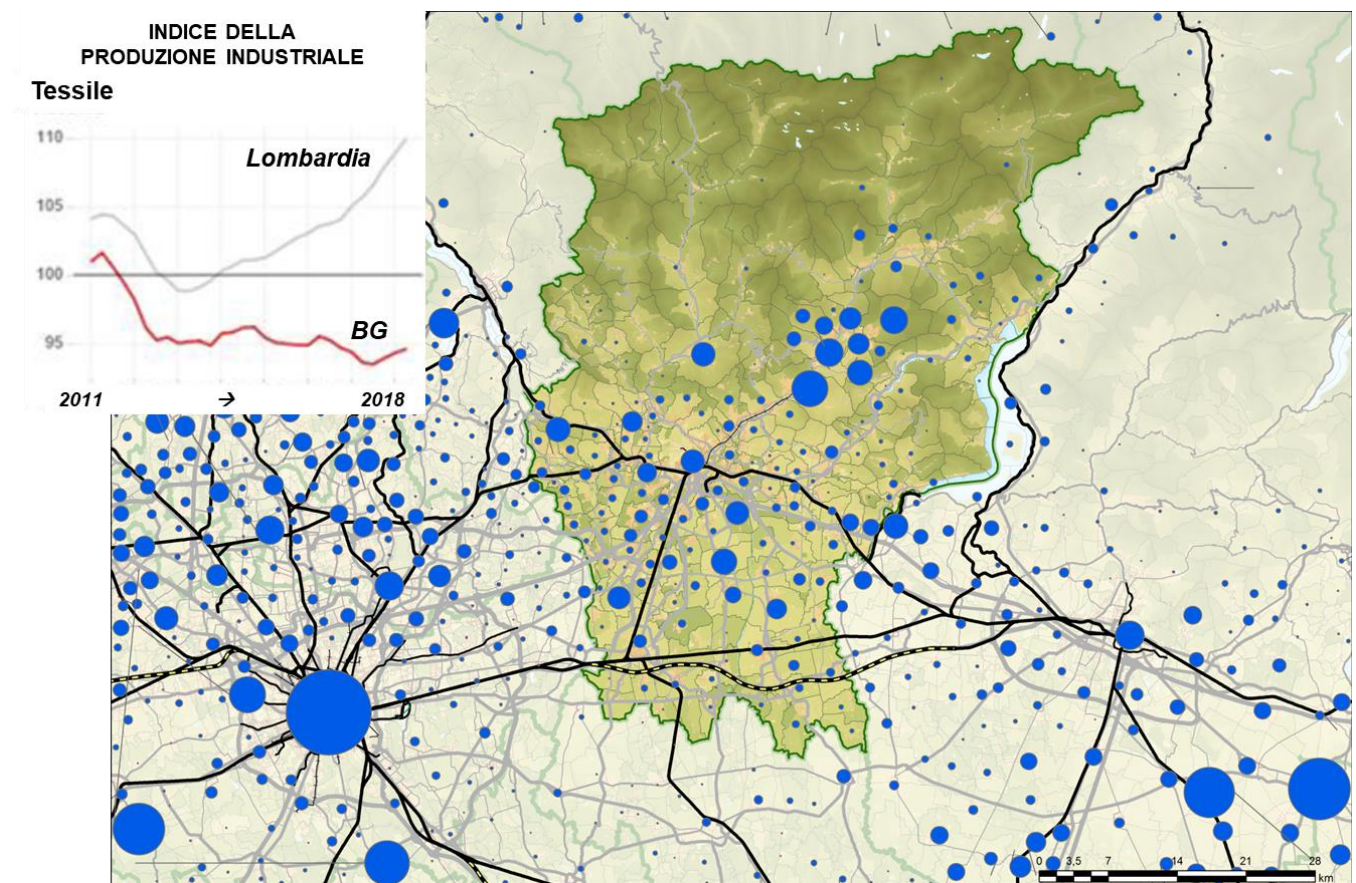


Fig. 2.2.x indice della produzione industriale ed addetti – industria tessile
Elaborazioni META su dati ISTAT, Camera di Commercio

2.3 Il quadro dei traffici stradali

Il modello di simulazione del traffico RL+T, le cui caratteristiche sono già state illustrate nel precedente paragrafo 1.3, consente di ricostruire lo stato dei traffici stradali in un tipico giorno feriale lavorativo/scolastico, in modo da apprezzare meglio il quadro delle criticità esistenti e/o attese sul versante del sistema viario.

La configurazione dei flussi, riportata nella Fig. 2.3.i, evidenzia la **forte concentrazione lungo l'autostrada A4** e nelle aree immediatamente circostanti, corrispondenti in buona sostanza al **contesto metropolitano** ed alle sue più **immediate propaggini orientate verso le valli e la pianura**.

L'utilizzo del modello è interessante, anche perché consente di quantificare una serie di **indicatori** utili a valutare la **funzionalità** del sistema, considerato nel suo complesso e non soltanto per singoli elementi. Il **volume di traffico** complessivo, cioè la somma delle percorrenze di tutti i veicoli circolanti sulla rete, può così essere stimato in circa **27,8 milioni di veicoli-km/giorno**¹, distribuiti per la maggior parte sulla viabilità classificata come principale (24%) e locale (22%). Pur includendo l'arteria di gran lunga più trafficata, la **rete autostradale** serve un volume dell'ordine di **5,5 milioni di veicoli-km/giorno** essendo preceduta, in questa classifica, anche dalla viabilità secondaria per circa 100.000 veicoli-km. Se ne deduce quindi che, all'interno del territorio provinciale, **la maggior parte del traffico** (circa l'80%) **sfrutta la viabilità ordinaria**.

La velocità media sull'intera rete è di 47 km/h. In particolare, si nota come le velocità siano abbastanza uniformi al di fuori della rete autostradale, con valori che oscillano attorno ai 40 km/h. Questo dimostra come il flusso sia concentrato sulle arterie principali, dove, a causa della congestione, le velocità effettive risultano molto più basse delle velocità di libero deflusso.

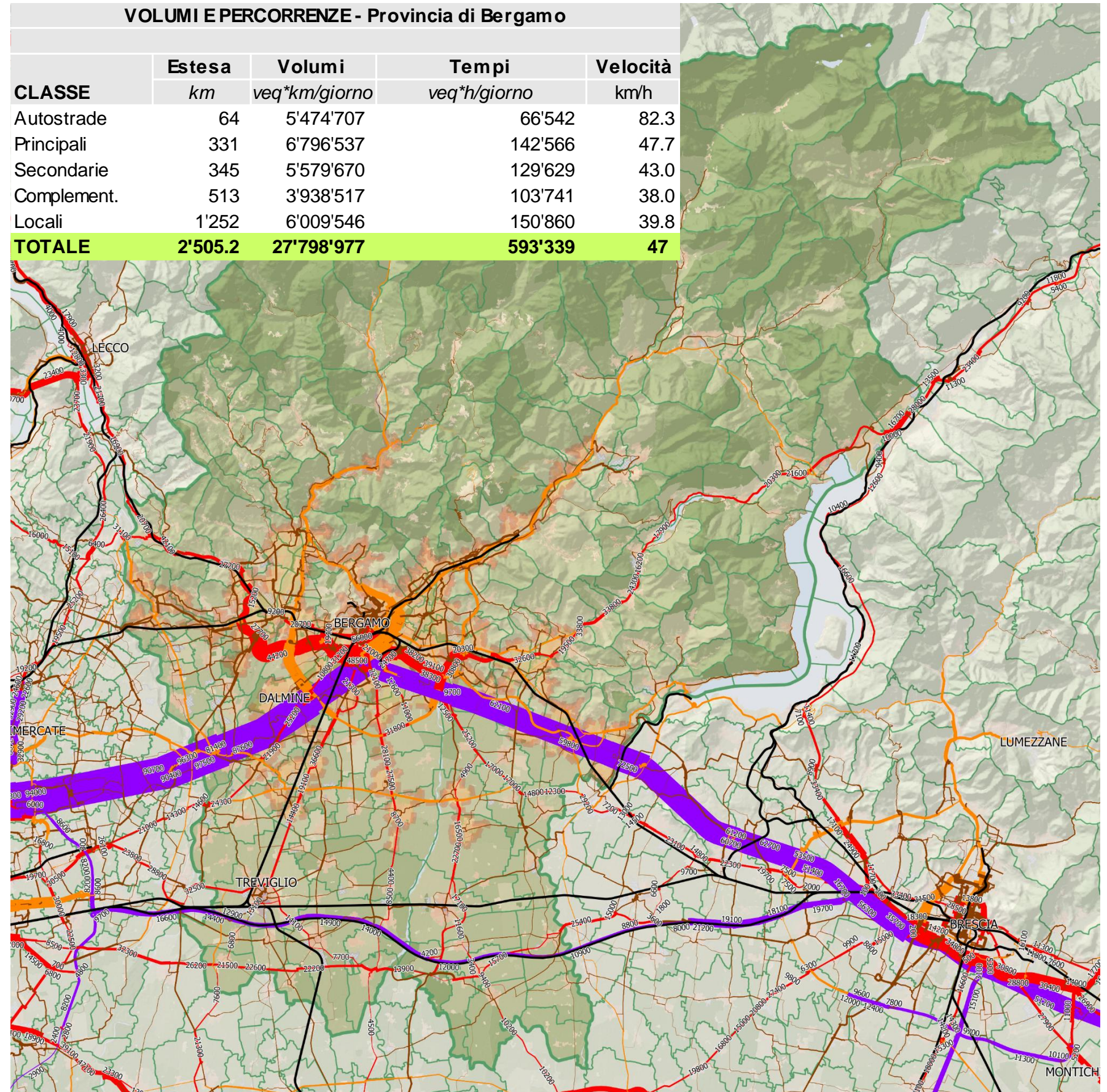
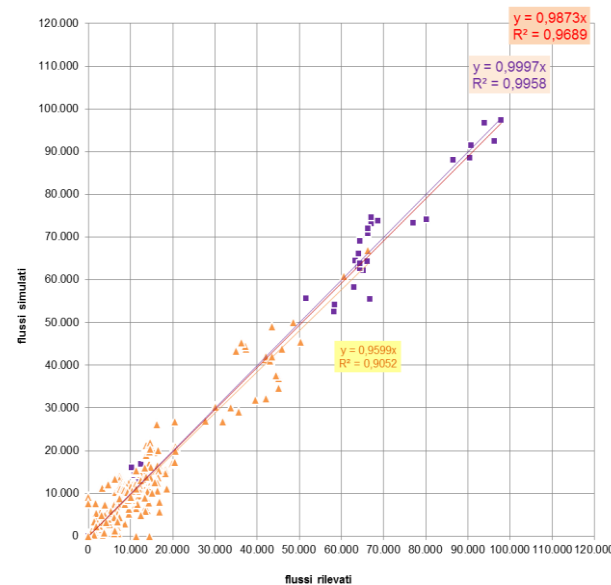


Fig. 2.3.i - Flussi di traffico stradale nell'area bergamasca

Elaborazione META su dati ISTAT, Regione Lombardia

¹ L'unità di misura, detta veicoli-km, esprime la quantità di traffico che grava su una rete stradale o su una porzione della stessa. È ottenuta sommando tutti i veicoli che passano sulle strade di una data area per la lunghezza delle strade stesse.

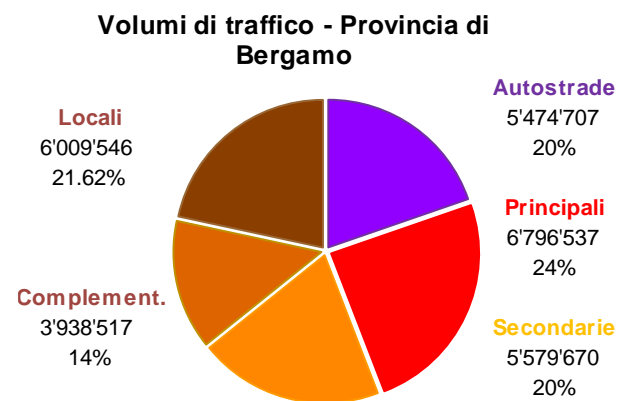


Fig. 2.3.ii – Volumi di traffico nell’area bergamasca per tipo di strada
Elaborazione META su dati ISTAT, Regione Lombardia

Considerando i **livelli di servizio**, cioè la qualità dello scorrimento offerto agli utenti, si nota che circa il 30% del volume di traffico si sviluppa in **condizioni non interferite** (livelli A e B), mentre quasi il 49% ricade in **condizioni intermedie** (livelli C e D). A questo proposito va sottolineato che, dal punto di vista dell’economia dei trasporti i livelli di servizio A/B – ovviamente preferiti dagli utenti – corrispondono in realtà a condizioni di sottoutilizzo della capacità infrastrutturale, e dunque non possono essere considerati ottimali dal punto di vista dell’impiego di risorse pubbliche. D’altro canto, **circa il 21% del traffico bergamasco si sviluppa in condizioni di saturazione o persino sovrasaturazione della capacità** (livelli E ed F), con evidente danno per la collettività locale.

Percorrenze (veq*km/giorno) per livelli di servizio
Provincia di Bergamo

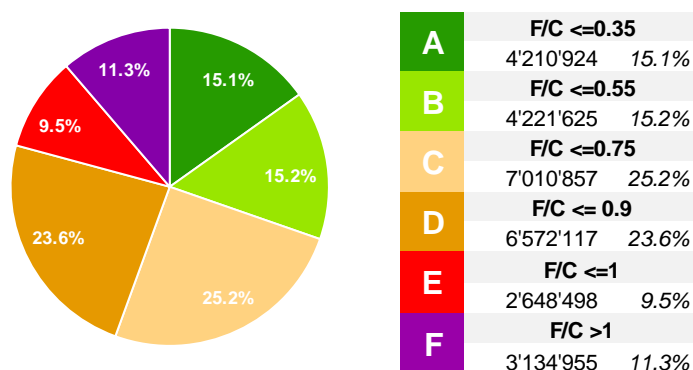


Fig. 2.3.iii - Volumi di traffico nell’area bergamasca per livelli di servizio
Elaborazione META su dati ISTAT, Regione Lombardia

Come si osserva nella Fig. 2.3.iv, le zone soggette a maggiore congestione si collocano intorno all’area urbana del capoluogo con una maggiore concentrazione delle arterie critiche lungo l’asse interurbano e sulle principali direttrici di accesso dalle valli bergamasche: la exSS470 dalla Val Brembana, la exSS342 dalla valle San Martino, dalla val Seriana lungo la SP35. Oltre a queste, risulta particolarmente congestionata la SS42 per le relazioni tra la zona di Zingonia e Bergamo oltre che tra San Paolo d’Argon ed il capoluogo. Infine, vi sono una serie di punti singoli all’interno della maglia stradale attualmente in sofferenza, come il sistema dei ponti sull’Adda.

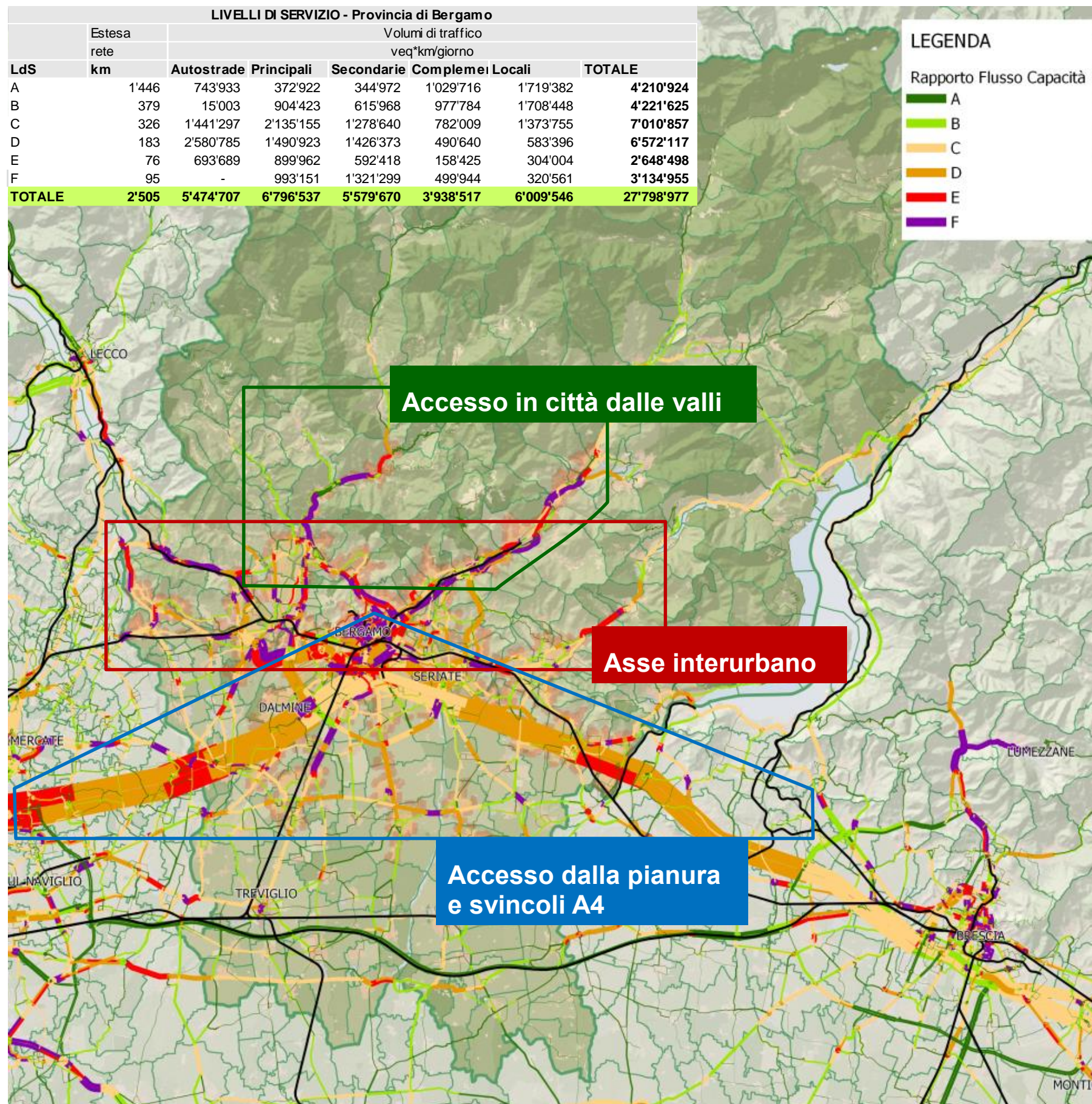


Fig. 2.3.iv - Livelli di congestione sulla rete stradale dell’area bergamasca
Elaborazione META su dati ISTAT, Regione Lombardia

Questi assi possono essere raggruppati in tre categorie:

- partendo da nord si ha il sistema di assi di accesso in città dalle valli,
- più a sud il sistema di penetrazione dell'asse interurbano
- ed infine a sud gli assi di accesso alla pianura, comprendenti anche gli svincoli autostradali dell'A4 e la viabilità tangenziale.

Tutti questi sistemi presentano caratteristiche comuni e problematiche affini.

L'accesso dalle valli sconta una forte congestione sugli assi stradali che stanno dimostrando di non riuscire più a gestire appieno il traffico su di loro gravitante ed al contempo scontano problemi di inserimento in un ambiente fortemente urbanizzato ed orograficamente complesso.

La zona dell'Asse Interurbano è quella maggiormente infrastrutturata e con la maggiore concentrazione di persone ed aziende. Qui la concentrazione di servizi, imprese e popolazione rende il territorio un continuo urbano, dando origine all'area metropolitana di Bergamo.

L'area metropolitana si estende anche verso sud verso la pianura, con un forte tessuto industriale concentrato su precise direttrici e località lungo assi storicamente infrastrutturati.

Questi assi vivono ora una forte concentrazione del traffico, richiedendo ad oggi possibili interventi di ammodernamento maggiormente realizzabili rispetto ai casi precedenti che vanno però ad interfacciarsi con un ambiente già ora sotto pressione dal punto di vista del consumo di suolo.

2.3.1 Impatti ambientali da traffico

Sulla base dei dati ottenibili dalle simulazioni di traffico, è possibile anche stimare le emissioni dovute alla componente mobilità ed i relativi consumi energetici. Le analisi hanno valenza su tutti gli archi che compongono il grafo stradale e possono essere raggruppate in base alla gerarchia stradale.

Valutando innanzi tutto i consumi energetici da traffico (Fig. 2.3.v), è possibile stimare che il combustibile più consumato è il gasolio con oltre il 60% del totale, mentre le alimentazioni fossili alternative (GPL metano) rivestono un'importanza secondaria, con un 6% complessivo, a fronte di quote ancora marginali della trazione elettrica.

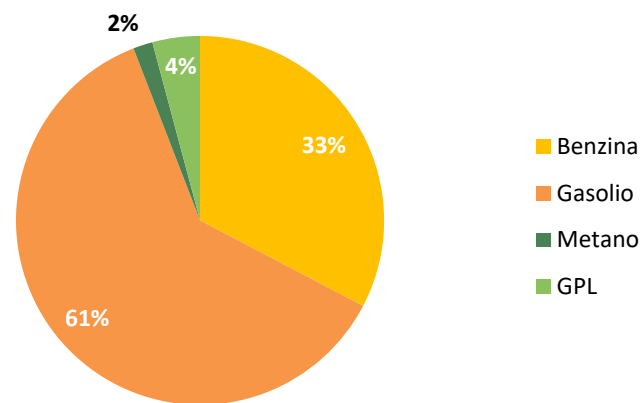


Fig. 2.3.v - Consumi energetici per tipo di carburante

Elaborazione META su dati ISTAT, Regione Lombardia, ACI, CORINAIR

Analizzando il medesimo dato per tipologia di strada (Fig. 2.3.vi), si può dire che la maggior percentuale di consumi attiene alla rete principale. Nonostante la limitata estensione ed il volume di traffico complessivo inferiore che sulle strade secondarie, il flusso autostradale è la seconda classificazione più inquinante. Ciò è dovuto alle velocità molto più alte di deflusso medio².

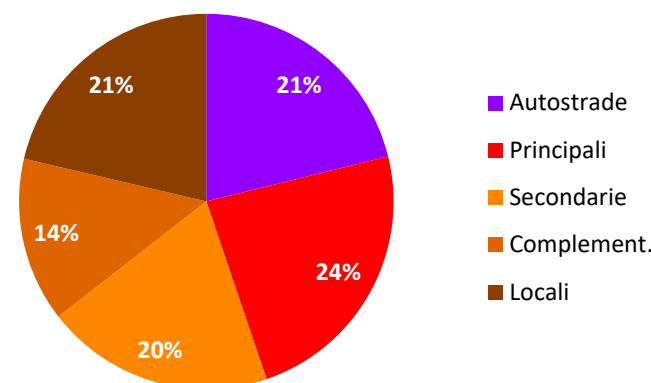


Fig. 2.3.vi - Consumi energetici per tipo di strada

Elaborazione META su dati ISTAT, Regione Lombardia, ACI, CORINAIR

² Le condizioni di massima efficienza energetica si riscontrano infatti per velocità di deflusso medie (60-80 km/h), a fronte di aggravii anche considerevoli in condizioni di congestione od alle elevate velocità raggiungibili in autostrada.

Per quanto concerne le emissioni di inquinanti atmosferici, è possibile prendere ad esempio il caso del particolato (Fig. 2.3.vii).

Si nota come i veicoli su autostrada e sulla viabilità principale emettano la stessa percentuale di inquinante. Anche questo è un diretto effetto della differenza di velocità prima citata. Infatti, all'aumentare della velocità aumentano anche i consumi complessivi da parte dei veicoli e, pertanto, le emissioni nocive. Poco più della metà delle emissioni di particolato sono dovute alla viabilità di rango minore, avente un complessivo chilometrico molto più alto rispetto alla somma delle autostrade e delle strade principali (2.111 km rispetto a 395 km). Anche in questo caso la componente velocità, assieme alla componente congestione, determina la differente quantità di inquinanti emessi dalle categorie di strade maggiori nonostante la loro estensione complessiva.

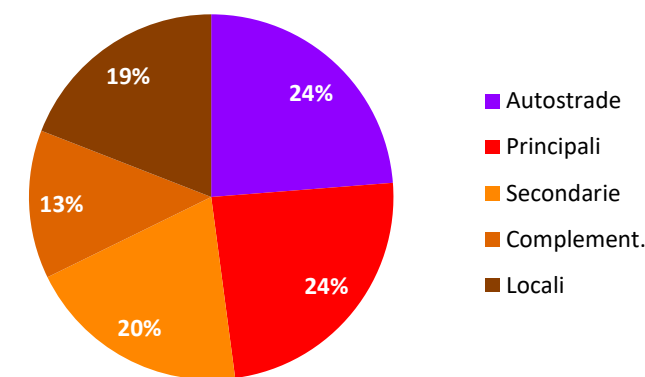


Fig. 2.3.vii - Emissioni di particolato (PM) per tipo di strada

Elaborazione META su dati ISTAT, Regione Lombardia, ACI, CORINAIR

2.4 I traffici aeroportuali

Un dato di grande rilievo per il sistema della mobilità bergamasca riguarda lo sviluppo dell'aeroporto di Orio al Serio, che nel giro degli ultimi vent'anni ha guadagnato un posto di rilievo nel panorama degli scali milanesi e nazionali.

Analizzando nel dettaglio l'andamento del traffico negli aeroporti Lombardia tra il 1990 ed oggi (Fig. 2.4.i), si possono osservare due dinamiche principali, connesse da un lato al **trasferimento dei voli da Linate a Malpensa**, avvenuto nei tardi anni Novanta, e dall'altro alla **progressiva crescita dei traffici ad Orio al Serio**, verificatasi a partire dall'inizio degli anni 2000 in rapporto allo sviluppo delle aerolinee *low cost*.

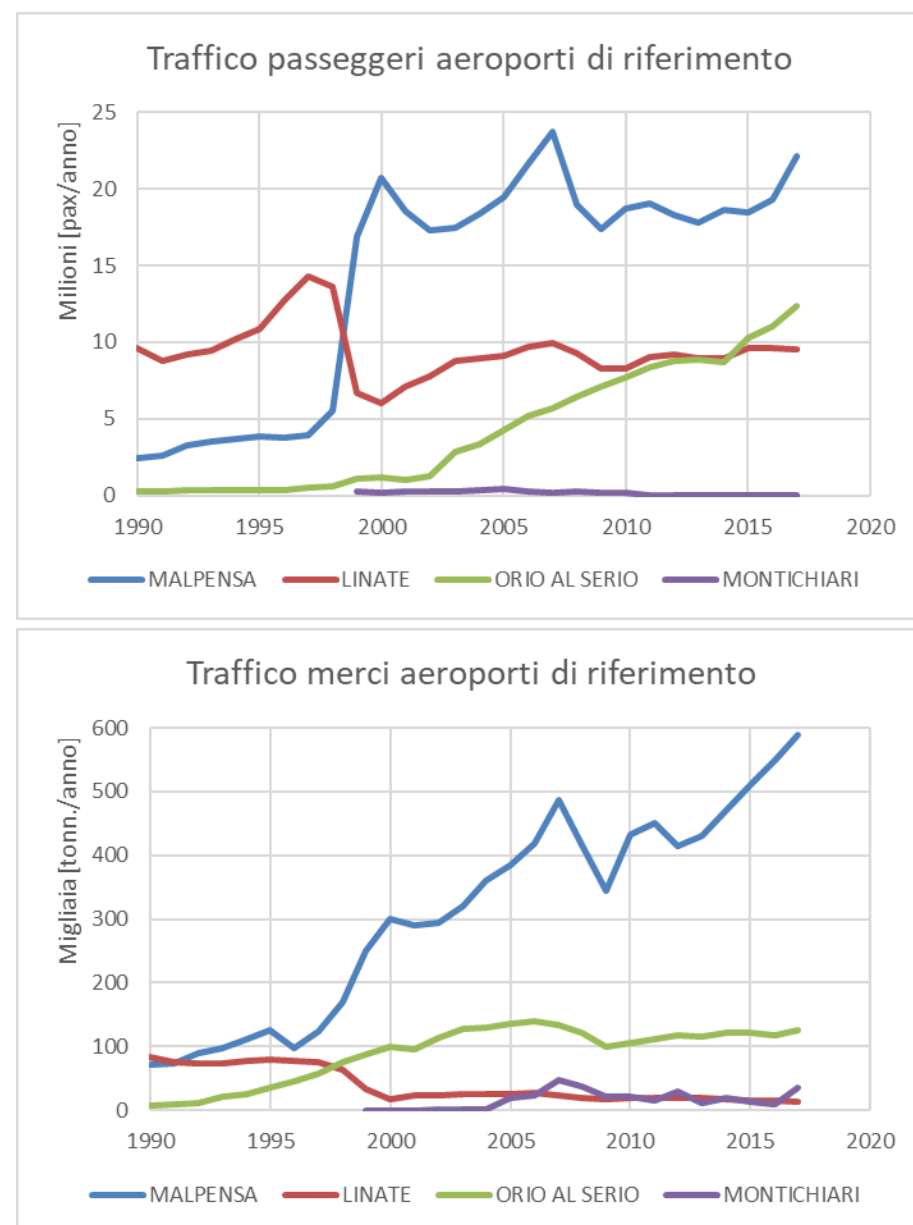


Fig. 2.4.i – Andamento del traffico negli aeroporti milanesi (1990-2017)

Fonte: ENAC

In questo medesimo periodo, lo scalo di **Malpensa** si è invece caratterizzato per un andamento altalenante, legato alle vicissitudini di Alitalia e le sue politiche industriali (come in particolare il de-

hubbing operato nel 2008); negli ultimi anni comunque il suo traffico ha ripreso a crescere a ritmo sostenuto puntando strategicamente per il prossimo futuro sui voli intercontinentali e sui cargo. Le previsioni del nuovo *Masterplan*, ancora in corso di definitiva approvazione, si basano su una proiezione di incremento dei passeggeri tra il 49 ed il 73% nel periodo 2015-2030, mentre per il traffico merci è previsto oltre il raddoppio.

L'aeroporto di **Linate** si configura con andamento stabile, a causa del limite imposto dei 18 movimenti ora; la situazione in futuro potrebbe modificarsi, dato anche il corposo investimento cui sarà sottoposto nei prossimi anni con il rifacimento della pista e di buona parte dell'aerostazione.

Infine, lo scalo bresciano di **Montichiari**, dalla sua apertura al traffico civile nel 1999, terminato il ruolo di momentanea sostituzione dell'aeroporto di Villafranca di Verona, non è mai stato in grado di attrarre un apprezzabile traffico passeggeri, rivestendo un ruolo del tutto marginale nel panorama dei traffici, solo leggermente migliore considerando le merci.

La rapidissima crescita del traffico passeggeri dell'aeroporto di **Orio** dal 2002 in poi (a seguito degli accordi stretti con Ryanair nel 2001) si è finora tradotta in un importante vantaggio strategico per la città di Bergamo, che ha potuto contare su un flusso di presenze sul territorio di anno in anno sempre maggiore, grazie alla capacità di movimentazione dell'aeroporto.

Tuttavia, gli elevati tassi di crescita fatti registrare sia dal traffico che, in minor misura, dai movimenti di aeromobili, stanno determinando il **progressivo raggiungimento dei limiti di capacità della pista**, in particolare per le ore punta e comunque durante tutto l'arco della giornata, considerando il divieto di voli notturni dalle 23 alle 6 come da DPR 476 del 1999 (tematica di rilievo per la città di Bergamo e i comuni circostanti l'aeroporto). Di conseguenza, puntando ad un ulteriore sviluppo del territorio bergamasco, **non è più possibile immaginare una crescita indefinita dei flussi legati al trasporto aereo**.

Stante il forte sviluppo programmato da Malpensa anche nel comparto passeggeri - che pare trovare conforto nelle stime IATA sulla crescita del settore aereo globale nei diversi scenari al 2035 - il progressivo raggiungimento dei limiti di crescita di Orio potrebbe essere accompagnato da uno sviluppo dei voli *low cost* verso altri scali. La conseguenza potrebbe essere una mutazione forzata del suo ruolo nella direzione di una **"regionalizzazione" del bacino funzionale di riferimento**, con perdita di quote di utenza provenienti (o destinate) dalle zone più esterne (Fig. 2.4.ii). In uno scenario di questo genere, un rafforzamento delle connessioni di breve-medio raggio dell'aeroporto con il territorio, sia stradali che eventualmente ferroviarie, potrebbe comunque determinare ricadute positive dei traffici aeroportuali sull'area bergamasca in senso stretto.

Riguardo al trasporto merci, appare evidente come la crescita pianificata da Malpensa possa mettere fuori gioco la (limitata) capacità di crescita di Orio. Non potendo puntare strategicamente sul comparto, potrebbe essere opportuno concentrarsi sull'attività passeggeri demandando all'aeroporto di Montichiari, interessato ad ampliare la propria operatività ad oggi scarsa, la movimentazione di parte della quota merci oggi in carico ad Orio (facendo eventualmente salve esigenze specifiche del sistema produttivo e

commerciale locale). Montichiari infatti dispone di caratteristiche tecniche simili come lunghezza di pista e carico ammissibile dalla pavimentazione, favorendo uno spostamento non traumatico dei vettori, ed è posto in un territorio meno densamente urbanizzato, più adatto quindi all'operatività notturna.

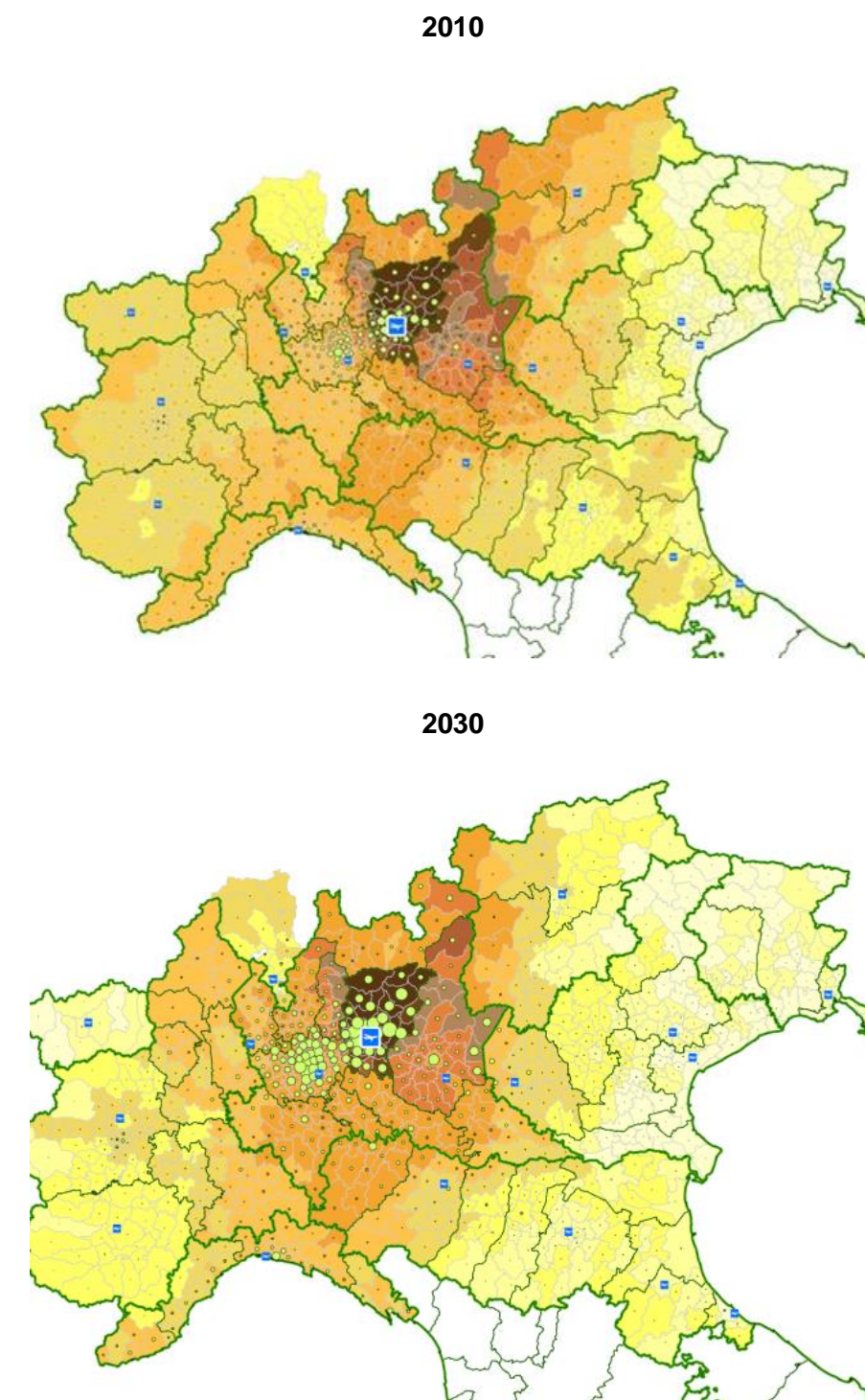


Fig. 2.4.ii – Possibile evoluzione del bacino funzionale di Orio al Serio

Fonte: Polinomia

2.5 L'impatto delle nuove tecnologie

L'ambito della mobilità nel prossimo futuro sarà attraversato da un rinnovamento tecnologico che avrà profonde ricadute sulle abitudini di spostamento delle persone e sulla logistica. L'automazione nel campo dei trasporti terrestri (e non solo) sta proseguendo rapidamente nella direzione di sostituire il conducente attivo del veicolo con un pilota artificiale relegando il ruolo dell'essere umano a mero supervisore del sistema. In questo scenario, i cui primi effetti si realizzeranno già nel prossimo decennio, occorre ripensare l'intero sistema della mobilità per cogliere i vantaggi che ne possono scaturire per la collettività e non solo per i singoli privati, siano essi individui o aziende. Poiché la rivoluzione tecnologica accadrà comunque, occorre prendere parte attiva al processo di cambiamento per indirizzarlo nella maniera migliore.

Non essendo evidentemente possibile in questa sede fornire una disamina delle complesse traiettorie di sviluppo, che stanno interessando tutti i principali attori del sistema a livello mondiale, ci si limiterà ad introdurre tre elementi principali, dotati di sicuro impatto, anche a breve-medio termine, sul sistema della mobilità bergamasca:

- le innovazioni connesse all'utilizzo delle nuove tecnologie di comunicazione e delle nuove modalità di possesso sul sistema di trasporto collettivo, riassunte sotto l'acronimo **MaaS** (*Mobility as a Service*);
- le prospettive della **guida autonoma**, destinate a determinare profondi mutamenti nella funzionalità delle reti stradali, e più specificamente;
- le tecniche di accodamento automatico dei veicoli, o **platooning**, la cui introduzione è preconizzabile anche in Italia nel giro di pochi anni.

Questi elementi, specie se considerati nel loro insieme, delineano uno scenario di riferimento per il futuro della mobilità bergamasca significativamente diverso dalla situazione odierna, determinando problemi e sfide che richiedono una capacità strategica sul piano organizzativo e gestionale, prima ancora che su quello tecnologico.

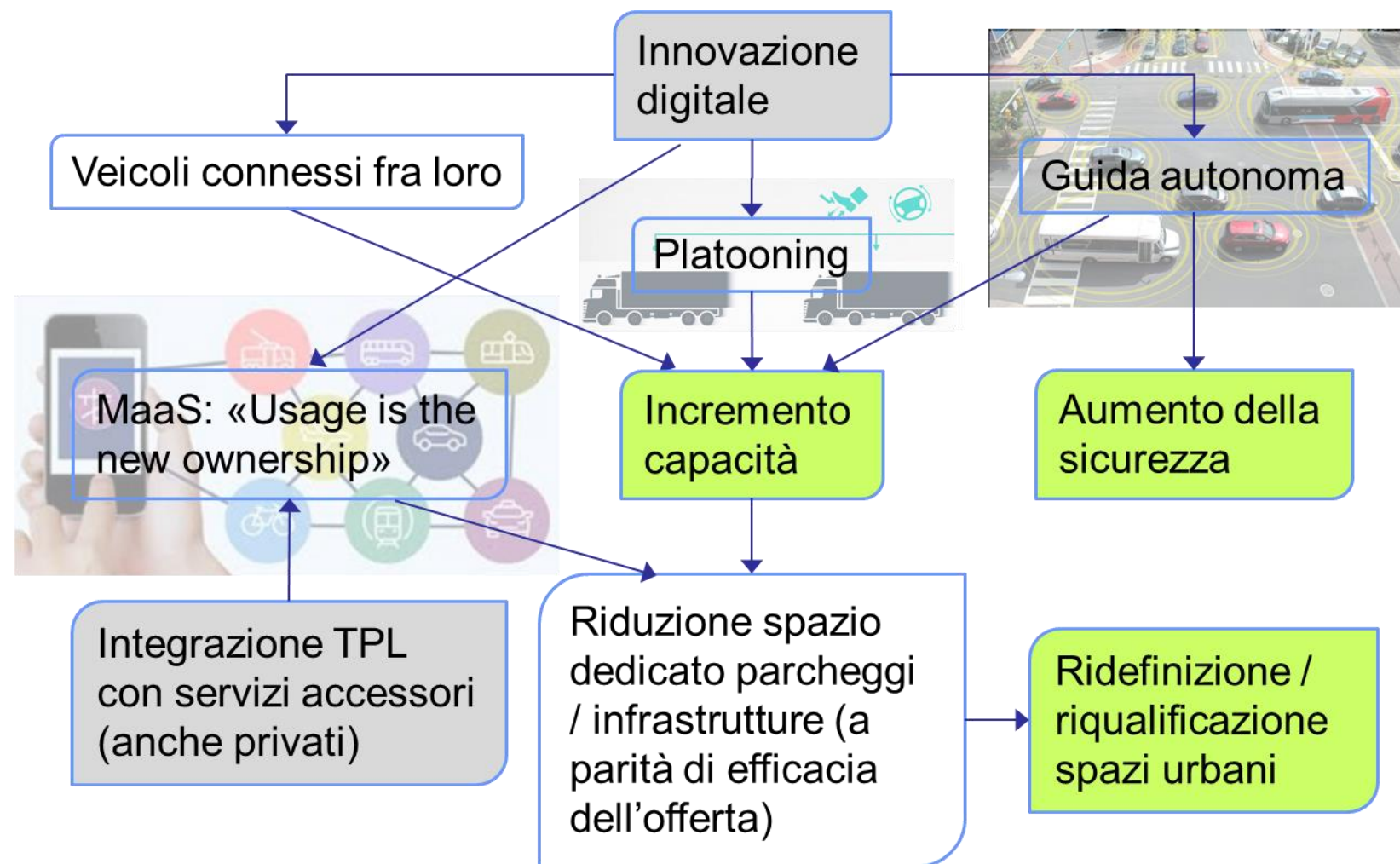


Fig. 2.5.i - Relazioni funzionali fra le principali innovazioni tecnologiche nel settore dei trasporti
Elaborazione META

2.5.1 MAAS - mobility as a service

La rapida introduzione di nuove tecnologie informatiche e di telecomunicazioni sta oggi generando una profonda **mutazione delle modalità di offerta dei tradizionali servizi di trasporto pubblico**, determinando anche una **evoluzione verso modalità di possesso e/o di uso condiviso**, tali da ibridare questo sistema con quello del trasporto individuale.

Un trasporto pubblico forte corredato da una serie di servizi che risolvano il problema del cosiddetto "ultimo miglio" (o anche di collegamento da e per sistemi di trasporto di massa) può essere una soluzione che acquista maggiore efficacia qualora vi sia una forte **integrazione dei servizi lato utente**, in modo che l'intera catena modale "door to door" sia pianificabile, acquistabile in un'unica soluzione ed usufruibile come sistema.

In quest'ottica, lo sviluppo di un ecosistema MaaS, in cui **al centro vi siano le esigenze di spostamento dell'utente indipendentemente dal mezzo di trasporto utilizzato**, è condizione imprescindibile per realizzare una vera integrazione: è necessario che i diversi *player* dei trasporti, siano essi pubblici o privati, vengano indirizzati ad un modello di condivisione ed integrazione dei dati secondo specifici protocolli in un'unica piattaforma accessibile a tutti gli stakeholder.

Un esempio di questo tipo di implementazione lo si può trovare nell'"Ecosistema Digitale E015"³ di Regione Lombardia, sviluppato negli anni scorsi per favorire la creazione di relazioni digitali fra soggetti diversi, sia pubblici che privati, interessati a valorizzare il proprio patrimonio digitale condividendolo o ad arricchire le soluzioni software per i propri utenti con le funzionalità e le informazioni condivise dagli altri partecipanti.

Un esempio di iniziativa che va nella direzione di Mobility as a Service è la nuova versione dell'applicazione dell'Azienda Trasporti Milanesi, diventata la piattaforma di mobilità integrata di Milano, che consente di acquistare biglietti tramite carta di credito o SMS, e che aggrega i mezzi pubblici ATM insieme alle informazioni in tempo reale di stazioni ferroviarie e aeroporti, le auto del car-sharing, il BikeMi e le piste ciclabili.

In generale, nel mercato attuale, sono in corso due diverse tendenze: la **crescita dei cosiddetti "aggregatori"**, ovvero piattaforme o applicazioni che raggruppano l'offerta di diversi operatori in un'unica interfaccia e propongono una pianificazione dei percorsi che utilizza indipendentemente i servizi disponibili; e **l'emergere di player abbastanza forti** (siano essi locali, come ATM, o sovralocali) da fungere loro stessi da aggregatori, inglobando fra i servizi proposti anche quelli di terze parti.

In entrambi i casi, ad oggi in genere non è fornita la possibilità di acquisto diretto dell'intero viaggio, rimettendo all'utente l'acquisto delle singole tratte presso gli esercenti (eventualmente anche tramite la medesima applicazione, ma difficilmente in un'unica soluzione).

In un contesto ideale, lato utente la medesima applicazione dovrebbe consentire la consultazione e l'acquisto integrato di tutte le possibilità di trasporto presenti, indipendentemente dall'operatore che le fornisce. Questo richiede un **lavoro di precisa regolazione del mercato** per superare le difficoltà di governance di un modello in cui il servizio di mobilità viene venduto come unico ma l'esercizio è affidato a operatori diversi. Fondamentale è inoltre una pianificazione integrata della mobilità: assume ancor più rilevanza infatti il tema dei nodi della catena modale, ove si cambia mezzo di trasporto, che devono avere una adeguata organizzazione degli spazi e delle funzionalità.

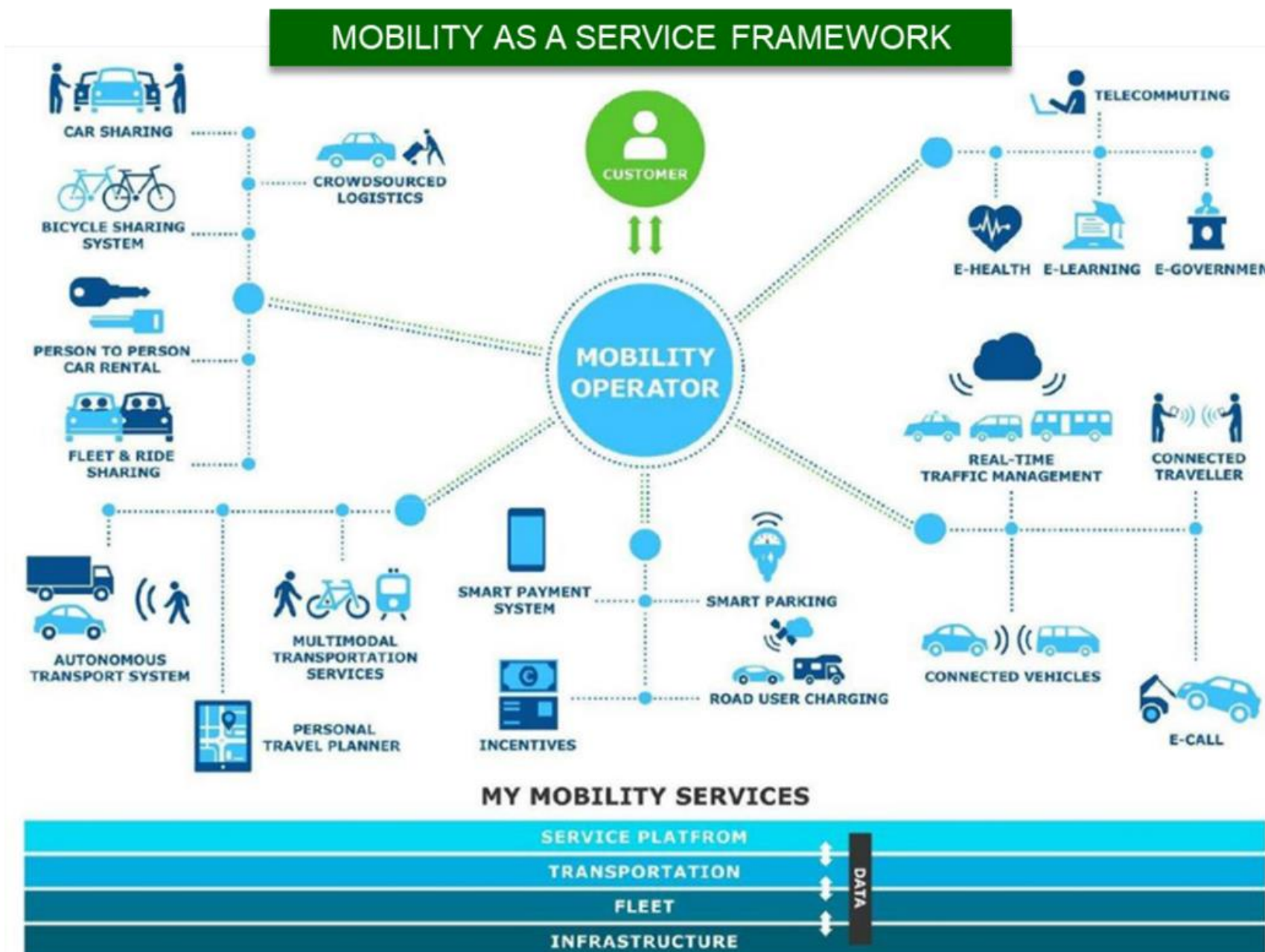


Fig. 2.5.ii - Principali funzionalità dei sistemi MaaS

Fonte: Mobility as a Service as an example – needs of customers, Teemu Surakka & Tero Hahtela, 10.11.2017, Aalto University.

³ Si veda in proposito <http://www.e015.regione.lombardia.it/>

2.5.2 Guida autonoma

La diffusione della guida autonoma si propone come un fattore di cambiamento profondo che non solo **modificherà non soltanto il modo di guidare ma anche la relazione delle persone con l'automobile**, e pertanto i rapporti di quest'ultima con il contesto territoriale circostante.

La guida autonoma presenta **sei differenti livelli di implementazione**, definiti dalla *SAE International Automotive* a partire da un livello zero che rappresenta la guida di tipo "tradizionale" completamente in carico al conducente, sino ad un livello 5, corrispondente al completo controllo del veicolo da parte di dispositivi di guida automatici.

Il livello massimo di automazione, raggiungibile ipoteticamente in una quindicina d'anni, comporterà una rivoluzione rispetto al concetto di disponibilità del veicolo, in quanto esso non è più legato ad una persona che lo conduce ma è libero di spostarsi in autonomia potendo servire più persone nell'arco della giornata.

LIVELLO 0	nessun genere di automazione o assistenza alla guida mediante sistemi elettronici
LIVELLO 1	assistenza di carattere informativo al guidatore nel caso di errori o svisite. Il guidatore deve prestare attenzione a tutti gli aspetti della guida e può usufruire solo di alcuni aspetti informativi sotto forma di allarmi
LIVELLO 2	primo stadio di automazione in cui l'automobile interviene sulla marcia in casi emergenziali come per la frenata di emergenza anticollisione. Rimane sotto gestione del guidatore la direzione ed il controllo del traffico
LIVELLO 3	livello in cui l'automobile gestisce la marcia in condizioni ordinarie ma chiede l'intervento del guidatore in caso di problematiche che esulano dall'ordinario o in situazioni avverse
LIVELLO 4	livello in cui l'automobile gestisce la marcia in condizioni ordinarie ma chiede l'intervento del guidatore in caso di problematiche che esulano dall'ordinario o in situazioni avverse
LIVELLO 5	completa automazione in cui non è richiesta nemmeno la supervisione da parte del guidatore in qualunque condizione di marcia

Fig. 2.5.iii - Livelli di implementazione dei sistemi di guida autonoma

Fonte: SAE International Automotive.

Almeno in una prima fase attuativa, l'alto costo d'acquisto previsto per le vetture autonome è un deterrente per la scelta dell'acquisto, che generalmente sarà più facilmente compiuto da chi effettua spostamenti multipli nell'arco della giornata (propri o dei diversi componenti del nucleo familiare), mentre, nella maggior parte dei casi, potrà risultare preferibile la soluzione di utilizzo di servizi di condivisione "on demand".

Partendo da questo presupposto, è immediatamente comprensibile come **la condivisione dell'auto possa diventare sempre più un'alternativa appetibile per l'utenza**, attraverso servizi declinabili come **robot-taxi** o **robot-shuttle**. Questi permetteranno di soddisfare molte delle esigenze di spostamento per le quali si utilizzano oggi veicoli privati, trasporti pubblici o servizi di condivisione come *car sharing* e *car pooling*.

Inoltre, la possibilità dei veicoli di spostarsi in autonomia, adottando una marcia omogenea, porta come conseguenza un **miglioramento nell'uso dello spazio stradale**, così da liberare capacità grazie a uno scorrimento veicolare più fluido. Un altro effetto non secondario riguarda la possibilità, qualora aumentino effettivamente i tassi di utilizzo dei veicoli, con un conseguente aumento dei livelli di rotazione della sosta, di **liberare una quota consistente dello spazio attualmente utilizzato per il parcheggio**. Per contro, vi è un rischio di **riduzione del coefficiente di occupazione** degli stessi, ed anche di **aumento del chilometraggio complessivo percorso**, in quanto i veicoli saranno in grado di spostarsi anche vuoti per rilocalizzarsi.

Consultando la letteratura di settore, si trovano diversi studi che prendono in considerazione questi scenari. Uno di questi, condotto per conto del World Economic Forum, è partito dall'analisi di interviste alla popolazione di alcune importanti città mondiali (tra cui Boston, Berlino e Shanghai) per comprendere quali siano le aspettative nei confronti della guida autonoma al fine di trarre dei dati che permettessero di stimare gli impatti sul traffico e sulla mobilità per la città di Boston (Fig. 2.5.iv).

Considerando il caso americano, si è notato come la propensione all'utilizzo di un veicolo a guida autonoma sia maggiore in funzione delle aree di provenienza all'interno delle città (ad esempio un'area della città con un'alta concentrazione di aziende di carattere tecnologico è maggiormente propensa ad adottare tale soluzione rispetto ad altre realtà analoghe) evidenziando come i centri consolidati siano maggiormente aperti a questa prospettiva. Meno favorevoli risultano essere quelle zone in cui il servizio pubblico è più capillare e funzionante.

Un altro fattore, che risulta ad oggi essere discriminante, è la fascia d'età: si nota come gli under 45 siano più propensi ad adottare un'auto autonoma rispetto alla popolazione più avanti con l'età, per differenziali pari al 17%. Analogamente, si evidenzia che ad un reddito maggiore corrisponde una più alta propensione a considerare l'utilizzo di un'auto a guida autonoma.

Le interviste citate comprendevano l'indicazione della preferenza fra diversi scenari alternativi. Dai risultati si evince come la propensione all'utilizzo dell'auto privata scenda nelle preferenze a favore della *sharing mobility* di carattere autonomo. Per il caso di Boston i viaggi con auto personale si ridurrebbero del 20%, mentre più contenuta è la contrazione dell'utilizzo del mezzo pubblico, che si attesta al 3%. Questi risultati non sono validi solo per il caso statunitense ma anche per realtà europee, quali la città di Berlino dove la preferenza di spostamento con la *sharing mobility* autonoma aumenta del 22% a scapito del servizio pubblico e degli spostamenti con veicoli privati.

I dati raccolti sulle preferenze dei modi di trasporto hanno permesso, nel caso di Boston, di implementare delle simulazioni di traffico al fine di evidenziare quali possano essere i principali effetti trasportistici della mobilità autonoma condivisa.

Tra i principali risultati vi è l'aumento la percorrenza media dei veicoli, cioè il numero di chilometri percorsi da ogni singolo mezzo (+16%), legato principalmente agli spostamenti di veicoli vuoti richiesti in punti diversi della città. Si nota anche una diminuzione del numero di veicoli presenti sulle strade, fattore che, nonostante il maggiore chilometraggio medio percorso, permette una fluidificazione del traffico ed una conseguente (modesta) diminuzione dei tempi medi di spostamento (-4% medio sulla città con un peggioramento nel centro cittadino del 5,5% ed un miglioramento anche del 12% nei quartieri periferici). Il risultato più importante è però legato alla necessità di parcheggi (sia in strutture che bordo strada) dove si registra una diminuzione del 48% dello spazio richiesto.

Riassumendo, la guida autonoma comporta un diverso modo di fruire la mobilità, indissolubilmente legato alla condivisione dei mezzi e degli spostamenti, in cui il numero di veicoli presenti all'interno delle aree metropolitane tende a diminuire a fronte di un incremento del chilometraggio per veicolo. **Saranno necessari meno spazi per parcheggi**, permettendone il recupero per altri scopi (per la produzione, per la condivisione o per aumentare la dotazione di verde dei vari quartieri). I cambiamenti saranno, inoltre, maggiormente migliorativi nelle aree periferiche a scapito di quelle centrali. In una realtà come quella bergamasca, le varie aree di frangia avranno a disposizione più spazi e meno traffico mentre i nuclei centrali, più ricchi in dotazione di servizi, saranno maggiormente trafficati ma più liberi dalla presenza di auto lungo le vie.

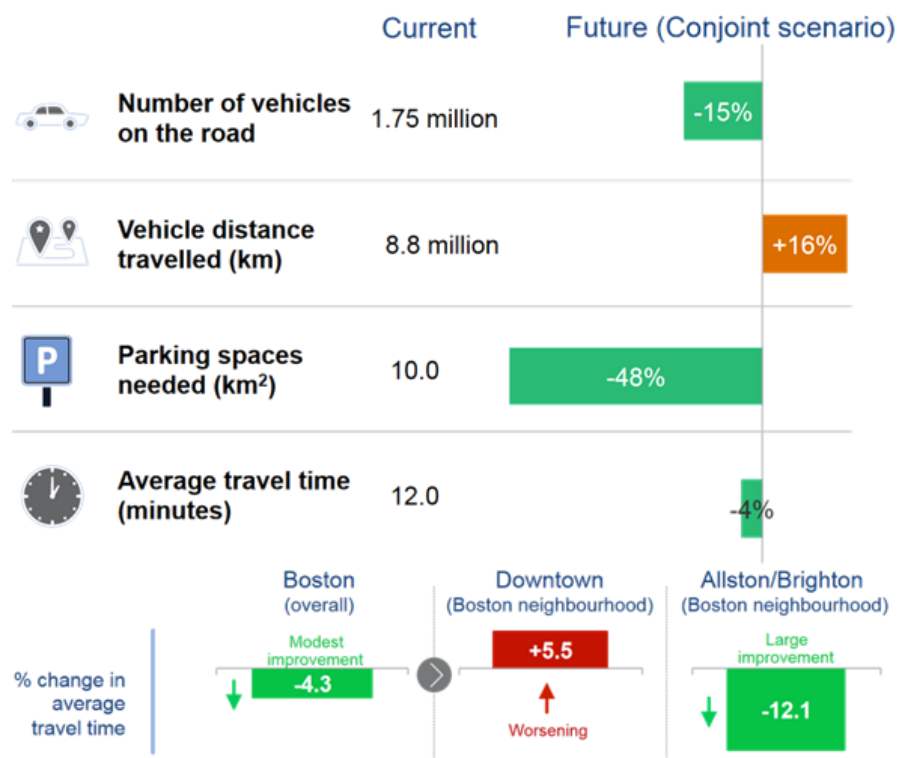
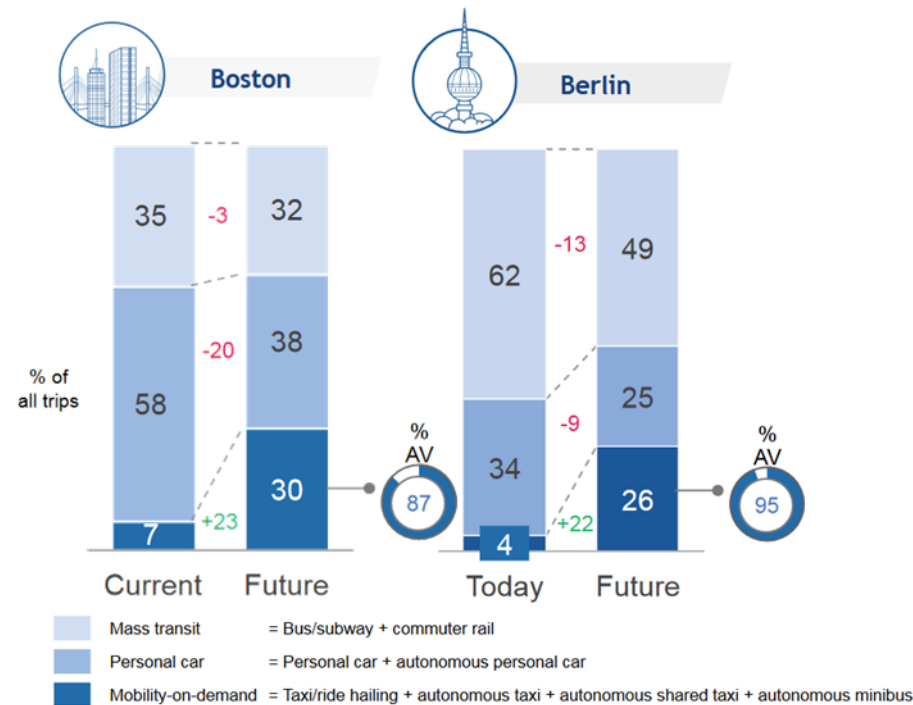


Fig. 2.5.iv - Effetti attesi dell'introduzione della guida autonoma

Fonte: Reshaping Urban Mobility with Autonomous Vehicles. Lessons from the City of Boston. World Economic Forum, BCG

2.5.3 Platooning

Considerando il campo del trasporto merci, non sarà necessario attendere il pieno sviluppo dei sistemi di guida autonoma per avere delle innovazioni importanti. L'orizzonte temporale per l'introduzione della tecnologia del "platooning" è molto breve: si tratta di pochi anni, meno di un lustro⁴, grazie ad un'iniziativa denominata "ENSEMBLE", cofinanziata dall'Unione Europea nel programma per la ricerca e l'innovazione Horizon 2020.

Il platooning racchiude l'insieme delle tecnologie che permetteranno ai mezzi pesanti di poter **compiere il proprio viaggio in convoglio, accodandosi automaticamente** e vincolandosi al veicolo precedente. La marcia è, quindi, affidata al primo veicolo del plotone, che la regola in funzione del tracciato stradale e dell'interazione con altri veicoli presenti sulla strada dettando il passo ai mezzi che lo seguono. I veicoli facenti parte del convoglio sono costantemente connessi con i precedenti, in modo da sincronizzare l'andatura con il primo veicolo e replicare le sue operazioni. Allo stato attuale di sviluppo della tecnologia di guida autonoma la sicurezza del plotone viene garantita dal fatto che il primo veicolo sarà attivamente controllato da una persona e non affidato solamente alla strumentazione.

Inoltre, ogni guidatore può interrompere in ogni momento il plotonamento per adattare la marcia alle proprie esigenze, come nel caso di cambio di percorso rispetto agli altri veicoli o nel caso di intromissione di veicoli esterni o di emergenze. L'importanza di questo tipo di tecnologia è anzitutto di carattere ambientale, in quanto **permetterà di risparmiare energia per il trasporto delle merci su mezzi stradali** che, ad oggi, in Italia coprono oltre l'80% della domanda di trasporto merci. Il risparmio energetico, quantificabile in una riduzione dei consumi dell'ordine del 10%, è legato alla modalità di marcia tenuta dai mezzi che, essendo virtualmente vincolata e non trovando ostacoli tra i veicoli del convoglio, permette di ridurre al minimo la distanza di sicurezza riducendo così la resistenza aerodinamica subita.

Una seconda conseguenza della riduzione dello spazio tra veicoli in marcia è il **minore ingombro dinamico**: ciò comporta la riduzione dello spazio occupato a parità di flusso, portando quindi ad una **riduzione della congestione, liberando capacità di deflusso**. Un altro impatto è legato al possibile aumento della velocità media di percorrenza dei mezzi poiché tenderanno a circolare con maggiore uniformità.



Fig. 2.5.v - Principi di funzionamento del platooning

In generale il platooning comporterà un efficientamento del sistema di trasporto merci a livello europeo riducendo il suo impatto sull'ambiente e sull'attività umana. Permetterà altresì di ottimizzare i costi di gestione della logistica e di ridurre il suo impatto sulle principali arterie stradali nazionali.

La sua applicazione, peraltro, sarà limitata, almeno nelle prime fasi, alle sole arterie ad accessi controllati, quali segnatamente le autostrade e le superstrade.

⁴ È notizia di stampa la prima sperimentazione italiana di mezzi che permettono di utilizzare la tecnologia di platooning proposta da Iveco. Come descritto nel numero 421 di novembre 2018 di "TuttoTrasporti", nel corso del 2019 si condurranno delle prove in circuito e nel 2020 i primi test su strada, lungo le autostrade dei Gestori coinvolti nel progetto (Autobrennero, Autovie Venete, Cav).

Per avere un'idea degli impatti di questa nuova tecnologia a livello regionale, con un focus sulla realtà bergamasca, si sono sfruttate le potenzialità del modello i-TraM.

Nello specifico, dopo aver consultato la letteratura disponibile sull'argomento, si è scelto di compiere una simulazione che prevedesse un aumento di capacità sulla sola rete autostradale, quantificabile tra il 10% ed il 25% a seconda del numero di corsie attuali (l'aumento è inversamente proporzionale al numero di corsie: se un'infrastruttura è dotata di due corsie avrà un aumento percentuale di capacità maggiore rispetto ad un'altra che ne ha 4).

I risultati ottenuti sono illustrati in Fig. 2.5.vi. Come si osserva, l'introduzione della nuova tecnologia sulla rete autostradale dovrebbe avere per conseguenza un miglior sfruttamento della capacità lungo la A4, i cui carichi veicolari potrebbero incrementarsi anche a scapito della BreBeMi e della TeeM, penalizzate da un sistema tariffario che risulta parzialmente competitivo soltanto in presenza di alti livelli di congestione sulle altre direttrici.

Nel contempo, l'incremento dei carichi veicolari sulla A4 determina un effetto di richiamo, in particolare per i veicoli pesanti, dalla viabilità ordinaria. Ciò si traduce in un'intensificazione dei flussi in ingresso/uscita ai caselli, potenzialmente in grado di generare criticità importanti su un sistema di accessi già oggi caratterizzato da livelli di servizio abbastanza modesti.

L'incremento dei livelli di congestione sulle direttrici afferenti all'autostrada si traduce, almeno nei casi più gravi, in una limitazione della sua accessibilità e, conseguentemente, in una riduzione dei benefici delineati dall'introduzione del *platooning* nel trasporto merci stradale.

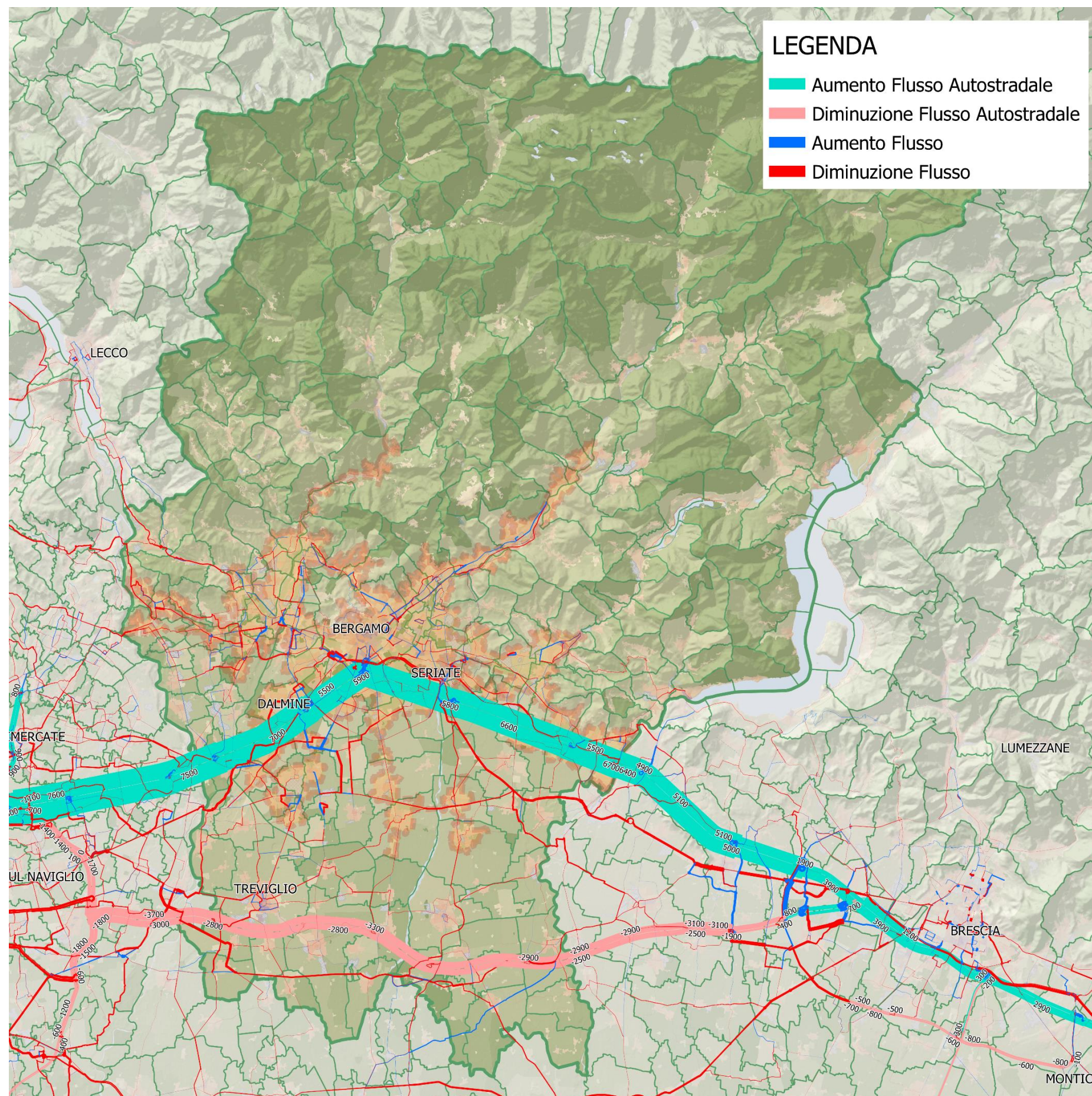


Fig. 2.5.vi - Effetti attesi dell'introduzione del platooning sulla rete stradale bergamasca

Elaborazione META su dati ISTAT, Regione Lombardia

2.6 L'obsolescenza delle reti

Le innovazioni tecnologiche illustrate nel precedente paragrafo determinano una **sempre maggiore interdipendenza tra strada e veicoli**, ed è probabile che gli sforzi di investimento debbano essere sempre più concentrati in tale direzione. In particolare, i gestori delle nostre strade saranno tenuti, già nei prossimi anni, ad investimenti sulle reti per assecondare alcuni fenomeni che difficilmente saranno ostacolabili, non necessariamente collegati all'introduzione di nuovi sistemi informativi per fare solo un esempio, lo sviluppo del *platooning*, sebbene si basi principalmente su nuova dotazione presente a bordo dei veicoli, con ogni probabilità comporterà delle problematiche nella gestione degli ingressi e delle uscite autostradali ed un maggiore consumo del manto stradale, dovuto all'aumento della percorrenza dei veicoli.

Più in generale, gli scenari evolutivi indagati mostrano sempre un aumento della mobilità delle persone ma anche dei soli veicoli, quando verranno dotati di guida autonoma. In molti casi, per migliorare l'efficienza di questi sistemi, sarà necessario intervenire sulle stesse infrastrutture fornendole di una serie di **supporti informativi** al veicolo il quale farà sempre meno solo riferimento ai dati ricavabili dai sistemi di bordo. In questa ottica le cosiddette **Smart Roads** saranno sempre più diffuse, con un onere di installazione e gestione maggiore rispetto allo standard attuale, per permettere il funzionamento ottimale dei sistemi di ITS ed in particolare di C-ITS, *Cooperative Intelligent Transport Systems*, oltre che di guida autonoma.

Tutti questi cambiamenti però non potranno limitarsi soltanto ad alcuni assi dimostrativi o a singole tratte di nuova realizzazione, ma dovranno diffondersi in modo ragionevolmente pervasivo richiedendo un importante **retrofit di ampie porzioni della rete esistente** che, però, presenta oggi importanti **segni di obsolescenza**, legata a cicli di vita in molti casi giunti a compimento. Infatti, gran parte delle strade principali ed autostrade italiane è stata realizzata 40 o 50 anni fa, con conoscenze dei materiali non approfondite e/o con tecniche dimostrate nel tempo non adeguate (un esempio su tutti è lo scarso rispetto dello spessore di copriferro nelle strutture in calcestruzzo armato).

La situazione, tragicamente divenuta di pubblico dominio con i crolli dei viadotti Himeria in Sicilia e Morandi a Genova, è ormai ben nota, anche grazie a successive campagne di monitoraggio, effettuate dai singoli Enti proprietari.

Nel caso della **Provincia di Bergamo**, le ricognizioni condotte nel 2018 sulla sola rete stradale di sua competenza a seguito della richiesta pervenuta dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti hanno evidenziato un fabbisogno di **43 milioni di euro** al fine di mettere in sicurezza la propria rete stradale, per la sistemazione di ponti, gallerie e infrastrutture di corredo, come reti paramassi o muri di contenimento.

Tali interventi riguardano per buona parte strade di montagna, caratterizzate da traffici mediamente modesti (a parte possibili picchi festivi), ma non per questo meno fragili dal punto di vista della sicurezza per gli utenti (Fig. 2.6.i).

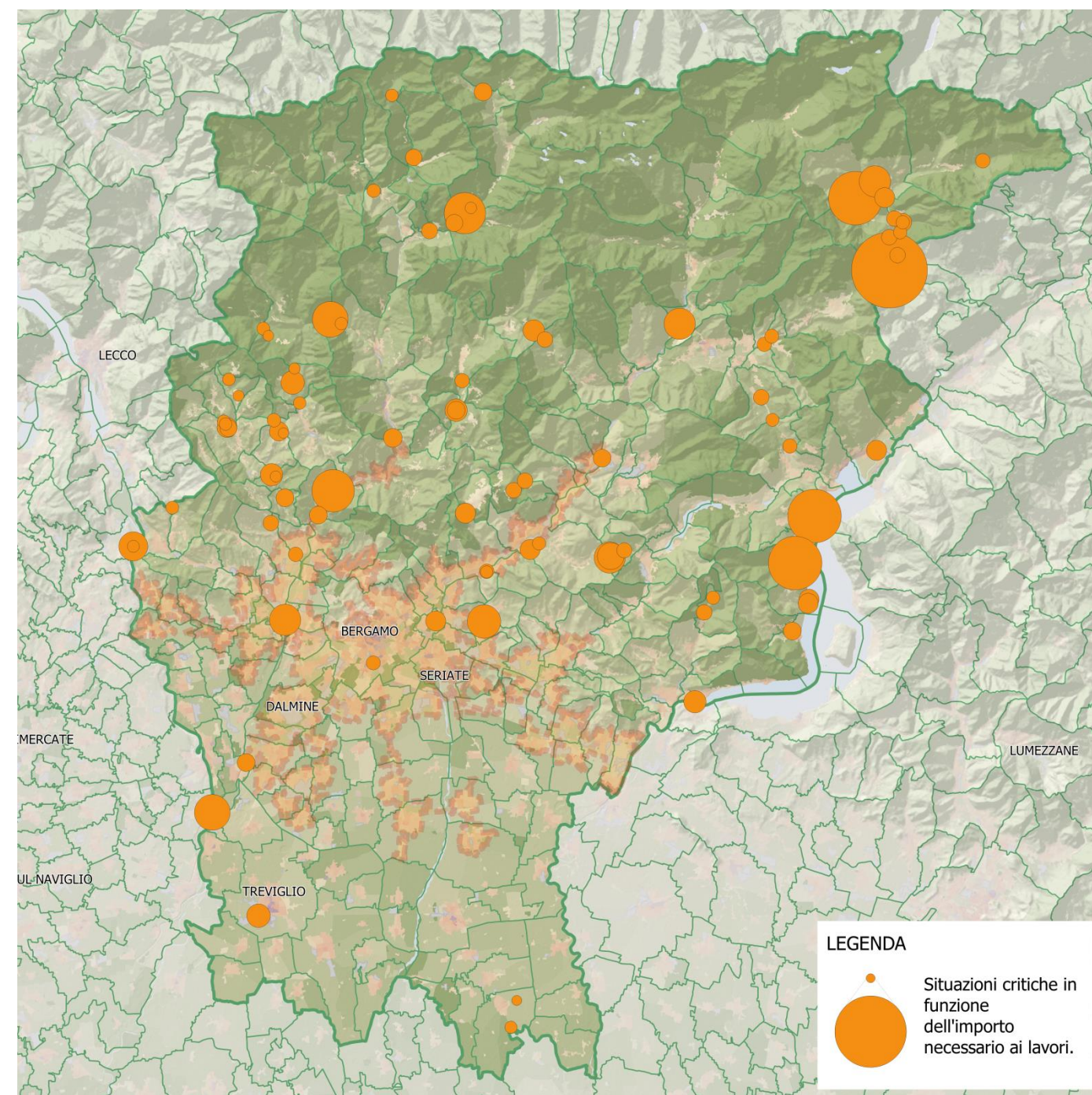


Fig. 2.6.i – Criticità infrastrutturali rilevate sul territorio provinciale in funzione del costo

Fonte: Provincia di Bergamo

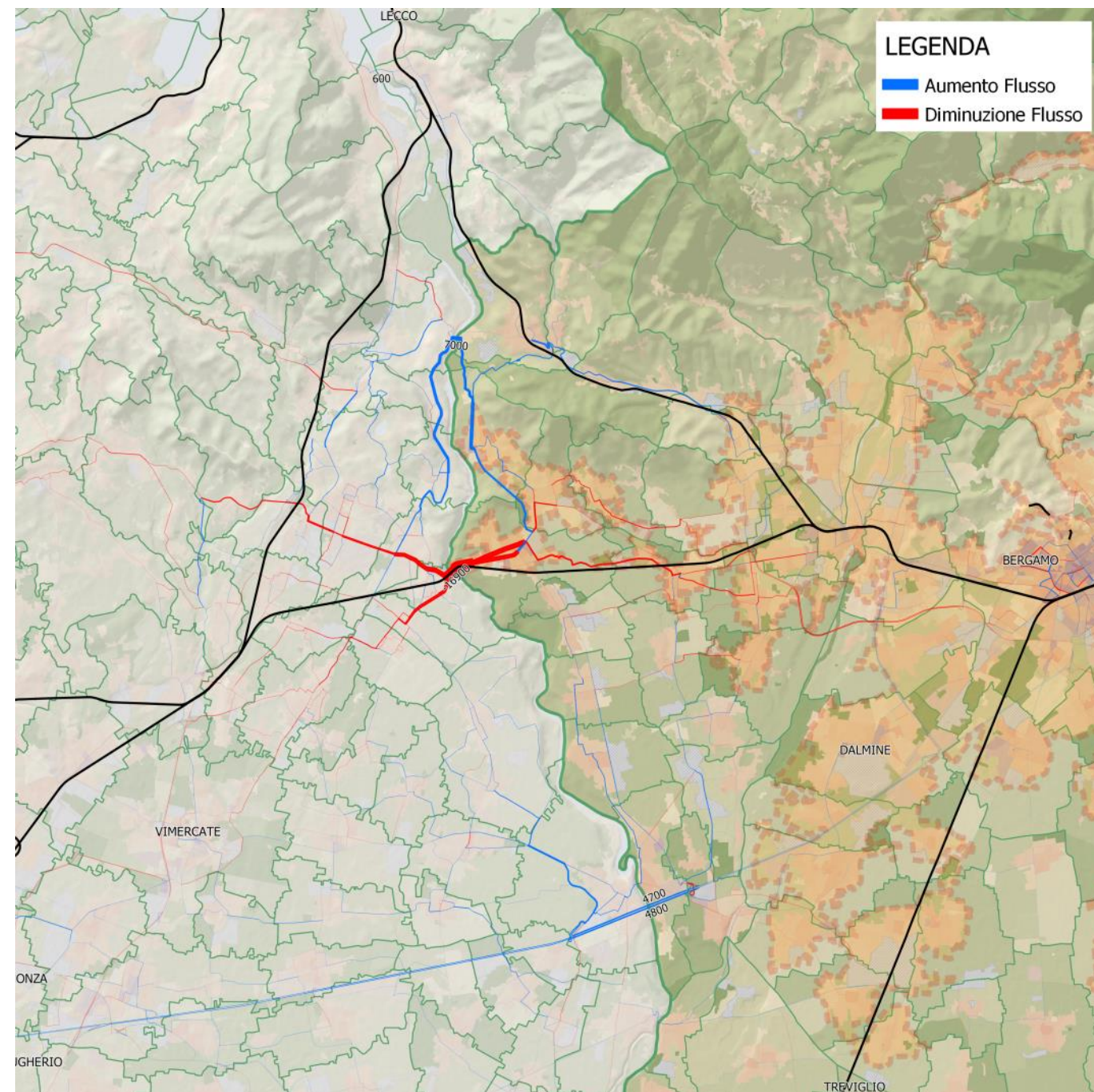


Fig. 2.6.ii – Effetto di redistribuzione del traffico indotto dalla chiusura del ponte S.Michele

Elaborazione META su dati ISTAT, Regione Lombardia

Il costo sociale indotto dall'obsolescenza delle reti si correla d'altronde non soltanto agli oneri da sostenere per garantirne la manutenzione straordinaria – se non il rifacimento, ma anche ai danni generati dalla loro possibile **perdita di funzionalità**.

A questo proposito, la disponibilità del modello RL+T consente di simulare la situazione conseguente alla chiusura al traffico del ponte San Michele che, come si osserva nella Fig. 2.6.ii, si è tradotta nella deviazione forzata del traffico verso il ponte stradale di Brivio e quello autostradale fra Trezzo e Capriate. Questa deviazione, assunta sulla base di condivisibili principi di cautela, comporta comunque un certo danno per l'utenza includendo:

- sia una perdita di tempo diretta, che si associa agli allungamenti di percorso imposti agli utenti,
- sia un effetto indiretto, connesso all'incremento della congestione lungo gli itinerari alternativi, già utilizzati da altri automobilisti.

Nel complesso, il **costo sociale** generato dalla chiusura del ponte, determinato prendendo in considerazione i soli extratempistiche indotti sul traffico privato, è stimabile in **almeno 34 milioni di euro all'anno**: si tratta di una cifra non trascurabile, a fronte delle difficoltà finanziarie che contraddistinguono la realizzazione di nuove infrastrutture di trasporto a livello nazionale e lombardo.

Anche solo questi semplici esempi evidenziano chiaramente come un'estesa opera di manutenzione straordinaria e rinnovamento delle reti sia quanto mai improcrastinabile, prima di tutto al fine di garantire la sicurezza, più che non di migliorare le prestazioni delle singole componenti.

Nel contempo, questa necessità storica può essere anche considerata una condizione in parte favorevole per adeguare le singole infrastrutture alle necessità del futuro, trasformando la manutenzione in un vero e proprio retrofit, volto a garantire nuove funzionalità a larghe porzioni della rete esistente.

3 OBIETTIVI



3.1 Competitività a scala globale

Il mantenimento od anche il miglioramento dei livelli di competitività economica dell'area bergamasca non può che passare per un'evoluzione del sistema produttivo capace di valorizzare i punti di forza e correggere i punti di debolezza.

Per quanto attiene ai primi, essi possono essere sintetizzati nella *vision* di Confindustria che vede **“un territorio a vocazione industriale che tende al manifatturiero avanzato con forte integrazione con i servizi tecnologici e predisposto alla internazionalizzazione”**.

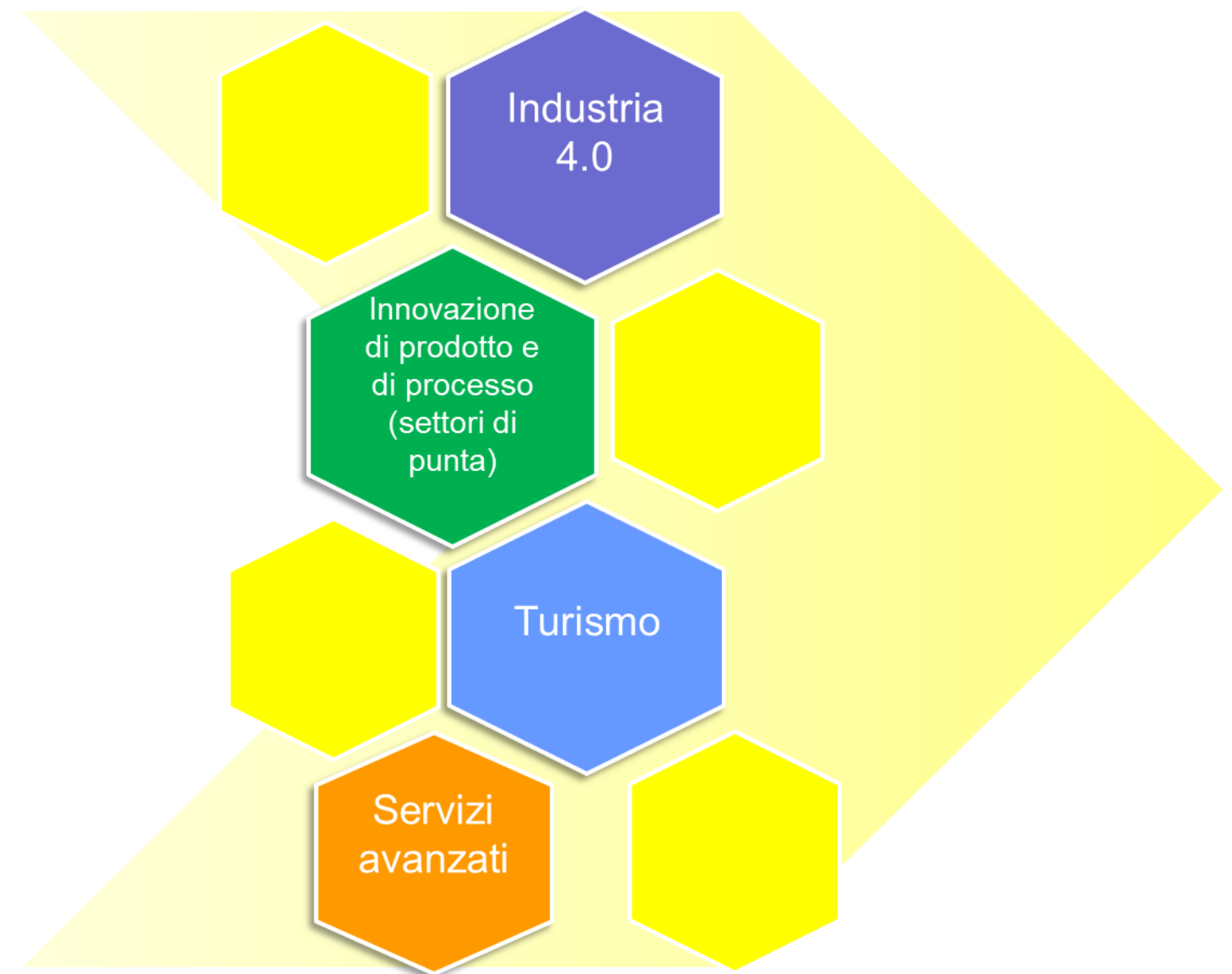
Se da una parte tale sistema produttivo ha nell'**innovazione di prodotto e di processo** i settori di punta, dall'altra occorre considerare che **fra i punti di debolezza di tale sistema vi è anche la dispersione insediativa delle attività produttive**.

Infatti, la diffusione sul territorio provinciale di una costellazione di aggregazioni produttive collocate negli interstizi resi appetibili dagli strumenti urbanistici locali e dal mercato immobiliare, ha sì moltiplicato le opportunità di insediamento per le imprese, ma ha anche determinato una considerevole difficoltà, per la mano pubblica, a garantire un'infrastrutturazione dei singoli ambiti, adeguata alle necessità delle imprese stesse, in termini non soltanto di accessibilità, ma anche di formazione, *welfare*, ambiente.

Più che riesumare tradizionali rivendicazioni all'infrastrutturazione stradale, che poco rispondono alle nuove e future esigenze di mobilità (di merci e di persone) destinate a confrontarsi con i nuovi paradigmi tecnologici (*Internet of Things, Blockchain, Autonomous driving, Big Data e Robotica* solo per citare alcuni temi che interessano le imprese), occorrerebbe **definire obiettivi di funzionalità ragionevolmente selettivi**, che consentano di **riqualificare e coordinare le aggregazioni esistenti**, incentivando **la creazione di cluster** e attivando **parchi d'impresa** (coordinati con il Point di Dalmine e il KilometroRosso).

Una strategia di questo genere punta a migliorare la competitività delle industrie bergamasche in primo luogo **razionalizzando le risorse territoriali e ricercando sinergie fra i singoli fattori produttivi esistenti a livello locale**, può associarsi anche allo sviluppo dei **servizi avanzati** e del **turismo** come settori sui quali puntare per il miglioramento della competitività a scala globale.

Le potenzialità turistiche del territorio sono strettamente legate alla montagna e al sistema agricolo, con la valorizzazione sia delle eccellenze agroalimentari che del sistema naturale e ambientale. La sinergia tra le diverse componenti, storia cultura e arte, benessere e attività *outdoor*, ecoturismo e conoscenza ambientale, percorsi enogastronomici, deve essere sostenuta da piani di comunicazione e marketing coordinati – portale unitario del turismo - che catturino l'interesse oltre confine (dove più forte è la domanda di tali attività).



3.2 Qualità della vita

In un'area potenzialmente ricca come quella bergamasca la competitività non può andar discosta da un sostegno effettivo alla **qualità della vita di tutti i cittadini**.

La provincia di Bergamo è al 28° posto nella classifica generale del Sole 24ore sulla qualità della vita 2017, salendo di un posto in classifica rispetto all'anno precedente. Analizzando i singoli indicatori la provincia bergamasca è al 14° posto in ambiente e servizi, perdendo 4 posizioni rispetto al 2016, ma sale di ben 15 posizioni in "lavoro e innovazione" piazzandosi in 15 posizione. Più critiche le posizioni in "cultura e tempo libero", 59° posizione con un calo di ben 39 posizioni.

Si può quindi affermare che se dal punto di vista produttivo il sistema bergamasco è bel lanciato verso le sfide dell'economia 4.0, dal punto di vista della qualità della vita è necessario investire, partendo innanzitutto dall'individuazione dei **punti cardine** che connotano questa locuzione.

Nel contesto bergamasco la qualità della vita deve essere ricostruita nelle **sacche di degrado territoriale** che, seppur marginalmente, permeano buona parte di quei microdistretti produttivi che costellano la fascia pedemontana del territorio. Per degrado si intende, senza citare le ben note aree critiche delle Torri di Zingonia od altre rare realtà con problemi di degrado abitativo e sociale, l'assenza di qualità urbana dovuta al susseguirsi di comparti produttivi che negli anni si sono accumulati gli uni accanto agli altri indifferenti al contesto.

Una prima risposta può venire, in questo senso, dal sostegno alle **iniziative di rigenerazione urbana**, orientate alla riqualificazione multidimensionale a scala sia urbana che metropolitana.

Un caso emblematico è costituito dal **progetto Porta Sud** avviato dalla Città di Bergamo, che mira a riorganizzare l'intero territorio di frangia compreso fra i due poli principali del sistema di mobilità pubblica, ovvero la stazione ferroviaria e l'aeroporto di Orio al Serio.

Ma se i progetti di riqualificazione urbana possono migliorare le situazioni più critiche, la ricostruzione capillare della qualità urbana, dei servizi, della qualità della vita, nel territorio diffuso che non è in grado di catalizzare le risorse economiche necessarie, deve passare attraverso **politiche di governance** in grado di mettere in rete le risorse e gli attori esistenti per implementare l'efficacia delle azioni.

Mettere in rete significa puntare su aree quali distretti, *cluster*, densità urbane come le "dorsali interne", su cui investire in termini di servizi ed infrastrutture, in particolare per quanto riguarda i servizi alla persona e i sistemi di mobilità sostenibile e *smart mobility* che implementino la qualità della vita.



Fig. 3.2.i – Criticità infrastrutturali rilevate sul territorio provinciale in funzione del costo

Fonte: Provincia di Bergamo

3.3 Sostenibilità ambientale

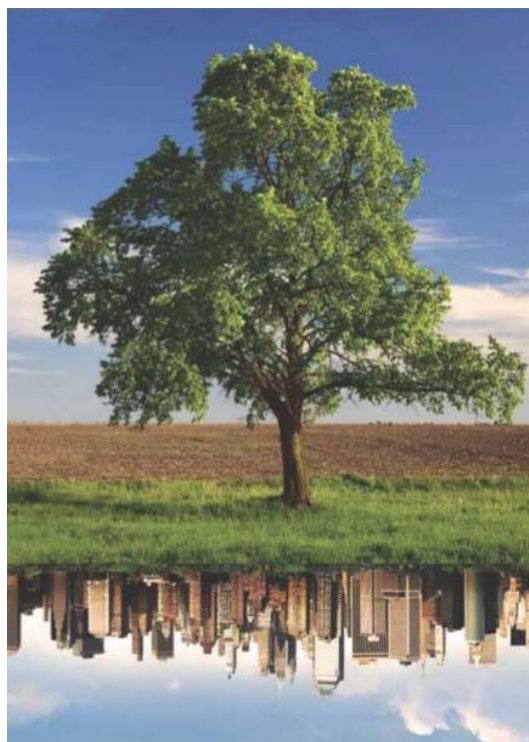
Verso la «bioregione urbana»

L'agricoltura periurbana può offrire nuovi servizi all'abitare contemporaneo, in termini di miglioramento della qualità della vita, soprattutto in quelle aree marginali tra urbanizzato e spazi aperti, agricoli o semi-naturali che però non vengono percepiti e curati come tali in quanto carichi di aspettative di prossima urbanizzazione.

Negli ultimi anni modalità di produzione agricola legate alla cura del territorio e dell'ambiente hanno richiamato l'attenzione dei consumatori e sviluppato il mercato del biologico-sostenibile-solidale. L'attenzione del mercato facilita questo, per dirla con le parole di Alberto Magnaghi, "ritorno al territorio" come bene comune, secondo il paradigma della bioregione urbana. Nel 2012, secondo i dati della rete nazionale dei Gruppi di Acquisto Solidale, il giro d'affari complessivo generato dai G.A.S. è stato di 80 milioni di euro.

Molte aziende agricole anche sul territorio bergamasco, soprattutto piccole e medie, abbandonano i sistemi di distribuzione consueti per cercare il contatto diretto con i consumatori (i G.A.S. presenti in bergamasca sono una cinquantina) contatto che spesso si traduce in condivisione e sostegno a forme di cura del territorio che coinvolgono le relazioni con gli ambiti naturali e le aree marginali tra urbanizzato e non.

Si tratta di una tendenza importante che partendo dal basso promuove stili conviviali e sobri dell'abitare e del produrre, attraverso quella che può essere vista come una forma di autogestione dei beni comuni territoriali e ambientali, per produrre ricchezza attraverso una conversione ecologica e territorialista dell'economia attraverso reti solidali costituite da produttori e consumatori-abitanti.



Il paradigma della bioregione urbana si declina nella realtà bergamasca in alcune buone pratiche come il **Parco Agricolo ecologico (PAE) della cintura verde di Bergamo**, o l'esperienza di **Astino**.

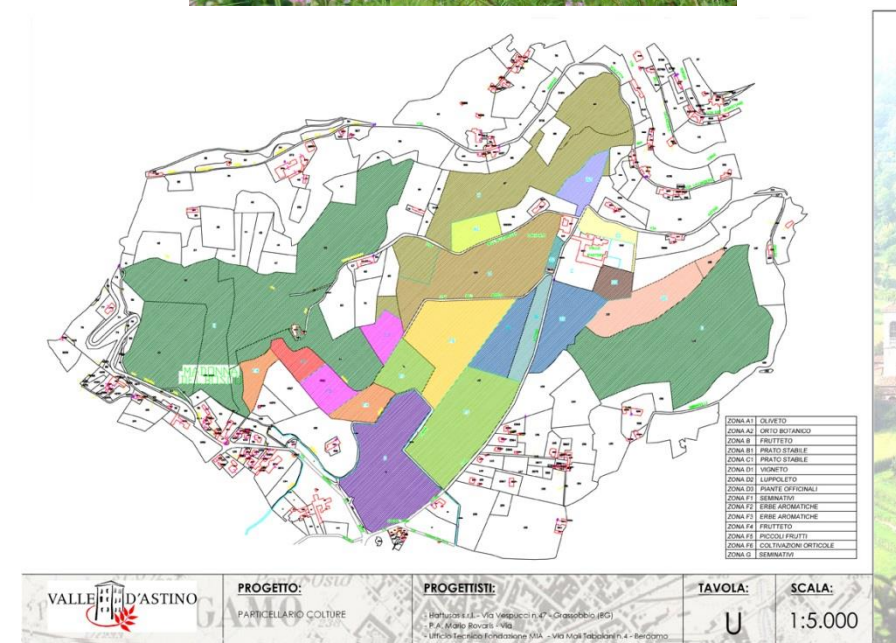
Il PAE, promosso nel 2003 da un gruppo di cittadini e ora Parco Locale di Interesse Sovracomunale (PLIS), ha come obiettivo non la semplice salvaguardia della residua presenza di verde vicino ad aree urbanizzate, ma la creazione di un sistema economicamente vitale al servizio della popolazione, e il portare dentro le aree urbanizzate le produzioni agricole di qualità a filiera corta. La sfida per il futuro è quella di accompagnare queste spinte dal basso con politiche di governo del territorio e investimenti mirati, ripensando agli spazi pubblici e alla riprogettazione delle aree degradate o marginali in funzione di queste nuove necessità abitative (e delle istanze dal basso che si propongono come riqualificazioni urbane spontanee: orti urbani, di *guerrilla gardening*, *street art* etc.)



Il progetto di valorizzazione agro-ambientale di Astino propone anch'esso un modello sinergico in cui convivono diversi obiettivi:

- promuovere la conoscenza degli **elementi naturali, paesaggistici, culturali** e delle realtà agricole presenti sul territorio della Valle d'Astino;
- offrire nuove e qualificate opportunità di **fruizione**, conservando e ricostruendo la rete dei percorsi ciclopedonali e campestri;
- armonizzare le **finalità pubbliche** e gli **interessi** di chi opera nell'ambito del Progetto Valle d'Astino, Orto Botanico di Bergamo e comparto Agricolo.

L'interazione tra aziende agricole e orto botanico ha migliorato il paesaggio, la biodiversità, l'attrattiva turistica di un luogo che già di per sé possiede attrattive storico culturali e paesaggistiche notevoli. Lo stesso modello deve essere riprodotto in altri contesti del territorio bergamasco che sono fertili di possibilità.



Nodi cardine per il raggiungimento dell'obiettivo della formazione della bioregione urbana sono:

- definizione del territorio libero dall'urbanizzazione non come suolo in attesa di destinazione produttiva (sia agricola che di altro genere) ma come piattaforma agro-ambientale;
- coordinare politiche condivise di limitazione dei consumi di suolo che considerino le aree degradate e da riutilizzare e i sedimenti coperti dalle infrastrutture da riqualificare o di previsione,
- attivare strumenti di verifica di invarianza idraulica che sappiano incentivare gli interventi di de-impermeabilizzazione o recupero delle acque sull'esistente o sul previsto,
- potenziamento e attuazione delle reti ecologiche, con la definizione di un piano attuativo della rete ecologica provinciale e incentivi per la creazione – mantenimento delle connessioni ecologiche e l'introduzione dei principi della *road ecology* nei progetti infrastrutturali.

3.4 Sostenibilità economica

La spesa pubblica, in particolare negli anni recenti, deve sempre più fare i conti con una **scarsità di risorse** e con **vincoli di bilancio** che non consentono di effettuare investimenti senza interrogarsi sull'entità delle loro reali ricadute. L'intervento di capitali privati in opere di interesse pubblico, secondo schemi di partenariato di volta in volta stabiliti, è soggetto a sua volta alla sussistenza di condizioni di redditività finanziaria, che non sempre sono presenti.

L'impiego di risorse pubbliche scarse per opere di una certa rilevanza deve oggi tener conto di precise regole di allocazione, in modo da stabilire un ordine di priorità fra gli interventi con una ben definita valutazione tecnico-economica dei nuovi investimenti. Il **nuovo Codice degli Appalti** (D.Lgs 50/2016) è infatti intervenuto sui livelli di approfondimento progettuale sostituendo il progetto preliminare con il progetto di fattibilità, che deve contenere elementi per la scelta fra diverse possibilità realizzative, considerando costi e benefici per la collettività in relazione agli obiettivi dell'opera. Nelle **linee guida per la valutazione degli investimenti in opere pubbliche** (D.M.300/17) sono dettagliati le fasi di valutazione ex-ante dei fabbisogni di infrastrutture e servizi e delle singole opere, la metodologia di selezione delle opere e la valutazione ex-post delle stesse. La valutazione degli investimenti pubblici vede nell'Analisi Costi Benefici lo strumento principale, in particolare per investimenti superiori ai 10 M€; ove non sia possibile quantificare i benefici o misurarli in termini monetari, oppure si tratti di interventi di rinnovo del capitale o con investimento inferiore ai 10 M€, è possibile ricorrere all'analisi costi efficacia.

Per le spese di mantenimento della rete esistente, elemento imprescindibile in un contesto già denso di infrastrutture (di cui è necessario mantenere la funzionalità), è opportuno ricorrere in molti casi a delle **valutazioni di tipo costi-efficacia**: non è sempre immediato infatti stabilire una scala di importanza di degli interventi in assenza del confronto dell'impatto positivo che questi possono avere a fronte dei costi di realizzazione (o dell'impatto negativo che si avrebbe in assenza dell'intervento). Occorre quindi stabilire appropriati indicatori di performance da mantenere in termini di disponibilità, affidabilità e sicurezza delle infrastrutture, procedendo all'analisi dell'efficacia dei singoli investimenti rispetto agli indicatori generali, per comparare quindi i risultati al fine di stabilire un ordine di priorità.

La valutazione tecnico/economica degli investimenti deve tenere conto di molteplici fattori, non limitandosi, come nell'approccio tradizionale, alla mera analisi finanziaria e di bancabilità dell'opera. Occorre considerare adeguatamente anche i costi e benefici sociali, che nell'ambito dei trasporti consistono primariamente nei risparmi di tempo e costi di spostamento, includendo anche la riduzione dell'incidentalità e di emissioni inquinanti.



La metodologia di selezione delle opere soggette ad Analisi Costi Benefici prevede, come da linee guida, di valutare due indicatori: il rapporto Benefici/Costi e il Valore Attuale Netto Economico (VANE) dell'opera (ovvero la somma per tutti gli anni di vita utile dell'opera dei valori attualizzati delle differenze fra benefici e costi). Una volta calcolati gli indicatori per tutte le opere in corso di valutazione, il metodo per valutare le priorità non è però univoco.

Nell'ottica di una sostenibilità economica che punti all'efficienza e all'efficacia della spesa pubblica, sono possibili diversi approcci per la scelta degli interventi, legati anche alle disponibilità di bilancio. Può essere opportuno, anziché scegliere i progetti con il VANE maggiore indipendentemente dalla loro dimensione, effettuare una selezione di un mix di interventi che massimizzi il VANE complessivo soggetto al vincolo di bilancio: una somma di interventi di diverse dimensioni potrebbe essere preferibile a pochi interventi grossi se questi tendono ad esaurire le disponibilità economiche.

Progetti più piccoli (così come investimenti in servizi piuttosto che in infrastrutture) presentano generalmente un *option value* migliore: in caso di mancato raggiungimento delle previsioni di scenario per congiunture sfavorevoli, risultano più facilmente riconvertibili per recuperare parte del valore. In un contesto già piuttosto infrastrutturato come quello bergamasco, peraltro, è difficile che progetti molto complessi ed impegnativi possano avere un elevato rapporto B/C, mentre progetti di scala più ridotta, mirati a risolvere specifiche esigenze del territorio (come ad esempio condizioni locali di congestione), risultano generalmente avere ritorni maggiormente positivi. Allocazioni di risorse su progetti integrati, capaci di rispondere nello stesso tempo a più criticità, presentano un vantaggio strategico.

La sostenibilità economica degli interventi nel settore dei trasporti richiede che siano attentamente valutate le caratteristiche della domanda attuale e futura per andare a studiare le opportune soluzioni di adeguamento dell'offerta, nell'ottica di rispondere ad esigenze reali ed evitandone il sovradimensionamento. In molti casi l'intervento di realizzazione di arterie stradali ex-novo costa "poco", ma occorre considerare anche l'obiettivo di sostenibilità ambientale, ambito in cui a molti aspetti è difficile associare un valido corrispettivo economico; a volte possono essere trovate soluzioni alternative che non toccano il valore ambientale e che non sono inefficienti: una "alternativa simile" è aumentare l'utilizzo di quanto già esistente, ove vi sia una adeguata capacità residua della rete, tramite opportune politiche di gestione della domanda.

Le tipologie di interventi in generale più efficienti in contesti già infrastrutturati come la bergamasca riguardano spesso **soluzioni a fenomeni locali di congestione** dovuti a colli di bottiglia dell'infrastruttura, sia sulle arterie stradali che ferroviarie. In talune situazioni potrebbe però essere difficile realizzare soluzioni economicamente valide, per mancanza di spazio (forte urbanizzazione) o limiti orografici. Riguardo al trasporto pubblico, lo sviluppo del sistema tramviario si scontra con la scarsa dinamica di gerarchizzazione della rete di trasporto, per cui allo stato attuale è probabilmente conveniente estendere la rete solo fin dove la domanda di trasporto espressa localmente rende ragionevole la sua realizzazione, mentre potrebbero rimanere modesti i flussi di interscambio. Gli investimenti infrastrutturali importanti sul trasporto ferroviario hanno in genere costi molto alti rispetto ai ritorni attesi in termini di flussi aggiuntivi e spostamento modale. Per questo motivo, è bene che vengano effettuati a fronte di un piano consistente di aumento dell'offerta (oltre all'infrastruttura, è necessario il servizio), a sua volta supportato da **strategie di densificazione della domanda di trasporto**, mettendo a sistema le reti e indirizzando le politiche insediative verso la predilezione di localizzazioni lungo gli assi ferroviari.

In sintesi, affinché gli investimenti sul sistema dei trasporti siano economicamente sostenibili, è necessario valutare attentamente costi e benefici attesi dai progetti, ove possibile, affidandosi alla comparazione dei risultati delle analisi costi-efficacia negli altri casi: la soluzione delle opere da realizzare è bene che avvenga massimizzando il valore attuale netto complessivo, considerando i vincoli di bilancio sulla spesa.

Fondamentali sono gli investimenti in manutenzione dell'esistente per evitare degni dell'efficienza, soprattutto ove si tratti di infrastrutture ampiamente utilizzate.

Progetti piccoli ma mirati su problematiche specifiche forniscono risultati spesso migliori in termini di valore della spesa rispetto a progetti più complessi e di carattere generale, presentando anche un rischio più basso. Al contempo, allocazioni di risorse su progetti integrati, capaci di rispondere nello stesso tempo a più criticità, presentano un vantaggio strategico.

4 STRATEGIE



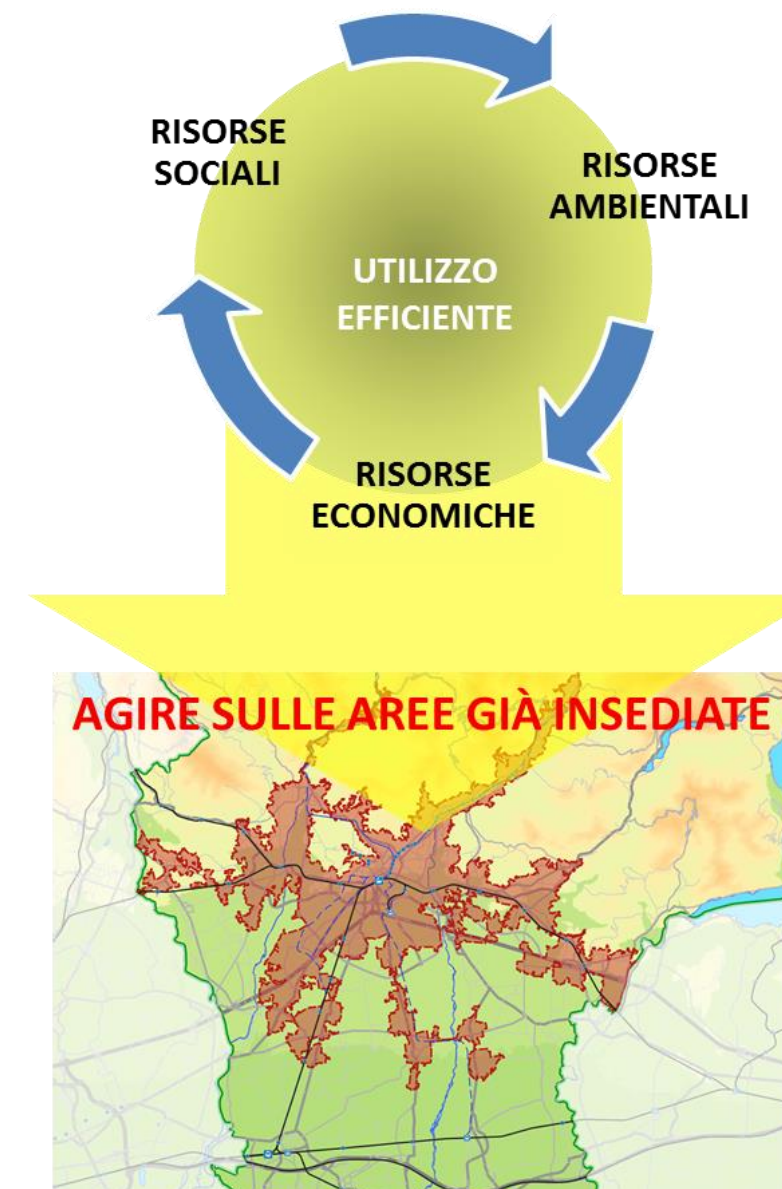
Per esempio, dovendo decidere per la realizzazione di una nuova infrastruttura, le domande base dovrebbero essere:

- quanto migliora la competitività economica (come misurarla, in termini di tempi di percorrenza risparmiati per le merci?),
- quanto migliora la qualità della vita ((come misurarla, in termini di tempi di percorrenza risparmiati per le auto private? In termini di sicurezza?),
- qual è la sostenibilità economica
- qual è la sostenibilità ambientale (consumo di suolo, impatto ambientale dovuto alle emissioni, alle interferenze con la rete ecologica, con il sistema idrogeologico, con la matrice agroambientale, etc.)

Tra le priorità strategiche dell'UE per la crescita, definite in Europa 2020, vi è la transizione dell'Unione verso un'economia intelligente, sostenibile e solidale. Uno dei cardini di tale strategia è costituito dalla tabella di marcia verso un'Europa efficiente nell'impiego delle risorse, per individuare la via per un'economia più sostenibile (maggiore innovazione = vantaggi in termini economici e ambientali).

Efficienza va al pari passo con sostenibilità, se per "gestione efficiente delle risorse" si intende usare le risorse in maniera più sostenibile, cioè gestire le materie prime, come l'acqua, i minerali e il legno, tra cui deve essere annoverato anche il suolo, con maggiore efficienza e in tutto il loro ciclo di vita, da quando vengono estratte fino a quando vengono smaltite.

Nel caso del suolo come risorsa non rinnovabile è necessario porre estrema attenzione sia al consumo di suolo, considerando che le infrastrutture consumano suolo e attraggono ulteriore occupazione, sia alle modalità di occupazione (vedi invarianza idraulica e rispetto delle connessioni ecologiche solo per citare due aspetti base).



4.1 Sviluppare la gestione integrata della mobilità (uso efficiente delle risorse)

Per perseguire il raggiungimento degli obiettivi servono strategie efficaci e sono quindi richieste soluzioni efficienti, a fronte di una scarsità di risorse non solo economica. La condizione dei conti pubblici non consente più di contare su risorse «illimitate», finalizzate alla realizzazione di opere pubbliche (vi sarebbe anzi da interrogarsi sulle effettive ricadute della considerevole spesa in opere infrastrutturali verificatesi in Provincia negli ultimi 15 anni).

Nell'allocazione delle risorse è quindi necessario seguire una scala di priorità che abbia come riferimento principale il grado di efficienza dell'azione che si vuole intraprendere e finanziare, efficienza che si dovrebbe poter misurare tenendo conto contemporaneamente di tutti e 4 gli indicatori/obiettivi. In altre parole, a fronte della scarsità delle risorse pubbliche, l'efficacia di ogni intervento dovrebbe rispondere a tutti e 4 gli obiettivi di competitività, qualità della vita, sostenibilità economica, sostenibilità ambientale.



La Commissione Europea ricorda che

<<Tre quarti del nostro impatto proviene dal settore alimentare, dall'edilizia e dai trasporti. Ecco perché occorre "trasformare il modo in cui produciamo e consumiamo il cibo" e servono "migliori infrastrutture" e "trasporti meno inquinanti". È necessario riprogettare i prodotti per renderli migliori per noi e per l'ambiente.>>

(fonte http://ec.europa.eu/environment/basics/green-economy/efficiency/index_it.htm)

4.2 Vocazioni territoriali

L'utilizzo efficiente delle risorse (economiche, sociali, ambientali) richiede di ragionare innanzi tutto sulla funzionalità dei sistemi esistenti.

È necessario intervenire, innanzitutto sulle aree già insediate ed infrastrutturate, agendo secondo le vocazioni più consolidate.

Nell'ambito della redazione del PTCP, si è cercato di conciliare il più possibile lo scenario infrastrutturale, derivante dal mosaico degli interventi programmati sulla rete stradale e ferroviaria, con gli sviluppi insediativi delle singole «geografie provinciali»;

L'evidenza «metropolitana» delle problematiche di congestione, concentrate allo sbocco delle Valli, lungo la direttrice pedemontana e nella fascia di alta pianura più prossima al capoluogo, hanno fatto ritenere opportuno un collegamento con le dinamiche di sviluppo della «grandissima Bergamo», che ha ormai travalicato i limiti tradizionali del Brembo ad Ovest e del Serio ad Est.

Il tentativo è quello di utilizzare il disegno infrastrutturale per delimitare i contesti di crescita urbana, supportando la domanda di mobilità da essi generata, distinguendoli dai contesti rurali, oggetto di politiche di salvaguardia e valorizzazione anche dal punto di vista della produttività agroforestale.

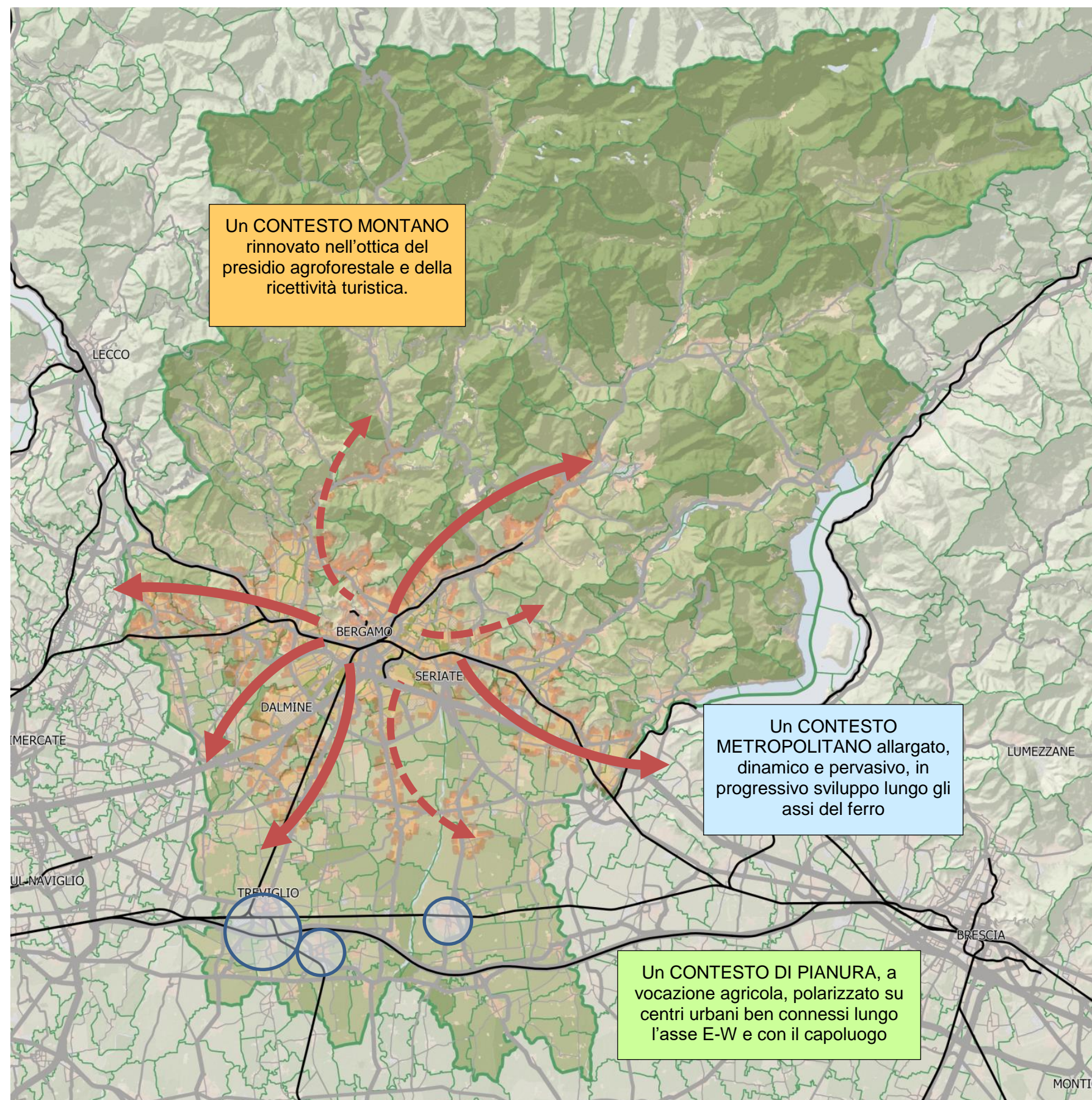


Fig. 4.2.i – Quadro delle vocazioni territoriali
Elaborazione META 2019

4.3 Sviluppare la gestione integrata della mobilità

La mobilità generale vede la tendenza alla riduzione della concentrazione degli spostamenti nelle ore di punta, a favore di una maggiore distribuzione lungo l'arco della giornata. Ciò trova radice in due fattori concomitanti: il generale invecchiamento della popolazione (oltre ai numeri assoluti, in prospettiva si può considerare l'indice di vecchiaia¹, ovvero il rapporto percentuale tra la popolazione > 65 anni e < 14 anni, che è cresciuto nel decennio 2007-2017 dal 114% al 136%), che porta ad una contrazione della mobilità sistematica casa-lavoro, e la direzione presa dal mercato del lavoro, con l'introduzione in diversi settori di fenomeni di "smart-working" e una accresciuta flessibilità di orari e tipologia di lavoro.

Questo richiede uno **sforzo di pianificazione del trasporto pubblico non più concentrato a servire principalmente la mobilità sistematica, bensì volto a garantire il soddisfacimento di una domanda di mobilità più complessa**, sia per motivo di lavoro al di fuori delle fasce di punta canoniche sia per spostamenti occasionali (motivo prevalente nell'indagine sulla mobilità regionale del 2014), offrendo un soddisfacente livello di servizio in termini di disponibilità e frequenza anche nelle fasce centrali della giornata.

4.3.1 Il trasporto ferroviario come asse portante

Il Programma Regionale della Mobilità e dei Trasporti² individua nel sistema ferroviario l'asse portante dello sviluppo del trasporto pubblico a scala regionale, considerandolo anche un elemento imprescindibile nel sistema di mobilità dei centri urbani maggiori anche per le distanze medio-brevi, eventualmente integrato da reti tranviarie.

Il trasporto ferroviario come sistema isolato non è però sufficiente a garantire un adeguato soddisfacimento della domanda di mobilità nemmeno nei territori in cui è presente: da una recente ricerca sul tema dell'accessibilità alle fermate del servizio ferroviario regionale³, considerando le fermate non poste nei capoluoghi emerge come mediamente il 60% degli utenti in accesso ad una fermata posta al di fuori dei capoluoghi vi giunga a piedi, con un tempo di accesso per lo più inferiore ai 15 minuti; oltre l'80% analogamente si allontana a piedi dalla stazione di destinazione. Questo significa che il bacino di utenza della ferrovia, qualora non siano presenti idonei accorgimenti in termini di dotazioni infrastrutturali e di servizi di adduzione, rimane fortemente limitato al semplice intorno delle stazioni.

La sfida quindi consiste nel realizzare una efficace integrazione fra i diversi modi del trasporto pubblico e con sistemi di mobilità complementari, per costruire un sistema di trasporto che offra una catena modale fonte di risposte soddisfacenti alla domanda di mobilità "door to door". Non vi è però una soluzione univoca valida per ogni contesto, così come il mezzo pubblico non è l'unica risposta possibile: occorre costruire una integrazione funzionale di diverse modalità di trasporto, anche privato (auto e bici).

In quest'ottica, le stazioni ferroviarie sono destinate a trasformarsi sempre più in luoghi di interscambio dei viaggiatori fra i diversi modi di trasporto, e come tali devono essere adeguatamente attrezzate, a seconda di un livello gerarchico e delle caratteristiche del bacino di utenza designato.

Nel contesto di definire un quadro strategico di riferimento per l'integrazione dei trasporti basata sul trasporto ferroviario, due aspetti rilevanti sono **l'opportunità di uno sviluppo insediativo coerente con la rete ferroviaria e tranviaria (attuale e pianificata) e il collegamento dei territori con esse**. Entrambi i temi apportano un contributo nella direzione delineata dagli obiettivi di qualità della vita e sostenibilità ambientale.

4.3.2 Il contributo della pianificazione urbanistica

L'aumento di densità e la realizzazione di nuove funzioni in corrispondenza delle stazioni ferroviarie aumenta la popolazione nell'interno pedonale della stazione, che come si è visto è l'ambito più favorevole all'utilizzo del modo ferroviario, non solo in generazione ma anche in attrazione. Non tutte le funzioni attrattive sono però adatte: ad esempio, le funzioni marcatamente sovralocali (come ad esempio ospedali, centri direzionali) potrebbero avere scarso giovamento qualora il loro bacino di utenza non sia coerente con quello servito dal trasporto ferroviario. Uno strumento funzionale a gestire i processi sviluppo insediativo a scala provinciale nella direzione di densificazione verso i servizi su ferro può essere quello della **perequazione territoriale, tramite il quale raccogliere diritti edificatori sparsi su varie superfici in diversi contesti (anche differenti comuni, possibilmente) per concentrarli in aree designate ad alta accessibilità**. In tal modo, può essere evitato l'effetto di dover "rincorrere" con dotazioni di mobilità sviluppi urbanistici sparsi sul territorio, con soluzioni che per necessità si rivolgono primariamente alla mobilità individuale, essendo difficile ricondurre al trasporto su ferro una pluralità di origini e destinazioni singolari.

4.3.3 Collegare il trasporto ferroviario: accesso alle stazioni

Il collegamento dei territori con le stazioni dovrebbe essere valutato in una logica d'area, considerando differenti scale per i diversi modi di trasporto. L'uso della bicicletta, vera alternativa all'auto privata come soluzione del "primo miglio" e soprattutto spesso unica possibilità di collegamento pratico lungo "l'ultimo miglio", può avere giovamento dalla **realizzazione di percorsi ciclabili sicuri almeno di breve-medio raggio dalle stazioni ferroviarie attraverso gli abitati**, pena il decadimento dell'appetibilità al crescere delle condizioni di conflitto con il traffico motorizzato nei centri urbani⁴. Anche la disponibilità di velostazioni, ovvero parcheggi dedicati alle biciclette con un elevato grado di sicurezza contro i furti (accesso controllato, sorveglianza video, etc) contribuisce in maniera significativa⁵ all'uso di treno+bici, in particolare qualora sia utile la sosta notturna per l'utilizzo a destinazione. Il *bike sharing* può essere un valido elemento principalmente per i comuni a vocazione turistica, mentre può essere complesso da gestire in presenza di forti flussi pendolari.

L'auto privata, eventualmente utilizzata condividendo il viaggio (*carpooling*), può essere un valido sistema di adduzione verso il servizio ferroviario, soprattutto se la destinazione finale presenta dei problemi di accessibilità per congestione lungo il percorso o scarsità di offerta di sosta (la cui tariffazione risulta peraltro uno strumento forte di governo della mobilità). In tali casi, è bene ragionare in termini di **parcheggi di interscambio in una logica d'area**, evitandone la realizzazione indiscriminata presso tutte le stazioni indipendentemente dai contesti: l'offerta di sosta per le stazioni più urbane e meno collegate con resto del territorio dovrebbe essere limitata, per non attrarre flussi attraverso gli abitati e per non favorire lo spostamento verso il modo auto di utenti a distanza pedonale o ciclabile. Un accorgimento utile è la realizzazione di stalli per la sosta *kiss&ride*, da posizionare non lontano dagli accessi: poiché l'accompagnamento in auto viene effettuato anche in loro assenza, questo può generare "disordine" in una zona delicata come l'ingresso della stazione disturbando i flussi pedonali e ciclabili e gli stessi veicolari.

L'accessibilità con autobus al trasporto ferroviario soffre del problema dei tempi di attesa per la corrispondenza, che possono aumentare sensibilmente la durata complessiva del tragitto. Linee ad alta frequenza (tipicamente urbane e/o in contesti densi) funzionano purché la fermata sia vicina alla stazione e questa sia ben progettata; per linee extraurbane frequenti (ad esempio alla mezz'ora) il coordinamento degli orari è molto importante affinché le linee lavorino in sinergia e il bus dovrebbe avere almeno la medesima frequenza del treno. Occorre in ogni caso che la linea di

¹ Elaborazioni su dati Istat.

² Programma Regionale della Mobilità e dei Trasporti (PRMT), Regione Lombardia, d.c.r. n. 1245 del 20 settembre 2016.

³ Beria P. et al (2018) Strumenti per l'analisi di attrattività del servizio di TPL con riferimento all'interscambio modale nei nodi ferroviari regionali. Polis & Regione Lombardia. Milano.

⁴ "Gli incidenti si concentrano nelle città (90% degli incidenti totali), in particolare in corrispondenza delle intersezioni per effetto di scontri con automezzi (soprattutto frontali-laterali)", come riportato in: Ciclisti e incidenti stradali. Analisi e monitoraggio degli incidenti stradali relativi ai ciclisti in Regione Lombardia, Centro Regionale di Governo e Monitoraggio della Sicurezza Stradale, Eupolis Lombardia, 2015

⁵ Analogamente a (3).

autobus segua le linee di desiderio degli spostamenti, portando gli utenti ad una stazione utile per il loro spostamento. Linee bus e ferroviarie parallele hanno senso solo se le fermate sono molto distanti, altrimenti risultano ridondanti, per cui uno schema a pettine (ove sostenibile) può essere più efficace.

4.3.4 Altri aspetti dell'integrazione

L'integrazione tariffaria assume un ruolo importante nell'interazione di diversi sistemi di trasporto. Soprattutto sulle brevi distanze, il fatto di dover pagare diversi biglietti/abbonamenti induce facilmente l'utente all'utilizzo del mezzo privato. Idealmente, dovrebbe essere possibile acquistare il servizio di trasporto pubblico nella sua interezza da origine a destinazione, per semplificarne l'utilizzo all'utente e renderlo anche a livello di immagine un servizio completo. Da questo punto di vista il sistema di trasporto pubblico dovrebbe essere un tassello unico di un ambiente MaaS (come definito nel par. 2.5.1), al quale affiancare i servizi complementari (sosta e noleggio auto e bici, etc).

La comunicazione dei servizi di trasporto dovrebbe seguire la medesima logica, con informazioni integrate tra i diversi servizi. Alcuni elementi potrebbero essere aggiunti a mappe e cartellonistica: linee bus con indicazione di massima dei percorsi (schematici delle località servite), presenza di parcheggi dedicati (auto e bici), servizi di sharing.

La figura dei Mobility Manager può avere una duplice funzione di conoscenza di dettaglio della domanda di mobilità nei contesti in cui è presente e di governo della stessa tramite l'adozione di iniziative mirate, che includano partnership, strumenti di supporto e sensibilizzazione. La comunicazione all'utenza sui temi della mobilità è infatti importante ai fini di indirizzare gli utenti verso soluzioni di trasporto diverse da quelle abituali, aprendoli alla possibilità della condivisione dei viaggi effettuati con l'auto privata o all'utilizzo di differenti modalità di trasporto.

4.3.5 Il ruolo dello sviluppo stradale

Considerando il servizio su ferro come asse portante del sistema di mobilità, le azioni sulla rete stradale possono rivolgersi ad interventi complementari, per migliorare le connessioni di medio-lungo raggio su relazioni richieste selezionando gli interventi più efficaci per risolvere situazioni di criticità. La dotazione infrastrutturale stradale non deve essere infatti vista nell'ottica, pur ragionevole entro certi limiti, di fungere da *driver* per lo sviluppo dei territori, bensì deve rispondere a precise esigenze di domanda di trasporto, possibilmente in maniera coordinata con gli altri mezzi di trasporto ove si possano ravvisare sinergie (connessione con le stazioni ferroviarie).

4.4 Agganciare lo sviluppo ferroviario

Il macro-obiettivo che punta ad agganciare il sistema bergamasco al servizio ferroviario europeo, nel documento OCSE individua 3 azioni strategiche:

- 1 A – Dimezzare i tempi di percorrenza Bergamo-Milano
- 1 B – Creare una connessione rapida tra l'aeroporto bergamasco e Milano e Brescia
- 1 C – Identificare uno scalo merci adeguato alla logistica internazionale

Le priorità di *governance* che gli attori partecipanti al tavolo Ocse hanno individuato in particolare in relazione a questi temi sono:

- Promuovere la qualità metropolitana di Bergamo
- Affrontare le sfide della nuova mobilità nell'epoca digitale

Ciascuna delle azioni strategiche riferita al tema dello sviluppo ferroviario è correlata ad altre azioni che interfacciano altri macro-obiettivi, come ricordato dallo schema sottostante.



Agganciare lo sviluppo ferroviario vuol dire quindi, dal punto di vista dei passeggeri migliorare i servizi di collegamento tramite ferro con i principali attrattori (aeroporto, Milano, Brescia), dal punto di vista delle merci dare l'opportunità alle aziende bergamasche di sfruttare le reti del trasporto merci che utilizzano i valichi alpini per spostare quote crescenti di merci dalla gomma al ferro.

Le conseguenze di queste strategie possono avere una portata territoriale non indifferente, andando a ripensare lo sviluppo sul territorio anche in funzione delle linee ferroviarie.

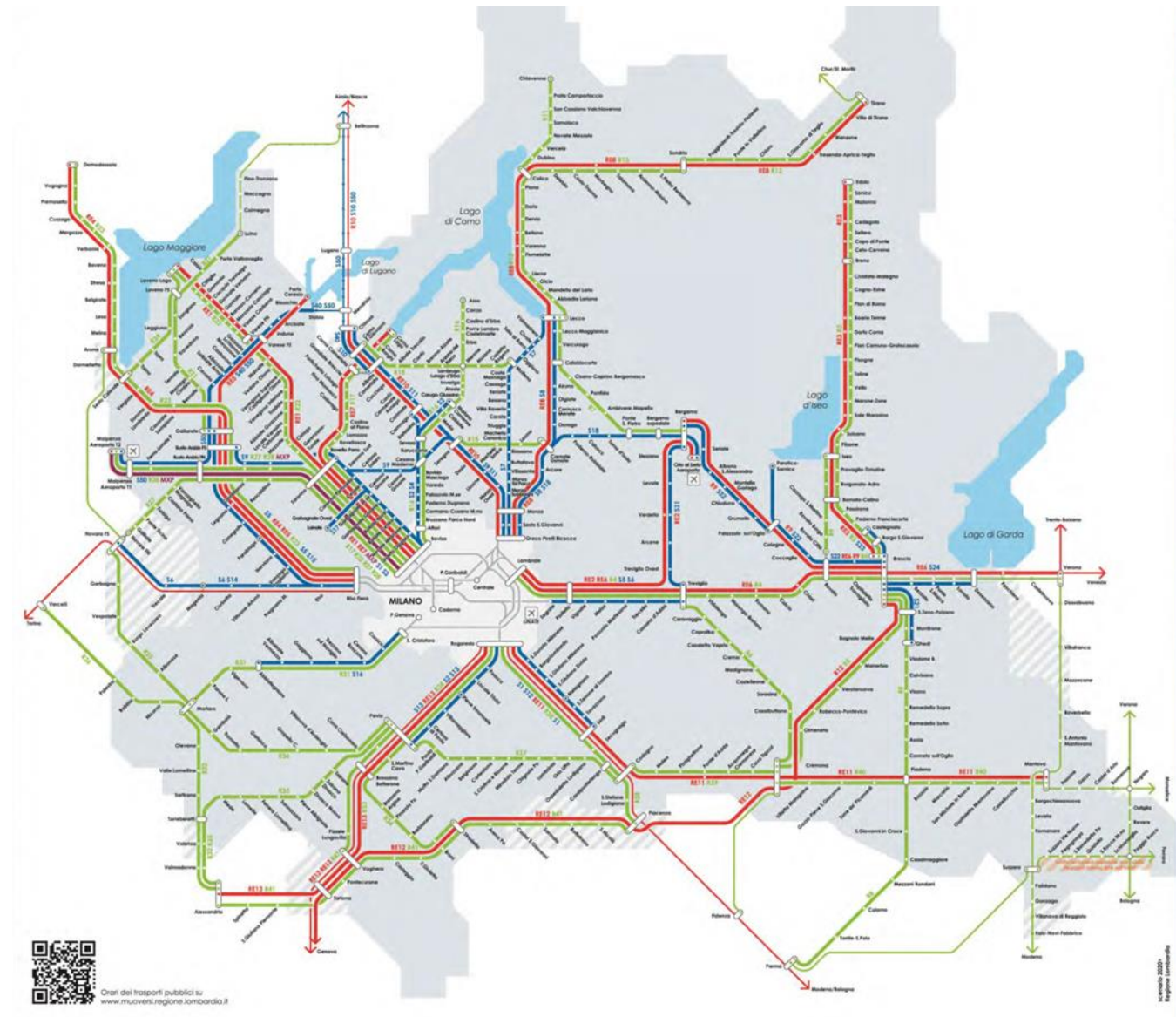


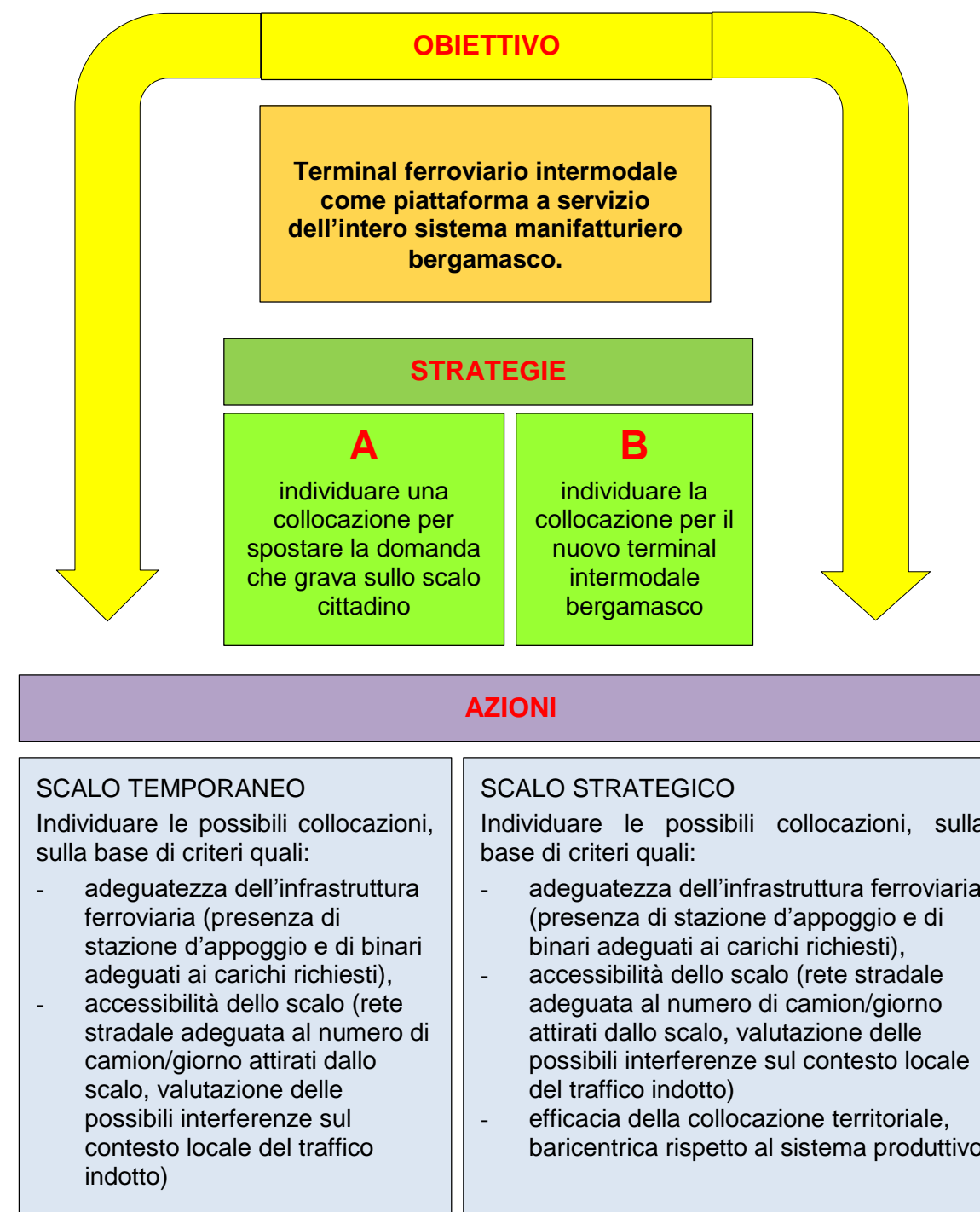
Fig. 4.4.i – Servizio ferroviario regionale schema di rete obiettivo

Fonte: Programma Regionale Mobilità e dei Trasporti

4.4.1 Strategie per la collocazione ottimale dello scalo merci

Viste le diverse ipotesi al vaglio, per offrire gli strumenti che facilitino la scelta della collocazione migliore dello scalo bergamasco è necessario:

- avere ben chiaro quale è l'obiettivo:
 - o il nuovo terminal non dovrebbe limitarsi a fornire un recapito ai traffici dello scalo merci di Bergamo, ormai marginali, ma andrebbe configurato come piattaforma a servizio dell'intero sistema manifatturiero bergamasco.
- definire le strategie per raggiungere gli obiettivi prefissati
 - o nel breve periodo è necessario trovare un recapito ai traffici dello scalo merci di Bergamo
 - o nel medio-lungo periodo è opportuno individuare la collocazione ottimale per la nuova piattaforma ferroviaria a servizio dell'intero sistema manifatturiero bergamasco.
- valutare le diverse ipotesi di collocazione, per lo scalo temporaneo e il terminal strategico, in base a criteri definiti:
 - o adeguatezza dell'infrastruttura ferroviaria esistente
 - o accessibilità stradale
 - o efficacia della collocazione territoriale, baricentrica rispetto al sistema produttivo
 - o costi necessari per adeguare la rete infrastrutturale esistente
 - o opportunità legate alla disponibilità delle aree e degli stakeholder
 - o consumo di suolo



4.5 Scommettere sulla mobilità dolce

Il potenziamento della mobilità dolce intesa come mobilità sostenibile, ovvero che non si basa sull'uso dell'auto individuale, è **azione trasversale** che risponde alla molteplicità degli obiettivi per lo sviluppo del territorio.

Potenziare e migliorare l'efficacia del trasporto pubblico è una delle cinque aree di valutazione su cui si basa il protocollo di certificazione LEED for Cities, che impegna su base volontaria le amministrazioni a: *educare i residenti, i visitatori e gli imprenditori per consentire il miglioramento continuo; dimostrare l'impegno della tua città per la sostenibilità, la salute umana e la prosperità economica*⁶, con conseguenti ricadute, oltre che sulla qualità della vita, sul valore dei territori interessati (visibilità e turismo, marketing territoriale, valorizzazione dei comparti urbanizzati sia residenziali che produttivi).



Per quanto riguarda la mobilità dolce intesa, nell'accezione più consueta, come mobilità ciclabile e pedonale, scommettere su di essa significa favorire interventi in grado di spostare una quota della domanda di spostamento verso modalità sostenibili, oltre che favorire lo sviluppo turistico e la fruizione del territorio.

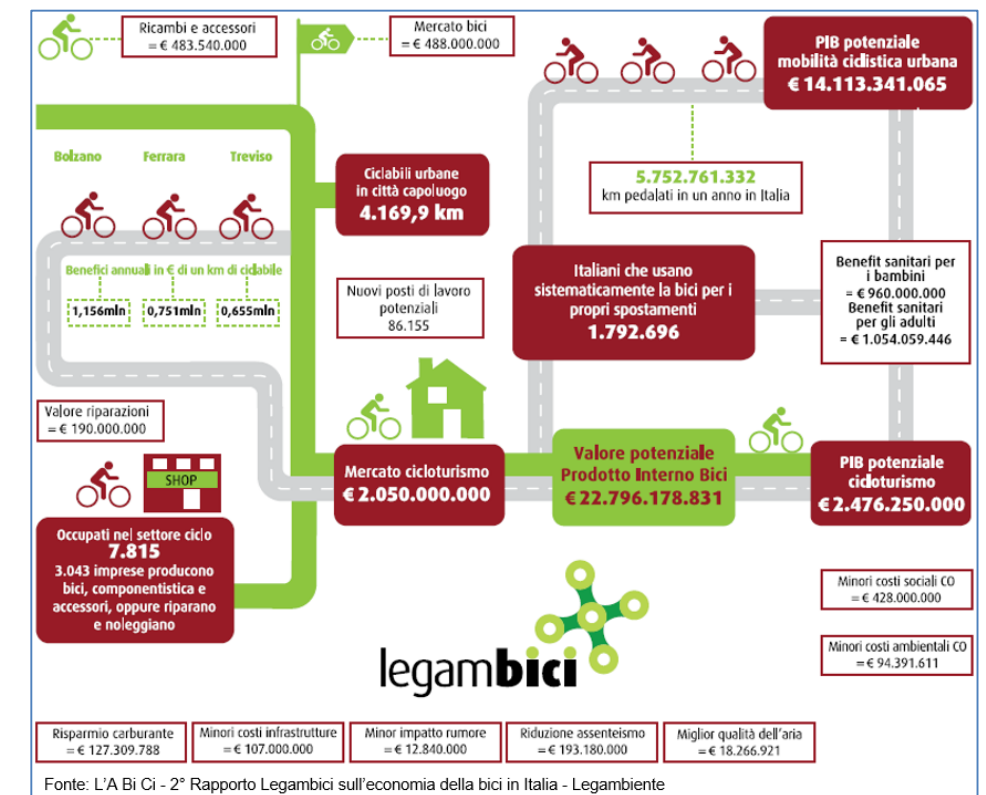
Con il termine "mobilità dolce" si intendono comunemente le forme di mobilità basate sulla propulsione umana, con l'ausilio di strumenti o senza, come la mobilità ciclistica e quella pedonale, nonché le diverse forme intermedie possibili (pattini, skateboard, etc.).

Questa famiglia di modi di spostamento è caratterizzata da una medio-bassa velocità, e un range di distanza dipendente dal motivo dello spostamento. Motivi di tempo libero e turismo possono infatti vedere distanze percorse anche ragguardevoli, soprattutto nel caso di vacanze in bicicletta; non bisogna però dimenticare che la mobilità dolce non è solo quella di tipo occasionale / turistico, bensì è una componente (che dovrebbe essere maggiormente valorizzata) anche degli spostamenti sistematici. Il 63% degli spostamenti complessivi casa-lavoro presenta infatti una distanza compresa fra 0 e 10 Km, percentuale ancora maggiore per gli spostamenti occasionali e per affari⁷.

La quota modale degli spostamenti con i modi piedi e bici si attesta in questa fascia chilometrica intorno al 20%, mentre l'uso del veicolo privato supera il 65%: si nota come vi sia un forte margine di crescita quindi della mobilità a propulsione umana.

Numerosi sono i vantaggi in termini sociali della mobilità dolce. Considerando un esempio nello specifico della mobilità ciclistica, uno studio condotto da ECF nel 2016, in cui sono stimati i vantaggi economici dell'uso della bicicletta nell'Unione Europea⁸, riporta come i benefici sanitari (aumento dell'aspettativa di vita, riduzione dell'incidenza di malattie, salute mentale, salute dei bambini, riduzione dell'assenteismo lavorativo, riduzione dell'incidentalità stradale) siano oltre 1/3 dei benefici complessivi. Nello specifico della regione lombarda, il recentissimo rapporto di Legambiente⁹ stima il "Prodotto interno Bici"¹⁰ in 977 M€ annuali.

Il valore generato dalla realizzazione di una strada ciclabile dipende dal livello di utilizzo della bicicletta dell'area e dal traffico che la percorrerà. L'esempio più virtuoso viene dalla città di Bolzano, ove la bici copre il 30% della domanda di mobilità complessiva cittadina, per cui ogni singolo km di strada ciclabile produce un PIB di oltre 1M€ l'anno.



⁷ Presentazione dati Matrice O/D 2014, Regione Lombardia. Disponibile su: <http://www.regione.lombardia.it/wps/portal/istituzionale/HP/DettaglioServizio/servizi-e-informazioni/Imprese/Imprese-di-trasporto-e-logistica/ser-matrice-od-infr/matrice-od>

(ultimo accesso 07/11/2018)

⁸ Neun, M. and Haubold, H. 2016. The EU Cycling Economy – Arguments for an integrated EU cycling policy.

European Cyclists' Federation, Brussels, December 2016

⁹ L'A Bi Ci - 2° Rapporto Legambici sull'economia della bici in Italia - Legambiente - in collaborazione con VeloLove e GRAB+

¹⁰ "Accanto all'economia direttamente originata dalle bici (la produzione e la vendita di bici e accessori e il mercato del cicloturismo), il report Legambiente ha infatti calcolato il risparmio di carburante, i benefici sanitari per gli adulti e per i bambini, la riduzione dell'assenteismo sui luoghi di lavoro, la riduzione dei costi ambientali e sociali delle emissioni gas serra, il miglioramento della qualità dell'aria, la limitazione dell'impatto del rumore, il contenimento dei costi delle infrastrutture e dell'artificializzazione del territorio."

⁶ Fonte <https://new.usgbc.org/leed-for-cities>

Il tema è dunque da sviluppare tenendo insieme due ambiti d'intervento: quanto concerne la mobilità cittadina, sia occasionale che sistematica, e quanto riguarda la fruizione del territorio per svago e per turismo.



Da un punto di vista infrastrutturale, non sarebbe corretto focalizzarsi solo su uno dei due: gli itinerari ciclabili possono svolgere diverse funzioni, ma difficilmente un itinerario progettato per un utilizzo turistico sarà apprezzato dalla mobilità sistematica per motivi di lavoro, più attenta al tempo impiegato per spostarsi da origine a destinazione. Qualora sia impossibile tenere insieme i due ambiti, gli interventi andranno distinti a seconda della finalità.

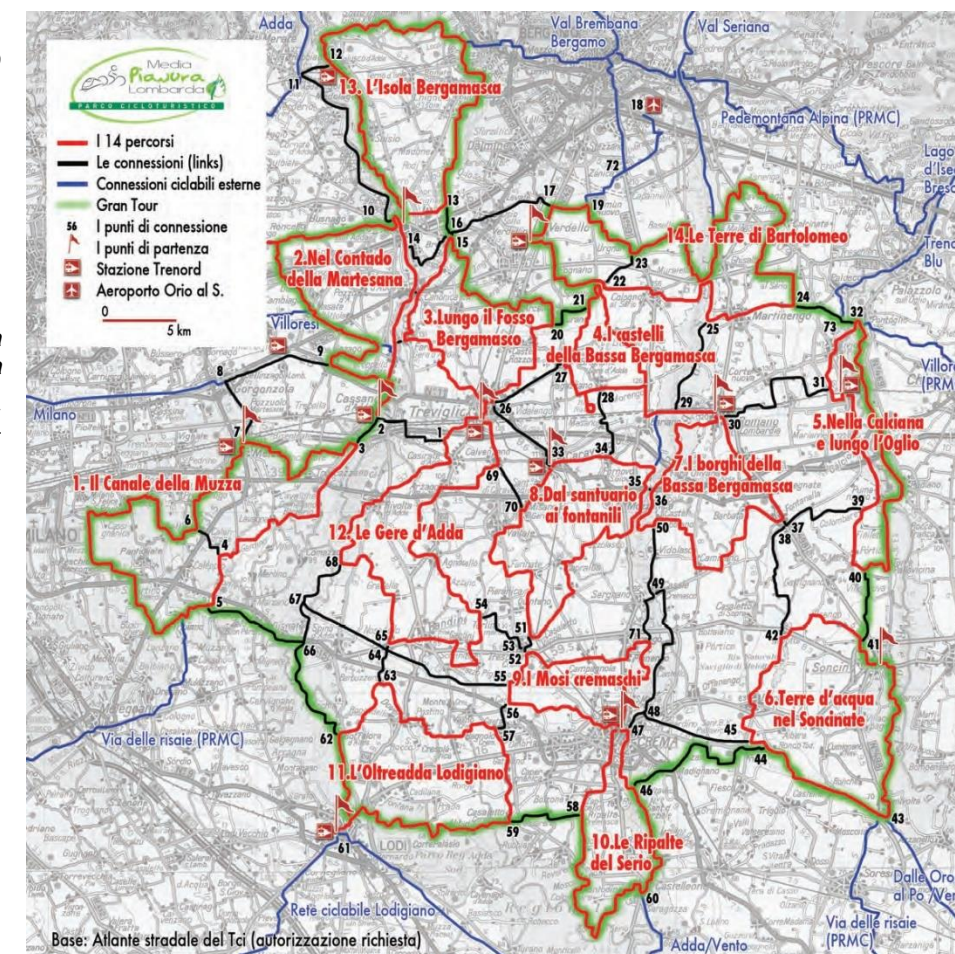
In sintesi, il potenziamento della mobilità dolce è azione trasversale che risponde a molteplici obiettivi per lo sviluppo del territorio. Una strategia integrata deve portare ad agire su diversi piani, nella direzione già tracciata dalle Linee Guida per la Mobilità Dolce nella Media Pianura Lombarda¹¹:

- migliorare l'accessibilità e l'efficienza negli spostamenti delle persone sia nella mobilità ordinaria sia in quella ricreativa e di svago;
- creare opportunità concrete per sviluppare attività turistiche e ricreative a livello locale;
- migliorare la qualità dell'ambiente, in particolare in termini di riduzione dei fattori inquinanti e di prevenzione dei rischi per la salute umana;
- garantire una maggiore sicurezza ai pedoni e ai ciclisti negli spostamenti in ambito urbano ed extraurbano;
- favorire la coesione sociale dei residenti nel territorio;
- favorire le sinergie progettuali ed economiche tra Enti per la realizzazione delle infrastrutture e altri interventi dedicati alla mobilità dolce;
- fornire ulteriori strumenti di valorizzazione ambientale e di promozione del territorio.

Il modello di sviluppo proposto per il sistema della mobilità dolce della Media Pianura Lombarda potrebbe essere esteso all'intero territorio provinciale, riconoscendo a tale modello la stessa dignità assegnata ai modelli di sviluppo industriale nel momento dell'assegnazione delle risorse pubbliche.

Fig. 4.5.i – La rete delle principali connessioni ciclabili nella pianura bergamasca

Fonte: Il Parco Turistico della media Pianura Lombarda, Associazione Pianura da Scoprire, 2014



¹¹ Verso la realizzazione del Sistema Turistico della Media Pianura Lombarda – Studio di fattibilità. Associazione Pianura da Scoprire.

4.6 Adeguare e potenziare la rete stradale di distribuzione metropolitana/provinciale

Strutturare una rete di secondo livello che sia in grado di supportare la distribuzione del traffico pesante anche mediante ITS (*sistemi intelligenti di trasporto*)

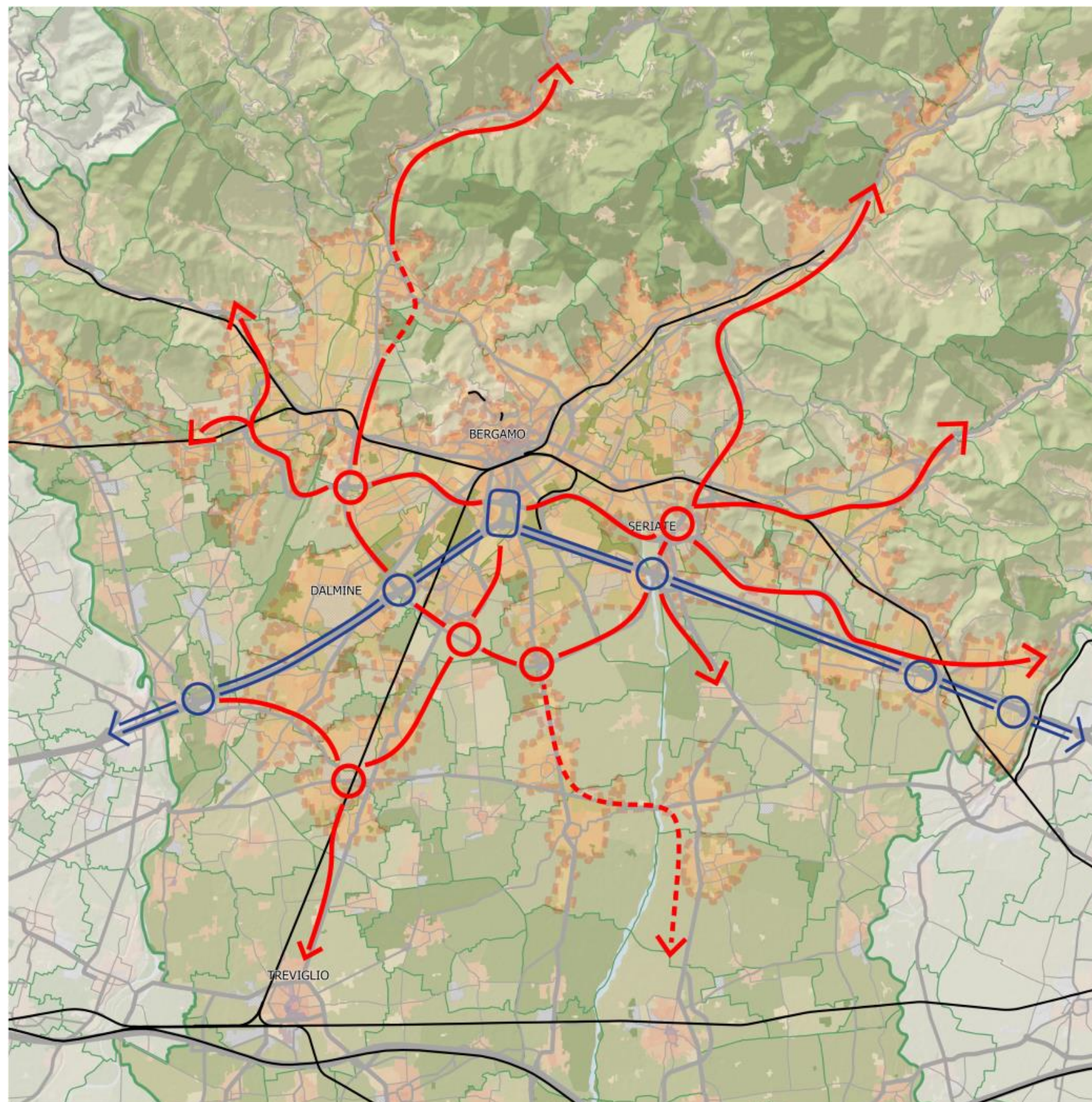
La rete principale provinciale, come si è visto nel paragrafo 2.3, è quella che attualmente presenta le peggiori condizioni di deflusso. Gli assi di penetrazione delle Valli bergamasche, in particolare, hanno flussi intensi e molto congestionati. A corredo, anche la penetrazione del nucleo urbano di Bergamo vive problemi di congestione quotidiani, con l'Asse Interurbano che distribuisce il traffico scontando sempre più difficoltà avvicinandosi al centro storico del capoluogo esattamente come la SS42. Inoltre, questi assi, scontano una manutenzione da migliorare con interventi anche particolarmente onerosi ma considerati prioritari dalla Provincia.

A seguito di queste considerazioni, risulta evidente come tale rete necessita prioritariamente di interventi di ammodernamento e riqualificazione. La prospettiva degli ITS può essere il trampolino di lancio per una gerarchizzazione più accentuata della rete che permetterebbe, contemporaneamente ad interventi di miglioramento, una decongestione dell'intera rete. Grazie al platooning si potranno ottenere miglioramenti nel giro di pochi anni e, con interventi mirati sulla sistemazione degli svincoli, i miglioramenti si ripercuoteranno anche sugli spostamenti degli autoveicoli. Per ottimizzare gli effetti di questa tecnologia sarà necessario implementare intersezioni indirette, con rampe e svincoli a raccordare le differenti arterie. Un'alternativa strategia potrà essere la segregazione rispetto alla rete minore, con l'eliminazione delle immissioni della viabilità locale direttamente su quella principale e l'eliminazione delle interferenze come attraversamenti a raso in prossimità dei centri abitati.

Con una prospettiva temporale più lunga, gli investimenti si dovranno concentrare sia sulla sistemazione puntuale delle problematiche locali, come adeguamenti di svincoli, la rettificazione di alcuni percorsi e l'informatizzazione delle strade, trasformando passo dopo passo la rete in un insieme di smart roads.

Lo scopo generale è quello di limitare il più possibile la realizzazione di nuove arterie lavorando al miglioramento geometrico-funzionale di quelle esistenti. Anche in Lombardia è possibile trovare degli esempi, relativamente recenti, di interventi di questa tipologia consistenti nel raddoppio delle carreggiate, con aspetti di carattere paesistico e ambientale anche migliorabili. La strada Paullese, tra Peschiera Borromeo e Mediglia, così come anche la strada Rivoltana, tra Segrate e Vignate, e la Cassanese, tra Pioltello e Melzo, hanno subito un raddoppio nel rispetto, per la maggior parte del tracciato, del posizionamento originario. La realtà bergamasca non necessiterà sempre di queste tipologie di intervento ma, in funzione dei casi, principalmente di lavori di minor calibro come: riqualificazioni di intersezioni, portandole a livelli sfalsati o migliorandone le prestazioni generali; creazione di corsie per il sorpasso o di arroccamento o di isole spartitraffico. Tutte queste azioni servono per aumentare la capacità e, quindi, la gerarchia di una strada. In questo modo sarà possibile andare incontro alle esigenze di spostamento rendendo gli interventi meno

impattanti dal punto di vista ambientale, con un minore consumo di suolo, minore distribuzione dell'inquinamento sonoro, atmosferico e idrico, ed assecondando quelle che sono le caratteristiche innovative che l'automazione introduce.

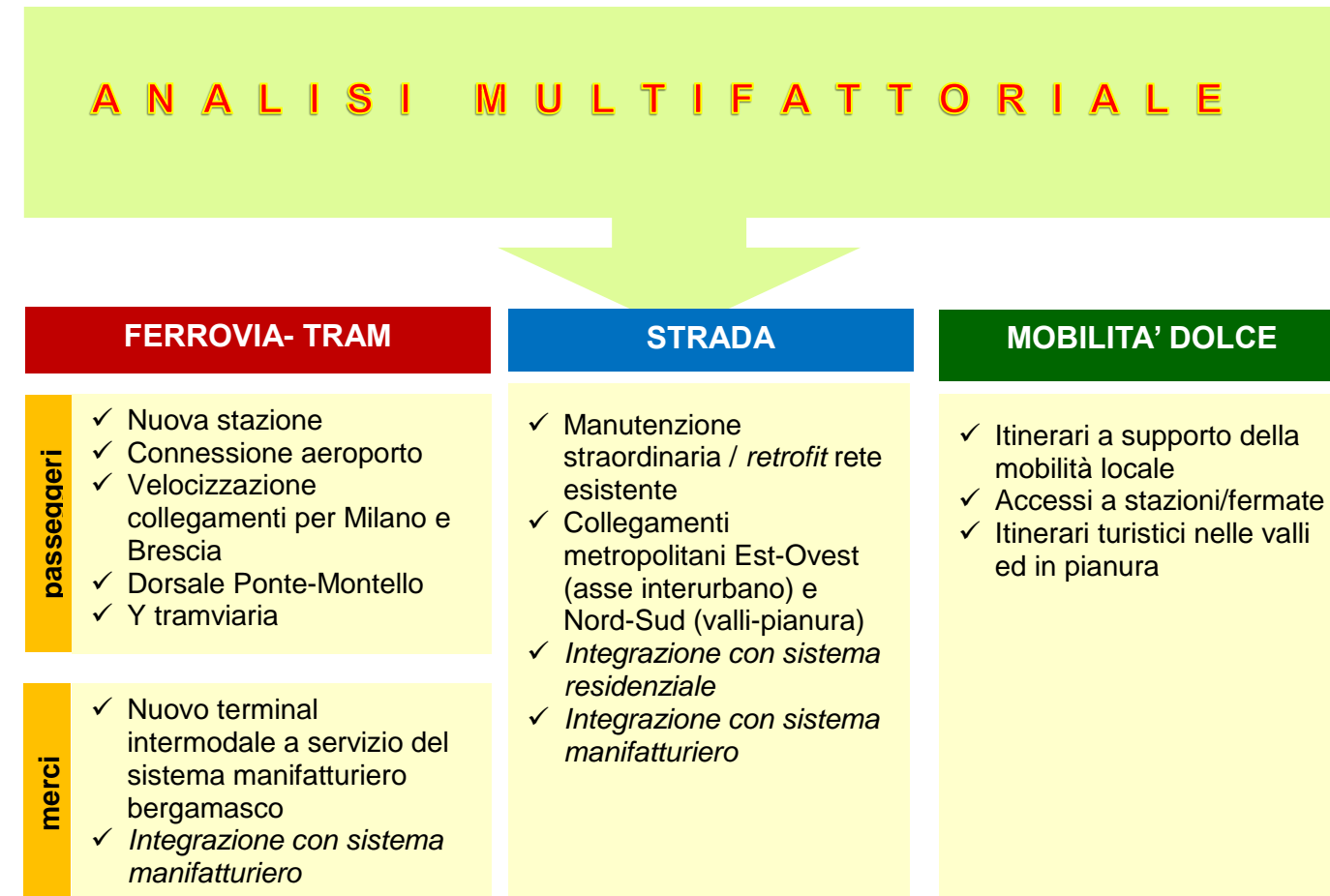


5 AZIONI



Dall'analisi multicriteria è possibile verificare quali alternative sono più efficaci rispetto ad altre, e orientare il processo decisionale verso eventuali approfondimenti della fattibilità delle ipotesi d'intervento.

Questa metodologia è applicata ai tre macro-temi fondamentali della mobilità bergamasca, come schematizzati di seguito.



Come accennato nel capitolo 1, le **azioni** propongono delle ipotesi di intervento che sono state valutate in base a:

1. Analisi di progetti esistenti che vivono sul tavolo del decisore pubblico
2. Coerenza di tali progetti con il sistema degli obiettivi e delle strategie come condiviso nel tavolo OCSE
3. Verifica di alternative fattibili maggiormente coerenti con tale sistema di obiettivi
4. Valutazione delle diverse ipotesi alternative all'interno di una griglia di criteri chiari e possibilmente misurabili con indicatori specifici



DORSALE PONTE S. PIETRO-BG-MONTEELLO

La priorità data al trasporto ferroviario suburbano è coerente con il quadro programmatico nazionale («cura del ferro») e regionale (programma regionale della mobilità e dei trasporti).

Il potenziamento del servizio, anche mediante la realizzazione di nuove fermate, rende certamente necessario un raddoppio almeno parziale della linea.

Le esigenze di efficienza della spesa pubblica richiedono però che il progetto di fattibilità sia accompagnato dalla definizione di un modello di servizio, condiviso con la Regione

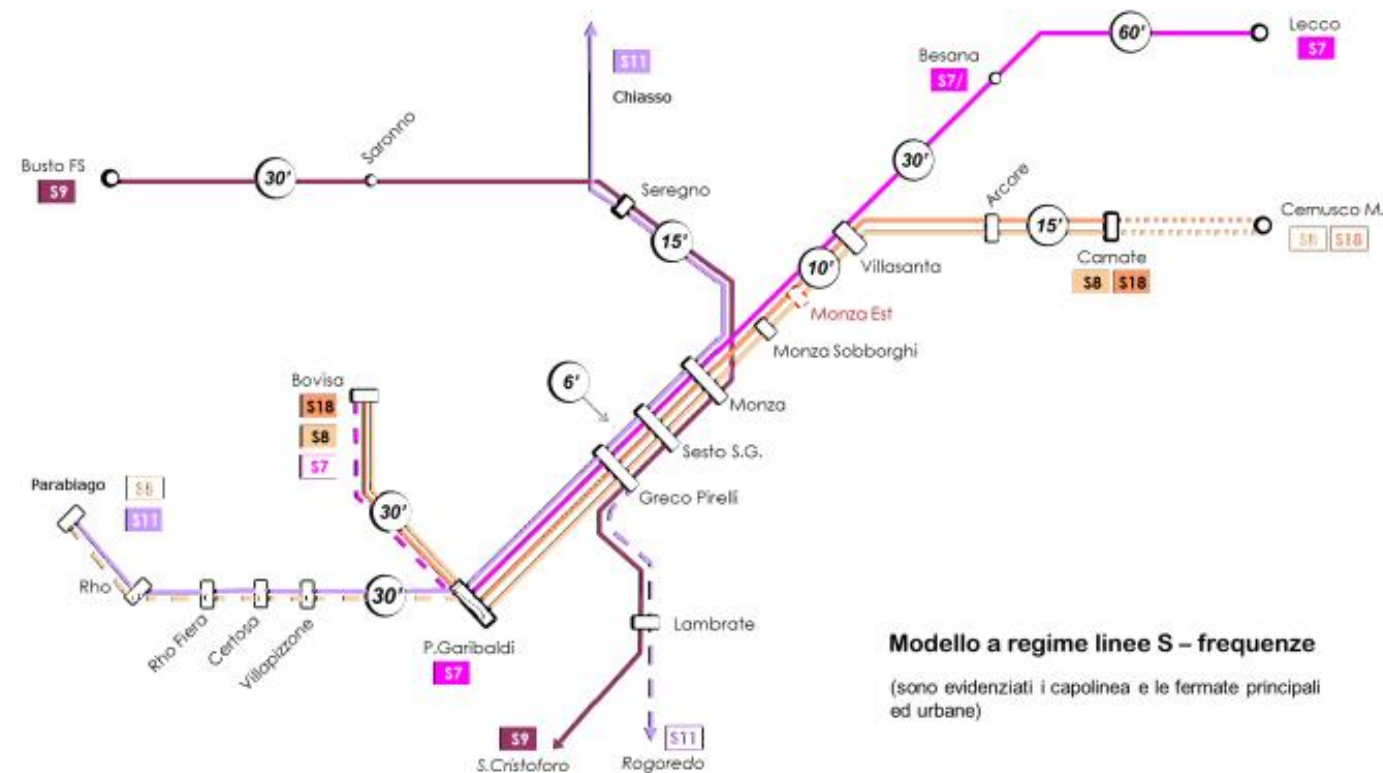


Fig. 5.1.iii – Linee di sviluppo del Servizio Ferroviario Regionale

Fonte: Programma Regionale Mobilità e Trasporti

- Le prime riflessioni condotte in merito a questo modello di servizio **sconsigliano l'istituzione di un servizio «dedicato» alla sola area bergamasca**, che risulterebbe poco efficiente dal punto di vista della produzione ferroviaria.
- Pare invece preferibile sviluppare un **modello basato sulla sovrapposizione dei servizi regionali** per Lecco, Monza, Treviglio e Brescia, ottenendo corse intercalate con frequenza di 15'.

Fig. 5.1.iv – Linee di sviluppo del Servizio Ferroviario Regionale

Fonte: Programma Regionale Mobilità e Trasporti

OPZIONE A

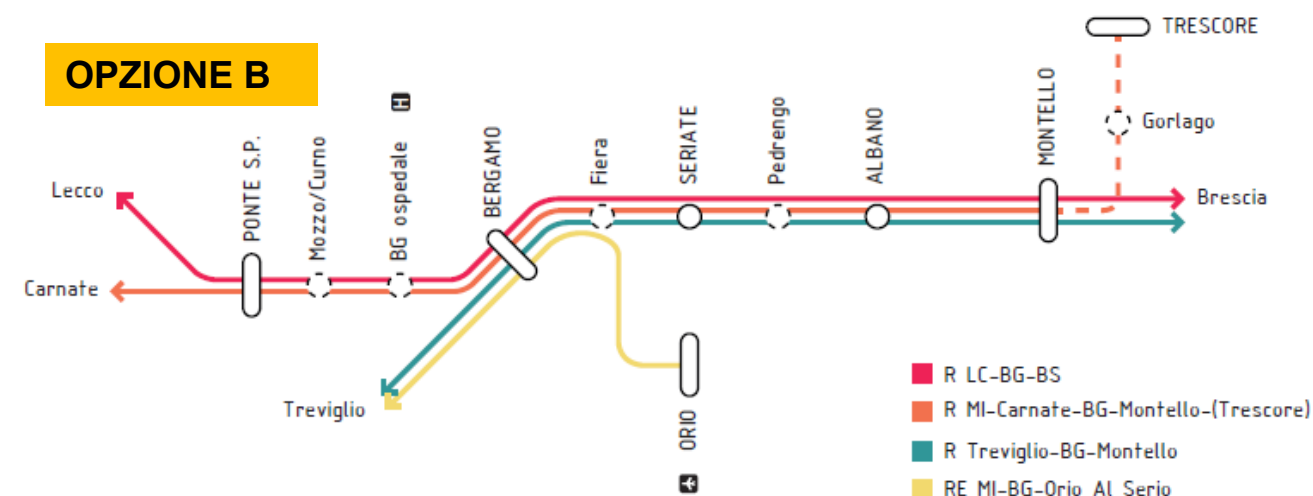
La possibile estensione verso Trescore sostituisce l'ipotesi di tramvia isolata



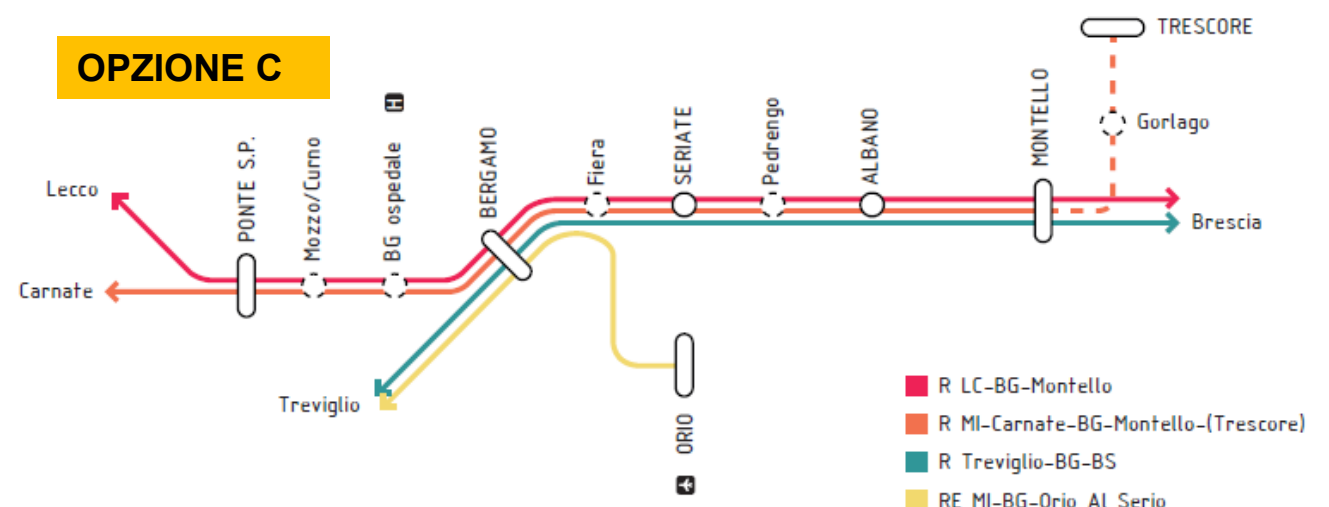
Il servizio per Milano via Monza diventerà semi-diretto oltre Carnate

Il modello è compatibile con l'istituzione del Regio Express Bergamo-Brescia

OPZIONE B



OPZIONE C



5.2 Y tramviaria

Fra gli interventi previsti dal PRMT si può inoltre ricordare l'estensione del sistema tramviario, già costituito dalla linea T1 Bergamo-Albino, in direzione di Villa d'Almè (linea T2), secondo uno schema "ad Y" che trova il suo fulcro presso la fermata di Redona.

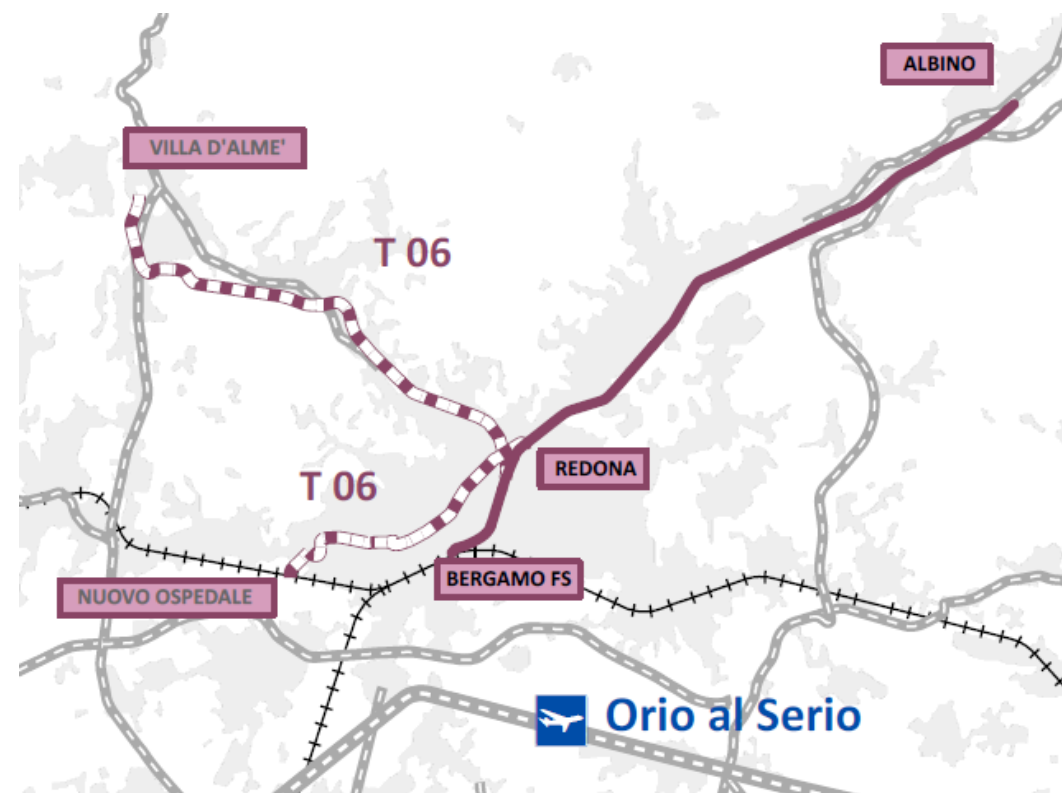


Fig. 5.2.i – Schema di sviluppo della rete tramviaria

Fonte: Programma Regionale Mobilità e Trasporti

Lo sviluppo della rete tramviaria urbana/extraurbana rappresenta una importante previsione anche a livello di Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP), che identifica questo sistema come risposta alle problematiche di accesso al capoluogo provinciale sulle direttrici non servite dalla ferrovia: oltre alle due valli principali, anche le direttrici di pianura orientate verso Dalmine, ed in prospettiva Zanica, Martinengo e Romano di Lombardia.

Ne derivano alcune considerazioni di carattere strategico:

- per quanto riguarda la **direttrice Nord-Ovest**, la priorità attribuita alla realizzazione della **linea T2**;
- per quanto attiene alla **direttrice Nord-Est**, l'interesse per il prolungamento della linea T1 sino a Vertova;
- per quanto concerne la **direttrice Sud-Ovest**, la definizione di due possibili tracciati per assicurare il collegamento fra la stazione ferroviario (capolinea T1/T2), il nuovo ospedale Papa Giovanni XXIII ed il polo industriale/terziario di Dalmine, con possibile prosecuzione sino alla stazione FS di Verdello;
- per quanto riguarda infine la **direttrice Sud-Est**, l'identificazione di un possibile corridoio utile a connettere, per fasi, la cintura metropolitana Sud (Zanica), il quadripolo di Urignano, Cologno, Ghisalba e Martinengo, dinamico e fortemente connesso al capoluogo, ed in prospettiva, forse, l'area urbana di Romano di Lombardia.

Il PTCP ipotizza, fra l'altro, che le direttrici meridionali possano essere realizzate per fasi, procedendo dapprima alla semplice realizzazione della nuova sede come opera civile priva di armamento, da utilizzarsi transitoriamente come busvia per saltare situazioni particolarmente congestionate.

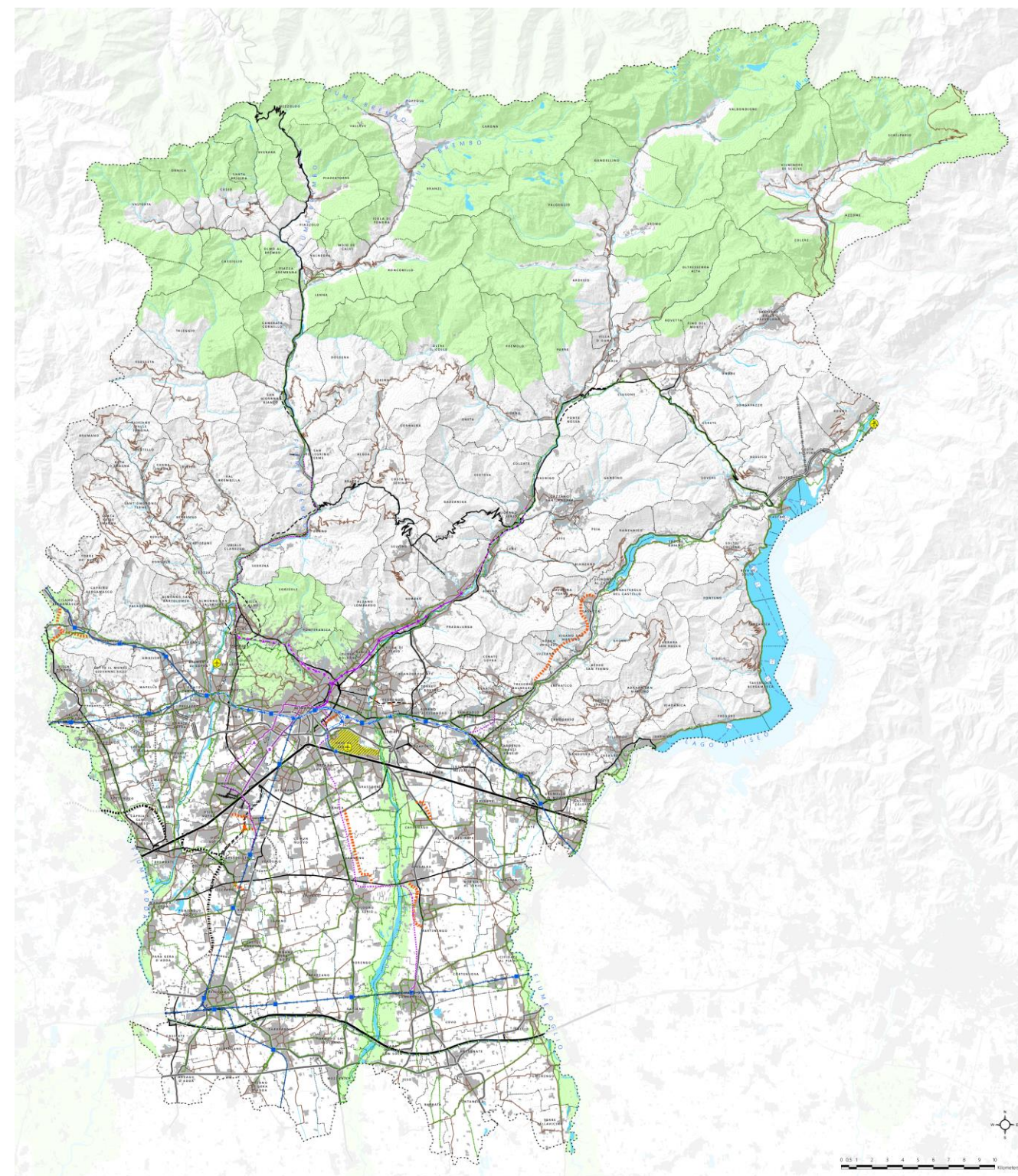


Fig. 5.2.ii – Previsioni infrastrutturali del PTCP

Fonte: Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale

5.3 Rete ciclopedonale

Scommettere sulla mobilità dolce è una delle 65 azioni individuate dalla cabina di regia che il sistema rappresentativo e amministrativo bergamasco ha istituito per lavorare, sulla scorta delle raccomandazioni OCSE, per individuare le priorità di *governance* per lo sviluppo e la competitività di Bergamo. L'azione 2E-Scommettere sulla mobilità dolce, si colloca all'interno del macro-obiettivo 2 Masterplan mobilità sostenibile 2030, che comprende altre azioni che attengono a temi solitamente alla ribalta della cronaca quali la nuova viabilità territoriale e la connessione tra area urbana e pianura. Assegnare priorità di *governance* allo sviluppo della rete ciclabile va quindi visto in un'ottica di ampio respiro, riconoscendo alla mobilità dolce e alla mobilità ciclabile il ruolo chiave per lo sviluppo del territorio.

La provincia di Bergamo nel Piano provinciale della rete ciclabile approvato nel 2003 e aggiornato nel 2009, ha individuato la rete delle piste ciclabili esistenti, dei percorsi cicloturistici esistenti, delle piste ciclabili di previsione e dei percorsi cicloturistici di previsione. La realizzazione dei vari percorsi, per uno sviluppo complessivo di circa 540 km e un costo di circa di 42.000.000,00 euro, è prevista in attuazione secondo un programma pluriennale di interventi, da sviluppare con lo sforzo congiunto della Provincia, della Regione e dei Comuni.

La rete individuata dal Piano si articola in due tipologie di percorso:

- itinerari intercomunali a servizio delle aree urbanizzate per facilitare gli spostamenti dei cittadini tra casa-lavoro e casa-scuola
- itinerari turistico-creativi.

In funzione del territorio al quale appartengono, i percorsi sono suddivisi in tre maglie distinte: principale, secondaria e minore.

- ✓ Pianura
 - o la maglia principale delinea i collegamenti diretti tra i grandi poli di attrazione quali: Bergamo, Dalmine, Ponte S. Pietro, Curno, Romano di Lombardia, Seriate, Treviglio
 - o la maglia secondaria delinea i collegamenti con i centri minori, Stezzano, Zanica, Grassobbio, Calcinato con tratti di maglia principale.
- ✓ Valli
 - o la maglia principale delinea percorsi ciclabili adiacenti alle grandi infrastrutture viarie e ferroviarie che collegano i maggiori poli di attrazione per una mobilità pendolare tra Bergamo e hinterland
 - o la maglia secondaria delinea percorsi ciclabili che collegano i centri vallivi e pedecollinari con valenza cicloturistica
 - o la maglia minore serve per i percorsi complementari di integrazione con specifiche funzioni turistiche e creative.

Il Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale in corso di approvazione, conferma e consolida, a livello di grande rete, il disegno già vigente, focalizzando la sua attenzione soprattutto sulle soluzioni di continuità ancora esistenti intorno al capoluogo. Al fine di garantire una più vasta accessibilità ai luoghi deputati alla erogazione di servizi di interesse sovracomunale, nel PTCP viene posta attenzione alle reti di mobilità dolce afferenti agli epicentri, mentre sul versante dello sviluppo turistico punta alla progressiva estensione delle reti "verdi", identificate anche in relazione alle politiche di salvaguardia e valorizzazione degli spazi aperti.

La rete ciclabile definita dagli strumenti urbanistici, dal Piano Provinciale della rete ciclabile, a sua volta coerente con gli orientamenti contenuti nel Piano Regionale della Mobilità Ciclistica, al PTCP in corso di approvazione, delinea un quadro infrastrutturale per la ciclabilità a scala vasta che per attuarsi ha bisogno di azioni concertate, di approfondimenti sul territorio e del coinvolgimento degli attori locali.

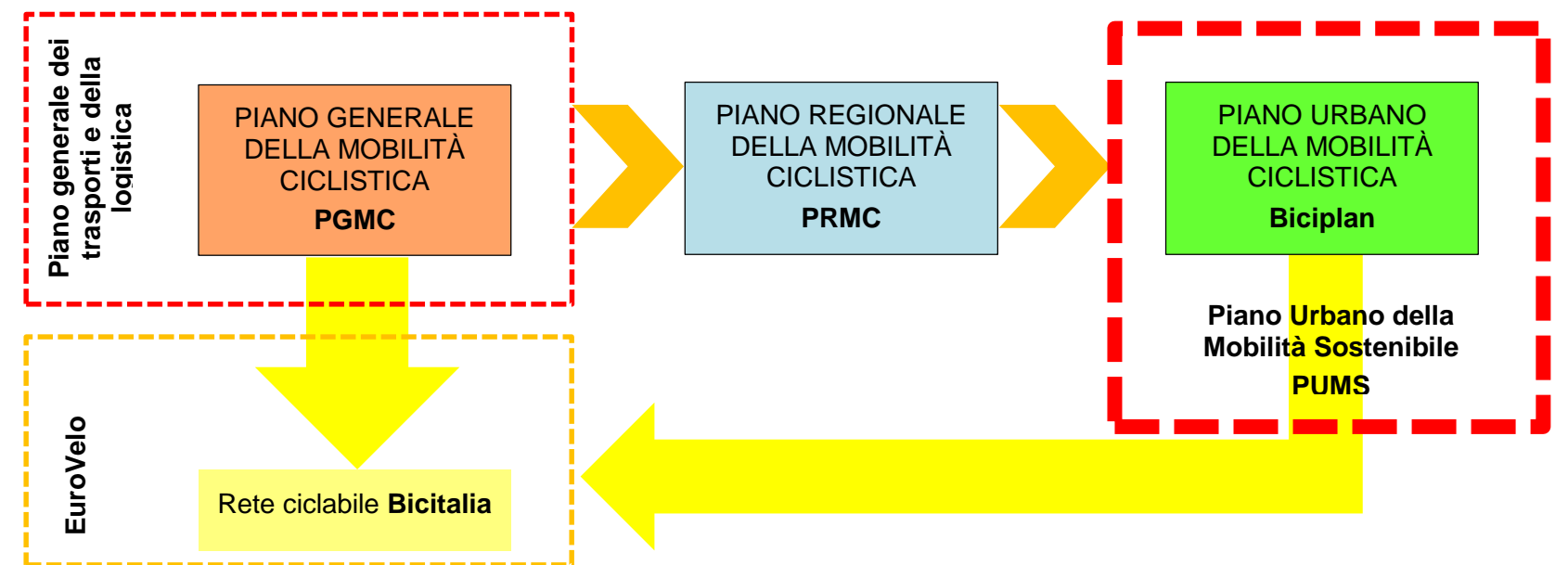


In tal senso viene in aiuto la **Legge Quadro sulla Mobilità Ciclistica** (L. n° 2/2018), che costituisce il primo provvedimento organico definito a livello nazionale per sostenere e regolamentare l'utilizzo della bicicletta come mezzo di trasporto rivolto, oltre che al turismo ed alla ricreazione, anche alle esigenze di spostamento quotidiano.

Il fine ultimo del provvedimento è quello di "...migliorare l'efficienza, la sicurezza e la sostenibilità della mobilità urbana, tutelare il patrimonio naturale e ambientale, ridurre gli effetti negativi della mobilità in relazione alla salute e al consumo di suolo, valorizzare il territorio e i beni culturali, accrescere e sviluppare l'attività turistica ..." (art.1).

Il provvedimento definisce inoltre la cornice normativa riguardante la pianificazione di settore, che deve articolarsi in tre livelli:

- 1) Piano Generale della Mobilità Ciclistica (PGMC, art.3), che entra a far parte integrante del Piano generale dei trasporti e della logistica, con validità triennale e competenza estesa allo sviluppo della mobilità ciclistica sia in ambito urbano e metropolitano, sia su percorsi definiti a livello regionale, nazionale ed europeo (rete ciclabile "Bicitalia" integrata nel sistema europeo "EuroVelo", la cui realizzazione viene de-mandata alle Regioni, art.4);
- 2) Piani Regionali della Mobilità Ciclistica (PRMC, art.5), anch'essi di validità triennale, volti a disciplinare l'intero sistema ciclabile regionale in coerenza con IL PGMC e competenti anche per la definizione degli indirizzi relativi alla predisposizione delle reti ciclabili urbane, dei provvedimenti relativi alla sicurezza dei pedoni e dei ciclisti, nonché alla definizione di azioni di comunicazione, educazione e formazione per la promozione degli spostamenti in bicicletta e dell'integrazione tra bici e trasporto pubblico;
- 3) Piani Urbani della Mobilità Ciclistica, o *Biciplan* (art.6), intesi come articolazione settoriale dei Piani Urbani della Mobilità Sostenibile (PUMS), redatti dalle Città metropolitane o dai Comuni ad esse esterni con il fine di "definire gli obiettivi, le strategie e le azioni necessari a promuovere e intensificare l'uso della bicicletta come mezzo di trasporto sia per le esigenze quotidiane sia per le attività turistiche e ricreative e a migliorare la sicurezza dei ciclisti e dei pedoni".



Promuovere la redazione e attuazione dei Biciplan nei Comuni, è azione strategica fondamentale volta alla creazione della rete infrastrutturale necessaria allo sviluppo mobilità dolce. Lo strumento del Biciplan consente di definire e programmare azioni concertate per lo sviluppo della mobilità dolce, ed è strumento propedeutico alla ricerca di finanziamenti mirati alla realizzazione della rete ciclabile. Trattandosi di uno strumento strategico, oltre che operativo, e da elaborare in stretta relazione con le strategie della mobilità sostenibile e del trasporto pubblico (infatti è parte integrante dei Piani Urbani della Mobilità Sostenibile) è opportuno promuovere e concordare la redazione dei Biciplan a livello di aggregazioni di Comuni.



Nell'art.6 della L. n°2/2018 vengono specificati i contenuti obbligatori dei Biciplan, che devono definire tra l'altro:

- ✓ La rete degli itinerari ciclabili prioritari o delle ciclovie del territorio comunale destinata all'attraversamento e al collegamento tra le parti della città lungo le principali direttrici di traffico, con infrastrutture capaci, dirette e sicure, nonché gli obiettivi programmatici concernenti la realizzazione di tali infrastrutture;
- ✓ La rete secondaria dei percorsi ciclabili all'interno dei quartieri e dei centri abitati;
- ✓ La rete delle vie verdi ciclabili, destinata a connettere le aree verdi e i parchi della città, le aree rurali e le aste fluviali del territorio comunale e le stesse con le reti di cui alle lettere a) e b);
- ✓ Gli interventi volti alla realizzazione delle reti di cui alle lettere a) e c) in coerenza con le previsioni dei piani di settore sovraordinati;
- ✓ gli obiettivi da conseguire nel territorio del comune o della città metropolitana, nel triennio di riferimento, relativamente all'uso della bicicletta come mezzo di trasporto, alla sicurezza della mobilità ciclistica e alla ripartizione modale;
- ✓ gli interventi finalizzati a favorire l'integrazione della mobilità ciclistica con i servizi di trasporto pubblico urbano, regionale e nazionale;
- ✓ il programma finanziario triennale di attuazione degli interventi definiti dal piano stesso nel rispetto del quadro finanziario definito dal Piano Generale della Mobilità Ciclistica¹.

Molti di questi contenuti per essere efficacemente concretizzati devono essere elaborati a scala quanto meno sovracomunale se non di bacino, soprattutto nel contesto bergamasco che si riferisce alle radiali di sviluppo insediativo viste nel **par. 2.1**.

Promuovere l'uso della bicicletta come mezzo di trasporto quotidiane, oltre che per le attività turistiche e ricreative, è un obiettivo definito ormai anche a livello normativo, che risponde ad obiettivi di ampio respiro che attengono al miglioramento della qualità della vita (riduzione del consumo di suolo, mobilità sostenibile) e della salute pubblica.

L'indicatore principale utile a misurare l'obiettivo potrebbe quindi essere il numero di spostamenti ciclabili effettuati, il numero di utenti della strada trasformati in maniera semi-permanente in ciclisti, ovvero quanti chilometri (nell'unità di tempo) di spostamenti effettuati tramite energia fossile riescono ad essere convertiti in spostamenti ad energia muscolare.

Di conseguenza non si risponde al dettato normativo realizzando più chilometri di ciclabili o più attrezzature a favore della bicicletta, ma spostando la domanda di trasporto verso la modalità ciclabile.

Si è sempre pensato che per avere più ciclisti servono più ciclabili, ovvero che se si fanno piste ciclabili poi la gente le usa. Una credenza che non pare supportata dai dati raccolti da una recente ricerca "L'A Bi Ci della Ciclabilità" realizzata da Legambiente, VeloLove e Rete Mobilità Nuova²:

Brescia è una delle città italiane con più chilometri di ciclabili e con più servizi, ha cicloparcheggi di scambio, bici a noleggio, una diffusa segnaletica per le due ruote. Eppure solo il 3% degli abitanti si muove quotidianamente a pedali.

Ferrara, un'altra città padana altrettanto piatta e altrettanto ricca, ha infrastrutture e servizi analoghi, ma la quota di cittadini che si sposta in bici è nove volte più alta (il 27%) rispetto a quella del capoluogo lombardo.

Pisa non ha nemmeno un terzo delle corsie protette per due ruote che ha Reggio Emilia eppure le percentuali di spostamenti a pedali in tutti e due i comuni sono a un buon livello (sopra il 15%).

Per favorire la mobilità ciclabile non è quindi sufficiente realizzare km di piste ciclabili, o almeno non solo. Strumenti come il Biciplan possono servire ad affrontare la questione in una prospettiva integrata, considerando le diverse modalità di spostamento e quali di queste possono garantire la migliore accessibilità ai territori.

In un'ottica di gestione integrata della mobilità, sviluppare le connessioni ciclabili prioritariamente lungo le direttrici di sviluppo territoriale radiali dal capoluogo, è funzionale al miglioramento dell'intero sistema.

¹ A quest'ultimo proposito, la legge precisa che i Biciplan costituiscono atti di indirizzo per la programmazione pluriennale delle opere di competenza dei rispettivi enti.

² <http://velolove.it/home/la-bi-ci-della-ciclabilita/>

5.4 Terminal merci ferroviario

La realizzazione del nuovo terminal ferroviario merci rappresenta una delle istanze decisionali più significative rispetto allo sviluppo del sistema di trasporto bergamasco.

Su di essa convergono almeno due obiettivi, solo in parte sovrapponibili:

- a) da un lato, fornire un recapito alternativo ai pochi convogli che ancora impegnano lo scalo merci del capoluogo, in modo da poter determinare le condizioni di trasformabilità delle corrispondenti aree;
- b) dall'altro, realizzare una piattaforma intermodale che possa porsi efficacemente a supporto del sistema manifatturiero bergamasco, agganciando lo sviluppo delle nuove direttrici transalpine nella direzione delle strategie illustrate nel par.4.4.i, con traffici attesi notevolmente superiori a quelli attualmente serviti dallo scalo del capoluogo.



Le ipotesi discusse negli ultimi anni per rilocalizzare lo scalo sono state numerose. Per poter valutare quanto ognuna di esse possa effettivamente soddisfare nella maniera più efficace la domanda di mobilità espressa dal sistema manifatturiero bergamasco, è necessario esaminarle secondo alcuni criteri funzionali, quali in particolare:

- l'accessibilità ferroviaria e la presenza di una linea ferroviaria in grado di supportare il traffico merci;
- la collocazione territoriale baricentrica rispetto al sistema produttivo;
- l'accessibilità stradale, cioè l'esistenza di una rete infrastrutturale, anche da potenziare e migliorare ma già in grado di supportare in maniera efficace ed efficiente il traffico indotto.

Facendo riferimento al primo criterio, le caratteristiche della rete ferroviaria limitano la scelta alle sole direttrici Milano-Treviglio-Brescia e Treviglio-Bergamo, con la possibile aggiunta della Bergamo-Brescia, non essendo al momento ipotizzabile la realizzazione in tempi brevi di nuove infrastrutture di adeguata potenzialità, né l'upgrading delle altre linee esistenti.

Ciò restringe in buona sostanza le opzioni percorribili ai soli casi di Montello, Verdello, Caravaggio e Calcio-Cortenuova.

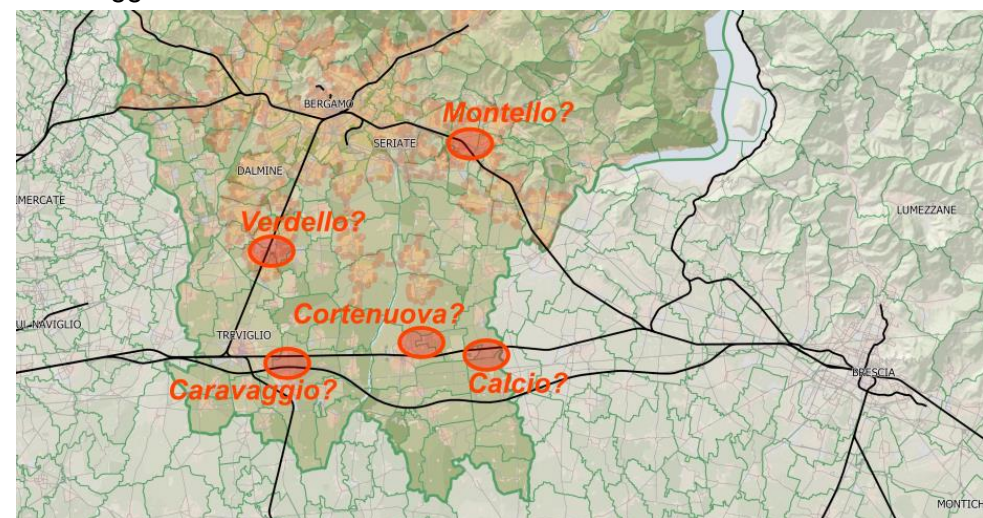


Fig. 5.4.i – Opzione A: flussogramma dei carichi veicolari
Elaborazione META

Dal punto di vista della collocazione territoriale, è abbastanza evidente la necessità che il nuovo terminale risulti il più possibile baricentrico rispetto al sistema produttivo, ed in particolare alle unità locali dei settori produttivi obbligati o più fortemente vocati all'utilizzo dei servizi ferroviari, come le industrie chimiche, siderurgiche o del cemento.

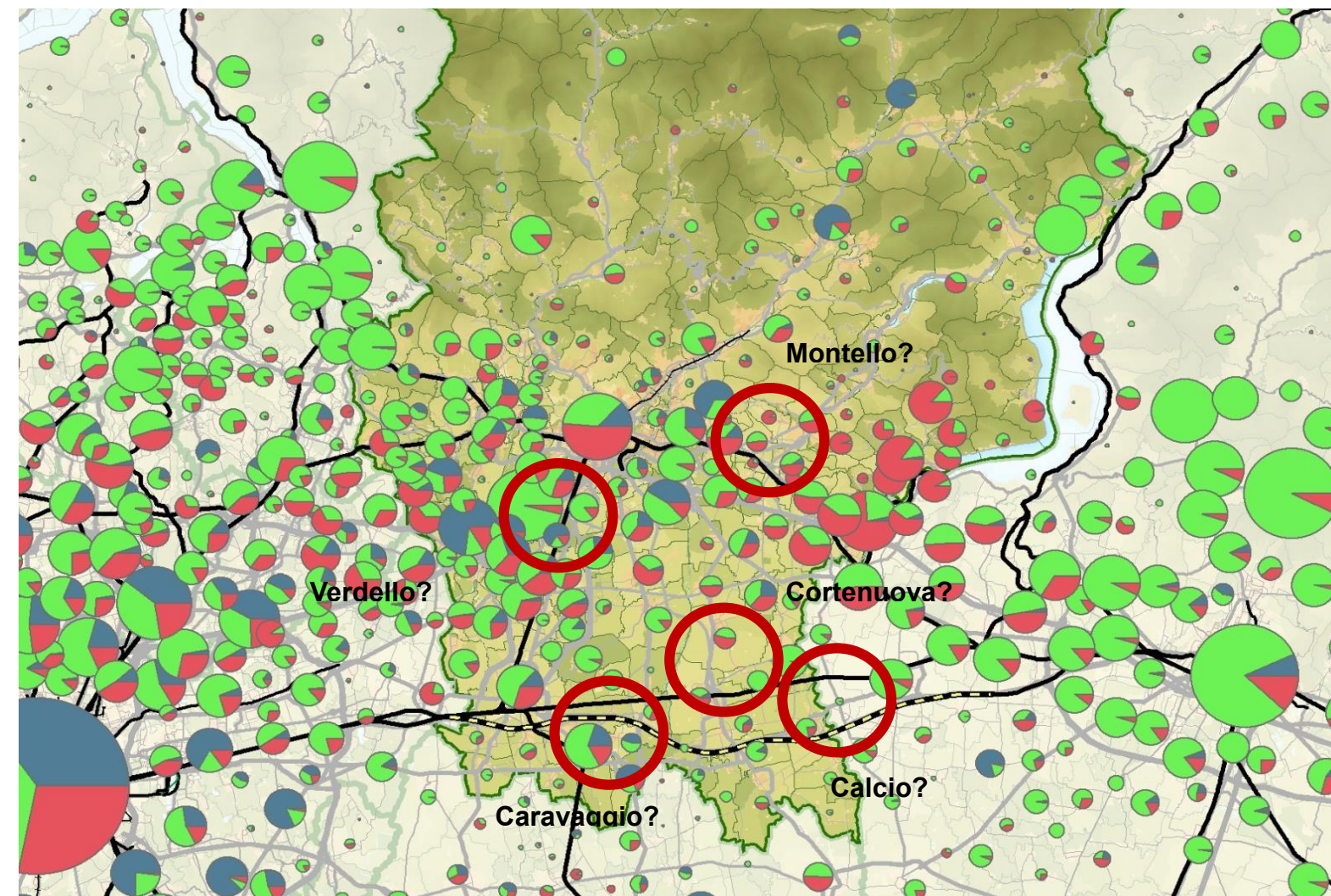


Fig. 5.4.ii – Ipotesi di collocazione del terminal ferroviario e distribuzione degli addetti ai principali settori industriali bergamaschi
I grafici rappresentano gli addetti all'industria siderurgica (verde), chimica (grigio) e della plastica e del cemento (rosso)
Elaborazione META

Fra le ipotesi considerate, vi è anche quella di sfruttare l'impianto ferroviario di Verdello-Levate, che dal punto di vista della funzionalità ferroviaria può essere adeguata, ma che deve essere valutata e approfondita dal punto di vista dell'impatto sul territorio, in termini di:

- quali sono i flussi di traffico legati all'accessibilità dei mezzi pesanti all'area dello scalo e come potrebbero variare i flussi in generale sulla rete locale,
- quali sono gli impatti di tali flussi dal punto di vista territoriale (ricadute ambientali, necessità di modifiche/miglioramenti alla viabilità locale, consumo di suolo),
- quali sono le tempistiche certe di utilizzo dello scalo temporaneo (considerato temporaneo in funzione dell'ipotesi, strettamente correlata, di terminal intermodale strategico).

Una possibile collocazione, alternativa a quella già esaminata nel recente passato, si colloca a Sud dell'aggregato logistico-produttivo di Zingonia, in corrispondenza della SP122 "Francesca".

Nell'ambito del documento di indirizzo, si è sviluppata l'ipotesi di collocare il terminal nell' area di **Zingonia**, in posizione più meridionale di quella già presa in esame in passato.

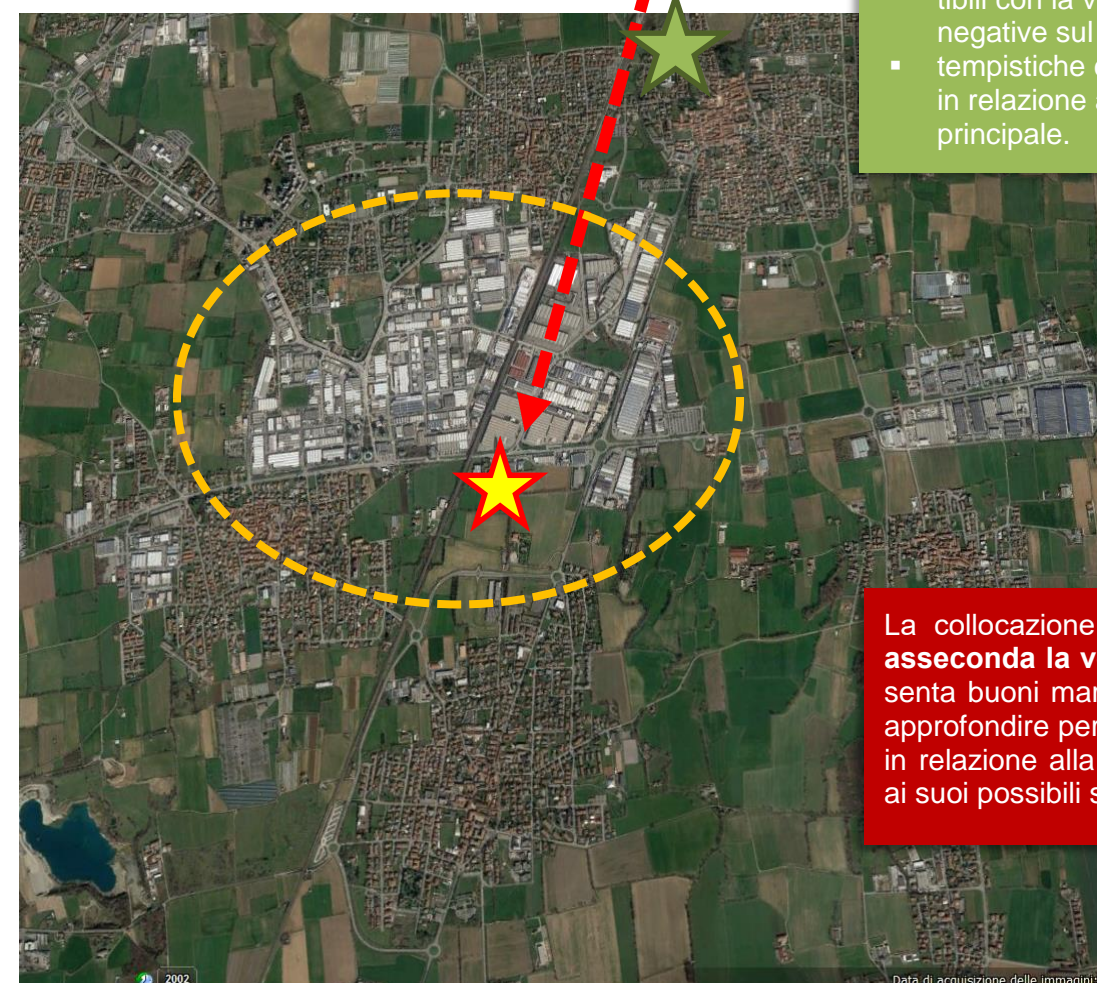
Questa ipotesi potrebbe utilmente associarsi all'istituzione di un nuovo **parco d'impresa**, volto a riorganizzare l'area facendone anche un fulcro per le comunicazioni stradali città-pianura



SOLUZIONE TEMPORANEA PER LO SPOSTAMENTO DELLO SCALO MERCI DI BERGAMO

Utilizzare i binari disponibili della stazione ferroviaria di Verdello, previa verifica di:

- itinerari e flussi di traffico di mezzi pesanti in relazione allo scalo, per evitare interferenze incompatibili con la viabilità locale e possibili ricadute negative sul territorio
- tempistiche certe di utilizzo dello scalo temporaneo, in relazione alla fattibilità di realizzazione del terminal principale.



La collocazione del terminal "strategico" a Zingonia **asseconda la vocazione territoriale dell'area** e presenta buoni margini di fattibilità, ma è ovviamente da approfondire per risolvere i nodi di accesso al terminal in relazione alla struttura della viabilità circostante ed ai suoi possibili sviluppi.

Fig. 5.4.iii – Ipotesi di collocazione del terminal intermodale a Zingonia

Elaborazione META

5.5 Adeguamento rete stradale di 2° livello in funzione metropolitana

Un secondo, importante campo decisionale relativo all'evoluzione del sistema della mobilità riguarda la connessione fra l'area metropolitana e l'A4 da un lato, ed il polo urbano di Treviglio e la A35 dall'altro.

Questo collegamento, da anni oggetto di dibattito in sede locale, si è sinora concretizzato nel progetto del raccordo autostradale denominato IPB (*Interconnessione Pedemontana-Brebemì*), mai giunto a completa maturazione sia sotto il profilo autorizzativo, sia sotto il profilo finanziario.

Le considerazioni di carattere metodologico e di merito sviluppate nei precedenti capitoli introducono diversi elementi di riflessione che, nel loro insieme, paiono in grado di supportare un certo avanzamento verso l'identificazione di soluzioni al contempo efficienti ed efficaci, fattibili anche dal punto di vista tecnico-economico, ed in grado di anticipare l'evoluzione tecnologica in atto.

Sempre per quanto detto nei precedenti paragrafi, la ricerca di una soluzione efficace al problema non può che derivare da una attenta integrazione con le scelte relative alla localizzazione dei principali attrattori di traffico (primo fra tutti il nuovo terminal intermodale a servizio del contesto produttivo bergamasco), e più in generale alle modalità di riutilizzo delle aree dismesse od interstiziali dei diversi gangli metropolitani.

A puro titolo indicativo – e senza alcuna pretesa di esaustività rispetto al quadro delle possibili opzioni strategiche di governo del sistema – nell'ambito del presente studio si è pertanto provato a sviluppare alcune soluzioni, basate non solo e non tanto su differenti tracciati, quanto su logiche di tariffazione più avanzate, in modo da apprezzare l'esistenza di soluzioni caratterizzate da miglior rapporto benefici/costi e, nel contempo, da minore impatto ambientale.

Le opzioni prese in esame sono state le seguenti:

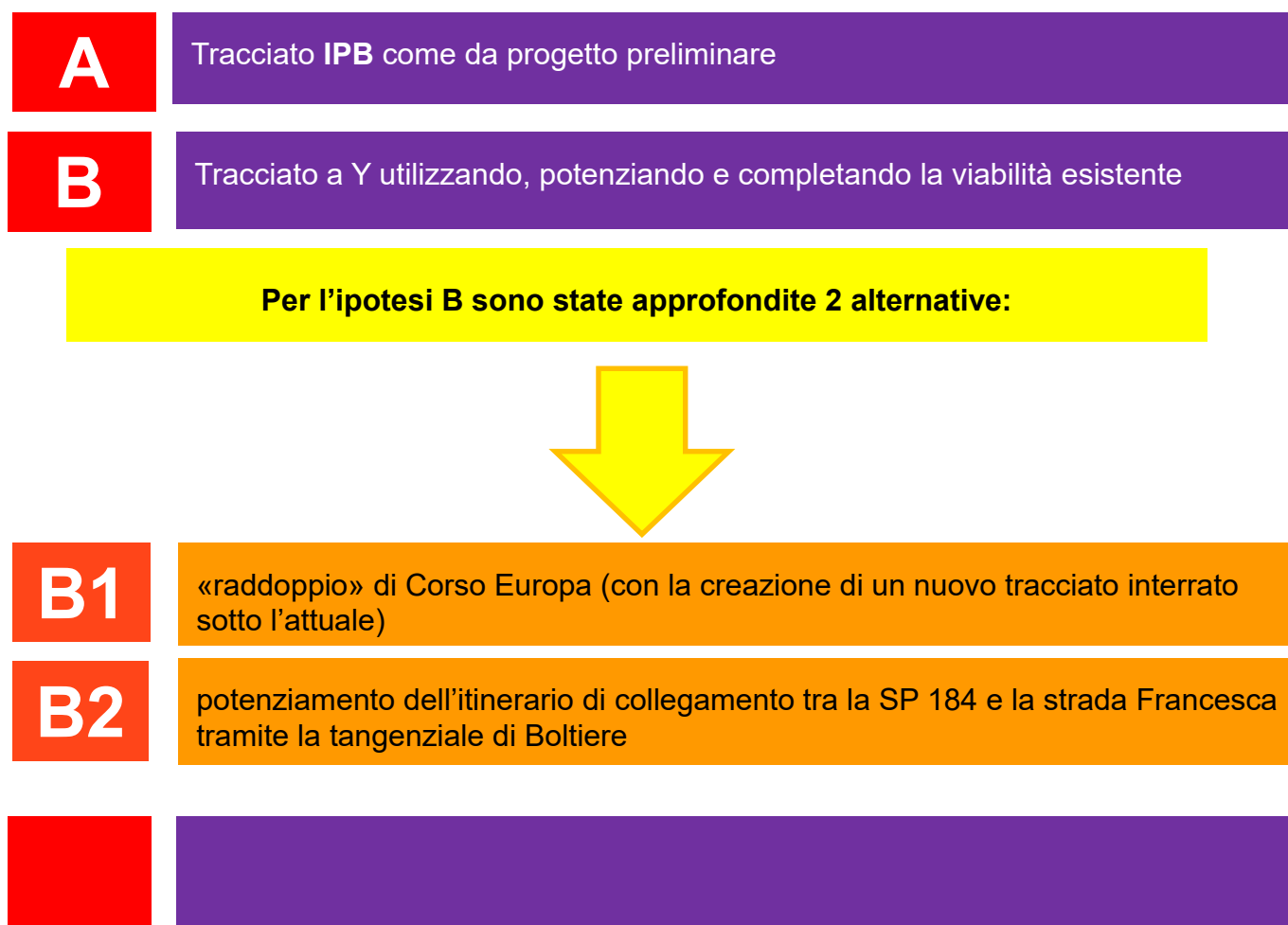
Queste soluzioni sono state oggetto di specifiche simulazioni di traffico, effettuate mediante il modello RL+T al fine non tanto di definire il possibile esatto tracciato di nuove infrastrutture stradali, quanto di esplorare l'efficacia di possibili connessioni strategiche, differenziate anche per a regole di accesso e tariffarie in modo da contemplare un ampio spettro di soluzioni differenti.

Le simulazioni hanno riguardato sia il **traffico leggero** che il **traffico pesante**, caratterizzati da differenti parametri di scelta dell'itinerario

L'attrattività delle diverse ipotesi è stata stimata in presenza di **diverse configurazioni di rete** (presenza/assenza della Tratta D del Sistema Viabilistico Pedemontano) e **diversi livelli di tariffazione**.

Nei paragrafi seguenti sono illustrati i risultati di alcune fra le principali simulazioni effettuate, espressi in termini di:

- volumi di traffico (carichi per arco sull'intera rete);
- consumi energetici ed emissioni atmosferiche dei flussi generati;
- differenze di flusso sugli archi rispetto alla situazione attuale della rete;
- introiti generati e sensibilità al pedaggio.



5.5.1 Opzione A (Interconnessione Pedemontana Brebemi)

Questa opzione di progetto corrisponde per intero al progetto **dell'Interconnessione Pedemontana-Brebemi** (IPB), definita come collegamento autostradale che, dipartendosi dal casello di Treviglio della A35, procede in direzione N mantenendosi ad W della linea ferroviaria Treviglio-Bergamo sino a raggiungere l'area aperta collocata tra Zingonia ed Osio Sotto, per poi diramarsi verso Ovest (casello di Capriate) e verso Nord (casello di Dalmine).

Secondo le simulazioni effettuate, questa soluzione, qualora tariffata al livello medio dell'autostrada A4, appare in grado di attrarre un traffico pari a circa 23.000 veicoli equivalenti/giorno, devianti in prevalenza dalla SS42 ed in parte dalla stessa tratta autostradale compresa tra Capriate e Dalmine.

Si tratta di risultati già ottenuti in sede di studi di traffico a supporto della redazione del Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP) che, nel loro insieme, determinano una riduzione di circa l'1,1% dei tempi di percorrenza totali sull'intera rete viaria bergamasca, a fronte di un incremento di percorrenze veicolari dell'ordine del +0,4%.

Tale risultato si genera in quanto, con il nuovo collegamento, una certa quota di automobilisti troverà conveniente utilizzare itinerari più lunghi, ma più veloci.

VOLUMI E PERCORRENZE - Provincia di Bergamo				
CLASSE	Estesa	Volumi	Tempi	Velocità
	km	veq*km/giorno	veq*h/giorno	km/h
Autostrade	78	5.632.120	67.268	83,7
Principali	332	6.599.909	135.195	48,8
Secondarie	365	5.877.720	134.914	43,6
Complement.	516	3.874.459	101.942	38,0
Locali	1.256	5.918.514	148.400	39,9
TOTALE	2.547,7	27.902.722	587.719	47
Diff.su rif.	+1,69%	+0,38%	-1,1%	+1,53%

Tab. 5.5.i – Opzione A: statistiche funzionali

Elaborazione META su dati ISTAT, Regione Lombardia

In termini ambientali, questo effetto si traduce in un leggero incremento sia dei consumi energetici, che delle emissioni di anidride carbonica (CO₂) e di monossido di carbonio (CO), a fronte di una sostanziale stabilità delle emissioni di ossidi d'azoto (NOx) e polveri (PM). L'unico risultato in controtendenza è rappresentato dalla riduzione delle emissioni di composti organici volatili (COV).

STIMA CONSUMI ED EMISSIONI TOTALI - Provincia di Bergamo										
CLASSE	Consumi energetici				Emissioni atmosferiche					
	Benzina	Gasolio	Metano	GPL	TOTALE	CO ₂	CO	COV	NOX	PM
Autostrade	72,01	386,97	3,389	10,721	479,53	1.482.763	3.215,4	550,5	3.677,1	160,93
Principali	160,04	294,09	8,302	21,000	497,48	1.521.434	4.245,5	524,6	2.826,1	150,56
Secondarie	154,38	257,19	8,144	19,551	452,73	1.382.659	4.184,2	479,6	2.454,5	136,75
Complement.	120,93	149,86	6,479	14,818	302,57	920.707	3.186,2	282,6	1.342,3	82,81
Locali	185,75	221,19	9,969	22,749	455,77	1.385.958	4.730,7	421,7	1.948,8	121,20
TOTALE	693,13	1.309,29	36,282	88,840	2.188,08	6.693.520	19.562,0	2.259,0	12.248,8	652,25
Diff.su rif.	-0,18%	0,43%	-0,40%	0,16%	0,20%	0,21%	0,47%	-0,70%	0,06%	-0,08%

Tab. 5.5.ii – Opzione A: statistiche ambientali

Elaborazione META su dati ISTAT, Regione Lombardia

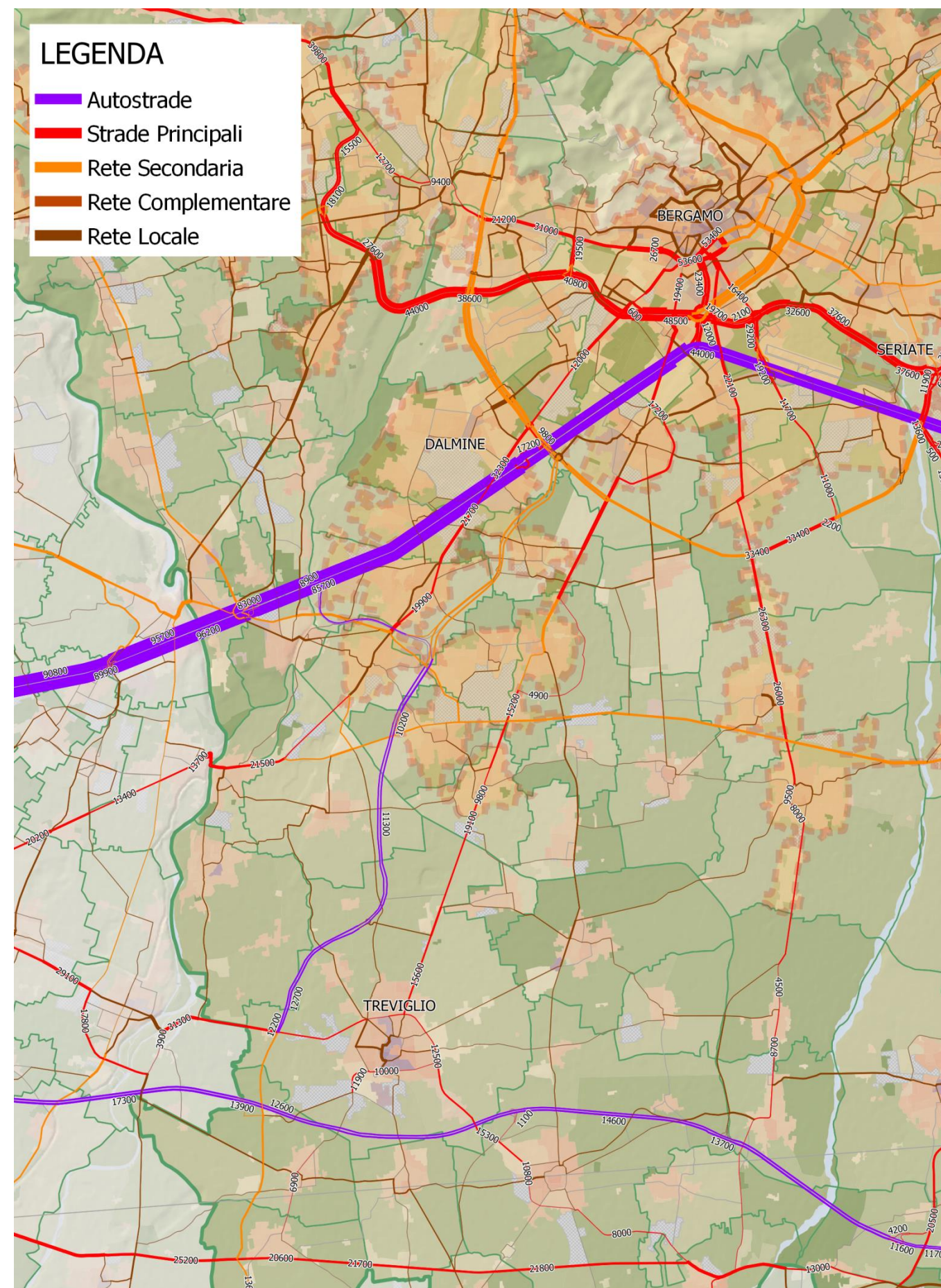


Fig. 5.5.i – Opzione A: flussogramma dei carichi veicolari

Elaborazione META su dati ISTAT, Regione Lombardia

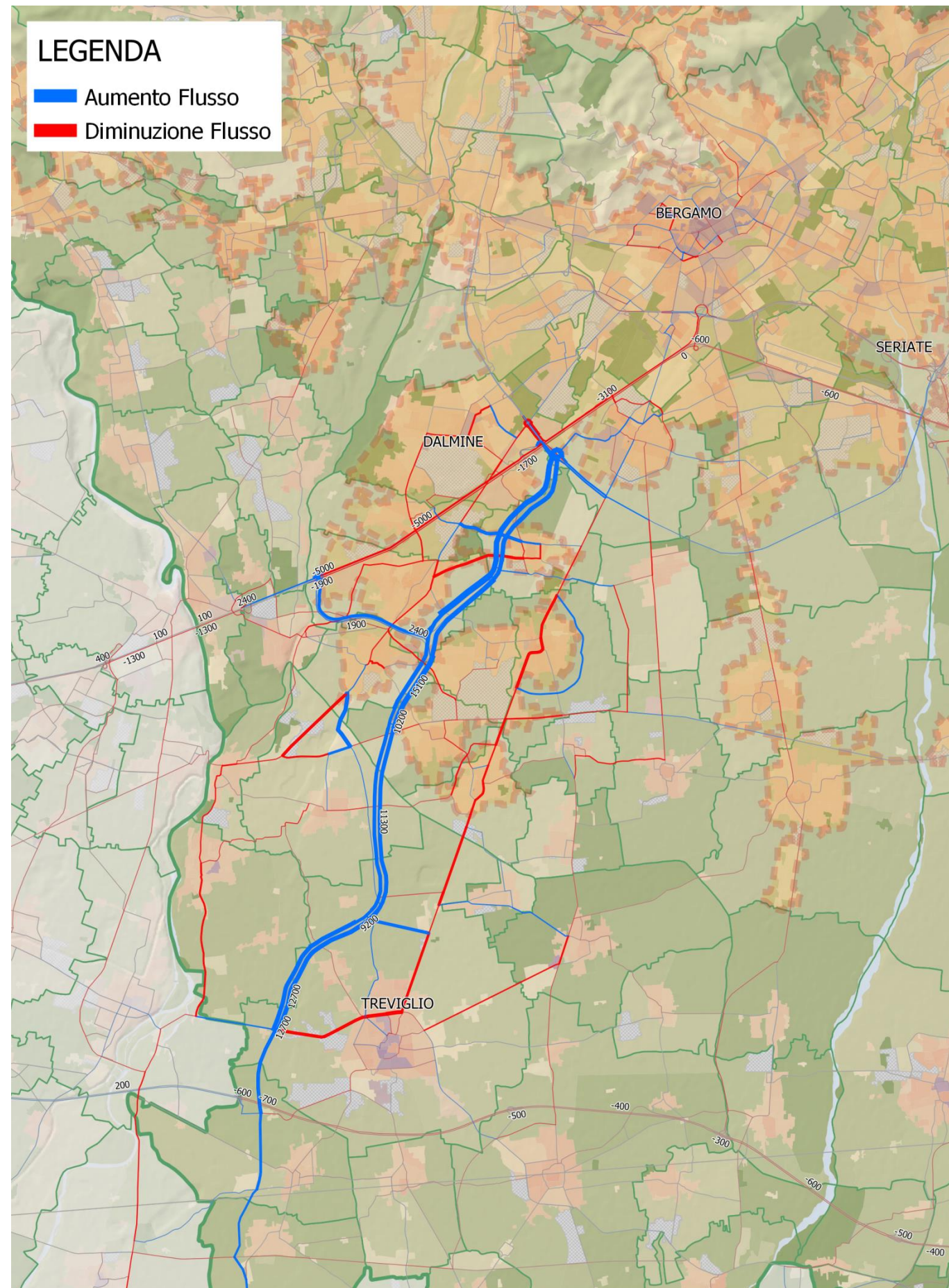


Fig. 5.5.ii – Opzione A: flussogramma delle differenze di traffico
Elaborazione META su dati ISTAT, Regione Lombardia

Un dato già ben messo in evidenza dalle simulazioni condotte a supporto del PTCP è l'**elevata sensibilità dei traffici ai livelli tariffari**: ipotizzando che il pedaggio per i veicoli leggeri salga dai 7 eurocent/km della A4 agli oltre 20 eurocent/km della Brebemi (valori per veicoli leggeri, quelli pesanti crescono in proporzione), il volume di traffico servito dall'asse si riduce di oltre il 50%, portando i carichi attesi al di sotto dei 10 mila veicoli equivalenti/giorno.

La forte **sensibilità al pedaggio** è un fatto tipico, confermato anche dalle recenti esperienze autostradali lombarde; essa **connota in modo diverso il traffico pesante** (domanda di medio-lungo raggio, più rigida) e quello **leggero** (domanda di breve-medio raggio, più elastica).

Una conseguenza fondamentale di questa situazione è la forte divaricazione

- tra l'ottimo finanziario, rappresentato dal massimo ricavo, ottenuto per tariffe molto elevate, e
- l'ottimo socio-economico, rappresentato dalla massima attrattività dell'infrastruttura rispetto al traffico locale, ottenuta per tariffe molto ridotte se non nulla.

Anche nello scenario di massimo ricavo, comunque, il cash-flow annuo non supera gli 8-9 milioni di €/anno, valore che non giustifica, dal punto di vista finanziario, interventi di costo superiore a 160-200 milioni di euro.

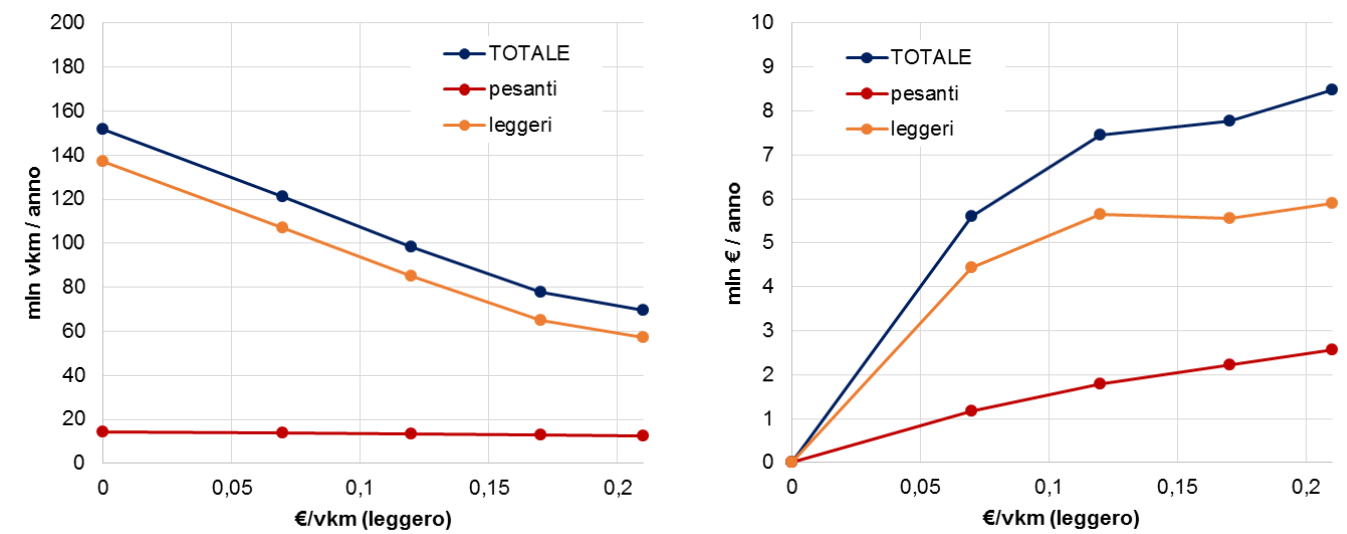


Fig. 5.5.iii – Opzione A: sensibilità dei flussi veicolari e di cassa ai livelli tariffari
Elaborazione META su dati ISTAT, Regione Lombardia

5.5.2 Opzione B – tracciato “a Y”

L'opzione B, alternativa alla precedente, è stata sommariamente definita sulla base di due fattori:

- da un lato, la **ricerca di soluzioni attuabili procedendo dalle situazioni più congestionate** (in generale collocate all'interno dell'area metropolitana e/o sugli itinerari di accesso agli svincoli della A4), con il duplice obiettivo di intercettare maggiori quote di traffico e di ridurre gli extratempistiche di percorrenza laddove essi risultano più onerosi, in modo da incrementare i margini di fattibilità tecnico-economica dell'intervento;
- dall'altro, sul riconoscimento della **particolare vocazione territoriale di Zingonia**, come polo produttivo fondamentale, da riqualificare anche attraverso forme cooperative riconducibili ad un nuovo parco d'impresa, in cui localizzare eventualmente anche il nuovo terminal intermodale a supporto delle diverse realtà produttive bergamasche, vocate al trasporto merci.

Ne è derivata una famiglia di soluzioni che, al pari dell'opzione A, mantiene una configurazione “ad Y” con **tre antenne** orientate, rispettivamente, verso Ovest (A4 Capriate), Nord-Est (A4 Dalmine e Bergamo città) e Sud (Treviglio ed A35) ma che, al contrario, non attribuisce più al **nodo centrale** formato dai tre rami il ruolo di interconnessione autostradale “chiusa”, bensì di **snodo aperto ai flussi di traffico** generati/attratti dall'area di Zingonia.

Procedendo in questo modo, è possibile anche definire schemi di intervento modulari, che si prestano alla realizzazione di tratte funzionali caratterizzate da un certo ordine di priorità.

Nell'ambito del presente studio, una particolare attenzione è stata dedicata all'antenna Ovest, che per vari motivi – come si vedrà nel seguito – può ritenersi quella caratterizzata dalle migliori prospettive di fattibilità.

Per tale antenna si è ipotizzato in particolare un intervento di upgrading infrastrutturale della SP184, da trasformare in bretella autostradale di accesso alla A4, secondo le due possibili configurazioni rappresentate in Fig. 5.5.iv, ovvero:

- B1 il «raddoppio» di Corso Europa (con la creazione di un nuovo tracciato interrato sotto l'attuale)
- B2 Il potenziamento dell'itinerario di collegamento tra la SP 184 e la strada Francesca tramite la tangenziale di Boltiere e la SP 142

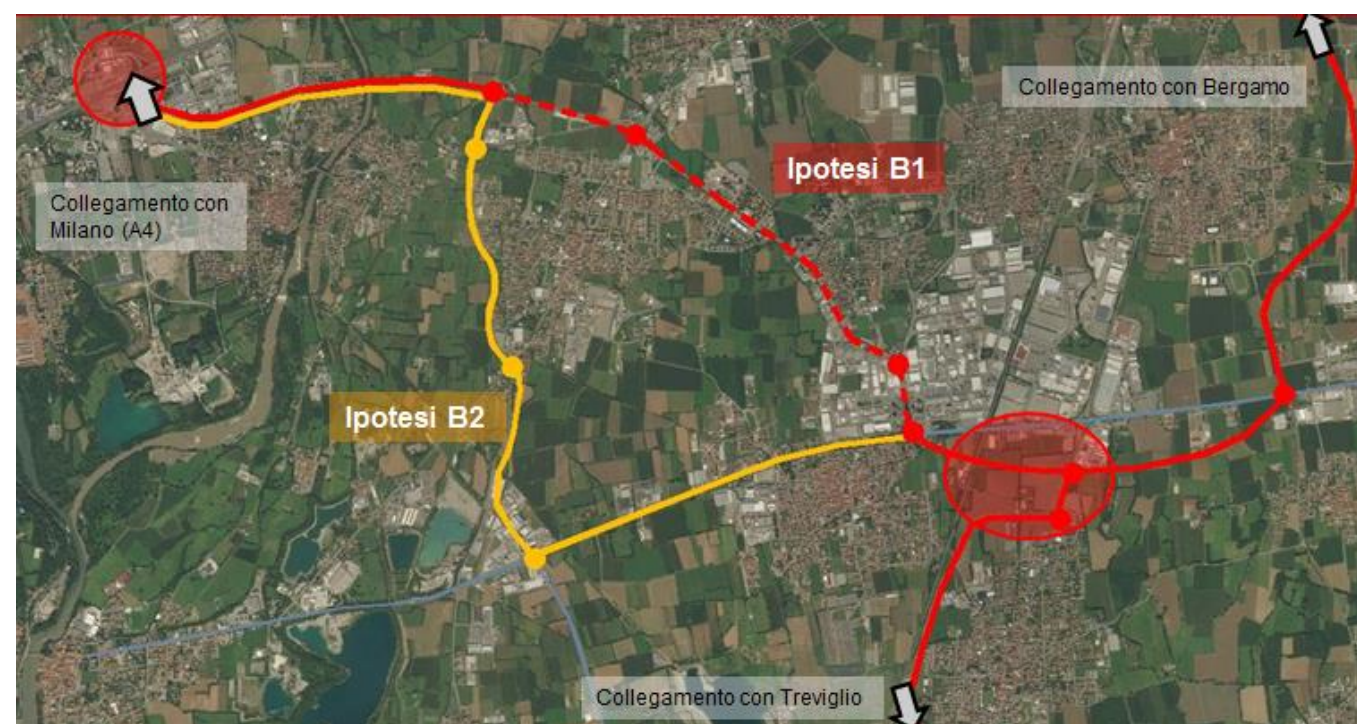


Fig. 5.5.iv – Antenna Ovest Capriate-Zingonia – ipotesi di intervento

Elaborazione META

In entrambe le soluzioni, il casello di Capriate viene potenziato mediante ribaltamento orientato a Sud, direttamente connesso ad una bretella autostradale interna al perimetro del sistema tariffario “chiuso” della A4, secondo lo schema planimetrico riportato nella Fig. 5.5.i.

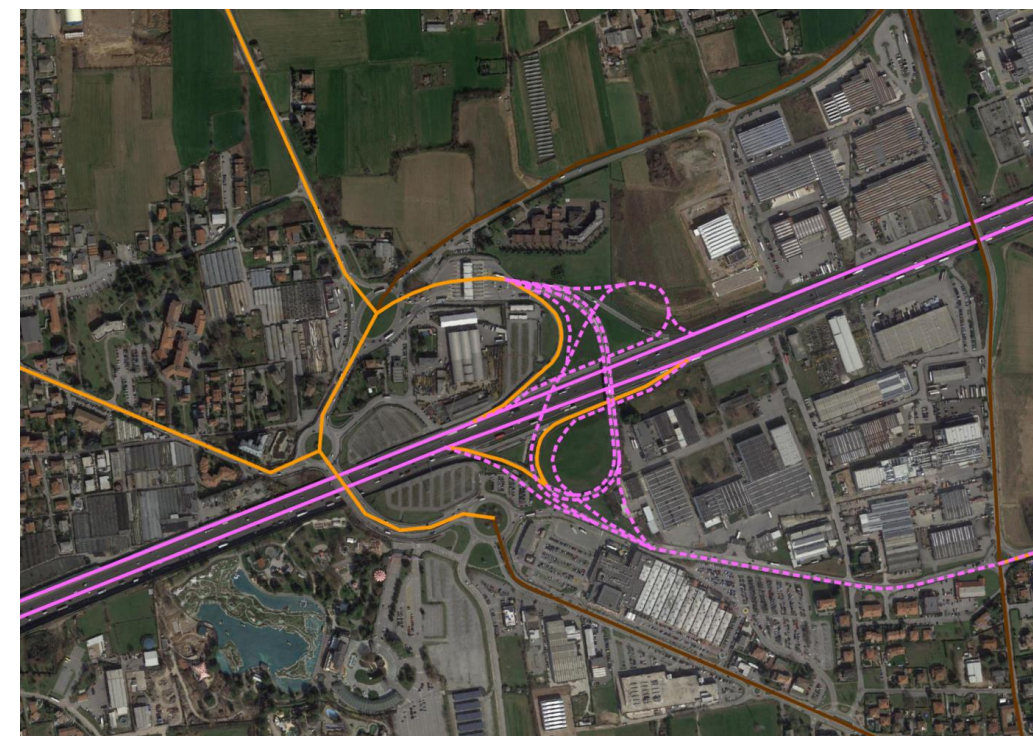


Fig. 5.5.v – Schema planimetrico relativo al potenziamento dello svincolo A4 di Capriate

Elaborazione META

Per quanto riguarda invece le altre antenne, l'opzione B include in particolare le seguenti ulteriori ipotesi di intervento:

- realizzazione di un raccordo diretto tra le **varianti di Arcene e Verdello**;
- realizzazione di un **collegamento diretto tra Zingonia ed il by-pass di Arcene**;
- **potenziamento in sede della SS42** fra Treviglio ed Arcene.

Facendo specifico riferimento all'opzione B1, la riqualificazione di viale Europa si basa sulla realizzazione di un nuovo tracciato, configurato in modo tale da mantenere in buona parte gli obiettivi di riqualificazione di corso Europa, già concordati con gli Enti Locali.

Infatti, l'ampia sezione stradale di questo asse consente di realizzare lunghi tratti in trincea, garantendo ovunque necessario la necessaria permeabilità trasversale mediante la realizzazione di coperture superficiali atte a consentire l'attraversamento dei veicoli, così come di ciclisti e pedoni.

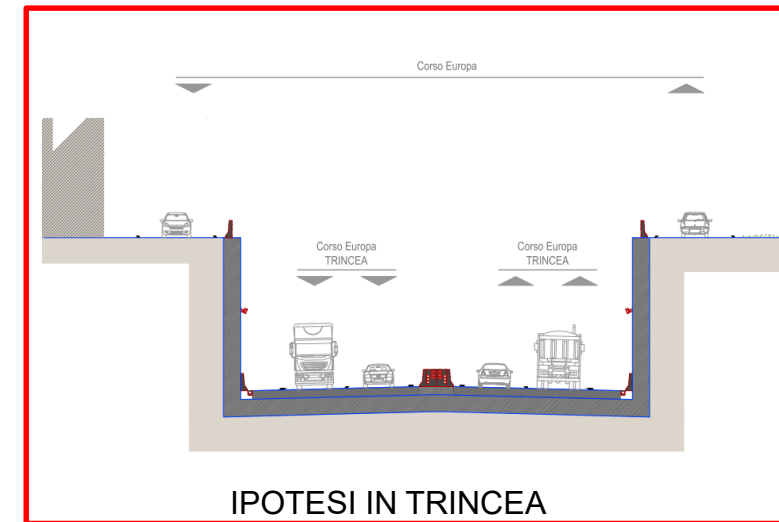
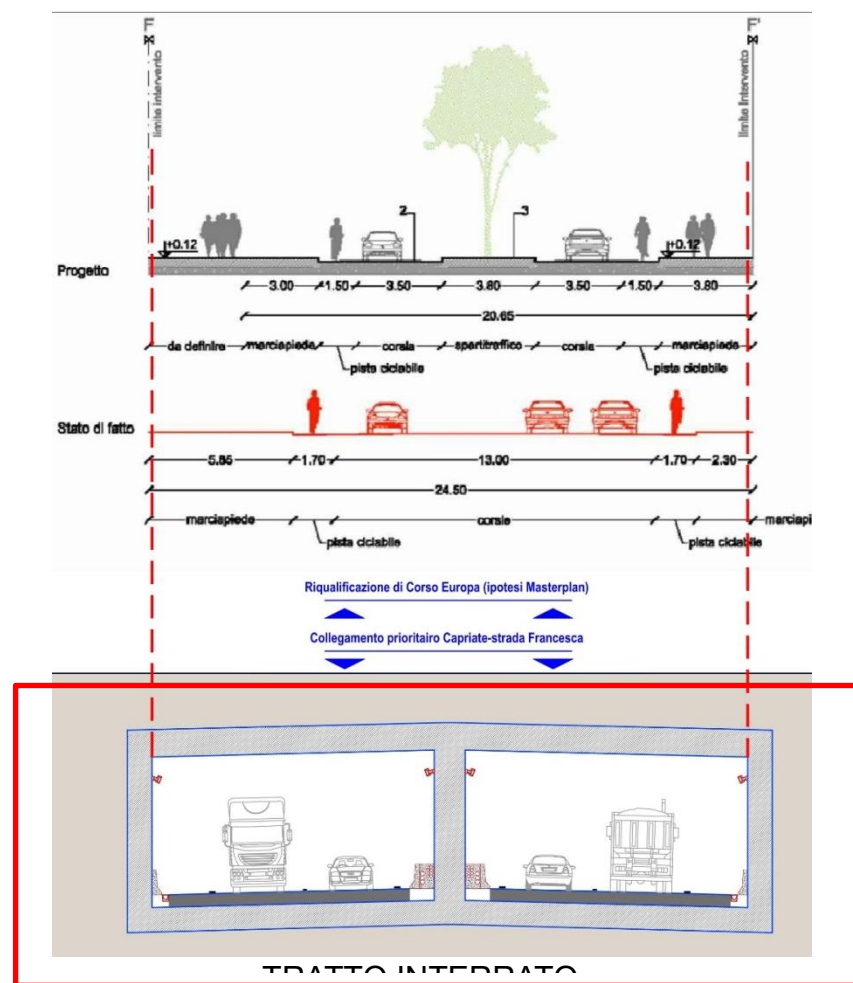


Fig. 5.5.vi – Ipotesi di interrimento e copertura di tratte stradali
Elaborazione META

Fig. 5.5.vii – Esempi di trincee coperte con sistemazioni superficiali finalizzate al traffico locale
Elaborazione META

L'ipotesi B1 prevede pertanto l'adeguamento e potenziamento dell'asse di corso Europa/SP184 fino al casello di Capriate, con la realizzazione di un tracciato di caratteristiche autostradali soggetto a pedaggio nell'intera tratta compresa fra la SP525 e la A4³.

Le simulazioni effettuate restituiscono per questo asse un carico dell'ordine dei 33.000 veicoli eq./giorno, con riduzione dei tempi di percorrenza, stimata a livello provinciale, pari al -2,0%, a fronte di un incremento delle distanze percorse dell'ordine del +0,5%

VOLUMI E PERCORRENZE - Provincia di Bergamo				
CLASSE	Estesa	Volumi	Tempi	Velocità
	km	veq*km/giorno	veq*h/giorno	km/h
Autostrade	71	5.506.738	65.592	84,0
Principali	338	7.112.680	140.390	50,7
Secondarie	348	5.686.732	129.707	43,8
Complement.	513	3.800.989	100.181	37,9
Locali	1.257	5.835.863	146.784	39,8
TOTALE	2.526,8	27.943.002	582.655	48
Diff.su rif.	+0,86%	+0,52%	-2,0%	+2,56%

Tab. 5.5.iii – Opzione B1: statistiche funzionali

Elaborazione META su dati ISTAT, Regione Lombardia

A questa buona capacità attrattiva si associano risultati neutri in termini di consumi energetici ed emissioni di anidride carbonica (CO₂), e positivi in termini di emissioni di polveri (PM), ossidi d'azoto (NOx) e composti organici volatili (COV).

STIMA CONSUMI ED EMISSIONI TOTALI - Provincia di Bergamo										
CLASSE	Consumi energetici					Emissioni atmosferiche				
	t/die				tep/die	kg/die				
	Benzina	Gasolio	Metano	GPL	TOTALE	CO ₂	CO	COV	NOX	PM
Autostrade	69,90	381,79	3,286	10,420	471,64	1.458.549	3.144,3	540,7	3.617,8	157,96
Principali	167,91	314,61	8,644	22,318	528,25	1.615.991	4.495,2	549,8	3.022,1	159,84
Secondarie	150,02	245,71	7,892	19,086	435,81	1.330.702	4.078,1	454,7	2.336,9	130,95
Complement.	118,85	146,73	6,368	14,561	296,81	903.135	3.128,7	276,9	1.313,4	81,13
Locali	183,58	219,09	9,856	22,449	450,89	1.371.123	4.701,8	418,8	1.932,5	120,32
TOTALE	690,27	1.307,92	36,047	88,835	2.183,39	6.679.502	19.548,2	2.241,0	12.222,7	650,20
Diff.su rif.	-0,59%	0,33%	-1,04%	0,16%	-0,02%	0,00%	0,40%	-1,50%	-0,16%	-0,39%

Tab. 5.5.iv – Opzione B1: statistiche ambientali

Elaborazione META su dati ISTAT, Regione Lombardia

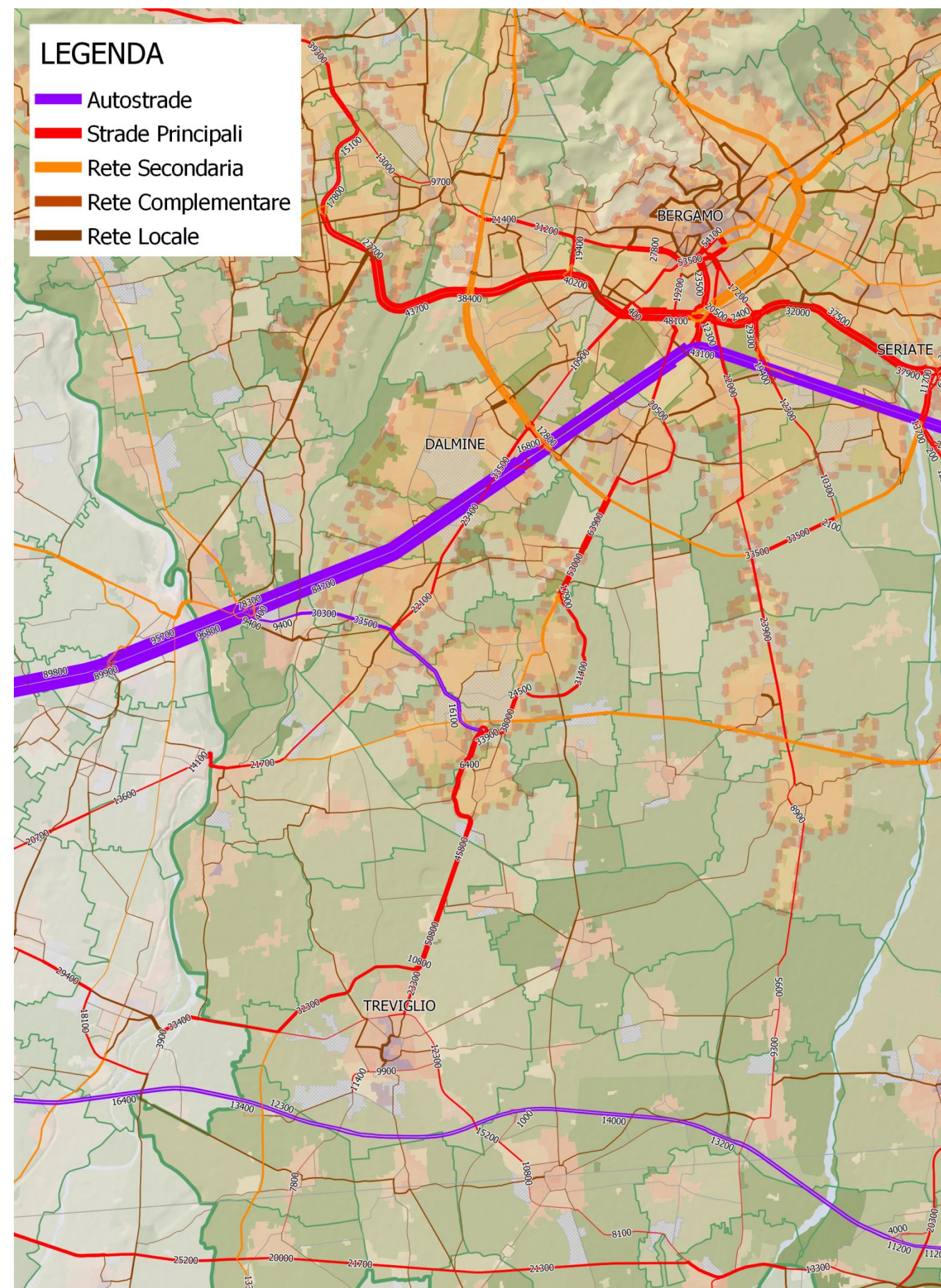


Fig. 5.5.viii – Opzione B1: flussogramma dei carichi veicolari

Elaborazione META su dati ISTAT, Regione Lombardia

³ Con esclusione dei veicoli non diretti in autostrada.

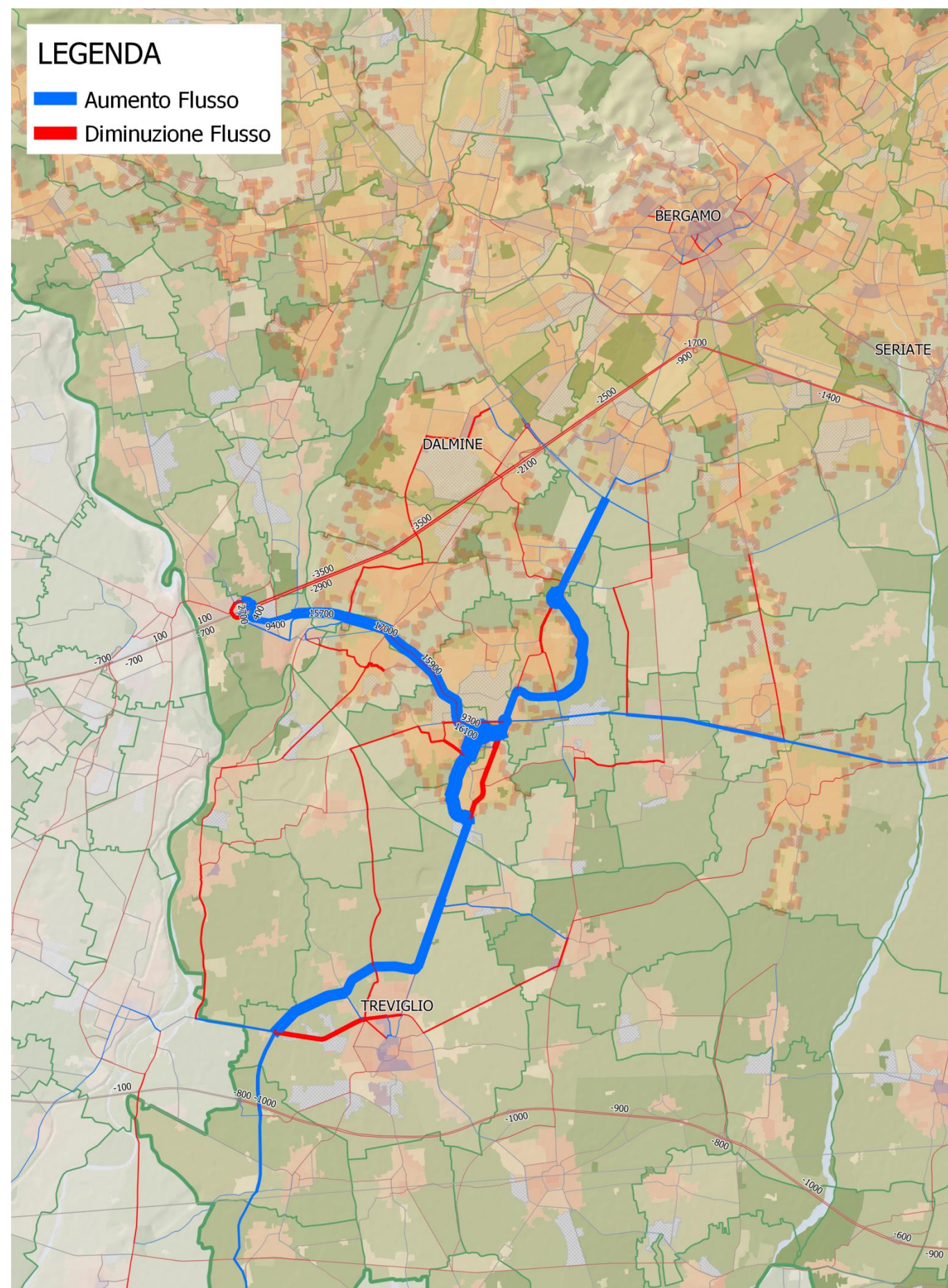


Fig. 5.5.ix – Opzione B1: flussogramma delle differenze di traffico
Elaborazione META su dati ISTAT, Regione Lombardia

La sensibilità dei risultati ai livelli tariffari applicati si mantiene abbastanza intensa, risultando comunque nettamente minore di quella rilevata per l'opzione A, in particolare perché il traffico leggero tende a stabilizzarsi su valori non trascurabili anche per livelli tariffari elevati (si ricorda però che, nell'ipotesi sviluppata, quota parte di questo flusso verrebbe comunque esentata dal pagamento del pedaggio).

Il risultato è comunque quello di una maggior redditività dell'investimento in corrispondenza di livelli tariffari ridotti, ciò che fa intravedere la possibilità di garantire migliori margini di finanziabilità dell'opera in presenza di maggiori benefici sociali.

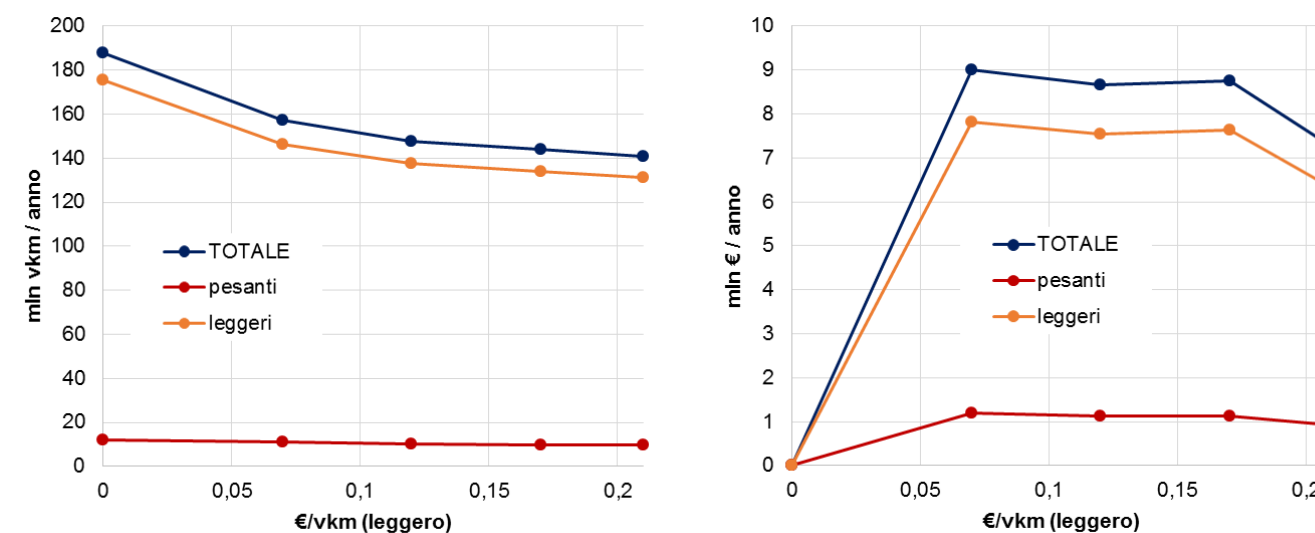


Fig. 5.5.x – Opzione B1: sensibilità dei flussi veicolari e di cassa ai livelli tariffari
Elaborazione META su dati ISTAT, Regione Lombardia

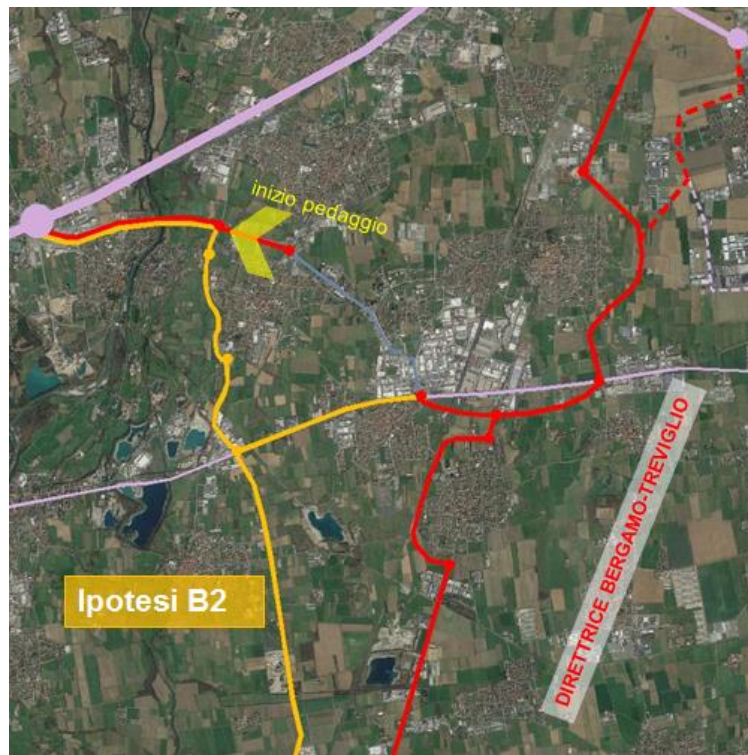


Fig. 5.5.xi – Linee di sviluppo del Servizio Ferroviario Regionale

Elaborazione META su dati ISTAT, Regione Lombardia

Per quanto riguarda invece l'opzione B2, essa prevede il collegamento tra la SP 184 e Zingonia utilizzando la **tangenziale di Boltiere**, adeguandone la capacità, e il collegamento tra questa e la strada Francesca tramite la SP 142, anch'essa da adeguare.

Questo itinerario non è a pedaggio e prevede una limitazione al transito dei mezzi pesanti su Corso Europa

La direttrice di connessione Bergamo-Treviglio che si appoggia sulla rete locale potenziata (potenziamento in sede della SS42 fra Treviglio ed Arcene) e su alcuni nuovi tratti (raccordo tra le varianti di Arcene e Verdello) può avvalersi di due tracciati: una soluzione si basa sulla tangenziale di Verdello e l'altra sulla tangenziale di Comun Nuovo (entrambe in via di realizzazione o completamento)

Le simulazioni di traffico restituiscono una riduzione dei tempi di percorrenza dell'ordine dell'1,5% su base provinciale, a fronte di una riduzione sia dei consumi energetici, sia delle emissioni atmosferiche da traffico autoveicolare.

VOLUMI E PERCORRENZE - Provincia di Bergamo				
CLASSE	Estesa km	Volumi veq*km/giorno	Tempi veq*h/giorno	Velocità km/h
Autostrade	67	5.469.468	66.478	82,3
Principali	333	6.737.581	139.078	48,4
Secondarie	346	5.583.719	129.283	43,2
Complement.	513	3.868.226	101.556	38,1
Locali	1.246	5.896.038	148.926	39,6
TOTALE	2.505,4	27.555.032	585.321	47
Diff.su rif.	+0,01%	-0,9%	-1,5%	+0,68%

Tab. 5.5.v – Opzione B2: statistiche funzionali

Elaborazione META su dati ISTAT, Regione Lombardia

STIMA CONSUMI ED EMISSIONI TOTALI - Provincia di Bergamo										
CLASSE	Consumi energetici t/die				Emissioni atmosferiche kg/die	Emissioni atmosferiche				
	Benzina	Gasolio	Metano	GPL		CO ₂	CO	NOX	PM	
Autostrade	68,58	376,04	3,236	10,224	464,21	1.435.607	2.990,9	540,3	3.589,5	155,97
Principali	163,18	304,47	8,465	21,369	511,80	1.565.478	4.421,0	544,3	2.931,4	156,49
Secondarie	148,35	242,58	7,836	18,742	430,44	1.314.272	4.008,8	453,7	2.309,4	129,47
Complement.	120,68	149,73	6,464	14,794	302,13	919.379	3.173,0	282,9	1.342,2	82,71
Locali	185,48	222,30	9,962	22,665	456,49	1.388.259	4.753,9	425,5	1.963,9	122,10
TOTALE	686,27	1.295,12	35,963	87,794	2.165,07	6.622.995	19.347,6	2.246,7	12.136,4	646,74
Diff.su rif.	-1,16%	-0,66%	-1,27%	-1,02%	-0,86%	-0,85%	-0,63%	-1,25%	-0,86%	-0,92%

Tab. 5.5.vi – Opzione B2: statistiche ambientali

Elaborazione META su dati ISTAT, Regione Lombardia

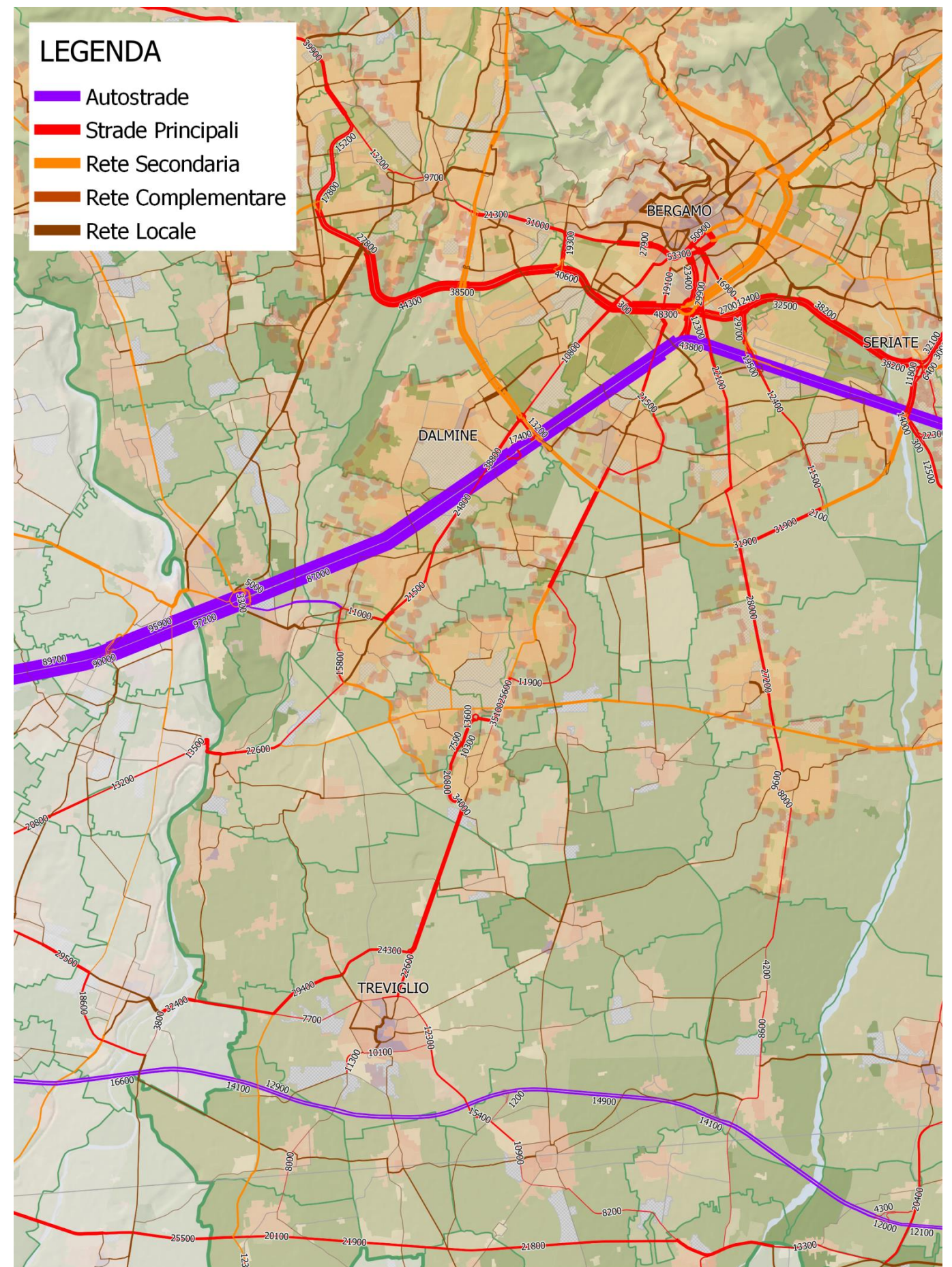


Fig. 5.5.xii – Opzione B2: flussogramma dei carichi veicolari

Elaborazione META su dati ISTAT, Regione Lombardia

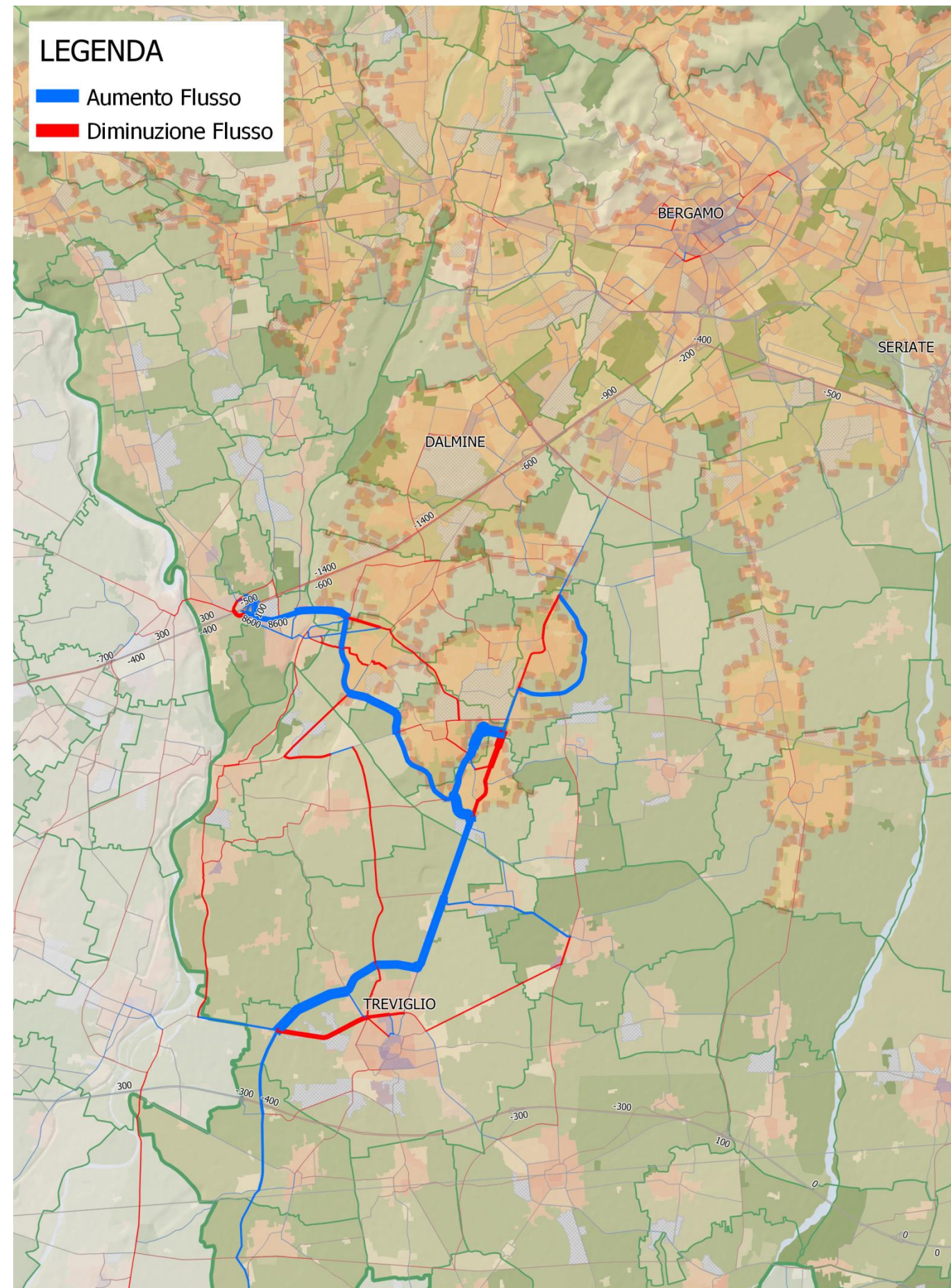


Fig. 5.5.xiii – Opzione B2: flussogramma delle differenze di traffico
Elaborazione META su dati ISTAT, Regione Lombardia

I risultati ottenuti in termini di sensibilità ai livelli tariffari non sono dissimili dai precedenti, seppur collocati su livelli inferiori.

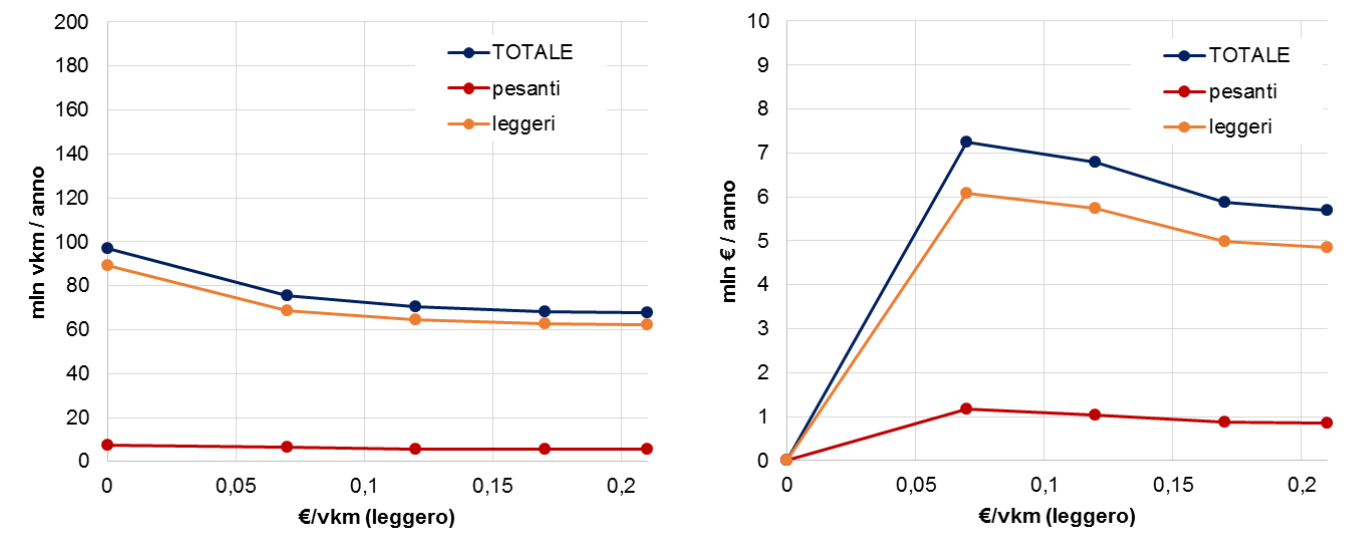


Fig. 5.5.xiv – Opzione B2: sensibilità dei flussi veicolari e di cassa ai livelli tariffari
Elaborazione META su dati ISTAT, Regione Lombardia

5.5.3 Opzione C – itinerario verso Cortenuova

L'ultima opzione presa in esame assume come ipotesi di base quella di sviluppare un tracciato autostradale più orientale rispetto ai precedenti, e capace di assicurare ragionevoli livelli di connettività anche ad un eventuale terminal ferroviario intermodale, posto a servizio dell'area bergamasca e collocato nell'area di Calcio / Cortenuova.

L'ipotesi di tracciato – da ritenersi del tutto indicativa e da verificare anche alla luce delle indicazioni fornite dalla pianificazione territoriale di livello provinciale in ordine alla perimetrazione degli ambiti agricoli strategici – mira a minimizzare il nuovo impegno di suolo realizzando un raccordo autostradale diretto tra la tangenziale di Comun Nuovo – di prevista realizzazione, e quella di Morengo-Bariano, già costruita nell'ambito del progetto autostradale Brebemi. Le simulazioni assumono comunque che entrambe le opere vengano riconfigurate a standard autostradale.

Il risultato ottenuto evidenzia un carico pari a circa 13.000 veicoli eq./giorno, con limitata capacità di attrazione del traffico dall'asse della SP42 e modesto impatto sui tempi di percorrenza complessivi, stimati a scala provinciale, così come sui corrispondenti indicatori d'impatto ambientale.

VOLUMI E PERCORRENZE - Provincia di Bergamo				
CLASSE	Estesa	Volumi	Tempi	Velocità
	km	veq*km/giorno	veq*h/giorno	km/h
Autostrade	76	5.642.658	68.089	82,9
Principali	332	6.729.975	140.051	48,1
Secondarie	344	5.563.244	130.951	42,5
Complement.	508	3.891.989	103.506	37,6
Locali	1.252	6.003.953	150.896	39,8
TOTALE	2.511,4	27.831.819	593.492	47
Diff.su rif.	+0,25%	+0,12%	-0,2%	+0,29%

Tab. 5.5.vii – Opzione C: statistiche funzionali

Elaborazione META su dati ISTAT, Regione Lombardia

STIMA CONSUMI ED EMISSIONI TOTALI - Provincia di Bergamo										
CLASSE	Consumi energetici					Emissioni atmosferiche				
	t/die				tep/die	kg/die				
	Benzina	Gasolio	Metano	GPL	TOTALE	CO ₂	CO	COV	NOX	PM
Autostrade	71,21	388,35	3,357	10,608	479,89	1.484.050	3.141,4	556,3	3.702,8	161,34
Principali	165,40	296,99	8,597	21,609	507,10	1.550.408	4.389,4	531,8	2.844,7	152,78
Secondarie	149,17	240,22	7,896	18,781	429,07	1.309.833	4.001,3	454,4	2.290,2	128,92
Complement.	121,58	152,69	6,522	14,862	306,19	931.878	3.210,1	290,4	1.376,0	84,49
Locali	188,50	225,80	10,119	23,062	463,82	1.410.529	4.817,6	431,2	1.993,4	123,81
TOTALE	695,86	1.304,05	36,490	88,922	2.186,07	6.686.698	19.559,8	2.264,0	12.207,2	651,35
Diff.su rif.	0,22%	0,03%	0,17%	0,26%	0,11%	0,10%	0,46%	-0,48%	-0,28%	-0,22%

Tab. 5.5.viii – Opzione C: statistiche ambientali

Elaborazione META su dati ISTAT, Regione Lombardia

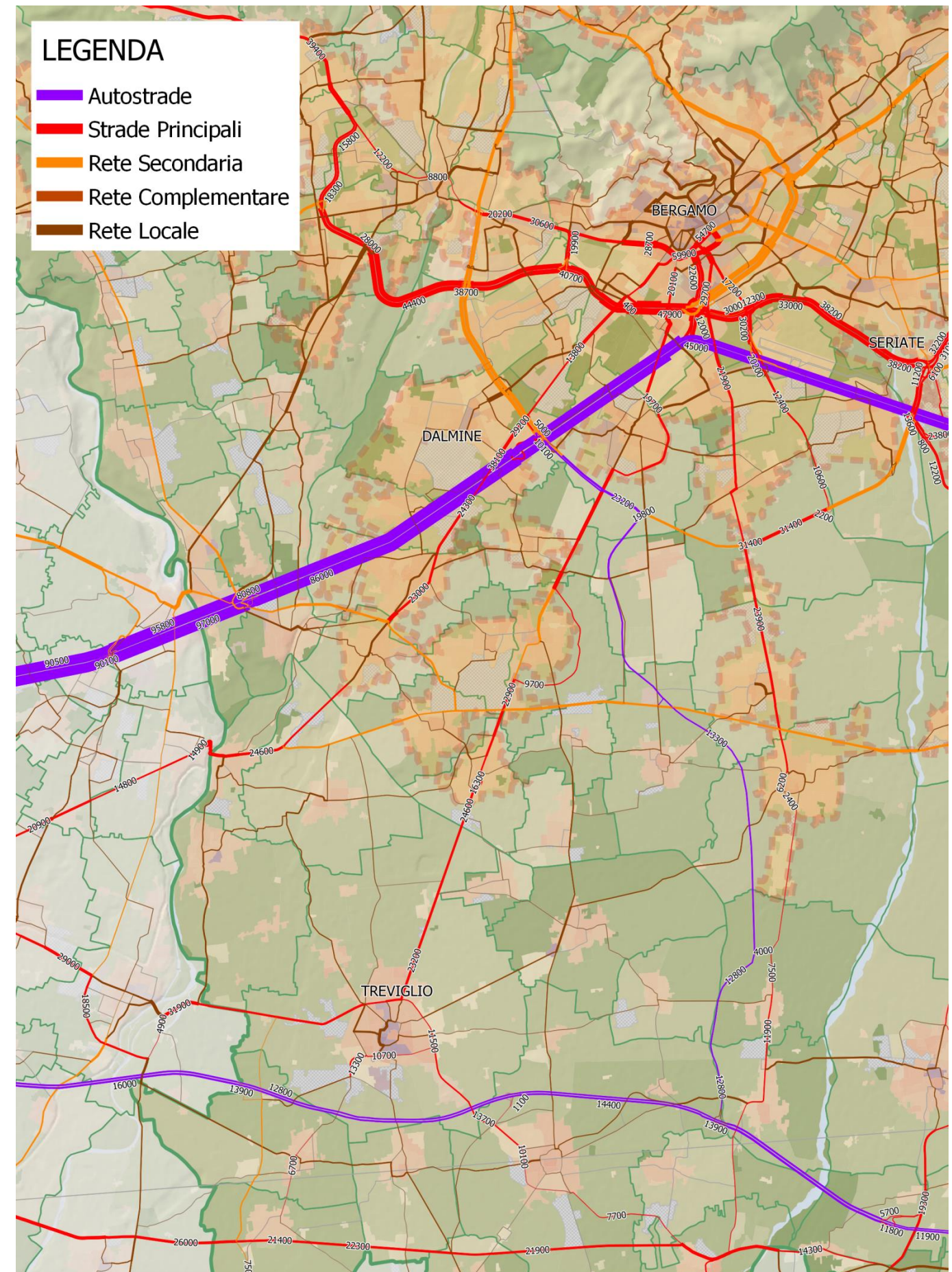


Fig. 5.5.xv – Opzione C: flussogramma dei carichi veicolari

Elaborazione META su dati ISTAT, Regione Lombardia

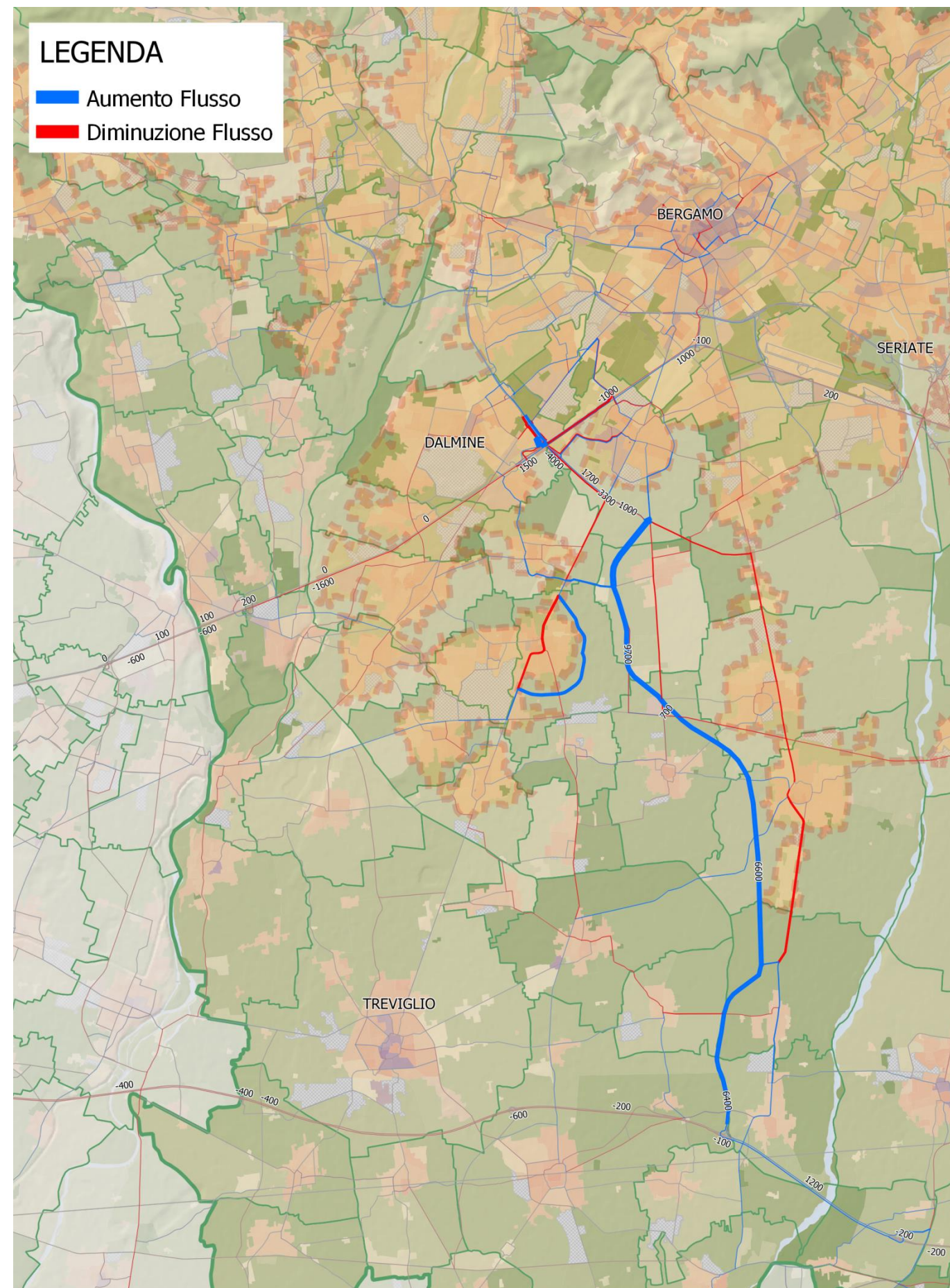


Fig. 5.5.xvi – Opzione C flussogramma delle differenze di traffico
Elaborazione META su dati ISTAT, Regione Lombardia

La soluzione così individuata condivide con l'IPB l'elevata sensibilità dei carichi a livelli tariffari, collocandosi però su livelli di introiti nettamente inferiori e, quindi, su condizioni di fattibilità finanziaria ancor più deboli di quelle che caratterizzano la prima opzione presa in esame.

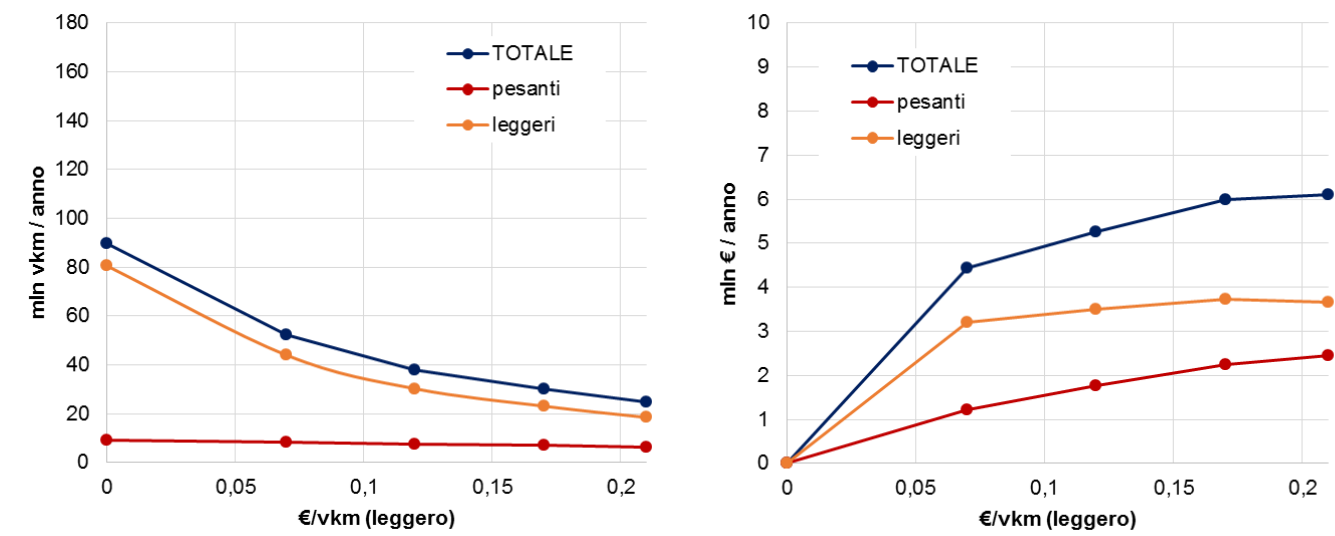


Fig. 5.5.xvii – Opzione C : sensibilità dei flussi veicolari e di cassa ai livelli tariffari
Elaborazione META su dati ISTAT, Regione Lombardia

5.5.4 Quadro comparativo

Viste le differenti caratteristiche delle opzioni esaminate, può essere utile provare a comparare alcuni risultati delle simulazioni effettuate assumendole a riferimento. Tale confronto non ha l'ambizione di proporsi come valutazione comparata di possibili opzioni progettuali, ma più modestamente si propone di introdurre elementi di riflessione relativi al rapporto intercorrente tra i livelli di finanziabilità degli interventi e la loro efficacia, in termini di riduzione dei costi generalizzati di trasporto sostenuti dagli utenti.

Assumendo dapprima le variazioni dei **tempi di percorrenza**, si può osservare che le soluzioni caratterizzate da maggior efficacia sono la B1 (-11.800 veicoli-h/giorno, corrispondenti a circa 3,5 milioni di ore/anno risparmiate) e la B2 (-9.100 veicoli-ora/giorno e -2,7 milioni di ore/anno), seguite dalla A (-6.700 veicoli-ora/giorno e -2 milioni di ore/anno) ed infine dalla C (-980 veicoli-ora/giorno e -0,3 milioni di ore/anno).

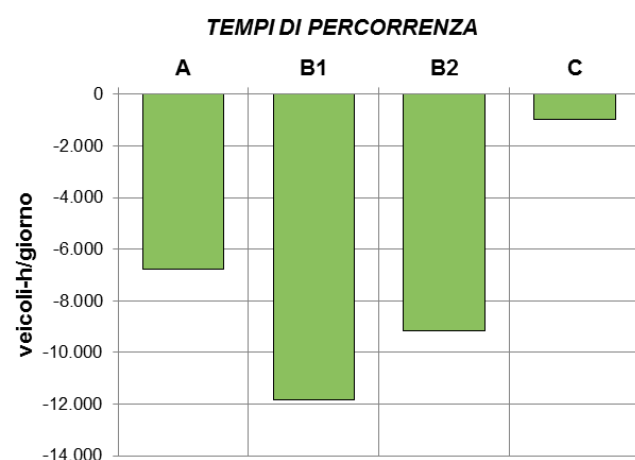


Fig. 5.5.xviii – Comparazione dei risultati: tempi di percorrenza complessivi sulla rete

Elaborazione META su dati ISTAT, Regione Lombardia

In termini di attrattività rispetto ai flussi di traffico, le opzioni B1 e B2 si caratterizzano inoltre per la capacità di generare flussi di cassa più elevati già con tariffe ridotte (Fig. 5.5.xix).

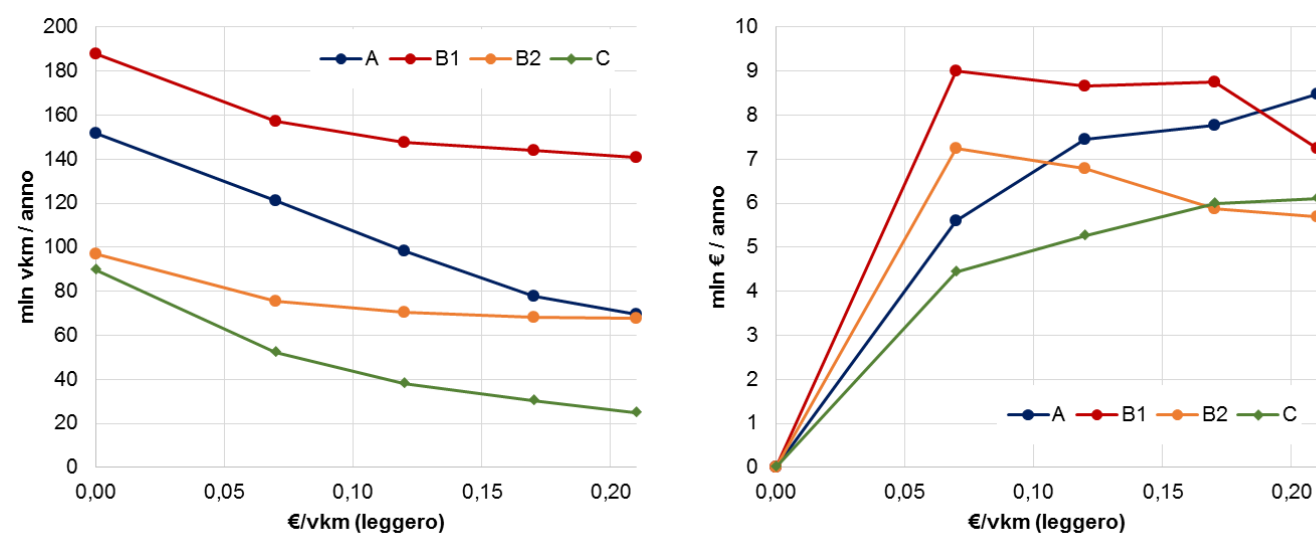


Fig. 5.5.xix – Comparazione dei risultati: volumi di traffico e flussi di cassa in funzione dei livelli tariffari

Elaborazione META su dati ISTAT, Regione Lombardia

In termini di **consumi energetici**, la soluzione di gran lunga più efficiente è rappresentata dall'opzione B2, che consente di risparmiare circa 5.600 tonnellate equivalenti di petrolio (tep) all'anno, contro un risultato quasi neutro dell'opzione B1 (-100 tep/anno) e negativo delle opzioni C (+700 tep/anno) ed A (+1.300 tep/anno).

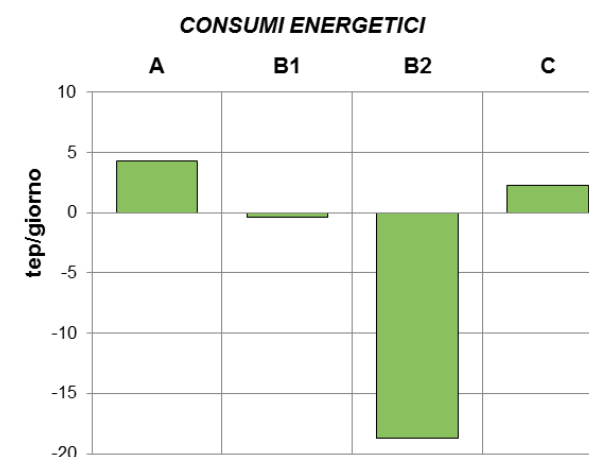


Fig. 5.5.xx – Comparazione dei risultati: tempi di percorrenza complessivi sulla rete

Elaborazione META su dati ISTAT, Regione Lombardia

Da ultimo, considerando le **emissioni di polveri atmosferiche (PM)**, la soluzione più efficace si conferma essere la B2 (-1.800 t/anno), seguita dalla B1 (-770 t/anno), dalla C (-430 t/anno) ed infine dalla A (-150 t/anno).

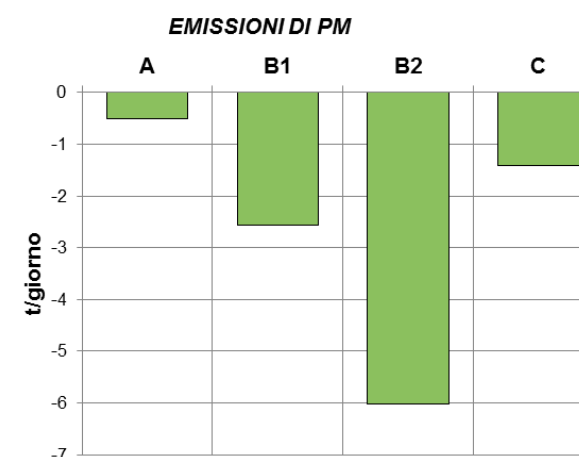


Fig. 5.5.xxi – Comparazione dei risultati: tempi di percorrenza complessivi sulla rete

Elaborazione META su dati ISTAT, Regione Lombardia

5.5.5 Un possibile scenario evolutivo

Tutte le simulazioni effettuate sui collegamenti Treviglio-Bergamo evidenziano **notevoli difficoltà in accesso al capoluogo**, a causa della **saturazione dell'Asse Interurbano**.

L'unica soluzione efficace sinora identificata consiste nel **declassamento della tratta Dalmine-Seriate dell'autostrada A4**, che verrebbe così riservata al traffico specifico, mentre quello in transito tra Milano e Brescia verrebbe deviato su un nuovo tracciato sovrapposto alla tangenziale Sud.

Tale soluzione consentirebbe di attribuire ai due rami esistenti fra Dalmine e Bergamo, e fra Bergamo e Seriate, il ruolo di assi declassati di penetrazione, bene integrati con il sistema dell'asse interurbano, sui quali potrebbero essere aperti nuovi accessi (ad esempio in corrispondenza dell'aeroporto di Orio al Serio, ovvero del Kilometro rosso a Stezzano).



Fig. 5.5.xxii – Ipotesi di deviazione della A4 in corrispondenza del capoluogo provinciale

Elaborazione META su dati ISTAT, Regione Lombardia

Le simulazioni effettuate, in corrispondenza con l'opzione B1, evidenziano l'efficacia della soluzione, che consentirebbe di liberare una notevole capacità di accesso al capoluogo provinciale, contribuendo a decongestionare la tratta centrale dell'Asse Interurbano.

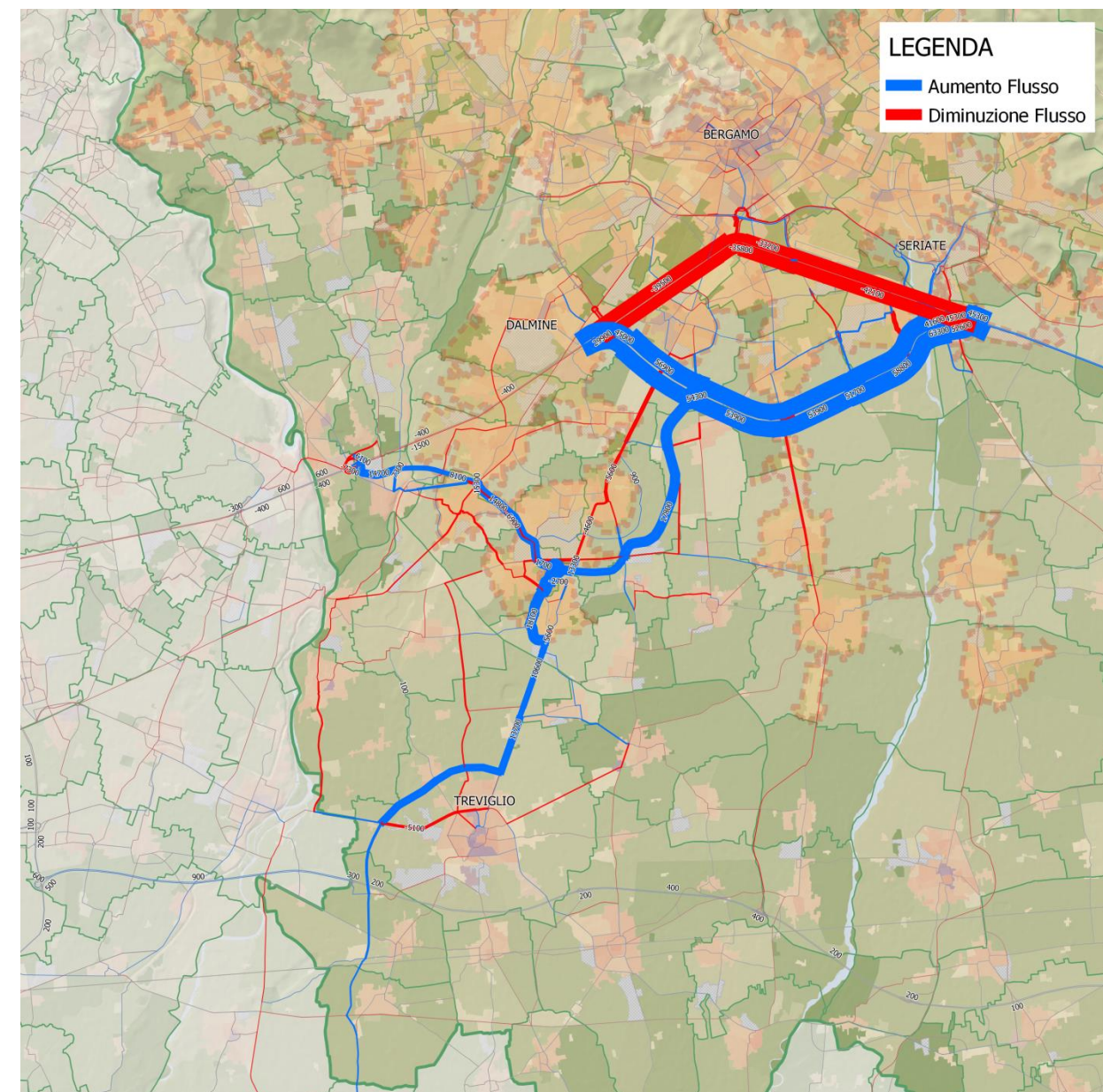


Fig. 5.5.xxiii – Linee di sviluppo del Servizio Ferroviario Regionale

Elaborazione META su dati ISTAT, Regione Lombardia