



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI BRESCIA



Studio di prefattibilità

per la realizzazione di un sistema di trasporto rapido di massa a guida (semi)vincolata da Brescia a Villanuova sul Clisi - Roè Volciano con possibile prosecuzione per l'area del Garda e della Valle Sabbia

STATO DI AVANZAMENTO

al 20 Dicembre 2022

Coordinamento Scientifico

Proff. Giulio Maternini, Benedetto Barabino

Gruppo di lavoro UNIBS

Prof. David Vetturi - Arch. Martina Carra - Ing. Roberto Ventura - Dott. Alberto Rutter - Dott. Tommaso Cigognetti - Ing. Nuhamin Gezehagne - Dott. Michelangelo Fusi - Dott.ssa Laura Ferretto

Provincia di Brescia
Comune di Brescia
Comune di Gavardo
Comune di Mazzano
Comune di Nuvolento
Comune di Nuvolera
Comune di Paitone
Comune di Prevalle
Comune di Rezzato
Comune di Roè Volciano
Comune di Villanuova sul Clisi
Comunità montana di Valle Sabbia
Agenzia TPL Brescia
Comunità del Garda
Comunità montana Parco Alto Garda
Bresciano

- 1. Introduzione**
- 2. Stato di avanzamento nel cronoprogramma**
- 3. Contesto di riferimento del corridoio interessato dallo studio**
- 4. Offerta di trasporto del corridoio interessato dallo studio allo stato di fatto**
- 5. Domanda di trasporto del corridoio interessato dallo studio allo stato di fatto**
- 6. Classificazione preliminare dei possibili sistemi di trasporto collettivo**
- 7. Comparazione preliminare tra le alternative di sistemi di trasporto collettivo**

1

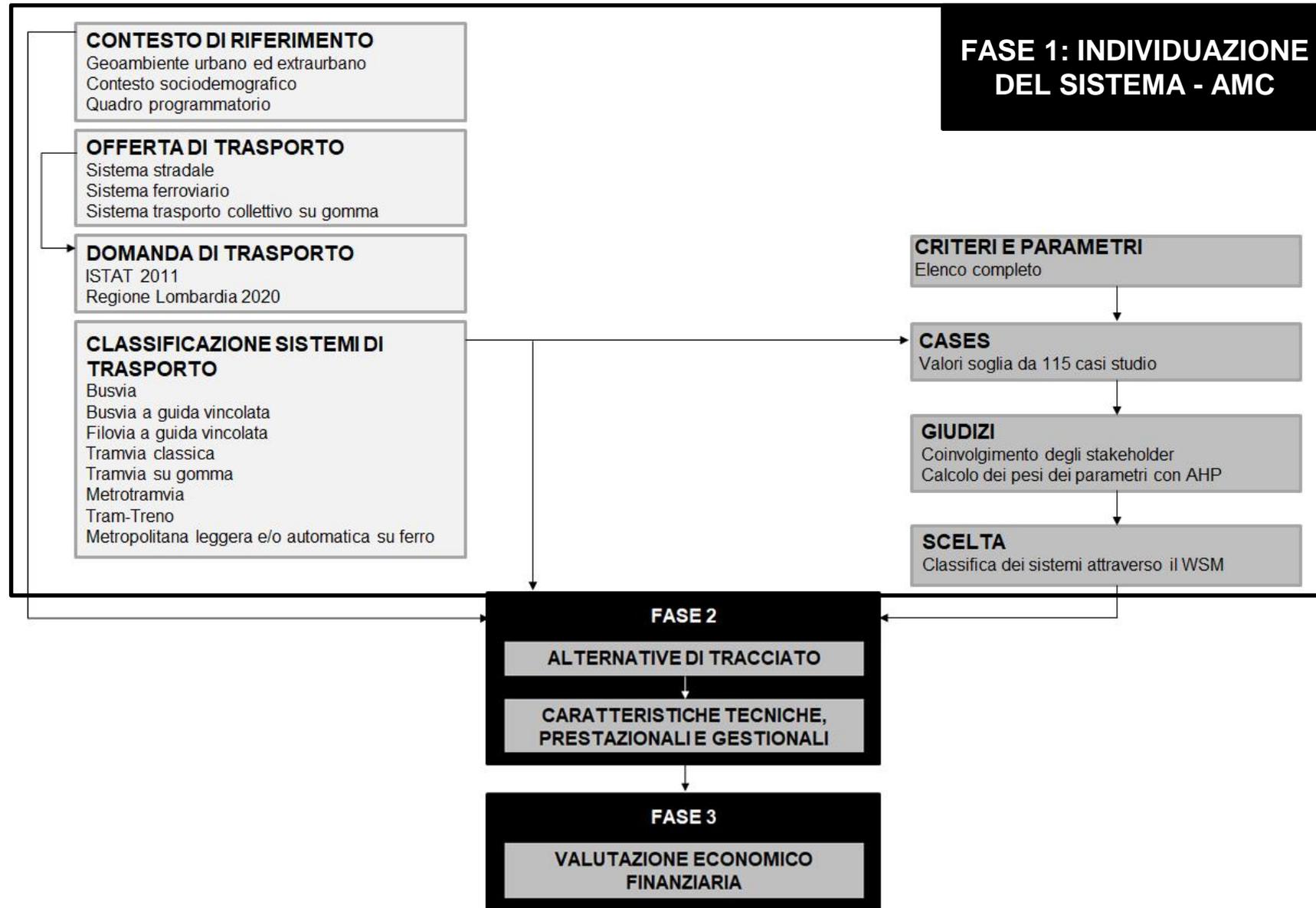
Introduzione

Lo studio oggetto della presente ricerca ha lo scopo di **analizzare preliminarmente da un punto di vista trasportistico-urbanistico la pre-fattibilità di un collegamento rapido di massa** a guida vincolata/semi-vincolata da Brescia a Villanuova sul Clisi - Roè Volciano, con possibile prosecuzione per l'area del Garda e della Valle Sabbia.

- rendere fluida la circolazione e maggiormente accessibile il territorio interessato;
- incentivare l'uso del trasporto collettivo con sistemi di trasporto a guida semivincolata/vincolata;
- ridurre l'inquinamento atmosferico e acustico;
- diminuire gli indici di occupazione, di spazio, di costo, di consumo per utente trasportato;
- favorire il risparmio energetico con sistemi di trasporto con tecnologia più evoluta;
- aumentare il comfort a bordo e la qualità del servizio;
- facilitare l'accesso al veicolo alle persone diversamente abili;
- rendere affidabile e sicuro il servizio.

In questo stato di avanzamento vengono illustrati i primi risultati della prima fase

Metodologia e fasi di lavoro





UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI BRESCIA



CeSCAM

INQUADRAMENTO

INFRASTRUTTURE

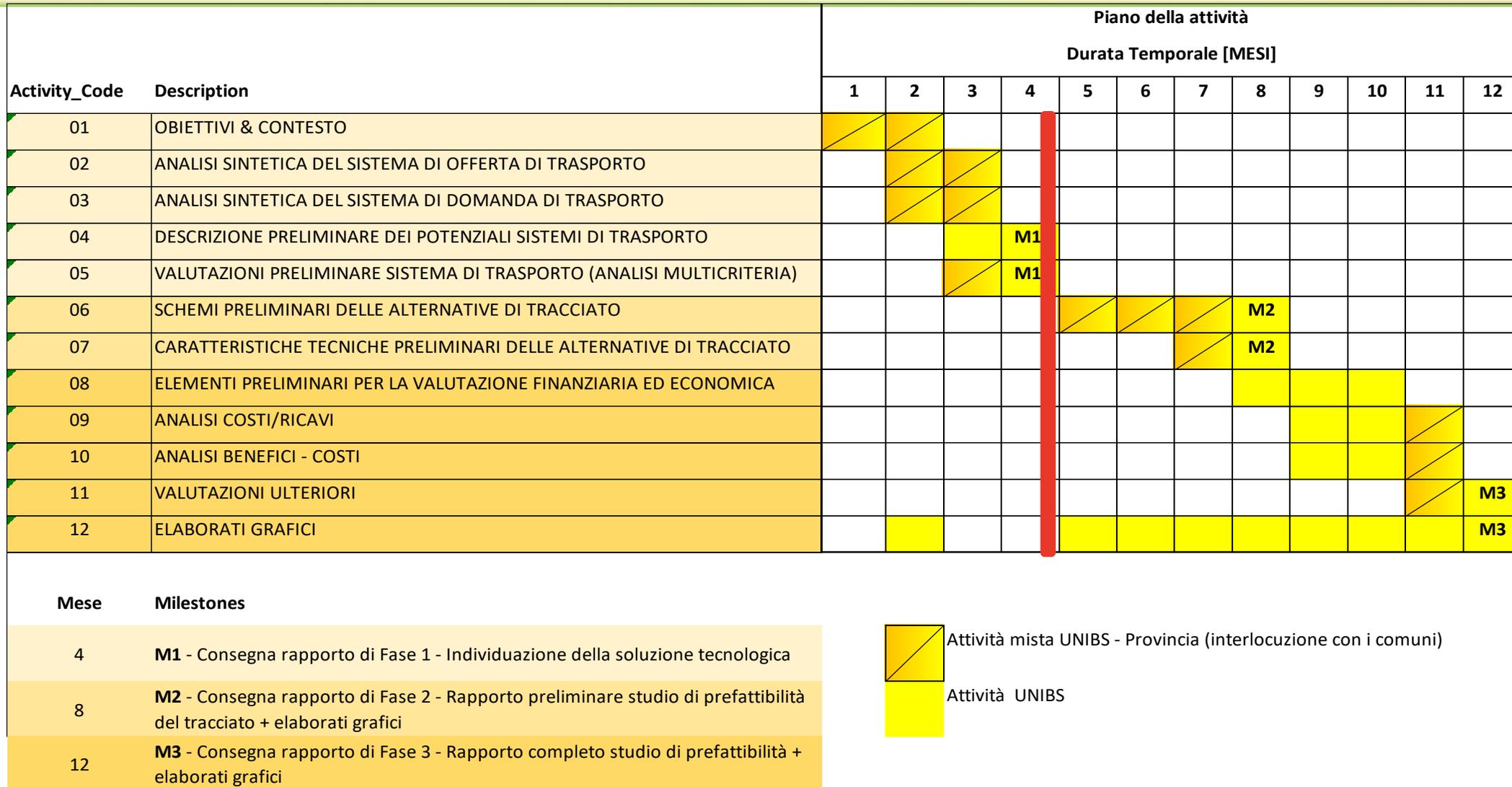
- Fermata metropolitana
- Linea metropolitana
- ++ Linea ferroviaria
- ++ Ferrovìa Alta Velocità/Alta Capacità
- SP45bis



2

Stato di avanzamento nel cronoprogramma

Diagramma di GANTT



3

Contesto di riferimento
del corridoio interessato dallo studio

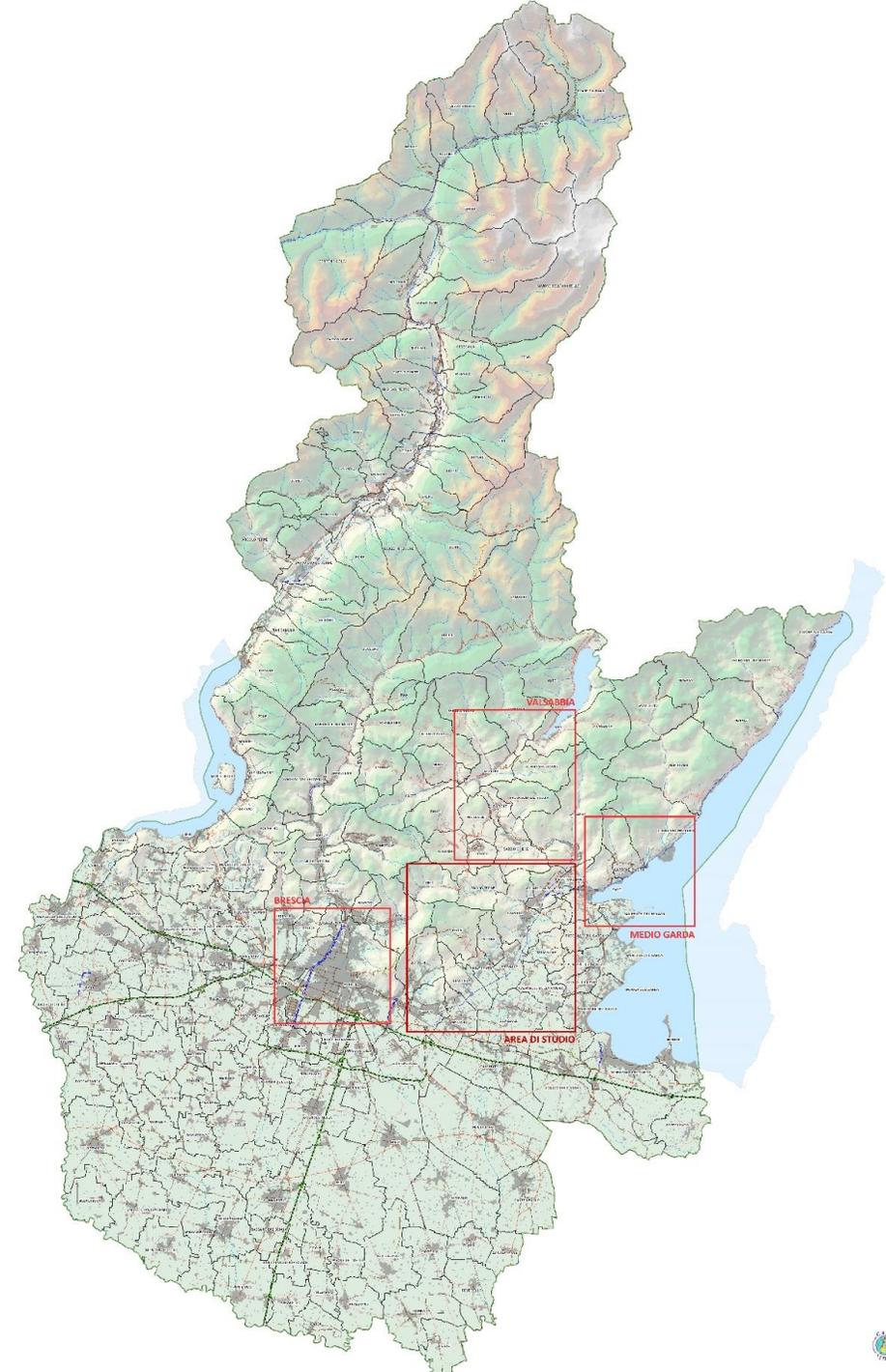
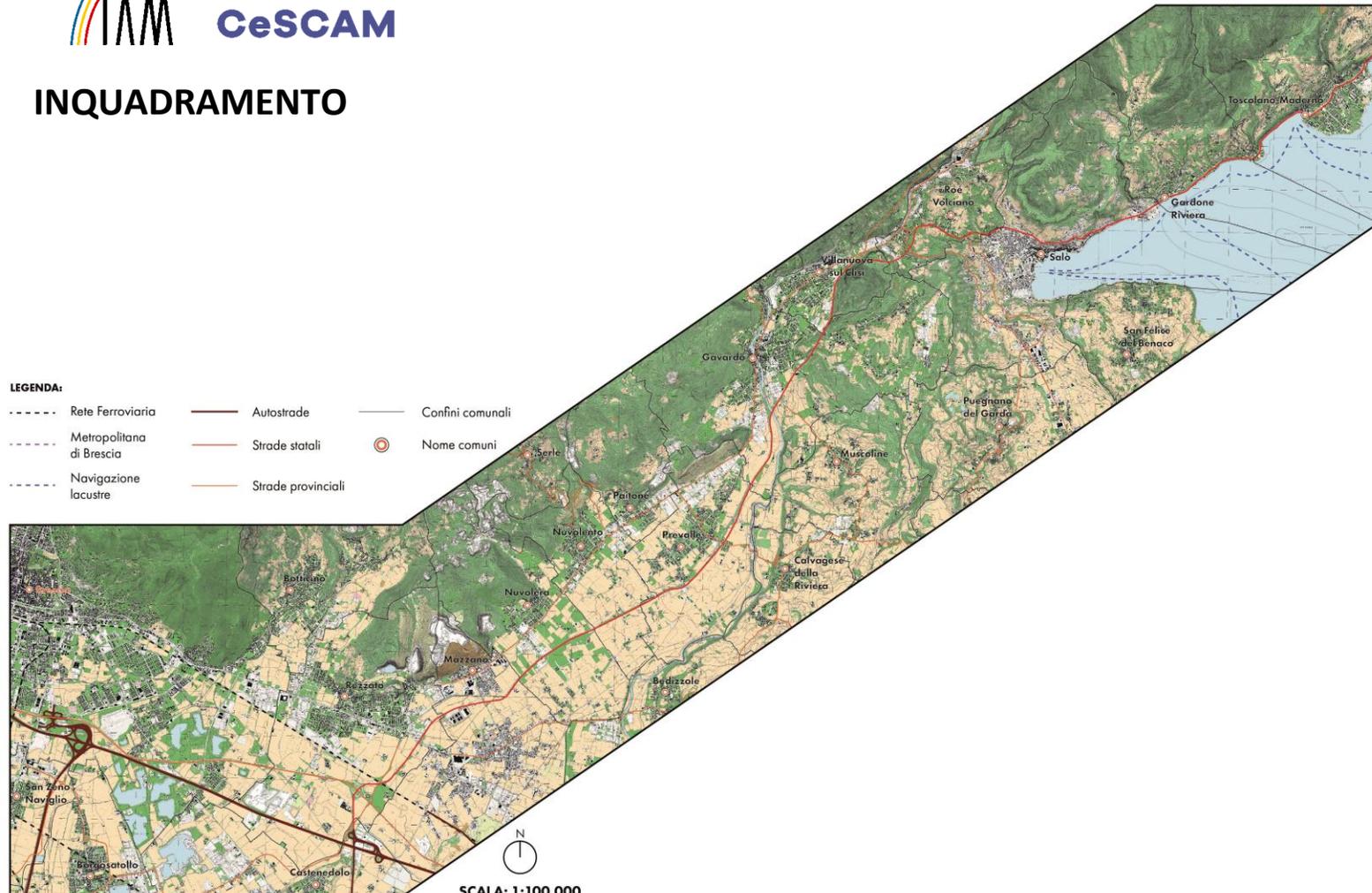


UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI BRESCIA



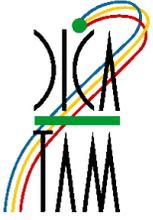
CeSCAM

INQUADRAMENTO





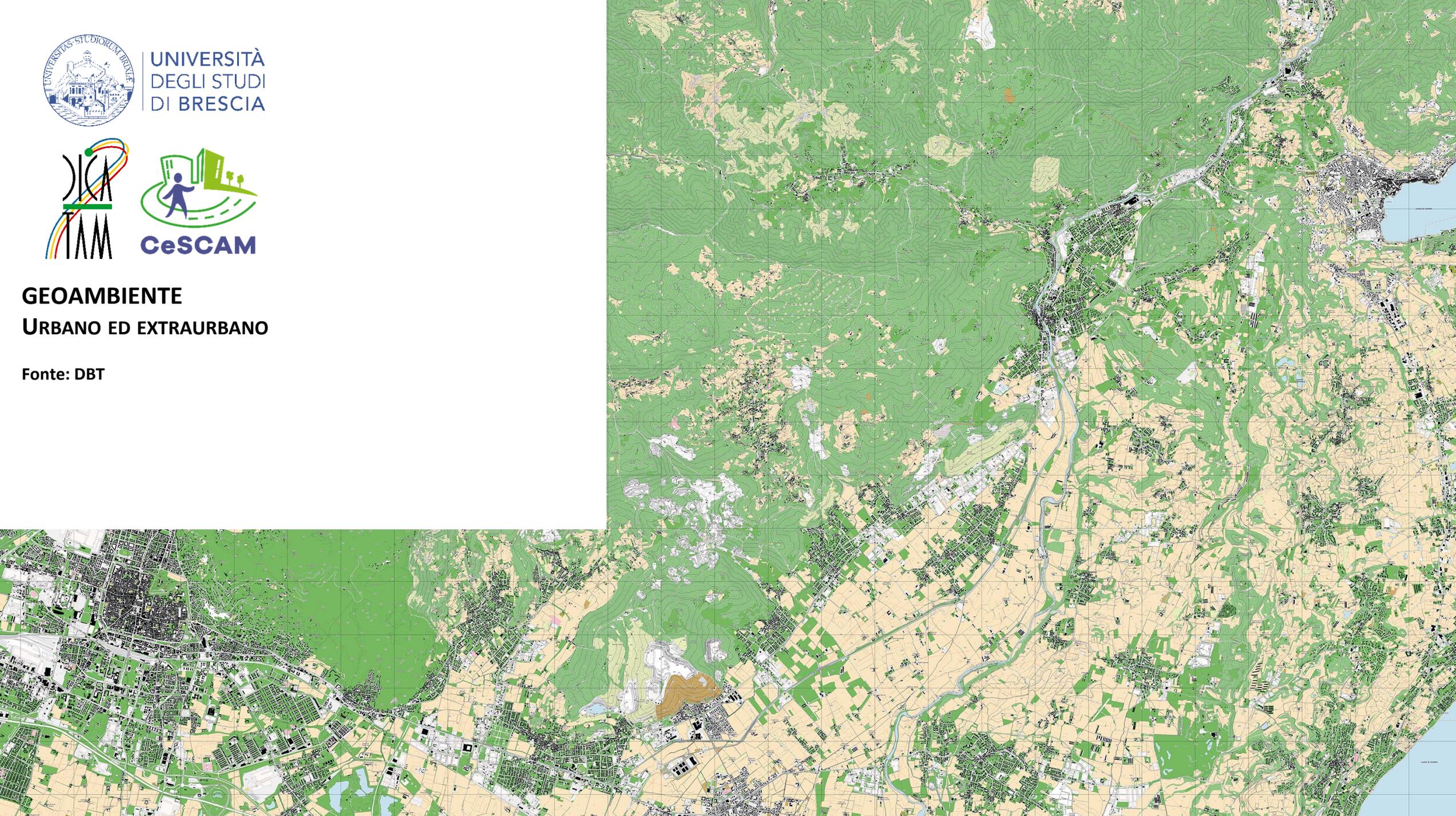
UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI BRESCIA



CeSCAM

GEOAMBIENTE URBANO ED EXTRAURBANO

Fonte: DBT





UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI BRESCIA



CeSCAM

SERVIZI E FUNZIONI DI INTERESSE SOVRALocale

LEGENDA:

— Confine comunale

STRADE E MOBILITÀ

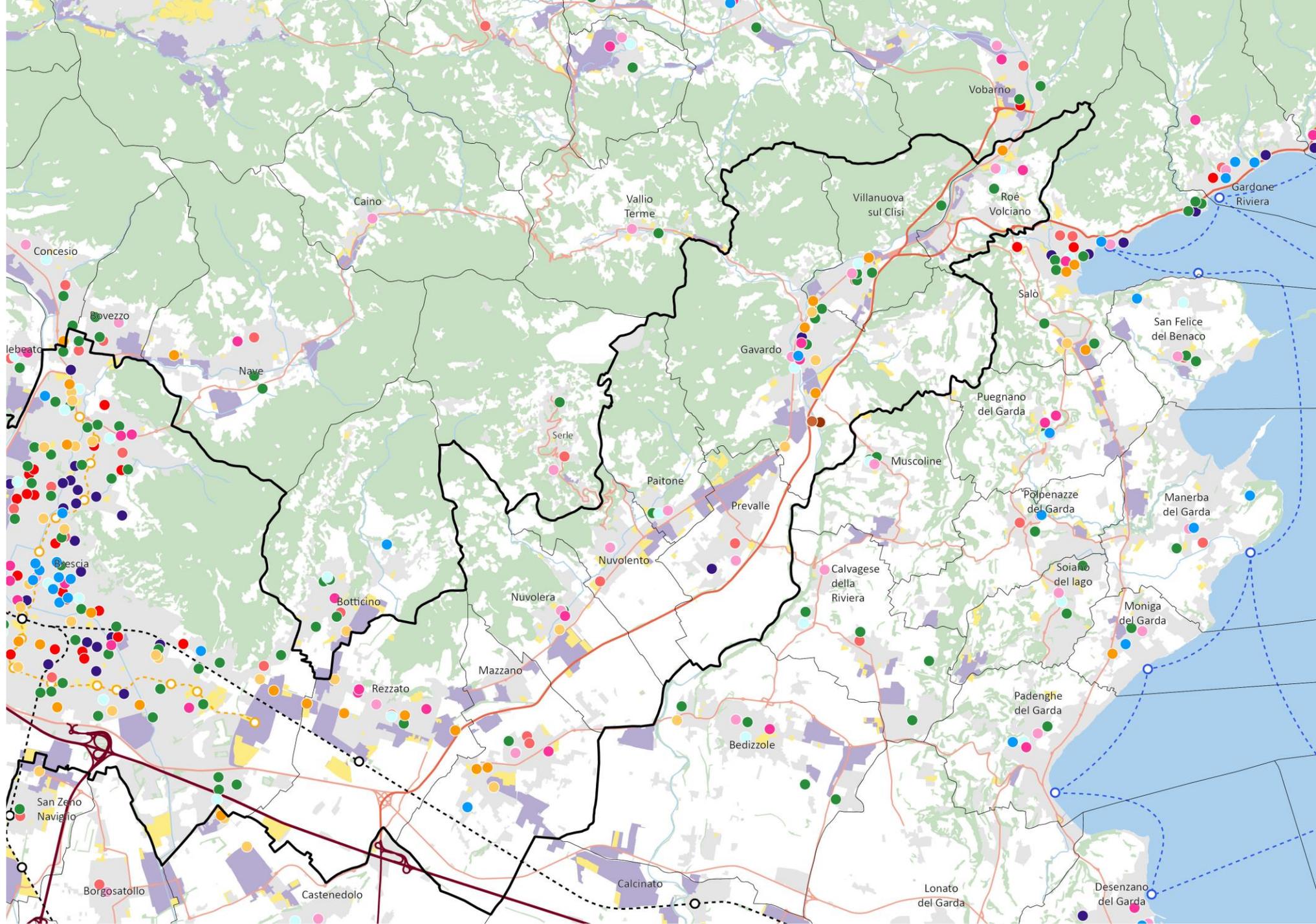
- Rete Ferroviaria
- Metropolitana di Brescia
- Navigazione lacustre
- Porti
- Stazioni ferroviarie
- Autostrade
- Strade statali
- Strade provinciali
- Fermate metropolitana

USO DEI SUOLI

- Insediativo
- Aree produttive
- Ambiti di trasformazione
- Aree a bosco
- Idrografia

SERVIZI DI INTERESSE SOVRALocale

- Municipio
- Sede amministrativa / Giudiziarie sovralocale
- Ospedali e istituti sanitari
- Musei ed istituzioni culturali
- Cinema e teatri
- Biblioteca
- Impianti di depurazione esistenti / in progetto
- Scuola secondaria di I grado
- Scuola secondaria di II grado
- Strutture universitarie
- Grandi strutture di vendita
- Medie strutture di vendita
- Impianti sportivi



Contesto socio-demografico



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI BRESCIA



I dati analizzati sono 9:

- popolazione residente
- variazione della popolazione residente
- percentuale di stranieri, indice di vecchiaia
- numero di addetti, numero di unità locali
- densità aziendale demografica
- reddito medio
- incidenza nei settori professionali

La scelta di questi dati ha avuto lo scopo di descrivere compiutamente la struttura sociodemografica ed economica sia in forma aggregata che in forma disaggregata.



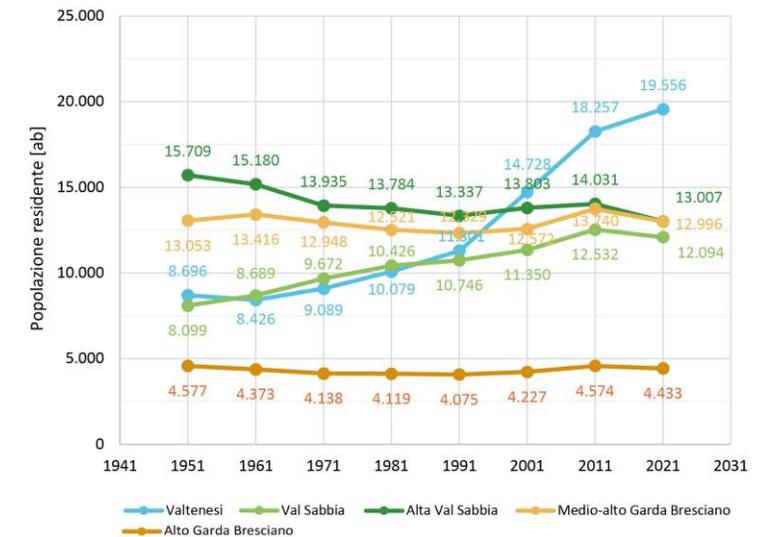
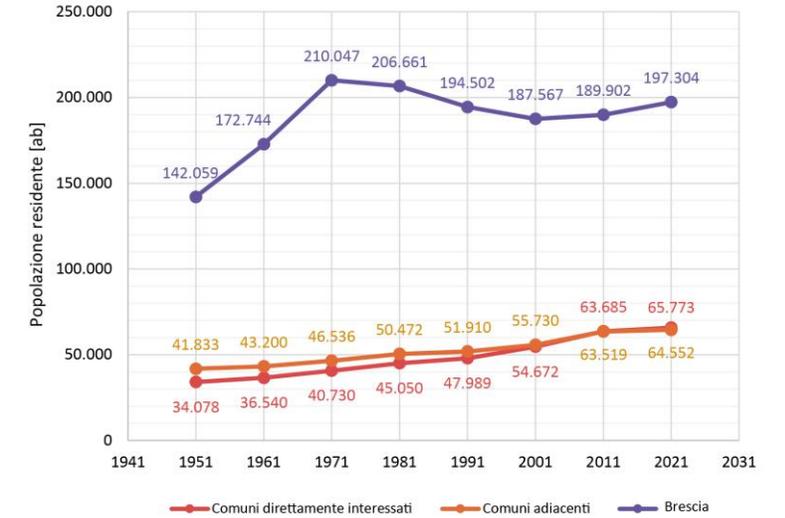
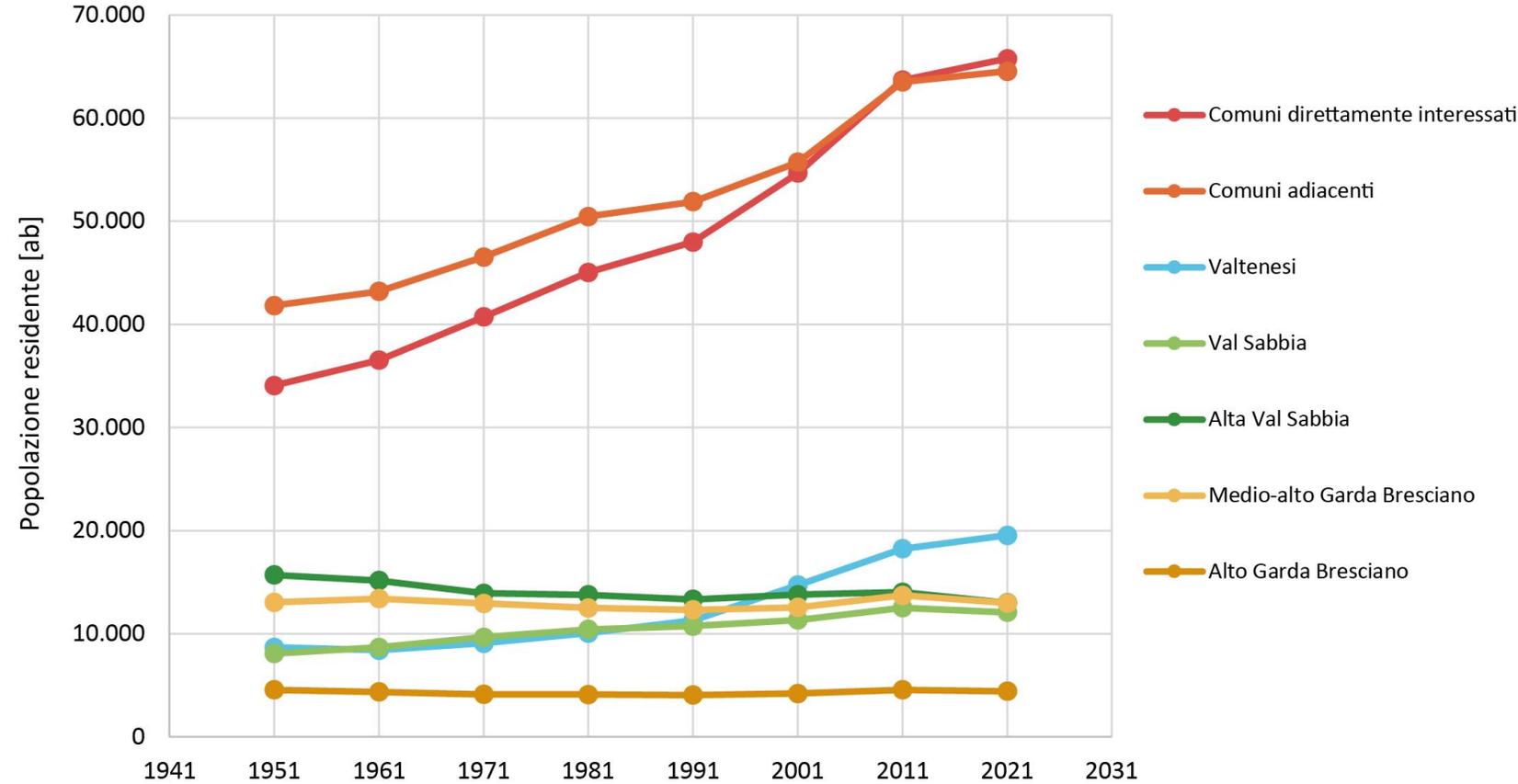
Contesto socio-demografico



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI BRESCIA



VARIAZIONE POPOLAZIONE RESIDENTE (1941-2021)



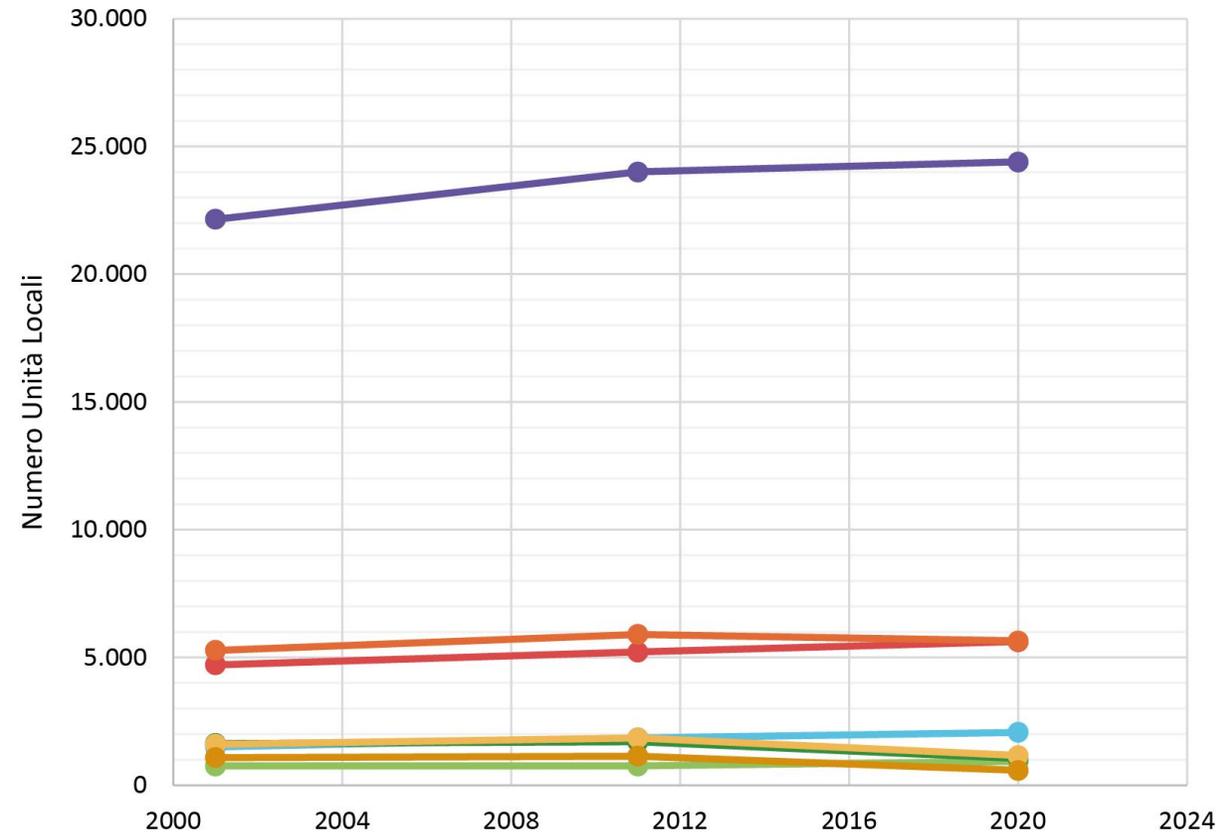
Contesto socio-demografico



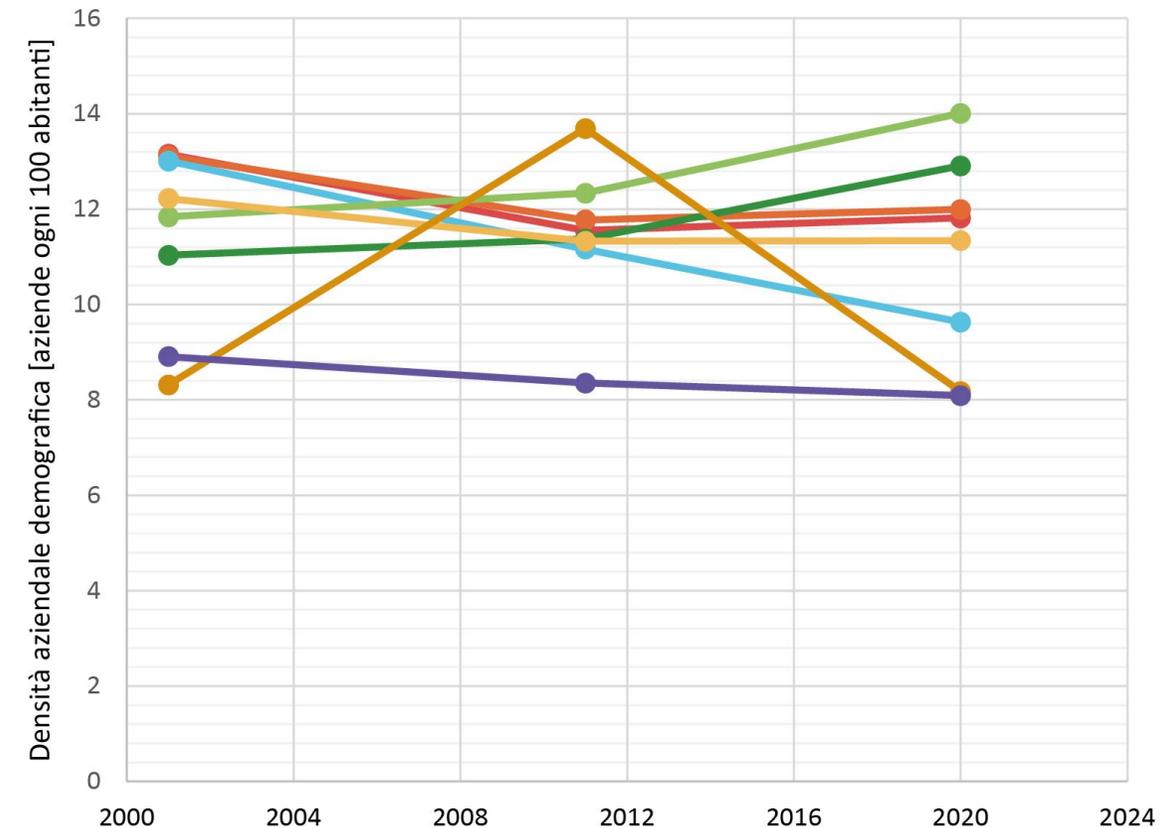
UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI BRESCIA



UNITÀ LOCALI (2000-2020)



DENSITÀ AZIENDALE (2000-2020)



Comuni direttamente interessati

Valtenesi

Alta Val Sabbia

Alto Garda Bresciano

Comuni adiacenti

Val Sabbia

Medio-alto Garda Bresciano

Brescia

Quadro programmatico-pianificatorio



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI BRESCIA



L'analisi individua elementi di interesse (vincoli, criticità, opportunità) nel territorio dei comuni oggetto di studio. Per il PTCP e ogni PGT sono stati revisionati gli elaborati inerenti i seguenti temi:

- **vincoli;**
- **rete ecologica comunale**, al fine di individuare le possibili interferenze tra un ipotetico sistema di trasporto rapido di massa a guida vincolata/semi-vincolata e la rete ecologica;
- **classi di sensibilità paesistica**, al fine di riconoscere le aree più o meno pregiate da un punto di vista paesistico;
- **previsioni di piano e ambiti di trasformazione**, al fine di localizzare le aree che i comuni prevedono di trasformare: l'interesse di tali riguarda sia il sistema di trasporto in sé, che le potenzialità che il sistema potrebbe generare;
- **servizi esistenti**, con lo scopo di individuare i generatori di domanda e i "centri di vita" che potrebbero essere serviti dal nuovo servizio;
- **servizi di previsione**, al fine di individuare attrezzature pubbliche che potrebbero essere servite in futuro dal sistema di trasporto;
- **regime dei suoli**, al fine di individuare le aree di proprietà pubblica;
- **uso del suolo**, al fine di localizzare le diverse destinazioni d'uso e trarne considerazioni di carattere urbanistico.



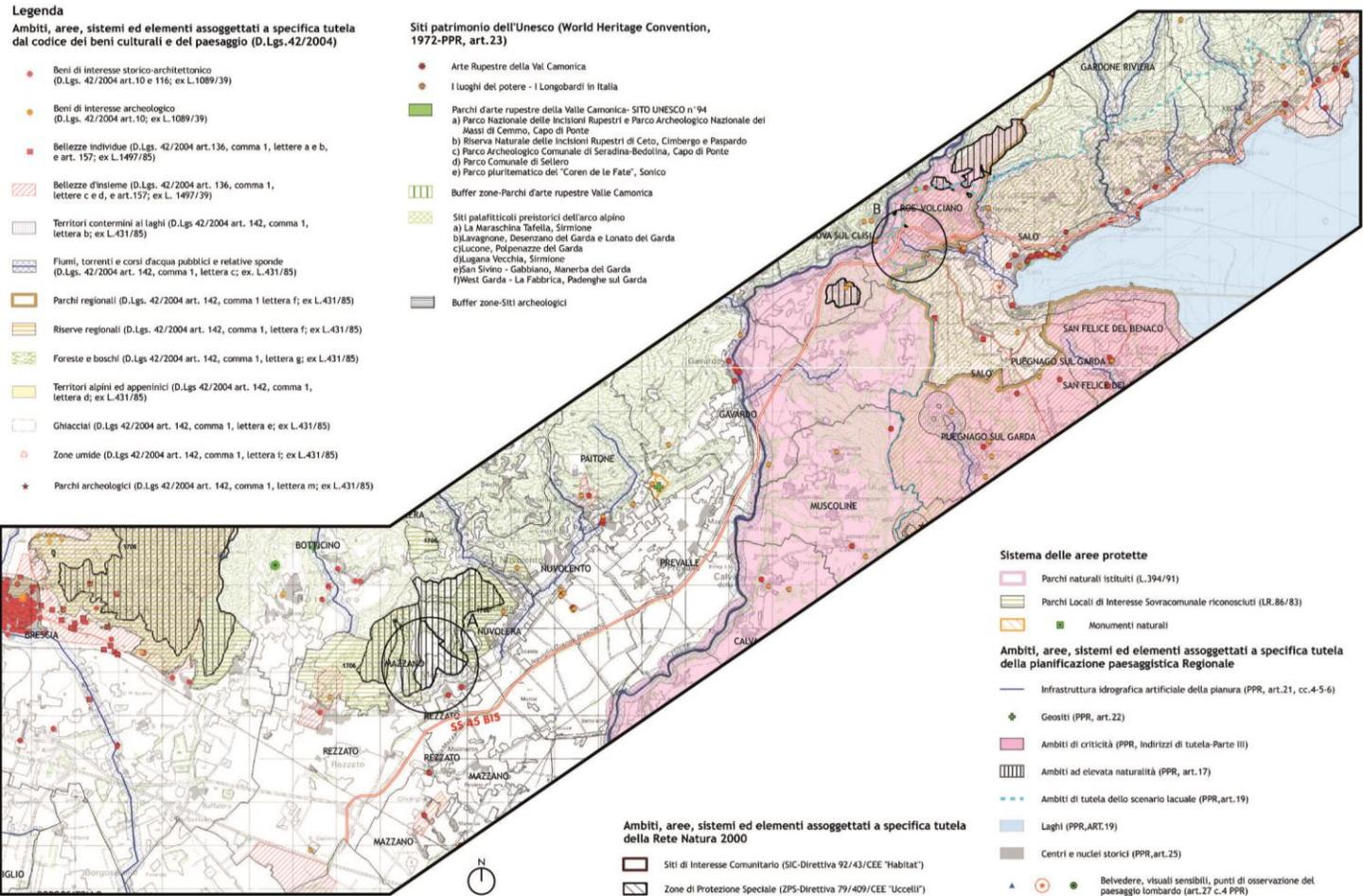
UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI BRESCIA



ESEMPIO SCHEDA PTCP

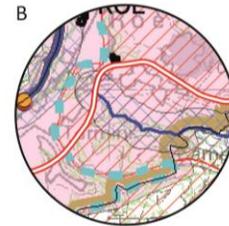
Ricognizione delle tutele e dei beni paesaggistici culturali

Fonte: PTCP



Elementi di interesse lineari e diffusi

- Gli interi territori dei comuni gardesani e delle colline moreniche sono identificati come ambiti di criticità paesaggistica dal Piano Paesaggistico Regionale (PPR)
- Nei comuni di Rezzato, Mazzano, Nuvolera, Nuvolento, Paitone, Gavardo, Villanuova sul Clisi, Roè Volciano, Salò sono presenti un elevato numero di beni di interesse storico-architettonico, beni di interesse archeologico e bellezze individue per cui è necessario porre una particolare attenzione
- I comuni dell'Alto Garda Bresciano sono parte del parco regionale dell'Alto Garda Bresciano
- La presenza del fiume Chiese che attraversa la rispettiva valle genera una tutela lungo il suo intero corso
- la presenza del fiume Rudone che attraversa i comuni di Nuvolera, Nuvolento e Paitone genera una tutela lungo il suo intero corso



Elementi di interesse zonale

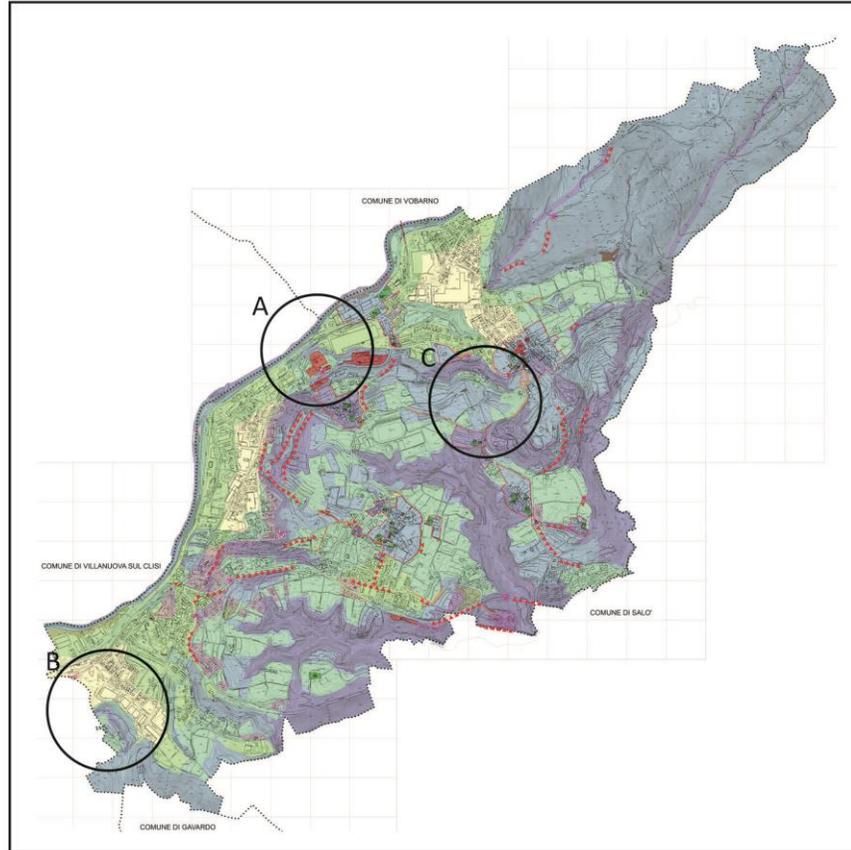
- Zoom A, la zona montana di Mazzano e Nuvolera a ridosso della valle del Chiese è caratterizzata da ambiti ad elevata naturalità e dalla presenza di Parchi Locali di Interesse Sovracomunali riconosciuti
- Zoom B, l'area dei Tormini (ed in generale gran parte del comune di Roè Volciano) è caratterizzata dalla sovrapposizione di numerose tutele in quanto area e sistema assoggettata a specifiche tutele della pianificazione paesaggistica Regionale in quanto ambito di tutela dello scenario lacuale e ambito di criticità.



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI BRESCIA



D.d.P - Tav. 6 - Sintesi di sensibilità paesistica



- Delimitazione centri storici
- Edifici pubblici (Vincolati ai sensi del D.Lgs 22 gennaio 2004, n. 42)
- Edifici privati (Vincolati ai sensi dell' art. 10 D.Lgs 22 gennaio 2004, n.42)
- Edifici segnalati nel P.T.C.P.
- Aree di criticità paesaggistica
- Belvedere
- Punti di vista dinamici di 1° livello

**ESEMPIO SCHEDA PGT
Comune di Roè Volciano**

**Sintesi di sensibilità
paesistica**

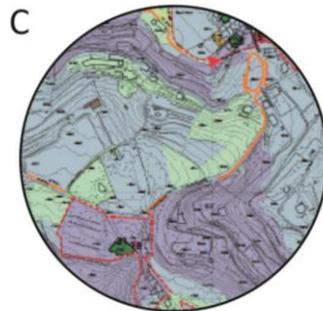
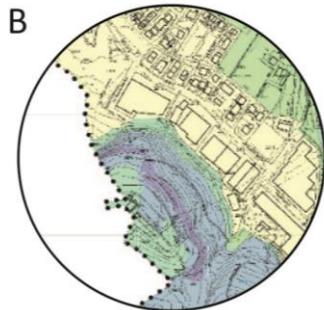
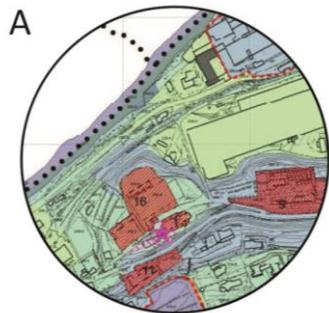
Fonte: PGT

Elementi di interesse lineari e diffusi:

- elevato valore paesaggistico:
 - 23% del territorio comunale presenta una sensibilità paesaggistica molto alta;
 - 38% del territorio comunale presenta una sensibilità paesaggistica alta;
 - 24% del territorio comunale è caratterizzato da una sensibilità paesaggistica di valore medio;
 - A nord, boschi e foreste sottoposti a vincolo.

Elementi di interesse zonale:

- Zoom A, frazione Roè:
 - edifici vincolati (numerose chiese, il municipio, il cimitero e diverse case storiche);
 - terreni a granulometria fine su pendii inclinati;
 - possibili frane dovute a spostamenti di massa per scivolamenti o soliflussi (formazione di colate e increspature del terreno);
 - aree limo-argillose con limitata capacità portante o coperte da materiali di riporto.
- Zoom B, presso la zona artigianale della frazione Tormini, sensibilità paesaggistica bassa;
- Zoom C, frazione Gazzane, numerosi elementi vincolati (muri storici, terrazzamenti).



A seguito della revisione dei PGT si rilevano alcuni elementi ricorrenti:

- Asse infrastrutturale costituito da **Naviglio Grande e SS 45 bis**, generatore di **vincoli ed “effetto barriera”**;
- Da **Brescia a Gavardo, territorio suddivisibile in quattro “fasce”**, rispettivamente da nordovest a sudest: area pedemontana; area urbanizzata residenziale; area urbanizzata industriale; area agricola; le ultime due sovente separate dalla barriera infrastrutturale descritta nel punto precedente;
- Da **Gavardo a Villanuova sul Clisi**, progressivo **restringimento della superficie pianeggiante** con conseguente diminuzione degli spazi aperti;
- **Servizi pubblici di livello locale** (“centri di vita”) localizzati sovente nelle aree residenziali, in **posizione centrale**;
- Assenza di servizi pubblici di livello sovralocale, con l’eccezione di **Gavardo e Prevalle (servizi ospedalieri)**;
- **Vincoli e Vulnerabilità zionali e diffusi** legati alla presenza: dei fiumi Chiese e Rudone; di orditure significative negli ambiti agricoli dei Comuni sud-centrali di Mazzano e Nuvolera; delle colline moreniche; del parco regionale dell’Alto Garda Bresciano; l’area montuosa a nord della SP 116; l’area di Tormini; fontanili.
- Presenza di numerosi beni di interesse paesaggistico.

Socio-demografico ed economico:

- considerando l’insieme di questi territori (esclusa Brescia) l’area comprende il **15,4% dei residenti** della provincia, il **15% delle unità locali** della provincia e il **14% degli addetti**.
- la **densità aziendale demografica** (2020) di tutti i territori oggetto di studio - ad eccezione della Valtenesi, dell’Alto Garda Bresciano e di Brescia - presentano un dato **superiore rispetto alla media provinciale**.

4

Offerta di trasporto nel corridoio in studio
allo stato di fatto

Offerta di Trasporto



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI BRESCIA



- Rappresenta l'insieme delle **Infrastrutture e dei Servizi** messi a disposizione dell'utenza.
- **Determina le caratteristiche fisiche e funzionali di tutti gli elementi che compongono la rete plurimodale di trasporto**
- Simula le **prestazioni dei servizi di trasporto per gli utenti e gli impatti sull'ambiente** (tempi di percorrenza, velocità commerciali, etc).

In sintesi, è la **base di riferimento per valutare le prestazioni del sistema di trasporto**

Offerta di trasporto



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI BRESCIA



Sono state consultate le seguenti **fonti bibliografiche**

- Programma Regionale della Mobilità e dei Trasporti (**PRMT**) della Regione Lombardia (Regione Lombardia, 2016);
- Piano della Viabilità Extraurbana (**PTVE**) della Provincia di Brescia (Provincia di Brescia, 2011);
- Programma del TPL di Bacino (TPLBS, 2018) e dati Agenzia del TPL;
- Piano Urbano della Mobilità Sostenibile (**PUMS**) del Comune di Brescia (Comune di Brescia, 2018).
- Dati Provincia di Brescia

L'analisi di tali documenti ha permesso di individuare:

- La **rete** delle infrastrutture **stradali**
- La **rete** delle infrastrutture **ferroviarie**
- La rete dei **servizi di trasporto collettivo** su gomma



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI BRESCIA

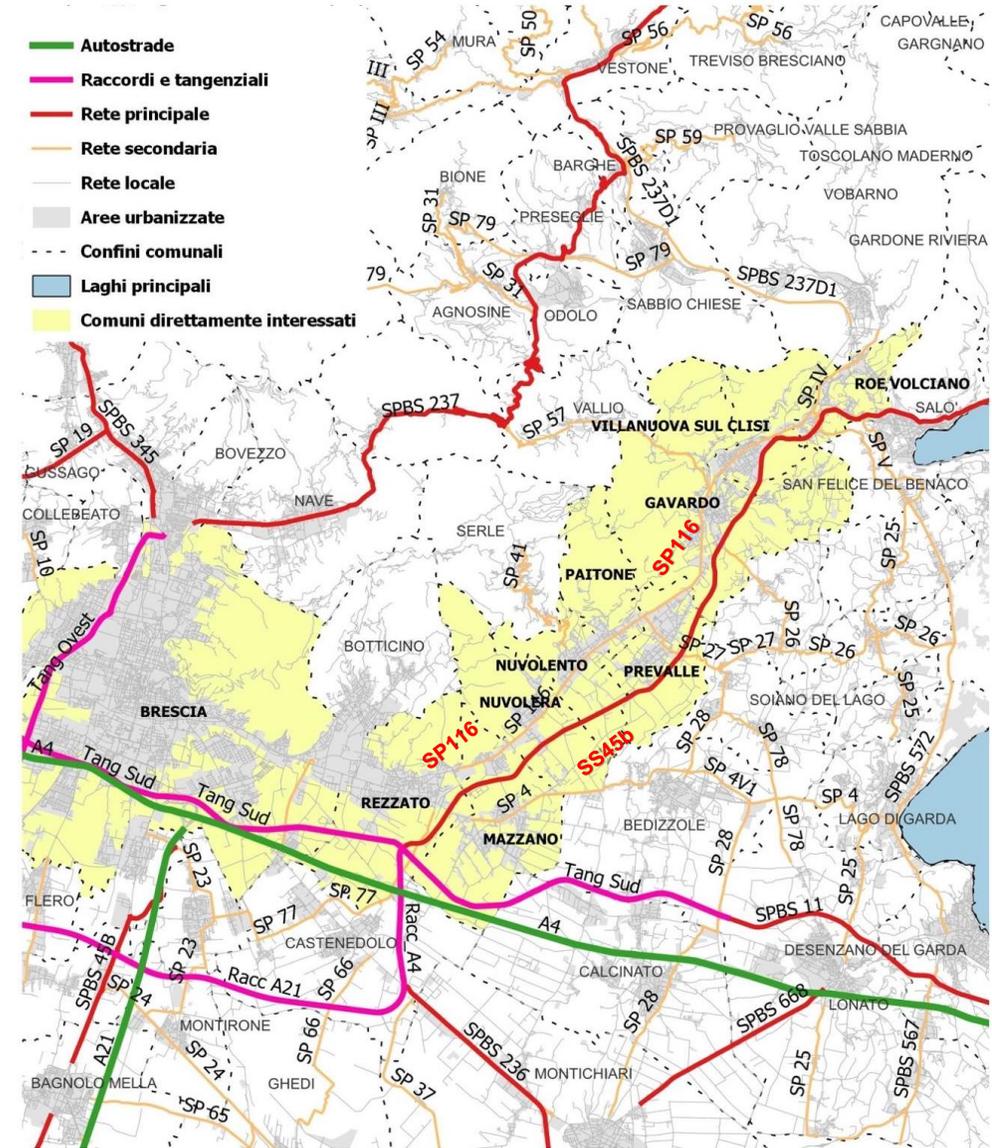
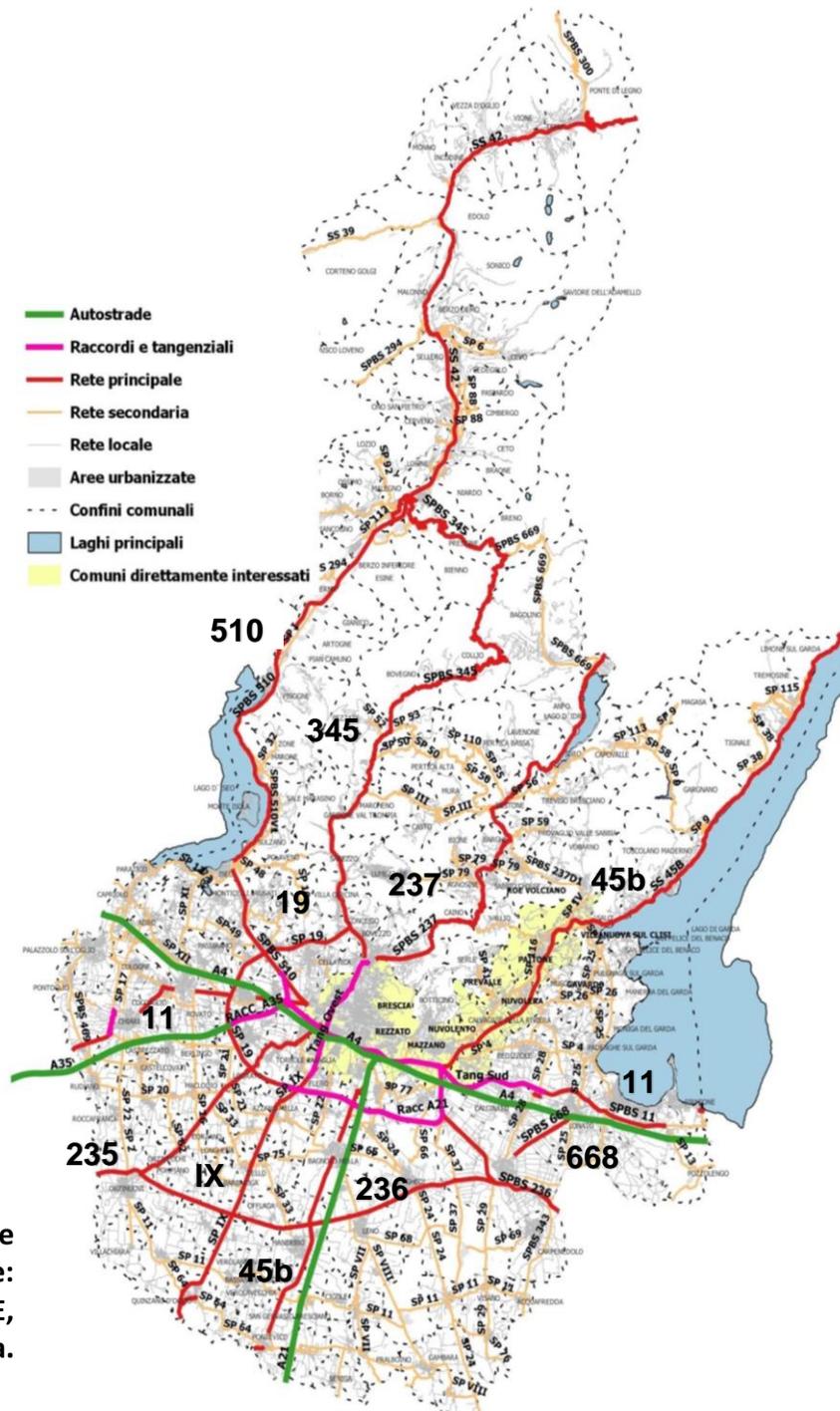


CeSCAM

OFFERTA DEL SISTEMA STRADALE A PIÙ LIVELLI Provinciale Area di studio

Fonte: PTVE, Provincia
di Brescia

Rappresentazione del sistema stradale
a livello provinciale. Fonte:
elaborazione autori su dati PTVE,
Provincia di Brescia.



Rappresentazione del sistema stradale a livello
dell'area di studio. Fonte: elaborazione autori su
dati PTVE, Provincia di Brescia.



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI BRESCIA



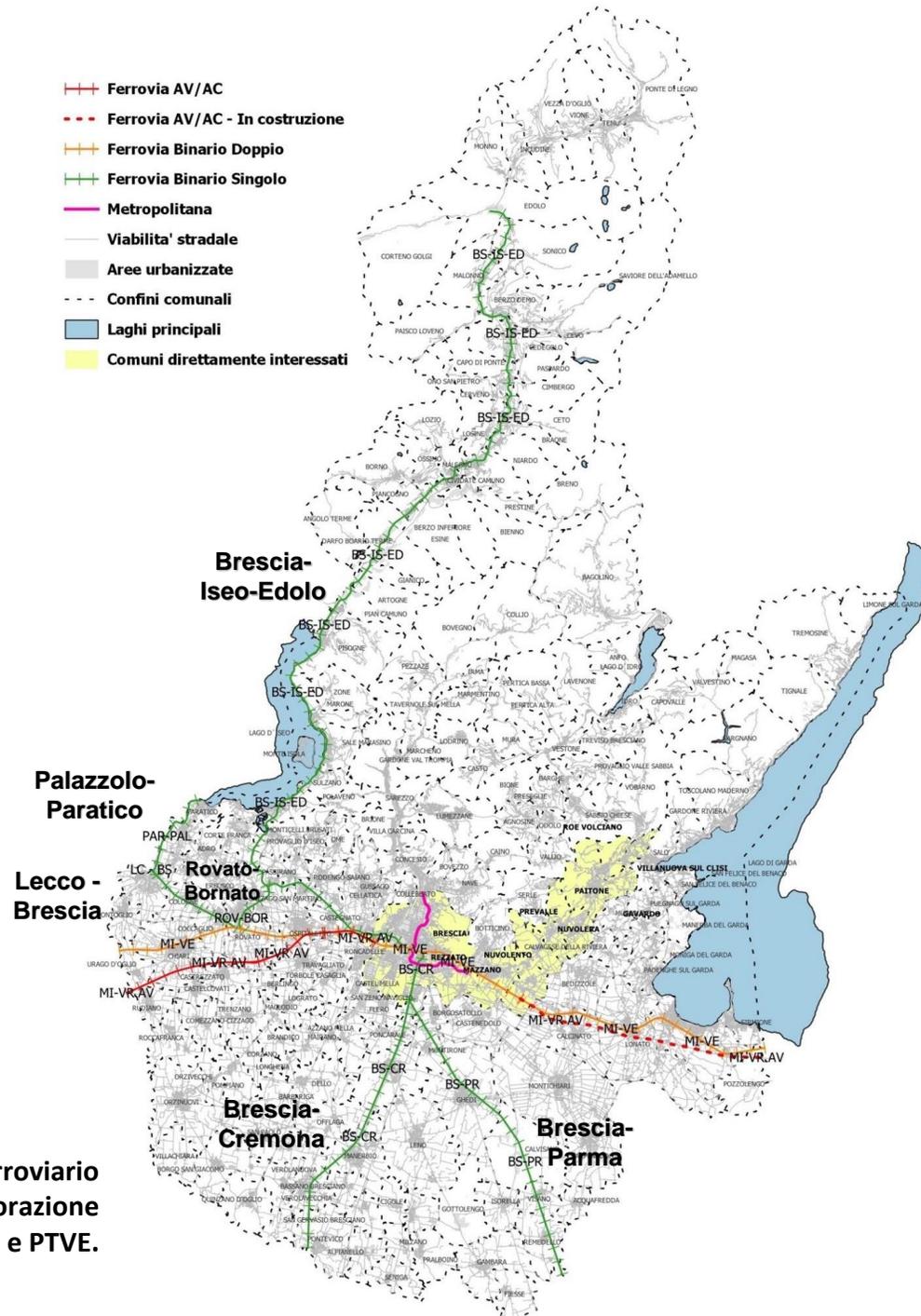
CeSCAM

- +—+ Ferrovie AV/AC
- - - Ferrovie AV/AC - In costruzione
- +—+ Ferrovie Binario Doppio
- +—+ Ferrovie Binario Singolo
- +—+ Metropolitana
- +—+ Viabilità stradale
- +—+ Aree urbanizzate
- - - Confini comunali
- +—+ Laghi principali
- +—+ Comuni direttamente interessati

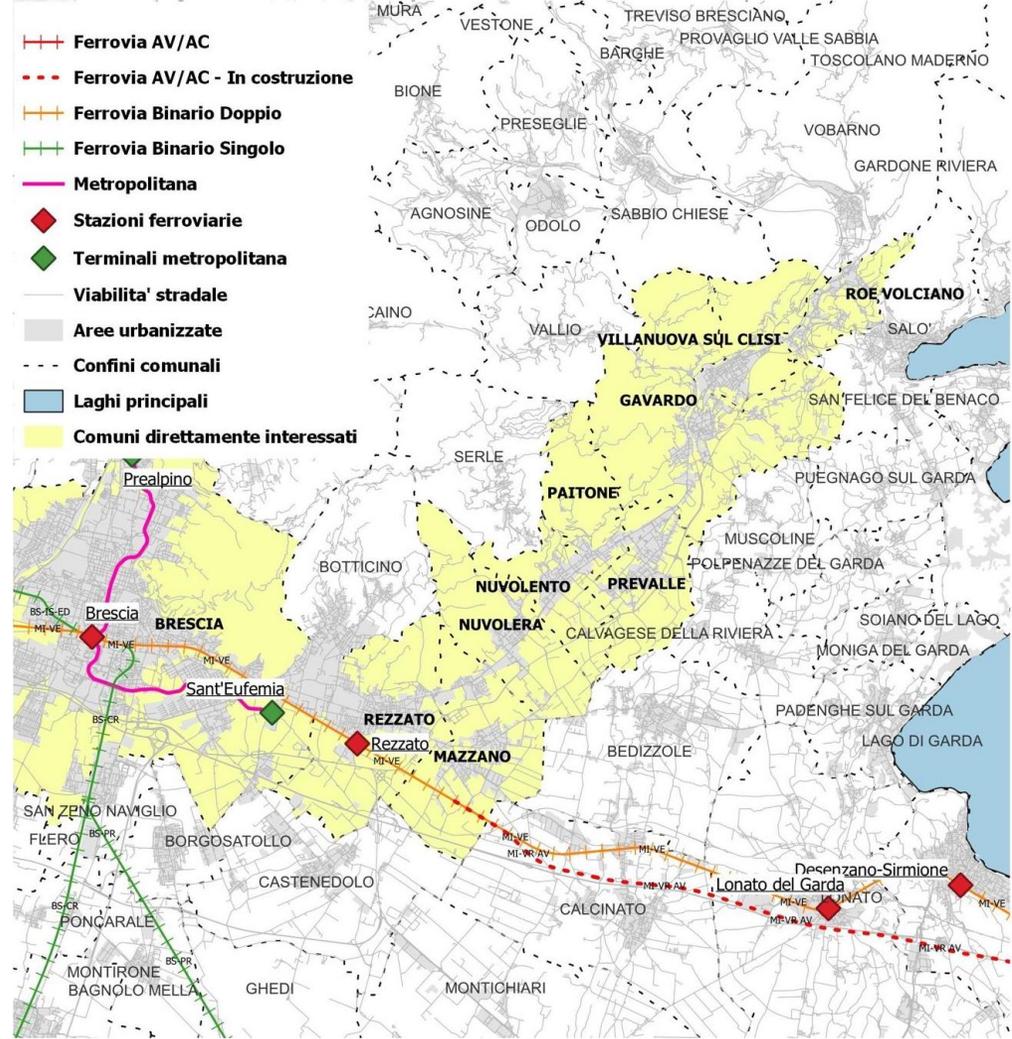
**OFFERTA DEL SISTEMA
FERROVIARIO A PIÙ
LIVELLI**
Provinciale
Area di studio

Fonte: PRMT, PTVE

Rappresentazione del sistema ferroviario
a livello provinciale. Fonte: elaborazione
autori su dati PRMT e PTVE.



- +—+ Ferrovie AV/AC
- - - Ferrovie AV/AC - In costruzione
- +—+ Ferrovie Binario Doppio
- +—+ Ferrovie Binario Singolo
- +—+ Metropolitana
- +—+ Stazioni ferroviarie
- +—+ Terminali metropolitana
- +—+ Viabilità stradale
- +—+ Aree urbanizzate
- - - Confini comunali
- +—+ Laghi principali
- +—+ Comuni direttamente interessati



Rappresentazione del sistema ferroviario a livello
dell'area di studio. Fonte: elaborazione autori su
dati PRMT e PTVE.



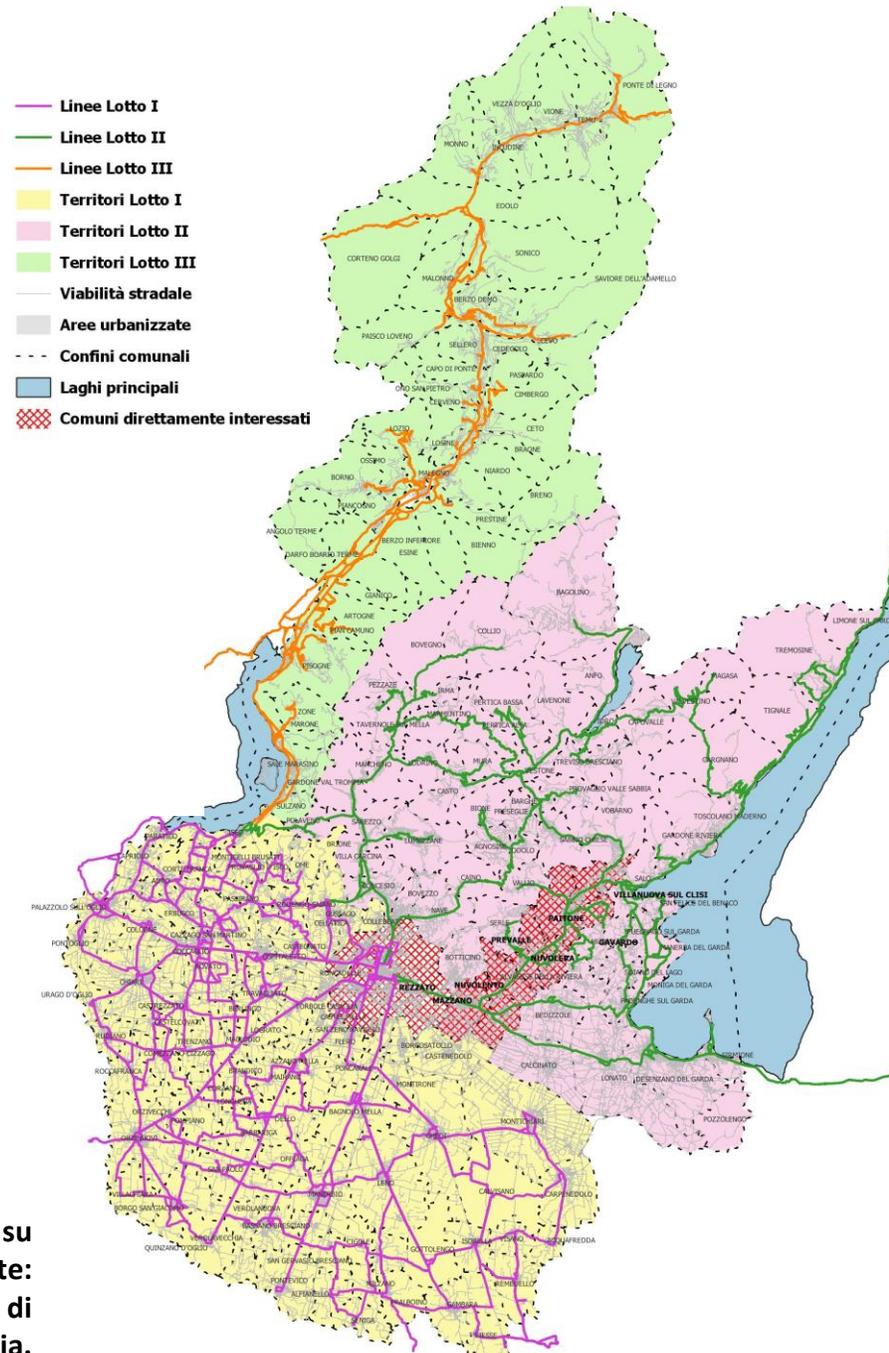
UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI BRESCIA



OFFERTA DEL SISTEMA COLLETTIVO SU GOMMA Provinciale Area di studio

Fonte: PTVE, TPL di
bacino, Agenzia TPL,
Provincia di Brescia.

Rappresentazione del sistema collettivo su
gomma a livello provinciale. Fonte:
elaborazione autori su dati PTVE, TPL di
bacino, Agenzia TPL, Provincia di Brescia.



Nome Linea

- BS-Tormini-Vestone
- - -** BS-Gargnano-Riva
- BS-Prevalle
- - -** Portese-Padenghe-Bedizzole-BS
- - -** BS-Desenzano-Castellaro
- Vallio-Porte-Gavardo
- Gavardo-San Quirico-Gavardo
- - -** Gavardo-Calvagese-Gavardo
- - -** Desenzano-Cunettone-Salò
- - -** Desenzano-Portese-Salò
- Desenzano-VR
- - -** Desenzano-Riva
- Nuvolento-Serle

Geografia

- Viabilità' stradale
- Aree urbanizzate
- - -** Confini comunali
- Laghi principali
- Comuni direttamente interessati



Rappresentazione del sistema collettivo su gomma a livello
dell'area di studio. Fonte: elaborazione autori su dati PTVE, TPL di
bacino, Agenzia TPL.

Considerazioni sull'offerta



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI BRESCIA



Rete delle infrastrutture stradali

- Rete stradale **parzialmente sottodimensionata** rispetto all'estensione del territorio ed alle caratteristiche degli insediamenti (nel corridoio: solo **1 itinerario principale** su 7 maggioritari e solo **1** sugli 12 di **viabilità principale** individuati)
- **Accessibilità problematica all'area metropolitana di Brescia**, con frequenti fenomeni di congestione del traffico
- Insufficiente livello di servizio lungo molteplici direttrici, **con particolare riferimento alla viabilità della SS45bis tra Brescia-Salò**
- **Carenza di collegamenti trasversali diretti** (quasi esclusivamente radiocentrici)

Rete delle infrastrutture ferroviarie

- Il corridoio in studio è **privo di infrastrutture ferroviarie** al suo servizio.

Rete dei servizi di trasporto collettivo su gomma

- **Carenza di collegamenti trasversali diretti**
- Linee parzialmente **sovrapposte** (e.g. Brescia-lago di Garda-Val Sabbia)

5

Domanda di trasporto
nel corridoio in studio allo stato di fatto

Domanda di trasporto



Spostamento

Atto di recarsi da un luogo (origine) ad un altro (destinazione), anche usando più mezzi o modi di trasporto.

Domanda di trasporto

Aggregazione dei singoli spostamenti durante il periodo di riferimento.



Matrice O/D

O / D	1	2	3	j	...	n
1	S_{11}	S_{12}	S_{13}				S_{1j}		S_{1n}
2									
3									
...									
i	S_{i1}	S_{i2}					S_{ij}		S_{in}
...									
...									
...									
n	S_{n1}	S_{n2}					S_{nj}		S_{nn}

D1
Domanda attratta dalla zona 1

O1
Domanda originata dalla zona 1

D
Domanda totale

Domanda di trasporto



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI BRESCIA



Sono state analizzate le matrici di mobilità derivanti dagli studi esistenti utilizzando due fonti ufficiali.

- **Matrice del pendolarismo ISTAT (2011)**
- **Matrice Passeggeri Regione Lombardia (2020)**

Tali matrici sintetizzano i dati più recenti relativi agli spostamenti delle persone attualmente disponibili



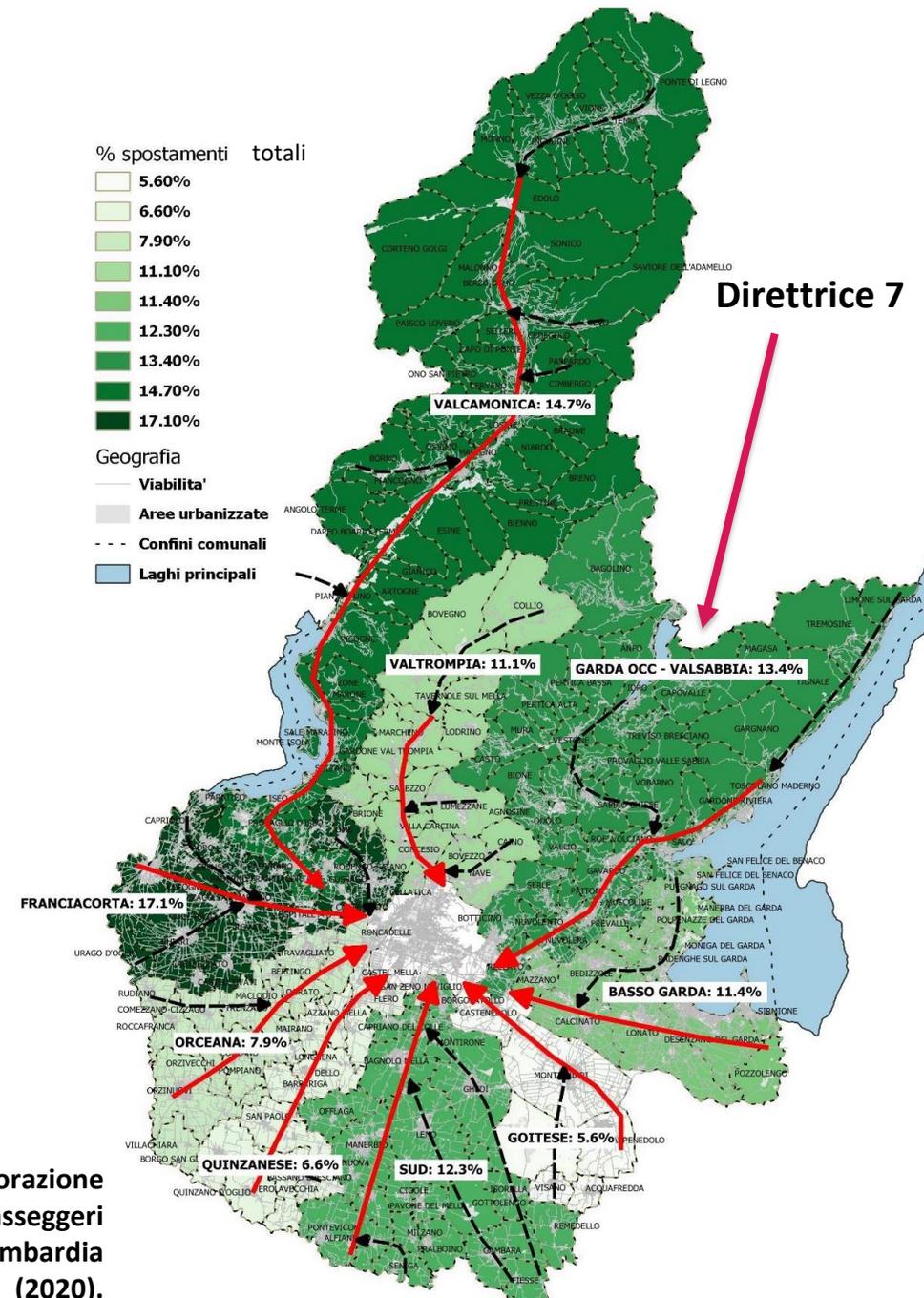
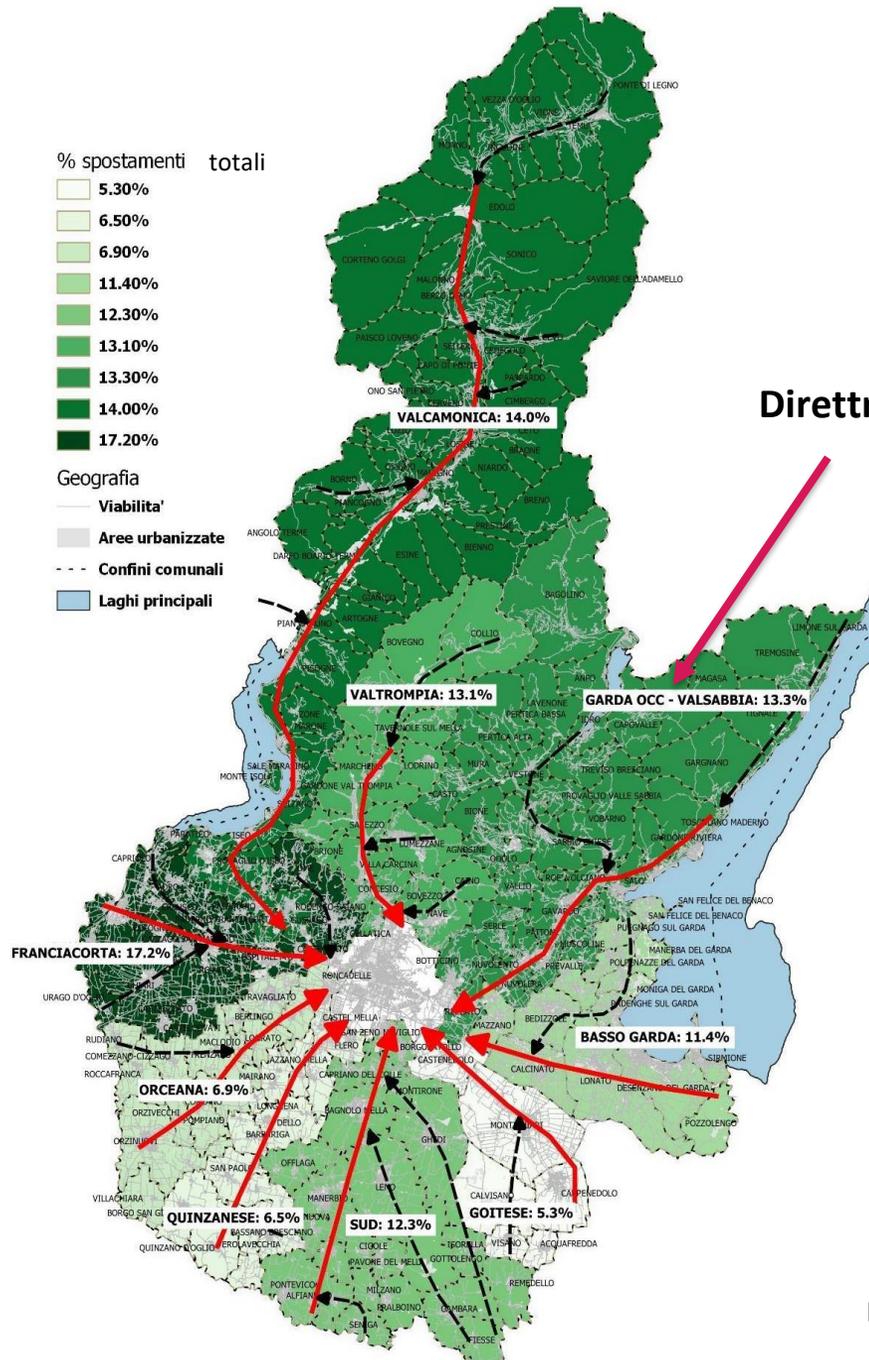
UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI BRESCIA



RIPARTIZIONE PERCENTUALE DELLA DOMANDA AGENTE LUNGO LE PRINCIPALI DIRETTRICI

Fonte: ISTAT, Regione
Lombardia

Elaborazione
Matrice del
Pendolarismo ISTAT
(2011).



Elaborazione
Matrice Passeggeri
Regione Lombardia
(2020).

Sintesi Matrici



Matrice ISTAT 2011 – Solo autovettura e bus, solo spostamenti sistematici

Componenti	Provincia di Brescia	Direttrice 7 (TPLBS)
Modo di trasporto autovettura	93% (spostamenti)	91.2%
Motivo lavoro	73.5%	73.9%
Motivo studio	26.5%	26.1%

Elevata propensione all'uso dell'auto per lavoro e studio

Motivo/Modo	Provincia di Brescia	Direttrice 7 (TPLBS)
Lavoro (auto)	98.4% (spostamenti)	98.1%
Studio (auto)	77.9%	71.6%

Discreta propensione all'uso del mezzo collettivo da parte degli studenti che usano la **direttrice 7**.

Matrice RL 2020 – Sintesi – Tutti i modi, tutti i motivi

Componenti	Provincia di Brescia	Direttrice 7 (TPLBS)
Modo di trasporto autovettura	74% (spostamenti)	72.3%

Motivo	Provincia di Brescia	Direttrice 7 (TPLBS)
Lavoro	39.3 % (spostamenti)	38.8 %
Studio	9.1%	9.4 %
Occasionali	47.9%	48.1%
Affari	3.69%	3.62%

Spostamenti Sistematici (P: 48.4%; D: 48.2%)

	Provincia di Brescia	Direttrice 6
Indice di mobilità	0,89	0,93

Motivo/Modo	Provincia di Brescia	Direttrice 7 (TPLBS)
Lavoro (autovettura)	78.9% (spostamenti)	78.3%
Studio (autovettura – bus)	42.3% - 39.4%	40.7% - 46.2%
Occasionali (autovettura)	75.1 %	72.8 %
Affari (auto)	86.1 %	84.2 %

La **direttrice 7** è la seconda per indice di mobilità della intera Provincia, riferito agli spostamenti originati.

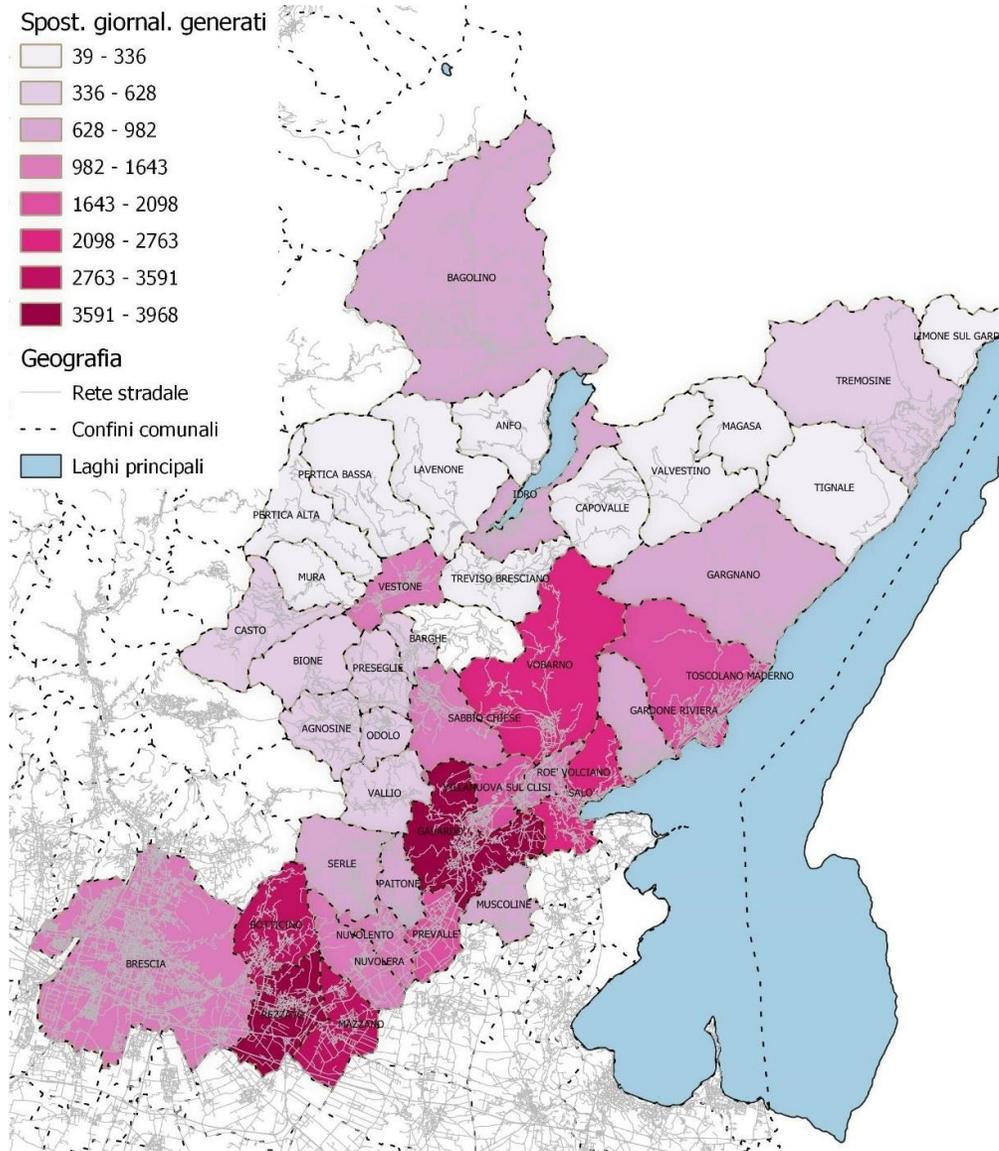


UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI BRESCIA

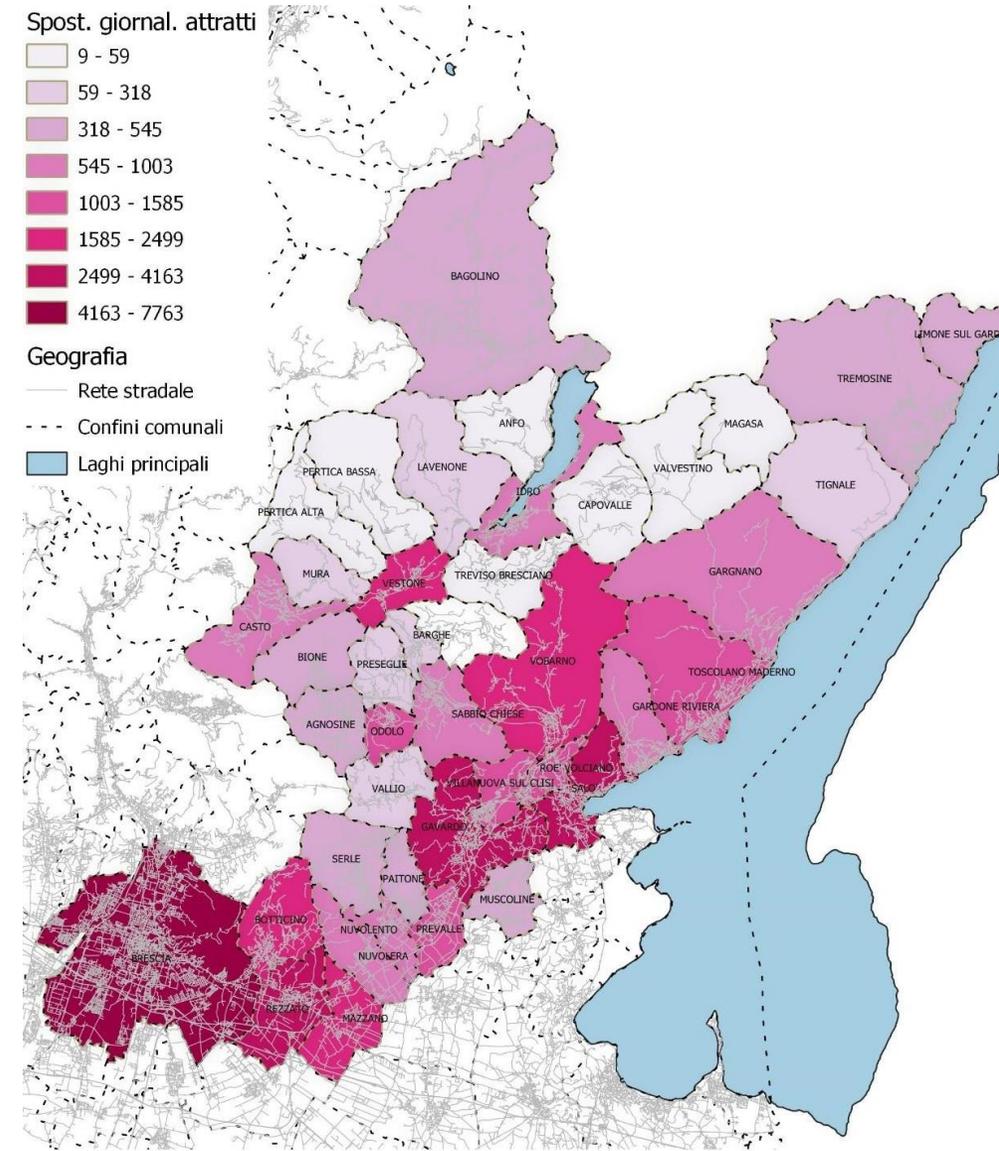


**SPOSTAMENTI
SISTEMATICI
GIORNALIERI DI
ANDATA
Attratti e generati dai
Comuni dell'area di
studio**

**Fonte: Matrice
pendolarismo ISTAT
(2011)**



Spostamenti generati



Spostamenti attratti

Sintesi Matrice ISTAT 2011



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI BRESCIA



Spostamenti in origine prevalenti	Spostamenti in destinazione prevalenti
Gavardo (52.7%)	Brescia (83.38%)
Rezzato (54.6%)	Salò (61.1%)
Mazzano (60.3%)	
Botticino (63.8%)	
Vobarno (50.9%)	

- Vocazione **residenziale** per i comuni Gavardo, Rezzato, Mazzano, Botticino e Vobarno
- Vocazione **lavorativa-commerciale** per Brescia e Salò



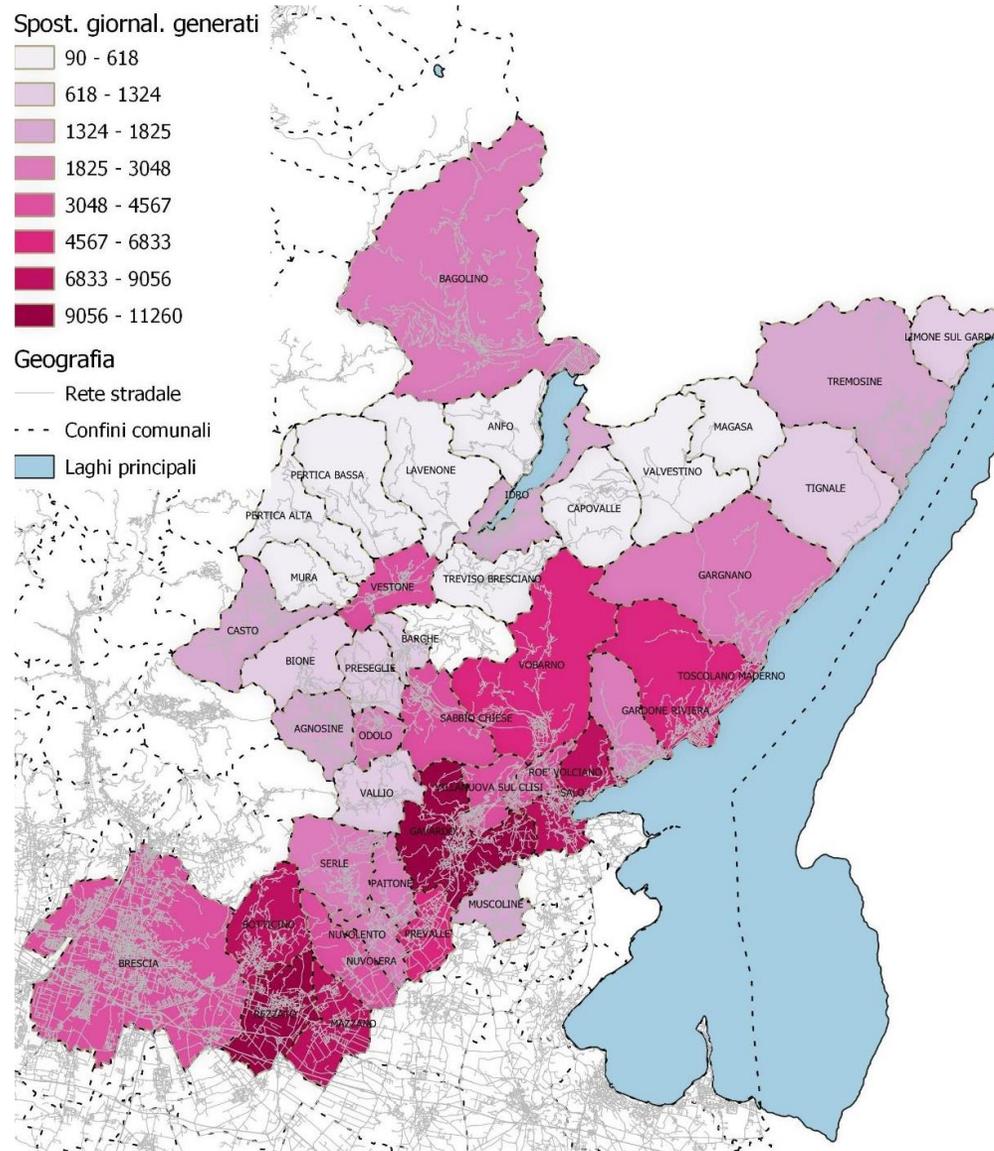
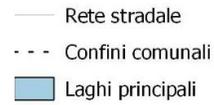
UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI BRESCIA



Spost. giornal. generati



Geografia

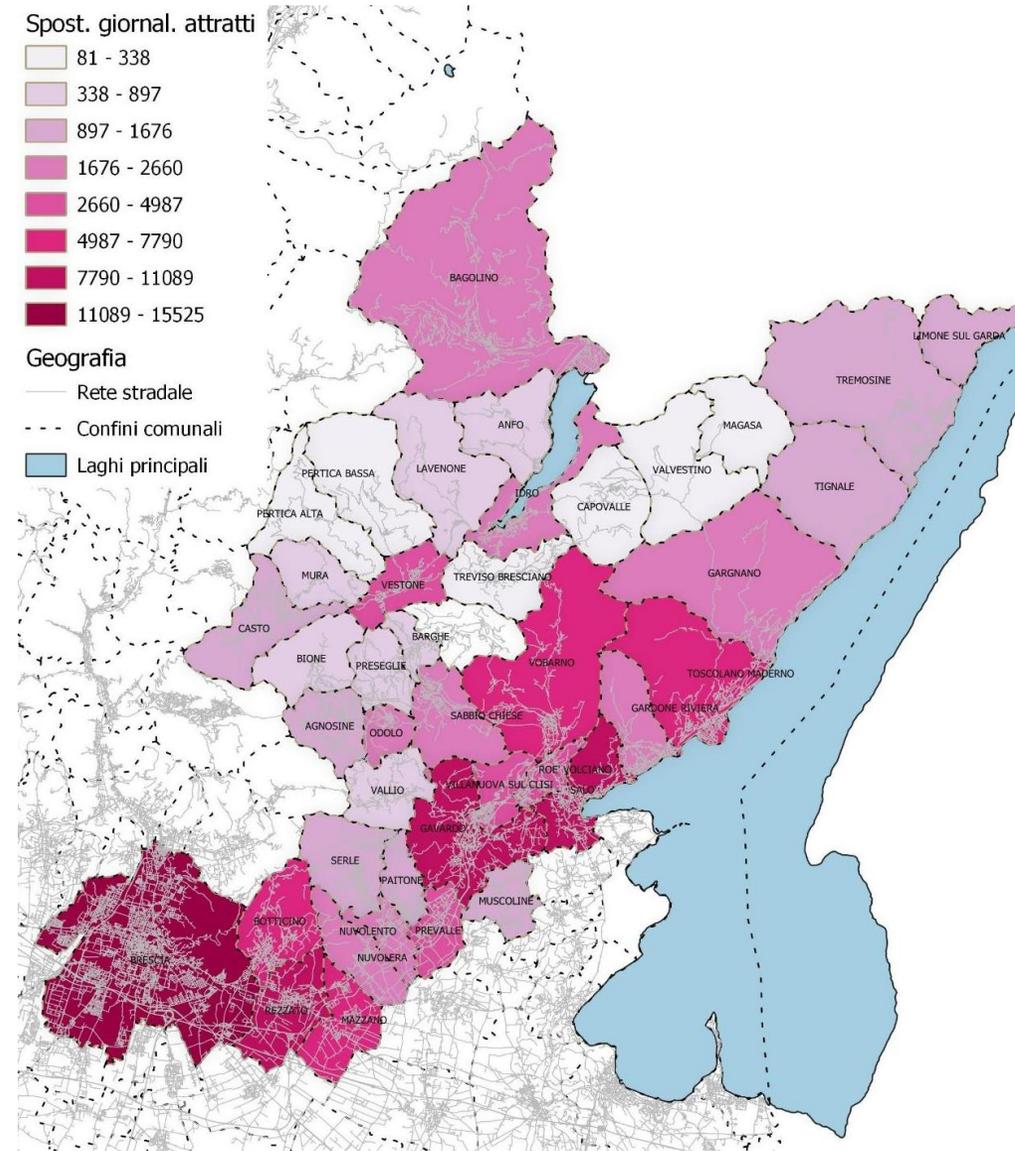
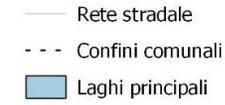


Spostamenti generati

Spost. giornal. attratti



Geografia



Spostamenti attratti

SPOSTAMENTI GIORNALIERI

DI ANDATA

Attratti e generati dai
Comuni dell'area di studio

Fonte: Matrice Passeggeri
Regione Lombardia (2020)

- **1524 zone di traffico**
- **8 modi** (auto
conducente, auto
passeggero, TPL gomma,
TPL ferro, moto, bici,
piedi e altro)
- **4 motivi** (lavoro, studio,
occasionalmente ed affari)

Sintesi Matrice RL (2020)



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI BRESCIA



Spostamenti in origine prevalenti	Spostamenti in destinazione prevalenti
Rezzato (50.4%)	Gavardo (52.4%)
Mazzano (53.4%)	Brescia (79.7%)
Botticino (58.3%)	Salò (55%)
Vobarno (51.8%)	

- Vocazione **residenziale** per i comuni Rezzato, Mazzano, Botticino e Vobarno
- Vocazione **lavorativa-commerciale** per Brescia e Salò

Analisi sulle prime **100 Coppie OD** della matrice. Il **42%** è di interesse per il nuovo sistema di trasporto

% Spostamenti con Origine o Destinazione Brescia	% Spostamenti con Origine o Destinazione fuori Brescia
39.9 %	60.1 %

Il nuovo sistema di trasporto sarebbe utile anche agli utenti in movimento fra i comuni che non interessano spostamenti con Brescia!



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI BRESCIA



FLUSSI DI TRAFFICO VEICOLARE

SS 45S (Gardesana Occidentale Ramo nord)

(km 56+095) - Nuvolento

Aprile-ottobre 2019

Dati elaborati: 1.75 milioni

Fonte: ANAS

SP 116 (Virle Treponti-Villanuova sul Clisi)

(km 53+200) - Nuvolera

26 febbraio-7 marzo 2019

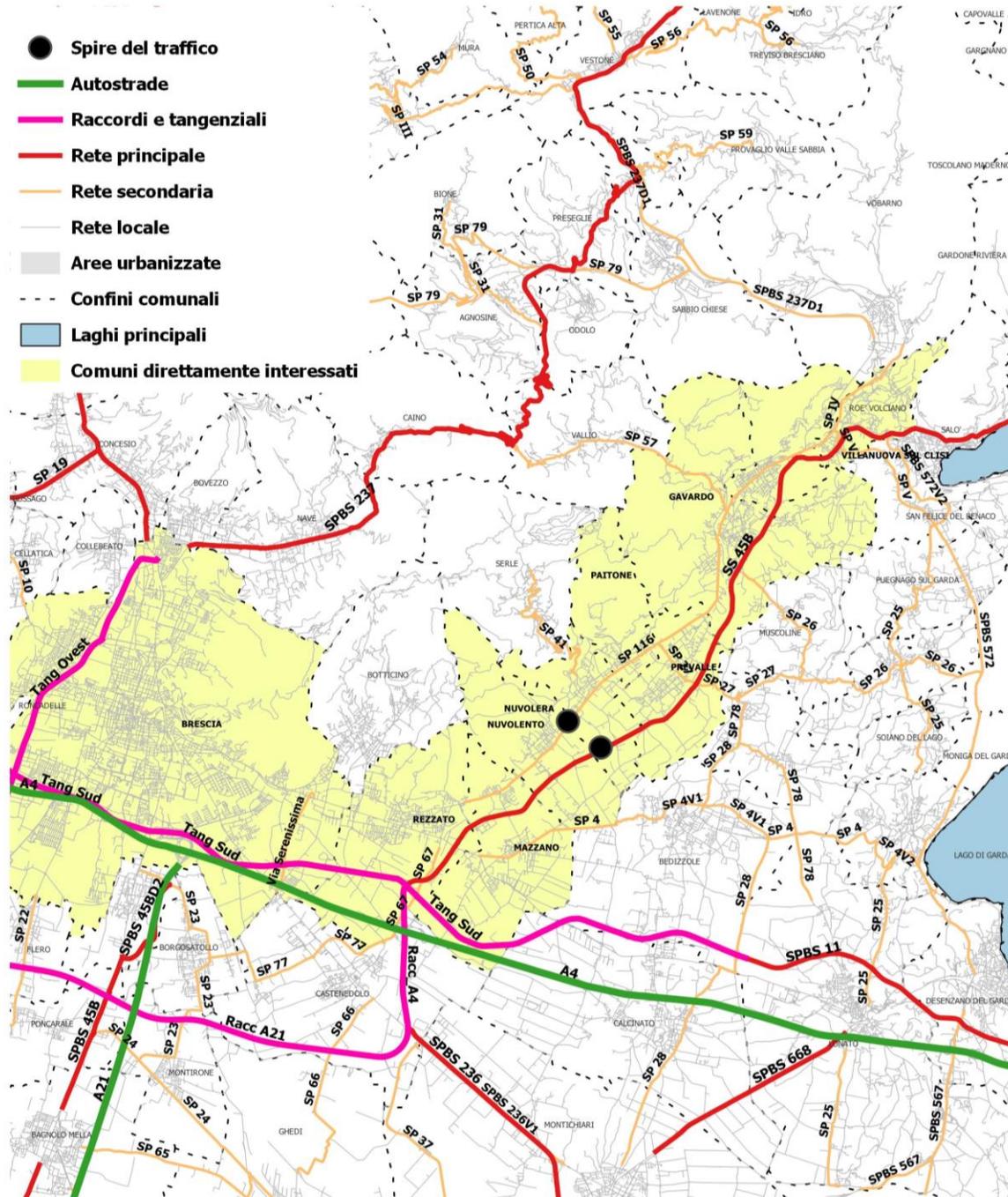
24 settembre-3 ottobre 2019

Dati elaborati: 0.3 milioni

Fonte: Provincia di Brescia

Principali elaborazioni:

- Flusso giornaliero medio per giorno settimana;
- Composizione veicolare media per ogni giorno
- Flusso orario medio per giorno
- Velocità veicolari - Nuvolento

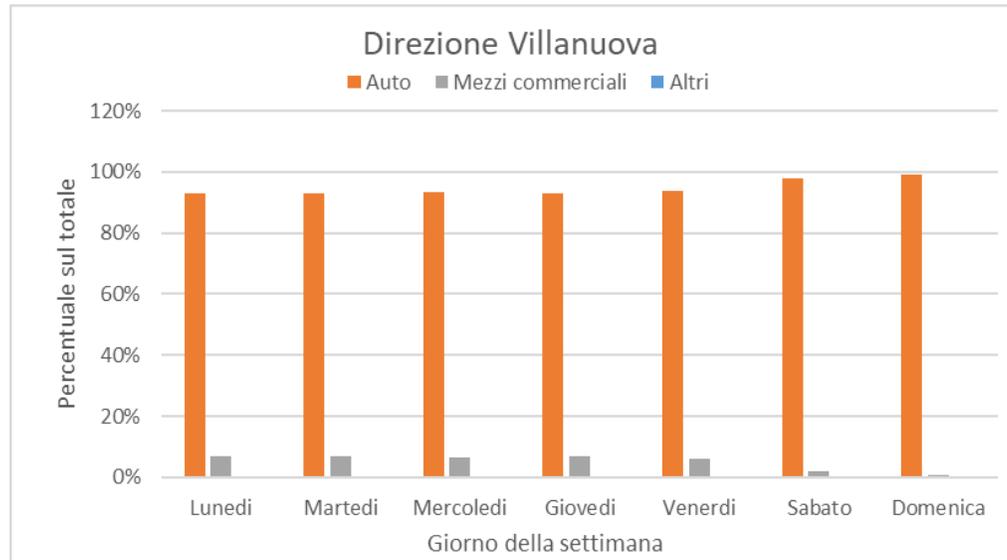
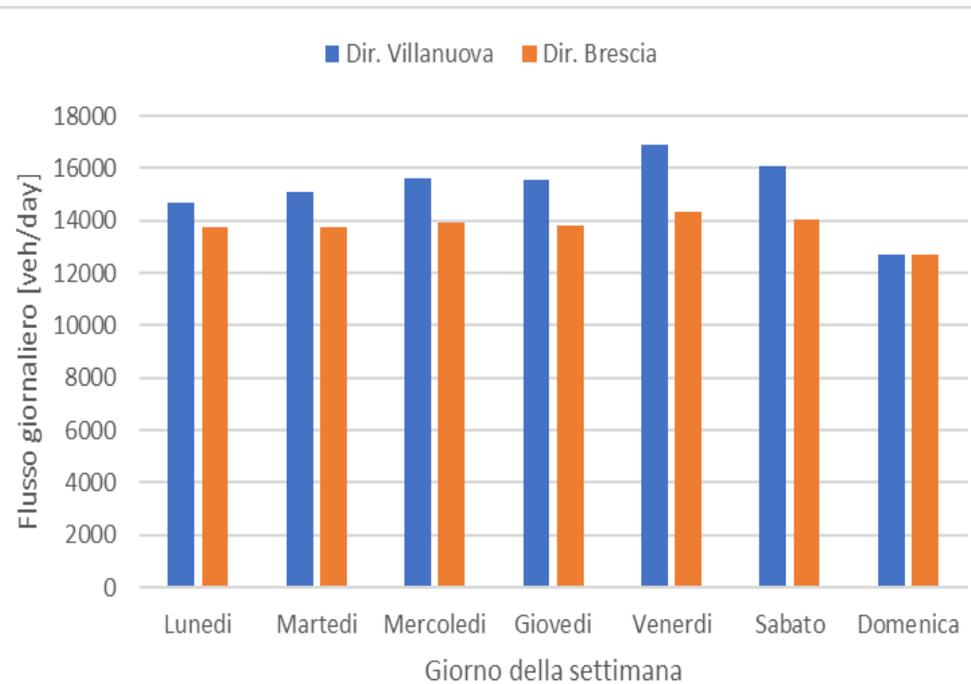




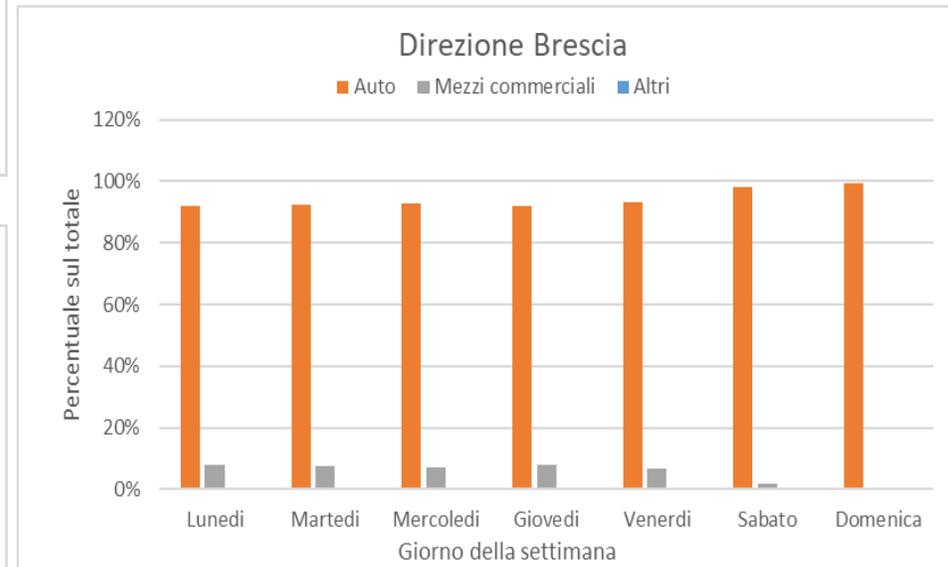
UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI BRESCIA



**SS 45S (Gardesana
Occidentale Ramo
nord)**



- Flusso complessivo 25'400 - 31'200 veh/giorno
- Il flusso in direzione Villanuova sulla SP 45 BIS è mediamente maggiore di circa l'11% rispetto a quello in direzione Brescia.
- Il traffico dei giorni feriali è tendenzialmente maggiore rispetto a quello dei giorni festivi.
- Venerdì giorno peggiore (Sist+Occ)



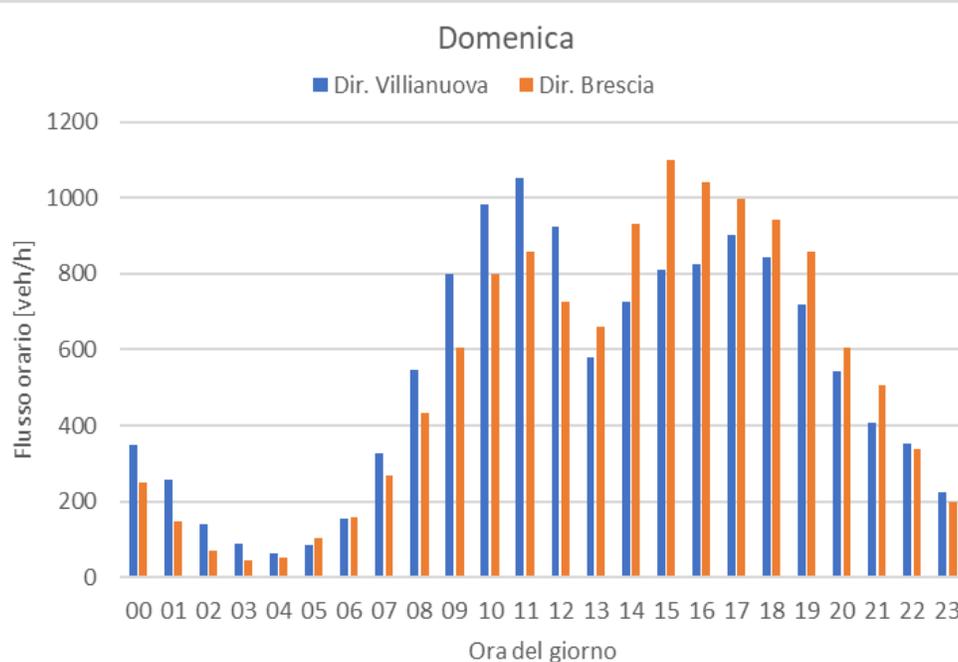
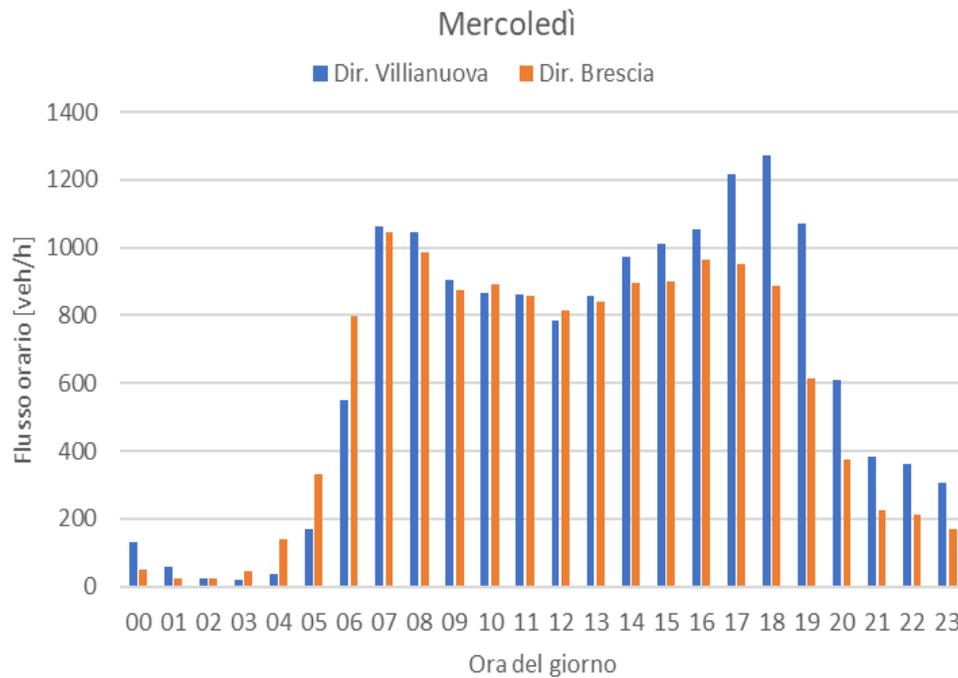
**l'autovettura è la principale componente
veicolare: 80% feriale; 90% festiva**



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI BRESCIA



**SS 45S (Gardesana
Occidentale Ramo
nord)**



Giorno medio feriale

- Andamento a due massimi (7:00-9:00 e 17:00-19:00).
- Di mattina flussi bilanciati
- Durante la sera il traffico sbilanciato verso Villanuova (anche 40%)

Giorno medio festivo

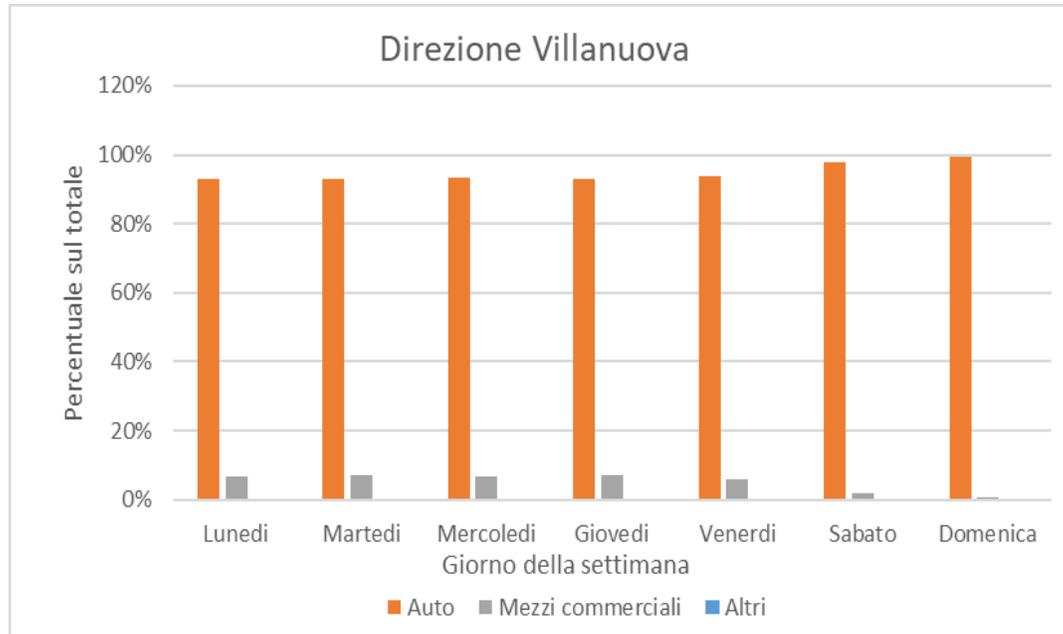
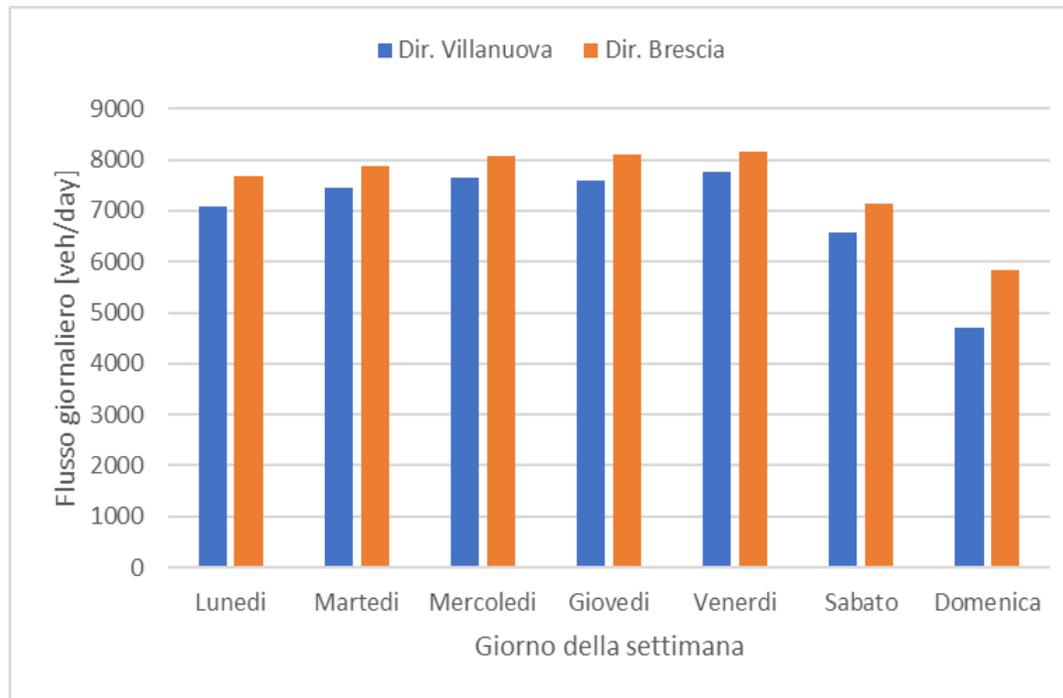
- Andamento a due massimi (11:00-13:00 e 15:00-17:00)
- Di mattina flussi verso Villanuova
- Di sera verso Brescia con differenze importanti nella fascia delle 15.00



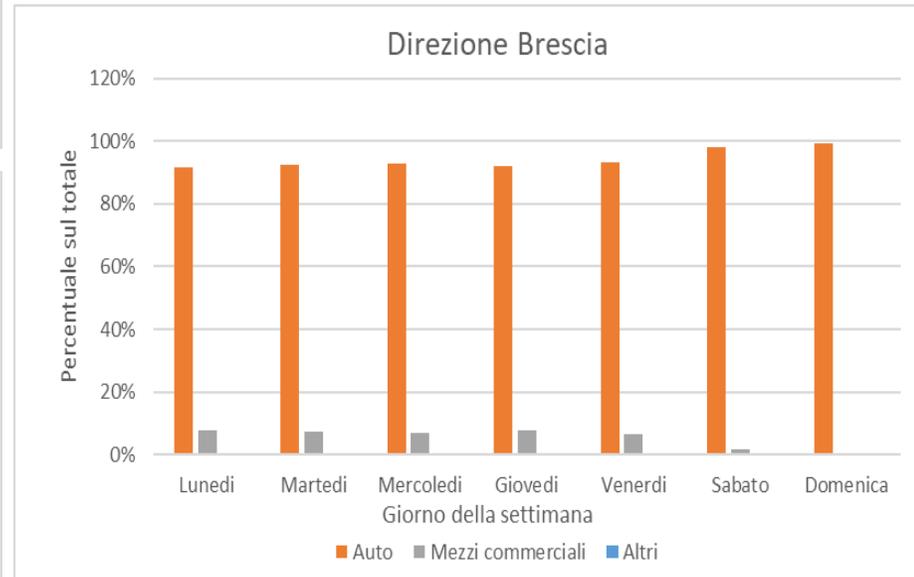
UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI BRESCIA



SP 116 (Virle Treponti- Villanuova sul Clisi)



- Flusso complessivo 10'500 - 15'900 veh/giorno
- Il flusso in direzione Brescia sulla SP 116 è mediamente maggiore di circa l'8% rispetto a quello in direzione Villanuova.
- Il traffico dei giorni feriali è tendenzialmente maggiore rispetto a quello dei giorni festivi.
- Venerdì giorno peggiore (Sist+Occ)



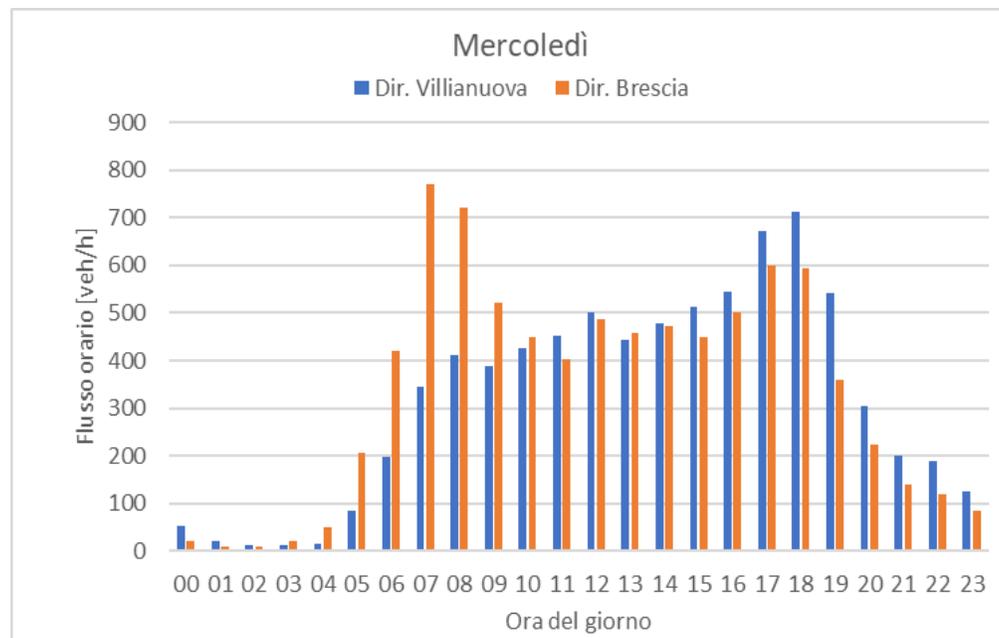
L'autovettura è la principale componente veicolare: 90% feriale; 99 % festiva



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI BRESCIA

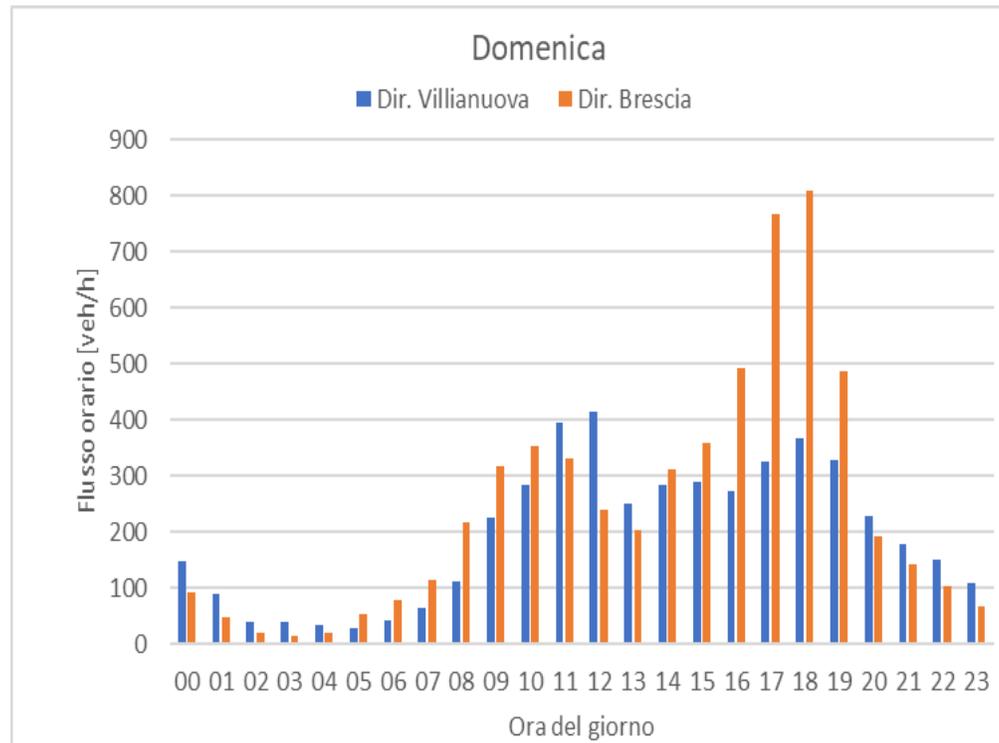


**SP 116 (Virle
Treponti-
Villanuova sul
Clisi)**



Giorno medio feriale

- Andamento a due massimi (7:00-9:00 e 17:00-19:00).
- Di mattina flussi verso Brescia
- Di sera verso Villanuova



Giorno medio festivo

- Andamento a due massimi (11:00-13:00 e 17:00-19:00).
- Di mattina flussi verso Villanuova
- Di sera verso Brescia con differenze rilevanti (1.35)

Considerazioni sulla domanda



Direttrice Brescia - Garda Occidentale-Valsabbia

- **3° posto** nell'intera provincia di Brescia per **quantità di spostamenti originati o attratti**.
- Schema di domanda a **due poli**:
 - (i) **Brescia e suo hinterland** (Botticino, Rezzato e Nuvolera).
 - (ii) **Salò e Gavardo**, con influenza estesa fino a Vobarno e Vestone in Valsabbia, e a Toscolano Maderno.
- Gli **utenti** della direttrice hanno una **maggiore propensione all'utilizzo del mezzo collettivo** rispetto alla media provinciale.

Principale arteria stradale (SS 45b)

- È interessata da frequenti fenomeni di congestione del traffico. La causa è l'elevata domanda di trasporto individuale:
 - (i) lavoratori e/o studenti -> ore di maggior traffico del mattino e della sera dei giorni feriali
 - (ii) Turisti -> tardo pomeriggio domenicale di rientro in città

Ulteriori arterie stradali (SP 116 & SP237)

- Alternativa alla congestionata SP 45b:
 - (i) lavoratori e/o studenti -> ore di maggior traffico del mattino dei giorni feriali
 - (ii) turisti -> durante il tardo pomeriggio domenicale di rientro in città

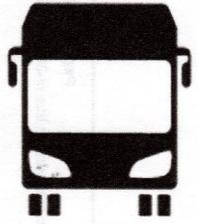
6

Classificazione preliminare dei possibili sistemi di trasporto collettivo

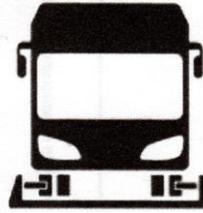
Tipologie di sistemi di trasporto collettivo a guida semivincolata e vincolata



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI BRESCIA



BUSVIA (BUS-WAY)



BUSVIA A GUIDA VINCOLATA
(O-BAHN)



FILOVIA A GUIDA VINCOLATA
(O-BAHN A TRAZIONE ELETTRICA)



TRAMVIA



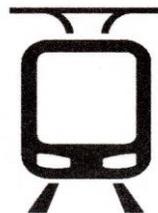
TRAMVIA SU GOMMA



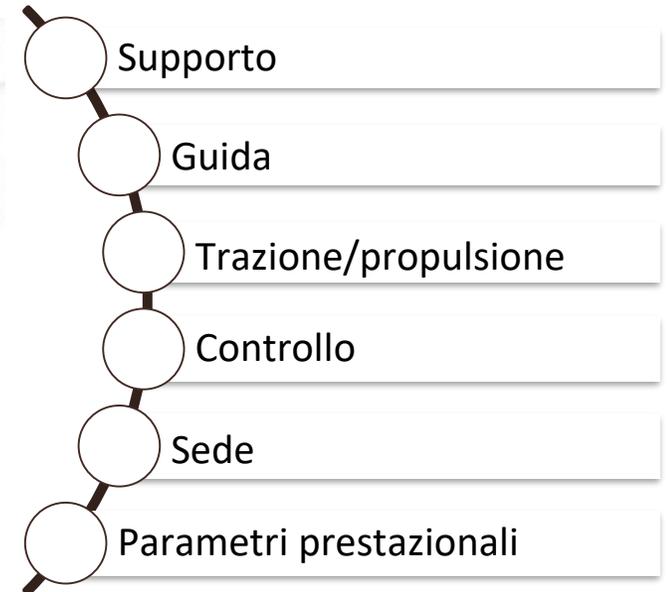
METROTRAMVIA



TRAM-TRENO



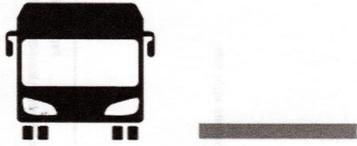
METROPOLITANA LEGGERA
E/O AUTOMATICA SU
FERRO



Busvia



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI BRESCIA



Supporto: Ruota gommata su pavimentazione stradale

Guida: libera entro la sezione della sede

Trazione/propulsione: motore a combustione interna, ibrido (diesel-elettrico, etc.), oppure elettrico.

Controllo: Marcia a vista

Sede: propria o protetta



Queensland (Australia)



Bogotá (Colombia)

Busvia a guida vincolata



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI BRESCIA



Supporto: Ruota gommata su pavimentazione stradale

Guida: semivincolata entro le sezioni di rotolamento degli pneumatici.

Trazione/propulsione: motore a combustione interna, ibrido (diesel-elettrico, etc.), oppure elettrico

Controllo: Marcia a vista

Sede: promiscua, riservata o protetta



Leigh-Salford-Manchester (Inghilterra)



Cambridge (Inghilterra)

Filovia a guida vincolata (O-bahn)



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI BRESCIA



Supporto: Ruota gommata su pavimentazione stradale

Guida: semi-vincolata (o asservita) entro la sede

Trazione/propulsione: motore elettrico alimentato da linea aerea di contatto (prevalente). Oggi anche filobus tri-modale alimentazione termica, elettrica da rete e batterie.

Controllo: Marcia a vista

Sede: protetta o propria



Essen (Germania)

Tramvia classica



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI BRESCIA



Supporto: ruota in acciaio su rotaia in acciaio

Guida: vincolata

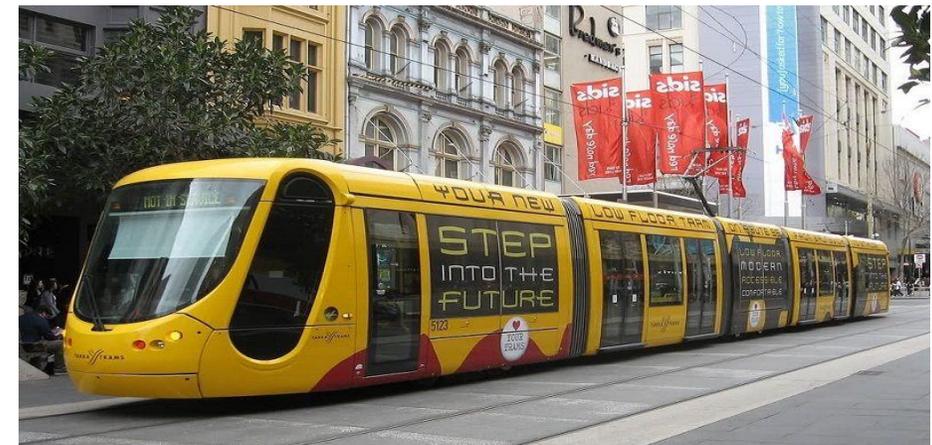
Trazione/propulsione: motore elettrico.

Controllo: Marcia a vista (generalmente)

Sede: promiscua o riservata o protetta (caso decisamente più comune per i nuovi impianti)



Parigi (Francia)



Mulhouse (Francia)

Tramvia su gomma



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI BRESCIA



Supporto: ruota gommata su pavimentazione stradale

Guida: semi-vincolata o asservita di tipo meccanica, magnetico, ottico, etc.

Trazione/propulsione: motore elettrico prevalente, ma anche termico se trazione bimodale

Controllo: Marcia a vista

Sede: riservata o protetta



Venezia (Italia)



Padova (Italia)

Metrotramvia o Tramvia veloce



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI BRESCIA



Supporto: ruote d'acciaio su rotaia in acciaio

Guida: vincolata

Trazione/propulsione: motore elettrico
convenzionale o a celle di combustibile

Controllo: Marcia a vista (generalmente)

Sede: promiscua o riservata o protetta (soluzione
maggiormente diffusa nella scelta progettuale e
realizzativa di tracciati moderni)



Bordeaux (Francia)



Strasburgo (Francia)

Tram-treno



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI BRESCIA



Supporto: ruote d'acciaio volventi su rotaia in acciaio

Guida: vincolata

Trazione/propulsione: motore elettrico convenzionale, ibrido (diesel-elettrico) o a celle di combustibile

Controllo su tratti di linea tramviaria urbana o suburbana: Marcia a vista

Controllo su tratti di linea ferroviaria: di tipo ferroviario

Sede tratti di linea tramviaria: promiscua o riservata o protetta o propria

Sede tratti di linea ferroviaria: propria



Chemnitz (Germania)

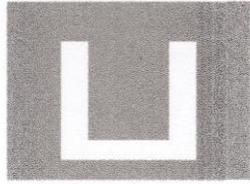
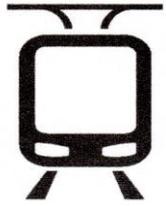


Karlsruhe (Germania)

Metropolitana leggera e automatica su ferro



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI BRESCIA



Supporto: ruota in acciaio su rotaia in acciaio

Guida: vincolata

Trazione/propulsione: motore elettrico

Controllo: marcia strumentale. Spesso sono completamente “automatiche” (tecnologia driverless)

Sede: propria (solitamente in galleria e/o sopraelevata)



Utrecht (Olanda)



Brescia (Italia)

7

Comparazione preliminare
tra sistemi di trasporto collettivo alternativi

Approccio multicriteri



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI BRESCIA



FASE 1 – CRITERI & PARAMETRI

Identificazione di un elenco di parametri prestazionali in accordo alla letteratura ed esperienza professionale

FASE 2 – PESO DI CRITERI E PARAMETRI

Coinvolgere gli stakeholder – processo partecipativo per fornire un giudizio di importanza su criteri e parametri

Elaborare i dati raccolti dal processo partecipativo mediante un metodo di confronto a coppie (AHP) per calcolare i pesi associati

FASE 3 – MISURA DELLA PERFORMANCE DEI PARAMETRI

Raccogliere i dati sui principali parametri prestazionali sulla base di case studies europei

Elaborare i dati raccolti per presentare delle misure di prestazione per ogni parametro associato al sistema di trasporto

FASE 4 – INDIVIDUAZIONE SISTEMA

Applicare il metodo della somma pesata per classificare ogni sistema di trasporto al fine di individuare il sistema di miglior compromesso

Scegliere il sistema di trasporto collettivo a guida semivincolata o vincolata secondo un metodo integrato di metodologie *Multi-Criteria Decision Making*

Fase I. Criteri e parametri



Criterio	Parametro	Unità di misura
A - Caratteristiche generali del sistema	Popolazione servita o Passeggeri attesi	[#]
	Estensione della rete	[km]
	Numero di stazioni e fermate	[#]
	Distanza media fra le fermate	[km]
	Grado di separazione della sede (del sistema di trasporto)	ordinale
B - Caratteristiche infrastrutturali	Tipo della pavimentazione	nominale
	Localizzazione della sede (rispetto alla strada)	ordinale
	Pendenza massima superabile	[%]
	Raggio di curvatura minimo	[m]
	Altezza banchina	[mm]
C - Caratteristiche funzionali	Frequenza massima (intertempo minimo)	[<u>ve</u> i/h]
	Capacità massima della linea	[pass/h]
	Velocità commerciale	[km/h]
	Regolarità/puntualità del servizio	Ordinale
D -Impatti	Intrusione visiva	Ordinale
	Emissioni CO ₂	[grCO ₂ /km]
	Inquinamento acustico	[dB]
	Sicurezza	Ordinale
E - Costi & Tempi	Disincentivazione dell'uso dell'autovettura individuale	Ordinale
	Realizzazione	[M€/km]
	Esercizio/gestione	[€/km]
F- Integrazione trasporti-territorio	Tempi di realizzazione	[Anni]
	Sviluppo economico del territorio	Ordinale
	Accessibilità	Ordinale
	Integrazione con sistemi di trasporto collettivo esistenti	Ordinale

Definizione dei **parametri selezionati** dalla revisione della letteratura scientifica nazionale ed internazionale

Risultato: 25 parametri specifici

- Anastasiadou K, Demiridis N., Pyrgidis C., Ricci S. (2022) - Scelta multicriteri fra sistemi di trasporto urbani a guida vincolata: un approccio alla mobilità sostenibile – Ingegneria Ferroviaria, Anno LXXVII n. 3, pp.197-218
- Corona G., Festa D.C. (a cura di), 2022 – Sistemi di trasporto pubblico locale. Pianificazione, Progettazione ed esercizio. EGAF srl, PP. 1-688
- De Aloe, M., Ventura, R., Bonera, M., Barabino, B., & Maternini, G. (2022). **Applying cost-benefit analysis to the economic evaluation of a tram-train system: Evidence from Brescia (Italy)**. *Research in Transportation Business & Management*, 100916.
- Ventura, R., Bonera, M., Carra, M., Barabino, B., & Maternini, G. (2022). **Evaluating the viability of a Tram-Train system. A case study from Salento (Italy)**. *Case Studies on Transport Policy*, 10(3), 1945-1963.

Fase II. Peso dei criteri e dei parametri -Questionario



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI BRESCIA



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI BRESCIA



PROVINCIA
DI BRESCIA

Benvenuto!

Lo scopo del questionario è individuare una scala di priorità tra differenti tipologie di sistemi di trasporto rapido a guida vincolata/semi vincolata da realizzarsi tra Brescia e Villanuova sul Clisi - Roè Volciano.

Per fare ciò, le verrà chiesto di valutare fra una coppia di criteri e parametri il più pertinente e in che misura scegliendo un valore che indica la forza della preferenza.

ESEMPIO

	5	4	3	2	1	2	3	4	5	
CRITERIO A	●	○	○	○	○	○	○	○	○	CRITERIO B
CRITERIO C	○	○	○	○	●	○	○	○	○	CRITERIO D
CRITERIO E	○	○	○	○	○	○	○	●	○	CRITERIO F

Nell'esempio, il CRITERIO A risulta essere 5 volte più importante del CRITERIO B per la valutazione di un X criterio, cioè ha un'importanza estrema.
Nella seconda riga invece il CRITERIO C e il CRITERIO D risultano essere della stessa importanza un quanto pari a 1.
Nella terza riga invece, il CRITERIO F risulta essere 3 volte più importante del CRITERIO E, pertanto la sua rilevanza è forte.

Il questionario richiederà in totale circa 10 minuti e prevede 6 Step di valutazione.

STEP 1 - Criteri primari

La preghiamo di valutare ogni confronto a coppie e contrassegnare il numero appropriato dell'importanza del confronto (1 = uguale importanza tra i due elementi; 3 = importanza rilevante o forte di un elemento rispetto a un altro; 5 = Estrema importanza di un elemento; 2,4 = Valori intermedi tra i due adiacenti).

QUALE CRITERIO CONSIDERA PIU' RILEVANTE NELLA SCELTA DI UN SISTEMA DI TRASPORTO RAPIDO DI MASSA?

CRITERIO A	5	4	3	2	1	2	3	4	5	CRITERIO B
Caratteristiche di sistema	○	○	○	○	○	○	○	○	○	Caratteristiche infrastrutturali
Caratteristiche infrastrutturali	○	○	○	○	○	○	○	○	○	Caratteristiche funzionali
Caratteristiche funzionali	○	○	○	○	○	○	○	○	○	Costi e tempi
Costi e tempi	○	○	○	○	○	○	○	○	○	Impatti
Impatti	○	○	○	○	○	○	○	○	○	Integrazione trasporti-territorio
Integrazione trasporti-territorio	○	○	○	○	○	○	○	○	○	Caratteristiche di sistema
Caratteristiche di sistema	○	○	○	○	○	○	○	○	○	Caratteristiche funzionali
Caratteristiche funzionali	○	○	○	○	○	○	○	○	○	Impatti
Impatti	○	○	○	○	○	○	○	○	○	Caratteristiche infrastrutturali
Caratteristiche infrastrutturali	○	○	○	○	○	○	○	○	○	Costi e tempi
Costi e tempi	○	○	○	○	○	○	○	○	○	Integrazione trasporti-territorio
Integrazione trasporti-territorio	○	○	○	○	○	○	○	○	○	Caratteristiche funzionali
Caratteristiche di sistema	○	○	○	○	○	○	○	○	○	Costi e tempi
Caratteristiche infrastrutturali	○	○	○	○	○	○	○	○	○	Integrazione trasporti-territorio
Impatti	○	○	○	○	○	○	○	○	○	Caratteristiche di sistema

- **Questionario: strutturato in 7 passi.**
- **Raccolta dati:** Criteri e parametri valutati utilizzando una scala da 1 a 5 punti
- **Elaborazione dati:** Tecnica del confronto a coppie
- **Presentazione dei risultati:** pesi di importanza per criteri e parametri

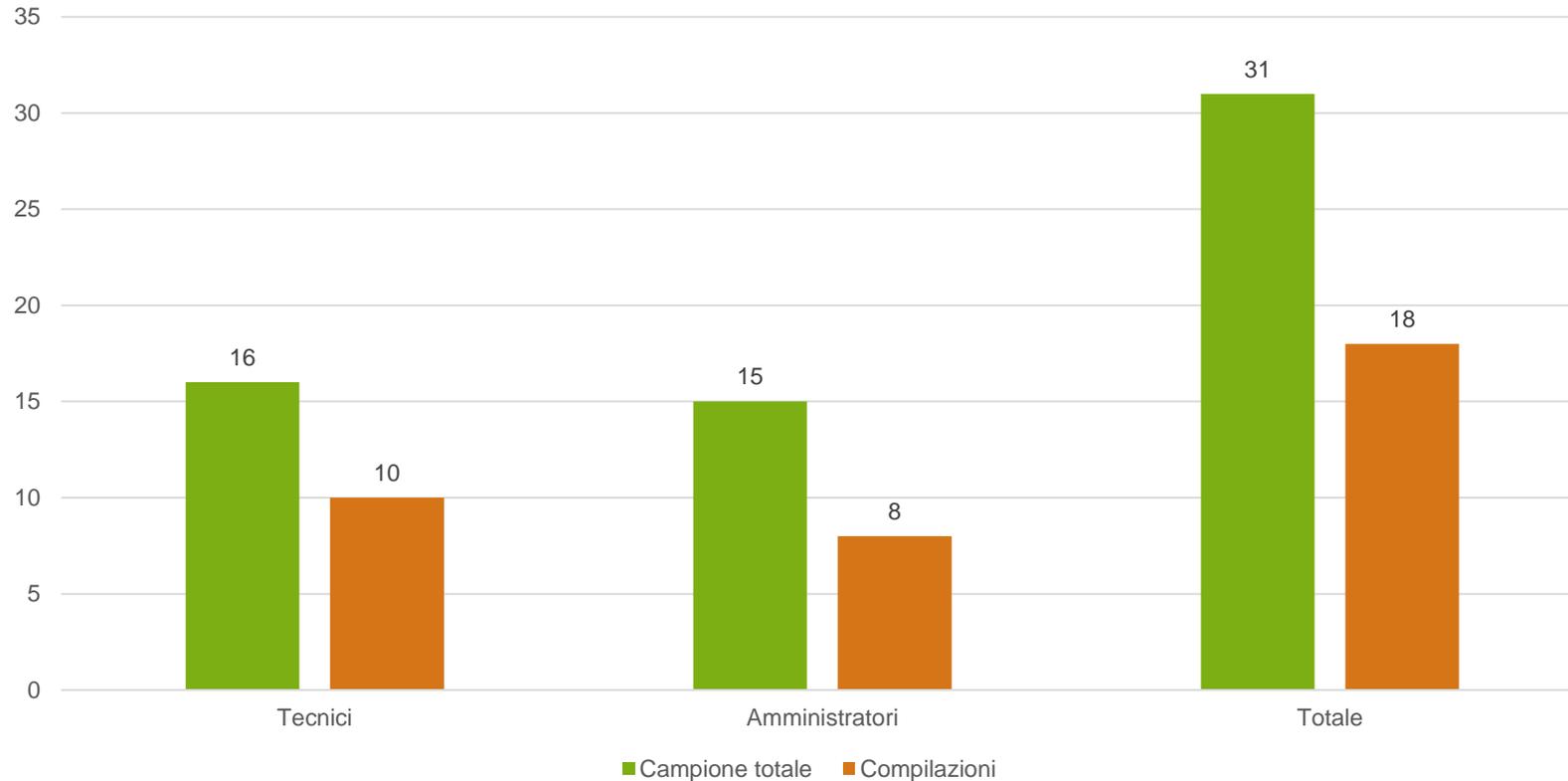
Fase II. Stato di compilazione del questionario



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI BRESCIA



CeSCAM



Al 20/12/2022, il questionario è stato **compilato da 18 dei 31 stakeholder coinvolti.**

Rispetto al panel previsto di 31 risposte è stato possibile raccogliere i giudizi di **8/15 Amministratori pubblici** e **10/16 Tecnici**

La partecipazione totale è del 58,06%

Fase III. Misura della performance



L'analisi considera **115 casi studio europei** (dal 2000) suddivisi per gli 8 sistemi di trasporto considerati. L'analisi prevede la associazione di una stima del parametro per ogni sistema di trasporto individuato

System	General characteristics										Infrastructural characteristics				Functional characteristics				Cost and Time Information				Inviromental Impact				ort-territory int			
	Region (State/State)	City	Date Of Opening (Opening date)	Population (population)	km rail (km network)	Numero di stazioni (number of stations)	Distance made by the vehicle on km (average distance between stops in km)	Posizione della stazione (reserved, shared)	Material stop (concrete, asphalt)	Material stop (concrete, asphalt)	Material stop (concrete, asphalt)	Material stop (concrete, asphalt)	Material stop (concrete, asphalt)	Material stop (concrete, asphalt)																
Guided busway	UK	Cambridgeshire	2011	635.100	25,00	8	3,1	Reserved	6	Pre-cast concrete	12	Curbside	30	2040	12	24,00	High	170	181,00	3,0	2,2	2,17	Electric	High	670	60	High	High	High	Medium
Guided busway	UK	Crawley Fastway	2006	106.597	7,30	24	0,3	Partially mixed	6	Asphalt & concrete	12	Curbside	35	1350	9	20,00	High	150	35,00	4,9	4,8	1,44	Diesel	Medium	1027	85	High	High	High	High
Guided busway	UK	Edinburgh Fastlink	2004	518.500	1,50	4	0,4	Reserved	6	Concrete	12	Curbside	35	2250	15	20,00	High	150	15,00	3,0	10,0	3,00	Electric	High	670	60	Medium	Medium	High	High
Guided busway	UK	FTR train to plane	2013	181.000	13,40	17	0,8	Partially mixed	6	Concrete	12	Curbside	30	1200	6	24,00	Medium	200	91,00	3,0	6,8	2,04	Hybrid	Medium	730	67	High	High	Medium	Medium
Guided busway	UK	Leigh-Salford-Manchest	2016	270.000	22,00	41	0,5	Reserved	6	Asphalt & concrete	12	Curbside	0	720	8	20,00	High	90	190,00	3,7	8,6	2,53	Electric	Medium	670	60	High	High	High	High
Guided busway	France	Twisto TVR	2002	399.471	15,70	34	0,5	Reserved	6	Asphalt	12	Curbside	35	3000	10	21,00	Medium	300	227,00	14,5	4,34	Electric	Medium	670	60	Medium	High	High	High	
Guided busway	France	Rouen	2001	390.000	38,00	64	0,6	Reserved	6	Asphalt	12	Optical guidance	25	1100	10	18,00	Medium	110	54,30	3,0	7,0	2,10	Hybrid	High	750	60	Medium	Medium	Medium	High
Busway	UK	Kent	2006	199.370	15,00	30	0,5	Reserved	8	Asphalt	12	Curbside	10	600	6	26,00	Medium	10	36,00	4,8	24,2	7,26	Diesel	High	1027	85	Medium	Medium	High	High
Busway	Finland	Helsinki	2003	1.032.404	27,50	35	0,8	Partially shared	8	Concrete	12	Curbside	10	1000	9	26,00	Medium	126	2,2	4,6	1,38	Diesel	High	1027	85	Low	Medium	High	Medium	
Busway	France	Belfort	2013	113.152	5,00	15	0,3	Reserved	8	Concrete	12	Curbside & Median	10	1320	12	21,00	High	42	42,00	2,5	8,5	2,55	Combustion (CNG,Diesel)	High	1027	85	High	Medium	High	High
Busway	France	Le Mans	2016	198.161	7,20	12	0,6	Reserved	8	Asphalt	12	Curbside & Median	24	900	17	21,00	High	42	46,08	2,0	5,4	1,92	CNG	High	1027	67	High	High	High	High
Busway	France	Nantes	2006	264.400	6,90	15	0,5	Reserved	8	Asphalt	12	Curbside & Median	10	600	17	21,00	Medium	230	71,76	2,2	10,4	3,12	CNG	High	1027	67	Medium	High	High	High
Busway	France	Nimes	2012	253.348	4,50	9	0,5	Reserved	8	Asphalt	12	Curbside & Median	10	760	10	22,50	Medium	230	42,56	2,2	9,5	2,84	Combustion (Diesel,CNG,Hybrid,Electric,Hydrogen,Fuel cell)	High	1027	67	Medium	High	High	High
Busway	France	Paris	2011	12.223.100	14,70	12	0,2	Reserved	8	Concrete	12	Curbside & Median	10	900	10	21,62	Medium	130	76,20	2,5	5,2	1,56	CNG	High	1027	67	Medium	High	High	Medium
Busway	France	Strasbourg	2013	764.013	5,20	12	0,4	Reserved	8	Concrete	12	Curbside & Median	10	2070	9	18,00	High	230	39,52	2,0	7,6	2,28	CNG	High	1027	67	High	High	High	High
Busway	Spain	Castellon	2009	316.301	10,40	25	0,4	Reserved	8	Asphalt	12	Curbside & Median	10	600	5	18,00	Medium	125	143,76	2,5	14,4	4,32	Electric	High	670	60	Medium	High	High	High
Busway	Spain	Granada	2011	529.678	8,40	19	0,4	Reserved	8	Asphalt	12	Curbside	10	600	3	21,62	Medium	200	84,74	1,5	10,1	3,03	Electric	High	670	60	Medium	High	High	High
Busway	Sweden	Göteborg	2013	952.336	16,50	24	0,7	Reserved	8	Asphalt	12	Curbside & Median	10	2500	20	25,00	High	125	28,05	3,0	1,7	0,51	Diesel	High	1027	85	Medium	High	High	Medium
Busway	Switzerland	Zürich	2007	1.900.000	11,00	27	0,4	Reserved	8	Asphalt	12	Curbside & Median	10	832	8	19,00	Medium	104	121,00	2,0	11,0	3,30	Electric	High	670	60	Low	Medium	High	High
Busway	France	Belfort	2013	113.152	5,00	15	0,3	Reserved	8	Concrete	12	Curbside & Median	10	1500	12	21,00	High	125	133,45	1,5	26,7	8,01	CNG & Diesel	High	1027	67	Medium	High	High	High
Busway	UK	Swansea	2009	239.600	13,50	27	0,5	Reserved	8	Concrete	12	Curbside	10	1500	10	21,62	Medium	150	372,40	3,0	27,6	8,28	Diesel	High	1027	85	Medium	High	High	High
Trolley buses	Hungary	Budapest	2008	800.000	5,80	16	0,4	Fully shared	12	Asphalt	12,5	Curbside & Median	30	600	5	18,00	Medium	120	5,78	1,5	1,0	0,30	Electric	High	389	60	Medium	Medium	High	High
Trolley buses	Italy	Rome	2005	2.860.009	16,50	18	0,9	Fully shared	13	Asphalt	12,5	Curbside & Median	50	660	6	20,00	Medium	110	15,30	2,0	0,9	0,28	Electric	High	389	60	Medium	Medium	High	High
Trolley buses	Sweden	Stockolm	2003	29.000	3,00	5	0,6	Fully shared	13	Asphalt	12,5	Curbside & Median	35	750	6	17,00	Medium	125	3,78	1,0	1,3	0,38	Electric	High	389	62	Low	Medium	High	High
Trams on rubber	France	Nancy	2000	103.650	16,00	28	0,4	Shared	5	Middle rail	10,5	Curbside & Median	30	2520	12	20,00	Medium	210	227,00	2,5	20,5	6,14	Electric	High	389	70	Low	Low	Medium	High
Trams on rubber	France	Caen	2002	399.471	15,70	34	0,5	Reserved	5	Middle rail	10,5	Curbside & Median	30	2300	10	24,00	Medium	230	307,00	3,0	19,6	5,87	Electric	High	389	68	Low	Low	Medium	High
Trams on rubber	France	Clermont-Ferrand	2005	504.000	15,70	34	0,5	Reserved	5	Middle rail	10,5	Curbside & Median	30	2300	10	20,00	Medium	230	290,00	4,0	18,5	5,54	Electric	High	389	68	Low	Low	Medium	High
Trams on rubber	Italy	Mestre	2010	90.000	20,00	36	0,6	Reserved	5	Middle rail	10,5	Curbside & Median	30	2500	10	20,00	High	250	164,00	3,5	8,2	2,46	Electric	Medium	389	65	Low	Low	Medium	High
Trams on rubber	Italy	Padua	2007	214.000	10,30	25	0,4	Reserved	5	Middle rail	10,5	Curbside & Median	30	3000	10	20,00	High	300	335,00	2,5	32,5	9,76	Electric	High	389	65	Low	Low	Medium	High
Trams on rubber	France	Ile-de-France tramway Li	2013	86.000	6,60	16	0,4	Reserved	5	Middle rail	10,5	Curbside & Median	30	1397	11	18,00	High	127	163,00	2,0	24,7	7,41	Electric	High	389	60	Low	Low	Medium	High
Trams on rubber	France	Ile-de-France tramway Li	2014	88.000	14,00	21	0,7	Reserved	5	Middle rail	10,5	Curbside & Median	30	1270	10	18,00	High	127	161,00	3,5	11,5	3,45	Electric	High	389	60	Low	Low	Medium	High
Classic Tramway	Sweden	Lund	2020	91.940	5,50	9	0,6	Reserved	6	Rail	30,5	Curbside & Median	30	1800	9	20,00	High	200	148	5,0	26,9	8,07	Electric	High	740	65	High	High	High	High
Classic Tramway	France	Caen	2019	105.512	16,20	36	0,5	Reserved	6	Rail	30,5	Curbside & Median	30	4000	20	20,00	High	200	260	4,5	16,0	4,81	Electric	High	740	65	High	High	High	High
Classic Tramway	Luxembourg	Luxembourg	2017	645.397	16,00	24	0,7	Reserved	8	Rail	30,5	Curbside & Median	30	6000	20	20,00	High	300	565	5,0	35,3	10,53	Electric	High	740	65	High	High	High	High
Classic Tramway	Italy	Palermo	2015	676.118	18,30	44	0,4	Reserved	6	Rail	30,5	Curbside & Median	30	1692	9	20,00	High	188	350	8,0	19,1	5,74	Electric	High	740	65	High	High	High	High
Classic Tramway	France	Aubagne	2014	47.208	2,80	7	0,4	Reserved	6	Rail	30,5	Curbside & Median	30	876	6	20,00	High	146	166	5,0	59,3	17,79	Electric	High	740	65	High	High	High	High

In revisione

Fase IV. Individuazione sistema



Per definire il sistema di ‘miglior compromesso’ verrà applicato il metodo degli **indici di pertinenza** anche detto della **somma pesata** dove:

- Si costruisce una tabella che ha in riga l’alternativa ed in colonna il criterio da valutare col relativo peso (w). Il contenuto della cella riporta la misura di performance.
- Si trasforma la misura di performance in misura di **utilità (u)** vale a dire, un valore compresi fra 0 ed 1 (valori assoluti);
- Si trasformano le funzioni di utilità da assolute a relative, cioè normalizzate sul totale di ogni parametro (eqn 1)
- Si **calcola l’indice di pertinenza dell’alternativa** i (p_i) come la somma pesata delle utilità relative connesse con l’alternativa i -esima (eqn. 2):
- Si individua il **massimo** tra gli **indici** di pertinenza che restituisce l’alternativa (sistema di trasporto) preferibile (eqn.3)

$$\bar{u}_{ij} = \frac{u_{ij}}{\sum_{i \in I} u_{ij}} \quad (1)$$

$$p_i = \sum_{j \in J} W_j \bar{u}_{ij} \quad (2)$$

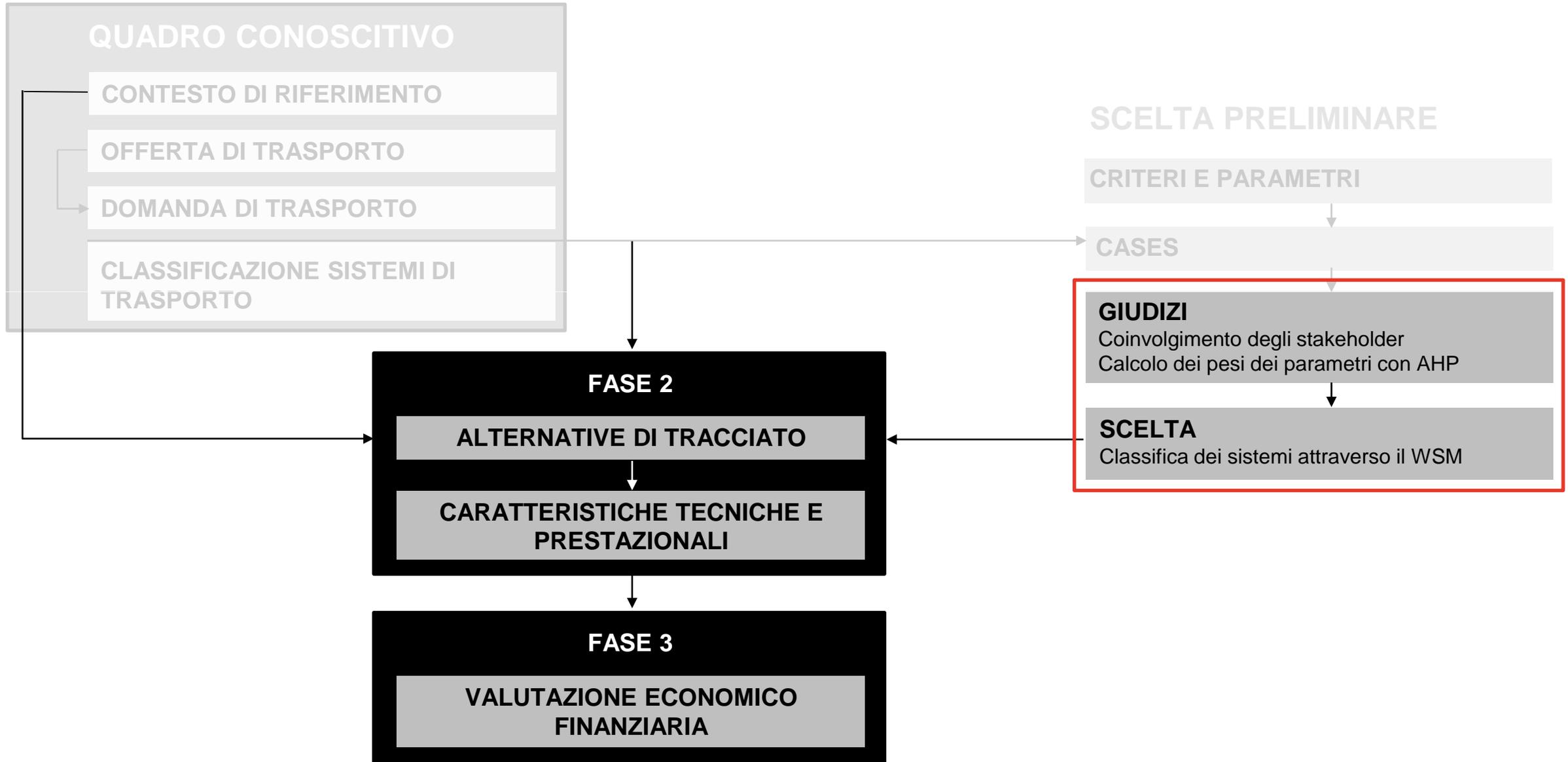
$$p_i^* = \max(p_i) = \max(\sum_{j \in J} W_j \bar{u}_{ij}) \quad (3)$$

Pesi	w_1	w_2		w_j		w_n
Alter. / Criteri	c_1	c_2	...	c_j	...	c_n
a_1	+++	Suff	...	6	...	100
a_2	--	Buono	...	6	...	90
...
a_i	+	Suff	...	8	...	120
...
a_n	-+	Buono	...	1	...	10

Futuri sviluppi



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI BRESCIA





UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI BRESCIA



CeSCAM

Grazie per l'attenzione

CONTATTI

- giulio.maternini@unibs.it
- benedetto.barabino@unibs.it