

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA



Strada Vicinale dei Vignali, 26 - 00061 Anguillara Sabazia (RM)
email: posta@associaiminnucci.com

MANDANTE



VIA APPIA NUOVA, 59 - 00183 ROMA
email: info@etsingegneria.it

SOGGETTO TECNICO: RFI - DIREZIONE OPERATIVA INFRASTRUTTURE TERRITORIALE MILANO
S.O. INGEGNERIA

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA

CONTRATTO APPLICATIVO N.68/2022

Studio di prefattibilità per l'individuazione del nuovo attraversamento ferroviario e del nuovo attraversamento stradale del Fiume Adda

Studio trasportistico - Relazione

Scala: ---

Foglio 1 di 27

PROGETTO/ANNO

SOTTOPR.

LIVELLO

NOME DOC.

PROG. OP.

FASE FUNZ.

NUMERAZ.

22

PP

E013

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato	Data
0	EMISSIONE PER APPROVAZIONE								

LINEA

SEDE TECNICA

RTI:

MANDATARIA



engineering
MINNUCCIASSOCIATI

Strada Vicinale dei Vignali, 26 – 00061 Anguillara Sabazia (RM)
email: posta@associatiminnucci.com

MANDANTE



VIA APPIA NUOVA, 59-00183 ROMA
email: info@getsingegneria.it

COMMESSA ORDINE ANNO

0	1	5	6	6	8	2	2	P.M.	DT
---	---	---	---	---	---	---	---	------	----

LIVELLO	OPERA	AREA	ELAB.
---------	-------	------	-------

LEVELS	STATE	INDEX	LEVEL
P	P	0	1
		0	3
		0	1

[illegible]

Sommario

1	Introduzione	3
2	Inquadramento territoriale dell'area di studio.....	5
3	Offerta di trasporto stradale	11
3.1	La viabilità allo stato attuale	12
3.2	Gli interventi previsti sulla viabilità.....	14
4	Analisi della domanda di trasporto allo stato attuale	16
4.1	Rilievi di traffico.....	16
4.2	Stima del traffico all'attualità	19
5	Analisi della domanda di trasporto allo stato futuro	23
6	Osservazioni conclusive.....	26

1 INTRODUZIONE

Lo studio trasportistico è finalizzato alla valutazione del traffico interessato dalla realizzazione di un nuovo ponte sul fiume Adda a Paderno D'Adda in sostituzione del ponte San Michele dove transita sia il traffico ferroviario sia il traffico automobilistico. Le stime sono state condotte mediante l'analisi dei risultati di un processo di ricostruzione dettagliato del funzionamento del sistema di trasporto stradale nell'area di studio, in prima istanza identificata con il territorio limitrofo al ponte esistente tra le province di Lecco e Bergamo tenendo conto della mobilità sia locale sia di attraversamento dell'area.

La necessità di comprendere, analizzare e pianificare i diversi elementi del sistema della mobilità nel loro interagire, rende indispensabile l'adozione di una metodologia basata sull'approccio sistemico. Conformemente a tale approccio sono state quindi individuate le componenti rilevanti e, a partire dalla base dati a disposizione, è stato costruito un modello per la quantificazione del traffico interessato sul sistema di trasporto stradale dell'area necessario per studiare le interazioni esistenti tra le varie componenti del sistema.

Il presente studio, sulla base di quanto esposto e secondo un processo logico di analisi critica dei diversi elementi del sistema e delle loro relazioni, è finalizzato a:

- 1) ricostruire un quadro diagnostico per l'individuazione del traffico all'attualità che utilizza il ponte esistente oggetto della riprogettazione e delle sue caratteristiche attraverso le seguenti attività: ricostruzione di un inquadramento territoriale, quadro demografico e socio economico, elaborazioni dei rilievi condotti e dei dati disponibili, ricostruzione della domanda attuale;
- 2) ricostruire il quadro progettuale per la stima del traffico futuro che utilizzerà il nuovo ponte, evidenziazione le eventuali criticità progettuali.

Lo studio trasportistico si propone di individuare e caratterizzare la domanda di trasporto stradale attuale, definire gli scenari di mobilità futuri indotti dalla realizzazione di un nuovo ponte e, sulla base di questi dati, analizzare il funzionamento del sistema di trasporto stradale a servizio del ponte. Tenuto conto che il ponte rappresenta un collo di bottiglia per l'interscambio tra diversi territori non può essere pensato isolato dal contesto in cui è inserito, ma deve essere studiato e compreso in un sistema di trasporto stradale più ampio che preveda le interazioni con i sistemi di trasporto stradale alternativi al ponte.

Elementi basilari dello studio sono state apposite analisi dei dati statistici del traffico rilevato con un apposito conteggio insieme ad una accurata analisi della documentazione disponibile e la ricostruzione del bacino di generazione/attrazione dei movimenti di attraversamento del ponte.

In relazione allo sviluppo del futuro traffico stradale, bisogna ricordare l'importanza di un intervento di realizzazione di un nuovo scavalco del fiume Adda che permetterà di ridurre i disagi attualmente esistenti ed i tempi di viaggio tra Paderno D'Adda e Calusco D'Adda, che comprendono non solo il tempo di transito sul ponte vero e proprio, ma anche tutte le operazioni di attesa legate al regime di senso unico alternato esistente e alla incompatibilità di coesistenza in attraversamento del traffico

ferroviario con quello stradale. Esistono infatti criticità notevoli che condizionano pesantemente l'efficienza della mobilità nell'area causando sprechi notevoli di risorse e di tempo oltre che produrre l'insorgenza di un collo di bottiglia che induce traffico deviato su percorsi alternativi rispetto al percorso di minima distanza.



Figura 1 – Sezione stradale del ponte San Michele

Lo studio è articolato nelle seguenti fasi:

- 1) Inquadramento territoriale dell'area interessata dal progetto;
- 2) Studio della offerta di trasporto stradale allo stato attuale e allo stato futuro;
- 3) Studio della domanda di traffico stradale allo stato attuale;
- 4) Studio della domanda di traffico stradale allo stato futuro;
- 5) Osservazioni conclusive.

2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE DELL'AREA DI STUDIO

L'intervento si inserisce nell'area a ridosso del fiume Adda compresa tra l'area urbana di Bergamo e le colline della Brianza appartenente in parte alla provincia di Lecco e a quella di Bergamo e solo marginalmente a quella di Monza-Brianza, andando ad interessare in primo luogo i territori comunali di Paderno D'Adda e Calusco D'Adda. L'area vasta oggetto di studio si estende verso nord e verso sud fino agli attraversamenti alternativi esistenti sul fiume Adda: il ponte di Brivio sulla SP 342 e il ponte a Trezzo sull'Adda e quello della A4 autostrada Torino – Trieste tra i caselli di Trezzo sull'Adda e Capriate.

L'area vasta di studio così individuata complessivamente presenta una popolazione residente superiore a 300.000 abitanti, abbastanza omogeneamente distribuiti tra la Brianza Lecchese, l'Isola Bergamasca e l'area orientale della provincia di Monza-Brianza. L'area è prevalentemente pianeggiante con comuni di ridotta popolazione, in genere inferiore ai 10.000 abitanti, ma in un contesto comunque notevolmente antropizzato e densamente popolato con distanze ridotte tra i diversi centri urbani. L'area è anche caratterizzata dalla presenza di numerose attività industriali specialmente nei settori della meccanica e della chimica con singoli stabilimenti anche di notevole entità (più di 140 addetti come Italcementi a Calusco d'Adda) e aree industriali rilevanti.

Nelle tabelle seguenti sono riportati i dati di dettaglio sulla popolazione residente e sul suo andamento nell'ultimo decennio per una fascia di territorio più ristretta coincidente con l'area più limitrofa al ponte di San Michele, entro un raggio di 10 km circa. Si tratta di un'area in cui si sviluppano i territori di 22 comuni, appartenenti alle tre province sopra riportate, con una popolazione residente complessiva (Dati Istat anno 2019) pari a circa 120.000 abitanti.

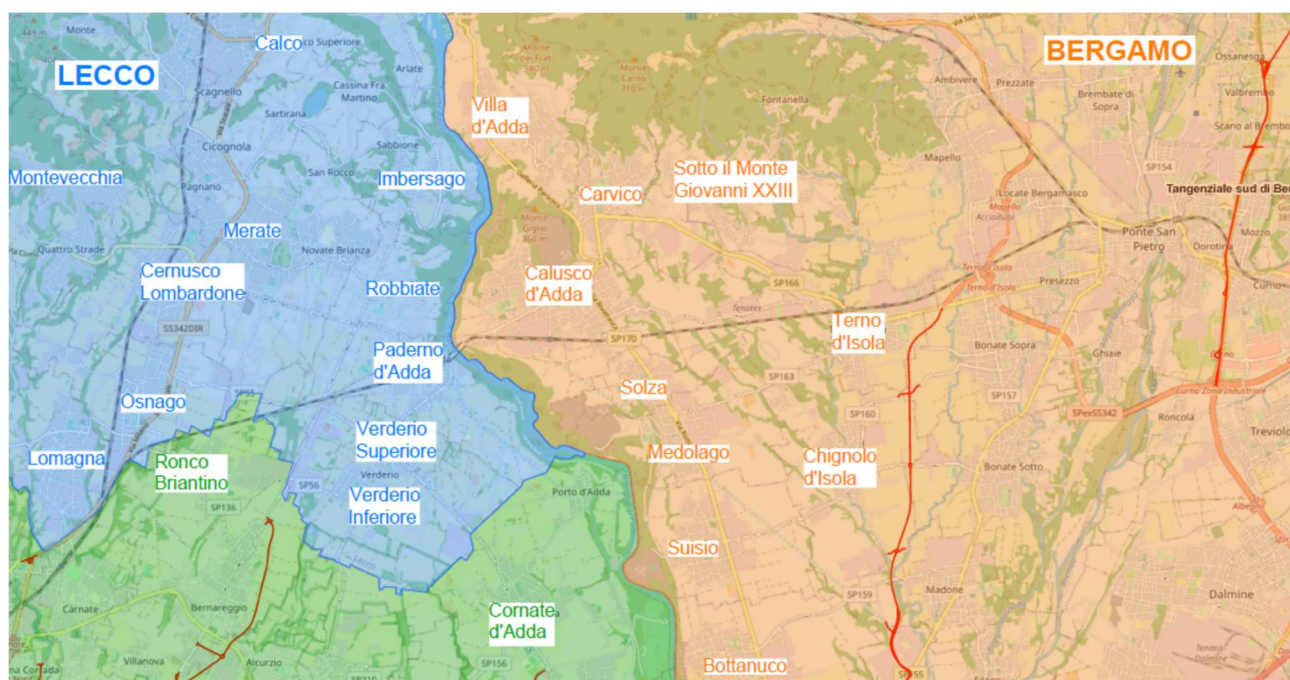


Figura 2 – Inquadramento dell'area di studio

Come ben visibile nelle tabelle seguenti, si tratta di centri abitati di piccole dimensioni con solo due centri abitati con popolazione residente ai 10.000 abitanti (Cornate d'Adda con poco meno di 11.000 residenti e Merate con quasi 15.000 residenti). I dati riportati in tabella mostrano anche una certa stabilità della popolazione residente negli anni con variazioni negli ultimi cinque anni, tra il 2014 e il 2019, contenute in qualche decina di unità. Le variazioni sono in alcuni casi leggermente crescenti e in molte altre modestamente decrescenti. Tali considerazioni possono considerarsi pienamente valide sia per l'area in provincia di Bergamo sia per l'area ad occidente del fiume Adda.

Anno	Bottanuco	Calusco d'Adda	Carvico	Chignolo d'Isola	Medolago
Popolazione residente					
2011	5.178	8.248	4.686	3.207	2.332
2012	5.180	8.296	4.643	3.237	2.352
2013	5.158	8.358	4.632	3.287	2.365
2014	5.151	8.313	4.651	3.333	2.369

2015	5.148	8.328	4.656	3.335	2.332
2016	5.165	8.347	4.638	3.357	2.360
2017	5.137	8.378	4.659	3.417	2.398
2018	5.151	8.333	4.695	3.474	2.415
2019	5.108	8.310	4.713	3.448	2.402
Variazione 2014-2019	- 43	- 3	+ 62	+ 115	+ 33
Variazione 2014-2019 (%)	-0,83%	-0,04%	+1,33%	+3,45%	+1,39%

*Tabella 1 – Andamento della popolazione residente in alcuni comuni della provincia di Bergamo
(fonte dati: database Istat)*

Anno	Solza	Sotto il Monte	Suisio	Terno d'Isola	Villa d'Adda
	Popolazione residente				
2011	1.967	4.288	3.876	7.692	4.730
2012	1.981	4.351	3.910	7.796	4.753
2013	2.044	4.348	3.911	7.962	4.756
2014	2.043	4.357	3.843	8.014	4.772
2015	2.079	4.408	3.846	8.014	4.723
2016	2.072	4.503	3.822	8.046	4.694
2017	2.075	4.505	3.780	8.106	4.681
2018	2.039	4.516	3.816	8.062	4.687
2019	2.038	4.497	3.820	8.078	4.645
Variazion e 2014- 2019	- 5	+ 14	- 23	+ 64	- 127

Variazion e 2014- 2019 (%)	-0,24%	+3,21 %	-0,60%	+0,80 %	-2,66%
----------------------------------	--------	------------	--------	------------	--------

*Tabella 2 – Andamento della popolazione residente in alcuni comuni della provincia di Bergamo
(fonte dati: database Istat)*

Anno	Calco	Cernusco Lombardone	Imbersago	Lomagna	Merate
	Popolazione residente				
2011	5.108	3.849	2.412	4.893	14.565
2012	5.168	3.87	2.464	4.953	14.798
2013	5.254	3.842	2.455	4.983	14.907
2014	5.255	3.825	2.423	4.952	14.863
2015	5.289	3.876	2.400	4.935	14.852
2016	5.303	3.891	2.439	4.964	14.828
2017	5.341	3.857	2.447	5.000	14.891
2018	5.413	3.869	2.485	5.068	14.891
2019	5.428	3.859	2.469	5.107	14.857
Variazione 2014-2019	+ 173	+ 34	+ 46	+ 155	- 6
Variazione 2014-2019 (%)	+3,29%	+0,89%	+1,90%	+3,13%	-0,04%

*Tabella 3 – Andamento della popolazione residente in alcuni comuni della provincia di Lecco (fonte
dati: database Istat)*

Anno	Montevecchia	Osnago	Paderno d'Adda	Robbiate	Verderio
	Popolazione residente				
2011	2.468	4.816	3.868	6.113	5.633
2012	2.502	4.854	3.897	6.165	5.698
2013	2.543	4.863	3.902	6.214	5.734
2014	2.605	4.850	3.927	6.256	5.750
2015	2.623	4.806	3.907	6.324	5.729
2016	2.636	4.777	3.880	6.335	5.668
2017	2.682	4.783	3.855	6.337	5.626
2018	2.699	4.750	3.868	6.386	5.619
2019	2.704	4.816	3.897	6.361	5.610
Variazione 2014-2019	+ 99	- 34	- 3	+ 105	- 14
Variazione 2014-2019 (%)	3,80%	-0,70%	-0,76%	1,68%	-2,43%

Tabella 4 – Andamento della popolazione residente in alcuni comuni della provincia di Lecco (fonte dati: database Istat)

Anno	Cornate d'Adda	Ronco Briantino
	Popolazione residente	
2011	10.413	3.388
2012	10.528	3.386
2013	10.666	3.399
2014	10.710	3.444
2015	10.648	3.456
2016	10.729	3.476
2017	10.715	3.502
2018	10.799	3.503
2019	10.706	3.540
Variazione 2014-2019	- 4	+ 96
Variazione 2014-2019 (%)	-0,04%	+2,79%

Tabella 5 – Andamento della popolazione residente in alcuni comuni della provincia di Monza-Brianza (fonte dati: database Istat)

3 OFFERTA DI TRASPORTO STRADALE

In questo paragrafo è descritto l'assetto della viabilità nell'area di studio sia in relazione all'attuale configurazione sia con riferimento agli interventi di trasformazione previsti. Lo scopo è di caratterizzare la funzione delle singole infrastrutture in relazione all'accesso al ponte in studio ed in relazione alla esistenza di eventuali percorsi alternativi. La figura seguente riporta un quadro di sintesi della attuale configurazione della rete viaria e degli interventi previsti sia di riqualificazione sia di nuova realizzazione. L'area rappresentata è quella più vicina all'infrastruttura in progetto.

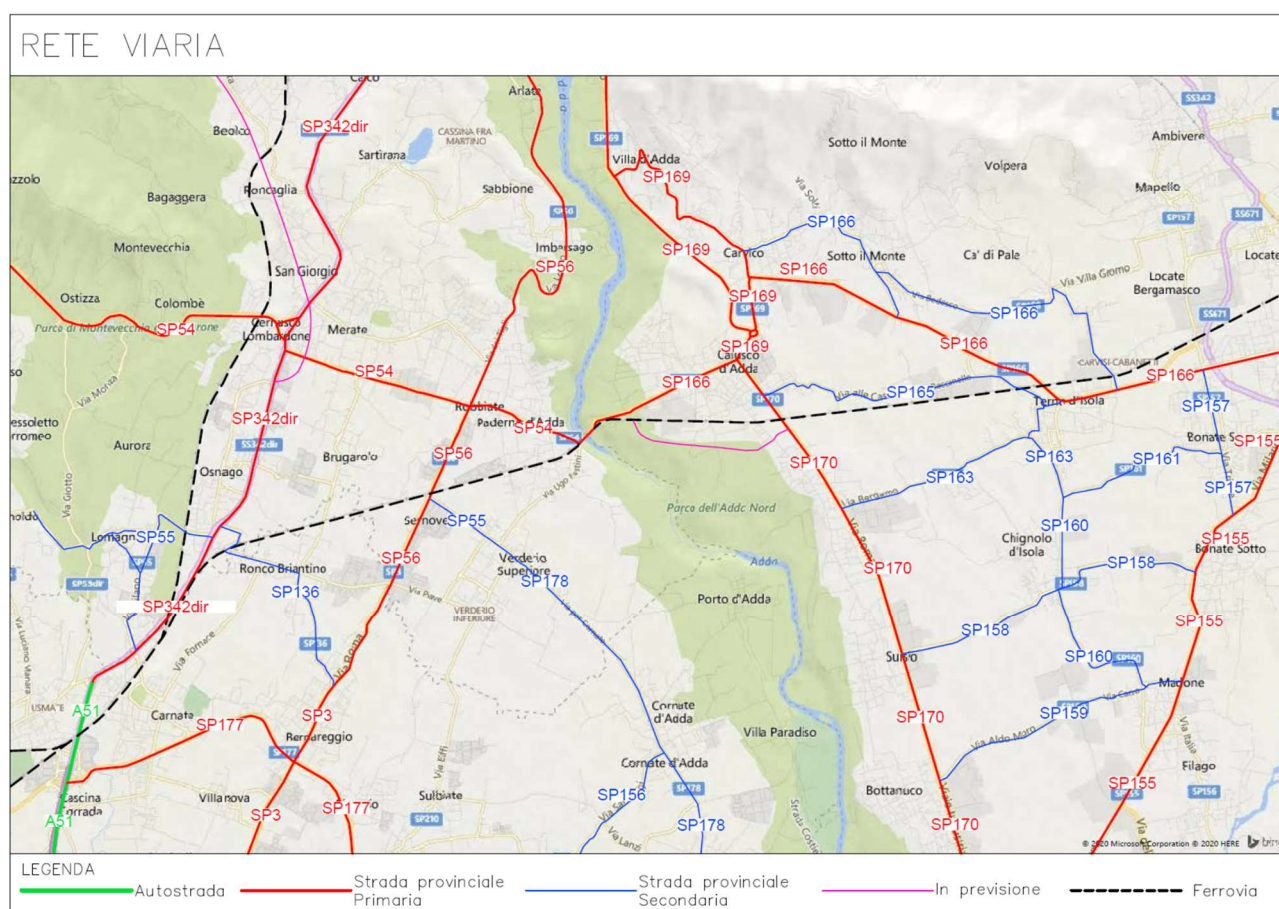


Figura 2 – Rete viaria allo stato attuale e interventi in previsione nell'area di studio

3.1 La viabilità allo stato attuale

Allo stato attuale, l'area di studio è servita da una fitta rete di infrastrutture viarie composta da strade provinciali sia di primo sia di secondo livello e dalla viabilità comunale. Ad eccezione della tratta terminale della A51, la Tangenziale Est di Milano, infrastruttura con doppia carreggiata e due corsie per senso di marcia con spartitraffico centrale, tutte le altre infrastrutture stradali sono ad unica carreggiata e una corsia per senso di marcia. Il ponte di San Michele è raggiungibile, da occidente, attraverso la SP 54 che collega la SP 342 Dir con Merate, Robbiate e Paderno d'Adda mentre, sul versante bergamasco, attraverso la SP 166 che dall'hinterland di Bergamo passa per Terno d'Adda, Sotto Il Monte Giovanni XXIII, Carvico e Calusco d'Adda. Su questo asse primario di attraversamento dell'area in direzione est-ovest, il ponte di San Michele rappresenta un importante collo di bottiglia in quanto la sezione stradale di ridotta larghezza permette la circolazione con un senso unico alternato. La presenza dell'infrastruttura ferroviaria inoltre condiziona ulteriormente l'uso della strada in quanto la circolazione di un convoglio ferroviario è incompatibile per motivi di statica della struttura con il transito di autoveicoli. Questa criticità ha inoltre comportato l'istituzione di un divieto di transito a tutti i veicoli di massa superiore a 3,50 tonnellate. L'accesso al ponte di San Michele è anche possibile per coloro che giungono dalle aree a sud di Paderno d'Adda quali Verderio e Cornate d'Adda tramite viabilità locale.

Nel versante lecchese, la viabilità primaria è anche composta dalla SP 342 Dir come prolungamento della A51 verso l'area di Lecco e dalla SP 3 e SP 56 con sviluppo parallelo alla SP 342 dir in direzione nord-sud maggiormente vicina al corso del fiume Adda. Ruolo simile a questo è svolto dalla SP 170 e dalla SP 169 sull'altro versante in parallelo al fiume Adda con intersezione con la altra viabilità provinciale di primo livello (SP 166) in Calusco d'Adda.

Il fiume Adda rappresenta una importante barriera per gli spostamenti nell'area in quanto oltre al già descritto ponte San Michele, il suo attraversamento è possibile solo:

- a nord con il ponte di Brivio raggiungibile, da una parte, sia con la SP 342dir sia con la SP 56 e dall'altra parte, attraverso la SP 342 collegamento viario primario tra la città di Bergamo e Lecco;
- a sud con il ponte a Trezzo sull'Adda e quello della A4 autostrada Torino – Trieste tra i caselli di Trezzo sull'Adda e Capriate.

Di seguito è riportato un elenco completo della viabilità primaria e secondaria nell'area di studio:

Rete viaria – provincia di Lecco:

- Strade provinciali – viabilità primaria
 - o SP 54 con 1 corsia per senso di marcia
 - o SP 56 con 1 corsia per senso di marcia
 - o SP 342dir con 1 corsia per senso di marcia
- Strada provinciale – viabilità secondaria

- SP 55 con 1 corsia per senso di marcia

Rete viaria – provincia di Bergamo:

- Strade provinciali – viabilità primaria
 - SP 155 con 1 corsia per senso di marcia
 - SP 166 con 1 corsia per senso di marcia
 - SP 169 con 1 corsia per senso di marcia
 - SP 170 con 1 corsia per senso di marcia
- Strada provinciale – viabilità secondaria
 - SP 157 con 1 corsia per senso di marcia
 - SP 158 con 1 corsia per senso di marcia
 - SP 160 con 1 corsia per senso di marcia
 - SP 161 con 1 corsia per senso di marcia
 - SP 163 con 1 corsia per senso di marcia
 - SP 165 con 1 corsia per senso di marcia

Rete viaria – provincia di Monza-Brianza:

- Viabilità autostradale
 - A51 con 2 corsie per senso di marcia con spartitraffico
- Strade provinciali – viabilità primaria
 - SP 3 con 1 corsia per senso di marcia
 - SP 177 con 1 corsia per senso di marcia
 - SP 342dir con 1 corsia per senso di marcia
- Strada provinciale – viabilità secondaria
 - SP 136 con 1 corsia per senso di marcia
 - SP 156 con 1 corsia per senso di marcia
 - SP 178 con 1 corsia per senso di marcia

3.2 Gli interventi previsti sulla viabilità

L'analisi dei documenti di programmazione territoriale (PTCP delle province di Bergamo e Lecco) e trasportistici (PRTM della regione Lombardia) ha permesso di delineare il quadro completo degli interventi previsti sulle infrastrutture stradali sia di riqualificazione sia di nuova realizzazione. Le caratteristiche di ormai spinta antropizzazione dell'area e l'esistenza di un fitto tessuto viario hanno permesso di identificare, nell'area più ristretta di studio, solamente due interventi infrastrutturali di un certo rilievo oltre alla realizzazione di un nuovo ponte: la riqualificazione della SP 342dir mantenendo comunque le attuali caratteristiche di sezione (unica carreggiata e una corsia per senso di marcia) e la realizzazione di un by-pass del centro abitato di Calusco d'Adda tra la SP 166 e la SP 170 con uno sviluppo lineare complessivo di pochi chilometri. Il dettaglio di tale intervento è riportato nella seguente figura estratta dal PGT di Calusco d'Adda (anno 2012).

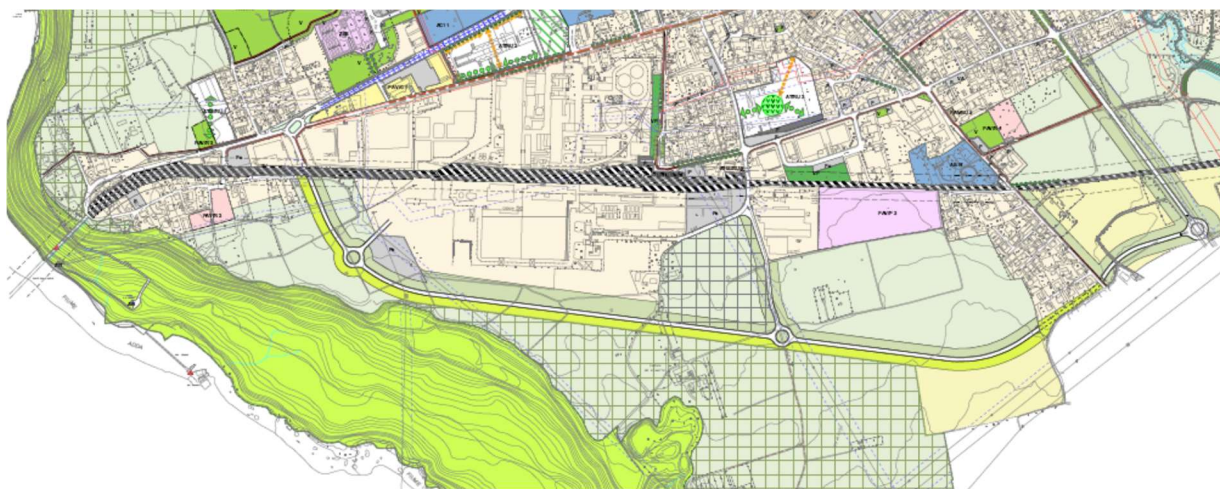


Figura 3 – Progetto di costruzione di un by-pass per Calusco d'Adda (fonte: Piano di Governo del Territorio di Calusco d'Adda, anno 2012)

In relazione all'area vasta di studio, è previsto un importante intervento di infrastrutturazione con la realizzazione del Sistema Viabilistico Pedemontano Lombardo (Pedemontana) che ha l'obiettivo di completare e razionalizzare i diversi livelli della rete stradale nel quadrilatero Varese - Como - Bergamo - Milano. In particolare, l'opera si propone di creare un'alternativa autostradale a nord del corridoio della A4 in corrispondenza del nodo di Milano per i traffici di media e breve percorrenza. La Pedemontana si articola in tre tratte distinte: la Tangenziale di Varese (Gazzada - Valico del Gaggiolo) con uno sviluppo lineare di circa 11 km; la Tangenziale di Como (Como sud - Tavernerio) con uno sviluppo lineare di 9 km e il collegamento tra la A8 e la A4, lungo 67 km, articolato in diverse tratte con l'ultima tra Vimercate, intersezione con la A51, e la A4 all'altezza di

ETS S.r.l.
via Appia Nuova, 59 00183 ROMA

4 ANALISI DELLA DOMANDA DI TRAPORTO ALLO STATO ATTUALE

Tutte le informazioni ottenute dalle precedenti analisi effettuate sull'offerta stradale nell'area di studio sono state utilizzate per la definizione della domanda di trasporto stradale che interessa il ponte di San Michele allo stato attuale. Per individuare tale traffico sono state effettuate delle elaborazioni sulla base delle informazioni acquisite e, laddove necessario, di ipotesi fatte sulla base dei dati e delle informazioni a disposizione.

La stima del traffico stradale sull'infrastruttura è stata fatta con riferimento al traffico del giorno feriale del periodo lavorativo che non solo corrisponde alla situazione di massimo traffico ma anche a quella più frequente. La metodologia adottata per poter definire il valore orario dell'ora di punta e il dato giornaliero della domanda, disaggregata per ciascuna componente veicolare (veicoli leggeri, veicoli commerciali e pesanti), è strutturata nei seguenti passaggi:

- effettuazione di un rilievo del traffico sul ponte San Michele in un giorno feriale del mese di ottobre del corrente anno. Il rilievo è stato condotto prima della adozione di misure speciali legate alla lotta alla diffusione del Coronavirus e può essere considerato comunque rappresentativo del traffico tipico dello stato attuale;
- comparazione di questo traffico rilevato nell'ora di punta della mattina e del pomeriggio con gli spostamenti di veicoli leggeri che si ipotizza utilizzino il ponte di San Michele, derivati dall'analisi della matrice OD (Origine e Destinazione) disaggregata del 2014 della regione Lombardia. Tale operazione consente di individuare il bacino di utenti interessati al passaggio sul ponte tra Paderno d'Adda e Calusco d'Adda. Il dato della matrice OD anche se relativo all'anno 2014, reso disponibile nel 2016, risulta ancora valido tenuto conto della sostanziale invarianza del quadro demografico e socio-economico nell'area di studio;
- individuazione del traffico giornaliero medio di veicoli leggeri per l'infrastruttura a partire dal bacino di utenti definito ed estendendo l'analisi degli spostamenti a tutte e 24 le fasce orarie presenti nella matrice OD disaggregata del 2014;
- individuazione del traffico giornaliero medio di veicoli commerciali e pesanti sulla base del valore del traffico giornaliero medio stimato per i veicoli leggeri nel passo precedente e delle informazioni a disposizione sulla quota di veicoli pesanti presenti nell'area di studio.

4.1 Rilievi di traffico

Il primo passo per la stima del traffico sul ponte San Michele è stato quello di effettuare delle misure di traffico sulla infrastruttura stessa. I flussi di traffico sul ponte sono stati rilevati in un giorno feriale significativo, il 30 ottobre 2020, attraverso un rilievo manuale dei transiti distinguendo per tipologia di veicolo in transito (moto, veicoli leggeri e veicoli commerciali) durante la fascia di punta del traffico mattutino tra le 7.00 e le 10.00 e pomeridiano tra le 16.00 e le 19.00.

The map shows the Fiume Adda flowing through the area. Key landmarks include the Hotel Albergo Ristorante "Etrusco" and the Chiesa dei Verghi. The map also shows the Via T. Edison and the Via F. Airoldi. The area is marked with a red pin indicating the location of Ponte San Michele. The map includes labels for various streets and landmarks, such as the Chiesa dei Verghi, the Hotel Albergo Ristorante "Etrusco", and the Chiesa di Sant'Elisabetta. The map also shows the Via T. Edison and the Via F. Airoldi. The area is marked with a red pin indicating the location of Ponte San Michele. The map includes labels for various streets and landmarks, such as the Chiesa dei Verghi, the Hotel Albergo Ristorante "Etrusco", and the Chiesa di Sant'Elisabetta.

I risultati del rilievo evidenziano che la fascia oraria di maggior traffico per la mattina è quella tra le 9.00 e le 10.00 mentre, per il pomeriggio, quella tra le 18.00 e le 19.00. La fascia oraria del tardo pomeriggio risulta quella di maggior traffico con un volume di traffico attestato a circa 350 veicoli leggeri/ora per direzione dove sono quindi presenti tutte le componenti del traffico stradale (spostamenti per il ritorno a casa, spostamenti per tempo libero e acquisti, etc.). Il traffico risulta maggiore nella mattina in direzione da B verso A e quindi da Calusco d'Adda verso Paderno d'Adda mentre nel pomeriggio si osservano volumi di traffico maggiori nella opposta direzione. Nel complesso, bisogna osservare come i valori di traffico osservati siano non particolarmente elevati come atteso visto il particolare funzionamento del ponte San Michele dove la circolazione è a senso unico alternato.

ETS S.r.l.
via Appia Nuova, 59 00183 ROMA

dei veicoli leggeri anche se su valori molto più ridotti attestati su valori di poco superiori al 10% del traffico di veicoli leggeri.

Classe veicolare	7:00-8:00 (Veicoli/ora)	8:00-9:00 (Veicoli/ora)	9:00-10:00 (Veicoli/ora)
	Direzione A-B		
Moto	4	3	4
Veicoli leggeri	255	234	235
Veicoli commerciali	22	27	38
	Direzione B-A		
Moto	4	7	8
Veicoli leggeri	256	275	323
Veicoli commerciali	28	39	71

Tabella 6 – Traffico veicolare rilevato nelle fasce orarie di punta della mattina

Classe veicolare	16:00-17:00 (Veicoli/ora)	17:00-18:00 (Veicoli/ora)	18:00-19:00 (Veicoli/ora)
	Direzione A-B		
Moto	3	6	7
Veicoli leggeri	215	322	349
Veicoli commerciali	16	35	71
	Direzione B-A		
Moto	4	5	14
Veicoli leggeri	208	295	356
Veicoli commerciali	26	45	21

Tabella 7 – Traffico veicolare rilevato nelle fasce orarie di punta del pomeriggio

4.2 Stima del traffico all'attualità

La comparazione del traffico rilevato, in precedenza descritto, sia per l'ora di punta della mattina e del pomeriggio con gli spostamenti di veicoli leggeri contenuti nella matrice OD (Origine e Destinazione) disaggregata del 2014 della regione Lombardia ha permesso di individuare il bacino di utenti interessati al passaggio sul ponte tra Paderno d'Adda e Calusco d'Adda.

La matrice OD del 2014 disaggregata, pubblicata sul sito Open Data della regione Lombardia, nel Marzo 2016, è stata definita dalla regione Lombardia implementando un modello di trasporto a partire dai principali set di input disponibili (matrice OD spostamenti sistematici del censimento Istat 2011, rete stradale, caratteristiche del sistema socio-economico basato su una zonizzazione a 1.450 zone, indagini online e vis-à-vis sui residenti in Lombardia su un campione di più di 30.000 individui e indagini vis-à-vis effettuate nei principali punti di scambio quali aeroporti e stazioni). La ripartizione oraria degli spostamenti è stata desunta dalle indagini online all'epoca condotte.

I dati dell'indagine 2014 e quindi della matrice OD derivata si riferiscono ad un giorno feriale medio (periodo febbraio-maggio) considerando una fascia di popolazione costituita dai cittadini di età maggiore o pari a 14 anni. Ogni singolo spostamento della matrice regionale OD 2014 è caratterizzato sia da un motivo che da un modo utilizzato per effettuare lo spostamento. In particolare, si distinguono i seguenti cinque motivi:

- Lavoro: spostamenti effettuati per recarsi alla sede di lavoro;
- Studio: spostamenti effettuati per recarsi a scuola o all'università;
- Occasionali: comprende gli spostamenti effettuati per fare acquisti e commissioni personali, accompagnare/prendere qualcuno, visite, svago/turismo e visite mediche;
- Affari: si riferisce a spostamenti effettuati per riunioni di affari o per visitare clienti;
- Rientri a casa: sia da scuola/ufficio sia dai luoghi di svago, visita, acquisti. ecc.

L'analisi della viabilità esistente e dei tempi di viaggio associati ad uno spostamento, derivati dall'uso di portali web con queste informazioni (Google Maps e Via Michelin), ha permesso di definire una prima ipotesi di bacino degli utenti interessati, coincidente con i territori descritti nelle prime tabelle. Questa prima ipotesi di bacino è stata poi variata e definita attraverso il confronto tra i dati rilevati e gli spostamenti derivati dalla matrice OD, aggregando due insiemi di territori comunali (Brianza Lecchese e Isola Bergamasca) che, per gli spostamenti di interscambio, si ipotizza utilizzino il ponte oggetto dello studio.

Nella tabella seguente sono riportati i centri abitati, suddivisi per versante occidentale e orientale, che costituiscono il bacino di utenza e quindi territori di origine e/o destinazione degli spostamenti che utilizzano il ponte di San Michele all'attualità.

Area			
Brianza Lecchese		Isola Bergamasca	
Cernusco Lombardone	Osnago	Bottanuco	Solza
Cornate d'Adda	Paderno d'Adda	Calusco d'Adda	Sotto Il Monte
Imbersago	Robbiate	Carvico	Suisio
Merate	Verderio	Chignolo d'Isola	Terno d'Isola
		Medolago	

Tabella 8 – Comuni appartenenti al bacino di traffico del ponte San Michele allo stato attuale

La tabella seguente riporta i risultati del confronto tra i volumi di traffico rilevati e quelli stimati da matrice OD. Il confronto è stato fatto per i soli veicoli leggeri, non essendo disponibili dati matriciali per le altre componenti, sia per una delle ore di punta del mattino (fascia 8.00 – 9.00) e per quella di punta del pomeriggio (fascia 18.00 – 19.00).

Fascia oraria 8.00 – 9.00			
Direzione	Volumi da rilievo (veicoli/ora)	Volumi da matrice OD (veicoli/ora)	Differenza (%)
A-B	230	190	+17%
B-A	270	270	0%
Fascia oraria 18.00 – 19.00			
Direzione	Volumi da rilievo (veicoli/ora)	Volumi da matrice OD (veicoli/ora)	Differenza (%)
A-B	350	290	+17%
B-A	350	210	+40%

Tabella 9 – Confronto tra volumi di traffico rilevati e stimati da matrice OD

L'analisi dei dati contenuti in tabella permette di ritenere validato il bacino di traffico identificato in quanto le differenze tra i volumi di traffico risultano quasi sempre ridotte e comunque sempre coerenti per direzione di massimo flusso. Tale giudizio è ulteriormente rafforzato considerando che esiste una intrinseca variazione dei volumi di traffico non solo tra periodi dell'anno ma anche tra giorni appartenenti alla stessa settimana. La differenza riscontrata per la fascia oraria pomeridiana, soprattutto per la direzione B-A, è anche riconducibile alla maggiore complessità della stima degli spostamenti effettuati nelle fasce orarie pomeridiane in cui si vengono a sovrapporre spostamenti per varie motivazioni, non solo legati al processo di rientro a casa.

L'identificazione del bacino di utenti ha permesso di estendere l'analisi degli spostamenti dalle due fasce orarie analizzate a tutte e ventiquattro le fasce orarie presenti nella matrice OD del 2014. Il dato giornaliero di spostamenti identificato è stato prima corretto, per le sole fasce pomeridiane sulla base della differenza riscontrata con il dato rilevato, e poi rapportato al dato delle due fasce

orarie in precedenza elaborate per trovare il coefficiente di espansione per passare dal dato biorario a quello giornaliero, somma dei volumi stimati per ciascuna delle direzioni. Il coefficiente di espansione è risultato pari a 4,15.

A partire dal dato di traffico giornaliero di veicoli leggeri così stimato, è stato poi possibile individuare il traffico giornaliero medio di veicoli commerciali che è stato mutuato dal dato giornaliero prima calcolato sulla base del peso rilevato nel conteggio classificato svolto sul ponte di San Michele dove il traffico di veicoli commerciali è risultato essere mediamente pari al 13% del traffico di veicoli leggeri.

La tabella seguente riporta il risultato della stima del traffico attuale sia per le due fasce orarie di punta considerate sia per quello giornaliero (TGM). Il traffico giornaliero medio stimato all'attualità è pari a 5.730 veicoli/giorno distinti in leggeri e commerciali secondo quanto riportato in tabella.

Classe veicolare	8:00-9:00 (Veicoli/ora)	18:00-19:00 (Veicoli/ora)	TGM (Veicoli/giorno)
	Direzione A-B		
Veicoli leggeri	230	350	5.070
Veicoli commerciali	30	70	660
	Direzione B-A		
Veicoli leggeri	280	360	
Veicoli commerciali	40	20	

Tabella 10 – Traffico giornaliero medio stimato per lo stato attuale

5 ANALISI DELLA DOMANDA DI TRAPORTO ALLO STATO FUTURO

La stima del traffico stradale sull'infrastruttura in progetto è stata fatta utilizzando le informazioni e gli strumenti messi a punto per la stima della situazione allo stato attuale. In particolare, avendo validato l'utilizzo della matrice OD come strumento di previsione dei flussi nell'area di studio attraverso a) l'identificazione del bacino di utenti del ponte oggetto dello studio e b) calcolando gli spostamenti di interscambio tra i due insiemi di territori, costituenti il bacino, separati dal fiume Adda.

L'analisi della viabilità futura si caratterizza soprattutto per la presenza di un nuovo scavalco del fiume Adda, immaginato come localizzato non distante da quello esistente e realizzato con carreggiata di sufficiente larghezza per permettere il transito nelle due direzioni. Questa ultima caratteristica permette al collegamento tra Paderno d'Adda e Calusco d'Adda di funzionare senza tempi di attesa per accedere al ponte, perditempi questi oggi invece presenti e di rilevante entità (almeno qualche minuto), e di ridurre di molto il tempo di viaggio tra questi due centri abitati. L'analisi dei tempi di viaggio associati ad uno spostamento, derivati dall'uso di portali web con queste informazioni (Google Maps e Via Michelin), ha permesso di ridefinire quindi il bacino degli utenti interessati da questa nuova infrastruttura. Sulla falsariga di quanto fatto per lo stato attuale si sono quindi variati e ridisegnati i due insiemi territoriali (Brianza Lecchese e Isola Bergamasca) che, per gli spostamenti di interscambio, si ipotizza utilizzino il ponte oggetto dello studio. In particolare, per l'area occidentale la velocizzazione dell'attraversamento del ponte comporta solo una inclusione di pochi centri abitati, di ridotto peso demografico, quali Ronco Briantino, Lomagna e Montevecchia immediatamente limitrofi a quelli già serviti dal ponte all'attualità. Il limitato impatto è da ricercarsi nella contemporanea o quasi realizzazione della tratta terminale della Pedemontana che rappresenterà per tutti i centri della provincia di Monza-Brianza il collegamento più comodo e rapido per raggiungere il territorio bergamasco. Diverso è il caso per quanto riguarda il versante orientale dell'area di studio dove, invece, la velocizzazione degli spostamenti legata al nuovo ponte rende l'asse stradale della SP 166 il percorso preferenziale per raggiungere il cuore dell'area della Brianza Lecchese non solo per i comuni dell'area dell'Isola Bergamasca ma anche per la città di Bergamo e il popoloso territorio dell'immediato hinterland.

Nella tabella seguente sono riportati i centri abitati, suddivisi per versante occidentale e orientale, che costituiscono il bacino di utenza e quindi territori di origine e/o destinazione degli spostamenti che utilizzano il ponte di San Michele allo stato futuro. I territori esplicitati sono quelli appartenenti alle due aree precedentemente studiate mentre il territorio di Bergamo e del suo hinterland non è esplicitamente richiamato anche se, nello stato futuro, appartenenti al bacino di utenza.

Area			
Brianza Lecchese		Isola Bergamasca	
Cernusco Lombardone	Osnago	Bottanuco	Solza
Cornate d'Adda	Paderno d'Adda	Calusco d'Adda	Sotto Il Monte
Imbersago	Robbiate	Carvico	Suisio
Merate	Verderio	Chignolo d'Isola	Terno d'Isola
Ronco Briantino	Lomagna	Medolago	
Montevecchia			

Tabella 10 – Comuni appartenenti al bacino di traffico del ponte San Michele allo stato futuro

Anche in questo caso, l'identificazione del bacino di utenti ha permesso di estrarre gli spostamenti tra le due aree nelle due fasce orarie di punta analizzate presenti nella matrice OD del 2014. Il dato giornaliero di spostamenti identificato è stato poi stimato applicando lo stesso coefficiente di espansione, pari a 4,15, utilizzato per lo stato attuale per passare dal dato biorario a quello giornaliero, somma dei volumi stimati per ciascuna delle direzioni.

A partire dal dato di traffico giornaliero di veicoli leggeri così stimato, è stato poi possibile individuare il traffico giornaliero medio di veicoli commerciali che è stato mutuato dal dato giornaliero prima calcolato sulla base del peso rilevato nel conteggio classificato svolto sul ponte di San Michele dove il traffico di veicoli commerciali è risultato essere mediamente pari al 13% del traffico di veicoli leggeri.

Processo simile è stato anche utilizzato per il calcolo del traffico giornaliero di veicoli pesanti, ipotizzando che il collegamento sia aperto anche per questa categoria di veicoli, dove la quota di traffico di questi veicoli è posta pari al 12% del traffico totale comprensivo dei veicoli leggeri e di quelli commerciali. Il valore usato è stato mutuato dall'analisi di altri studi di traffico nell'area di studio in cui erano stati condotti rilievi del traffico classificati su viabilità provinciale di primo livello.

La tabella seguente riporta il risultato della stima del traffico giornaliero futuro, disaggregato per classe veicolare. Il traffico giornaliero medio stimato all'attualità è pari a 13.950 veicoli/giorno con una componente non trascurabile di veicoli pesanti, attualmente assenti per la presenza del divieto di transito. Tale rilevante componente è giustificata dalla importanza e dalle funzioni svolte dal collegamento viario su cui è situato il ponte e dalla presenza, anche nelle immediate vicinanze dello scavalco, di importanti insediamenti produttivi.

Classe veicolare	TGM (Veicoli/giorno)
Veicoli leggeri	10.870
Veicoli commerciali	1.410
Veicoli pesanti	1.670
Totale	13.950

Tabella 11 – Traffico giornaliero medio stimato per lo stato futuro

6 OSSERVAZIONI CONCLUSIVE

Lo studio trasportistico finalizzato alla valutazione del traffico interessato dalla realizzazione di un nuovo ponte sul fiume Adda a Paderno D'Adda in sostituzione del ponte San Michele dove transita sia il traffico ferroviario sia il traffico automobilistico. Le stime sono state condotte mediante l'analisi dei risultati di un processo di ricostruzione dettagliato del funzionamento del sistema di trasporto stradale nell'area di studio, in prima istanza identificata con il territorio limitrofo al ponte esistente tra le province di Lecco e Bergamo tenendo conto della mobilità sia locale sia di attraversamento dell'area.

I risultati dello studio evidenziano chiaramente l'importanza di un intervento di questo tipo che andrebbe a sanare una situazione di criticità per la particolare ridotta funzionalità ad oggi assicurata dal ponte di San Michele, accentuata dal fatto che esistono pochi attraversamenti in questo tratto tra le Prealpi e il percorso dell'autostrada A4. Il traffico stimato giornaliero risulta di notevole crescita rispetto al dato attuale, andando a superare abbondantemente le 13.000 unità/giorno. Tale valore è comunque pienamente compatibile con la tipologia ipotizzata (strada a carreggiata unica con una corsia per senso di marcia) e coerente con il volume di traffico presente su molta viabilità di simili caratteristiche nell'area di studio.

Le maggiori criticità da evidenziare per la fase di progettazione del ponte sono legate alla soluzione che verrà identificata per collegare il nuovo ponte alla rete viaria esistente. In particolare, a Paderno d'Adda il ponte in progetto dovrebbe ricollegarsi direttamente alla SP 54, così evitando di creare un attraversamento del centro abitato tenuto conto che la quota più importante del traffico del ponte è poi interessata a proseguire sulla SP 54 verso Robbiate e Merate. Nel caso del versante di Calusco d'Adda, sarebbe importante collegare il percorso di accesso al nuovo ponte alla prevista tangenziale di Calusco d'Adda così convogliando tutto il traffico al di fuori del centro abitato, rafforzando il ruolo che questo intervento dovrebbe avere.