

POLITECNICO
MILANO 1863

Pianificazione mobilità straordinaria per chiusura temporanea SS 340 Regina

Giovanni Azzone

Piercesare Secchi

Agostino Torti

Valeria Maria Urbano

- Obiettivo e fasi del progetto
- I dati a disposizione
- Pre-processing
- Stima evoluzione traffico

Obiettivo e fasi del progetto

OBIETTIVO

Il progetto ha come obiettivo la valutazione dell'impatto sul traffico stradale ed autostradale dell'interruzione della SS340 in prossimità di Colonno, programmata per il periodo Novembre 2021 – Febbraio 2022.

Il progetto si articola in 5 fasi:

1. Stima del flusso di traffico e suddivisione del flusso di traffico tra origini e destinazioni
2. Individuazione dei possibili percorsi alternativi
3. Suddivisione del traffico tra i possibili percorsi alternativi
4. Impatto percentuale della variazione del traffico
5. Analisi allungamento dei tempi di percorrenza

Le domande cui vogliamo dare risposta

1. Quante persone dovranno allungare i propri tempi di viaggio per effetto della chiusura?
2. Come si distribuiranno tra i diversi percorsi alternativi possibili?
3. Di quanto si allungheranno i loro tempi di viaggio?

Ciascuno di questi punti può essere dettagliato per singolo comune di «origine»

Dati disponibili

- **OD Regione Lombardia 2016 e 2020**

Le Matrici OD (Origine-Destinazione) contengono informazioni relative ai flussi di Persone attraverso la Lombardia.

I flussi OD sono riportati fra 1508 zone. Di queste zone 1450 sono in Lombardia mentre le rimanenti 58 sono relative ad altre città/regioni/stati.

Ogni singolo spostamento della matrice OD è caratterizzato sia da un motivo che da un modo. Ci sono 5 motivi (Lavoro, Studio, Occasionali, Affari, Rientri a casa) e 8 modi (auto conducente, auto passeggero, TPL gomma, TPL ferro, moto, bici, piedi e altro). TPL gomma include bus urbani, bus extraurbani, pullman e filobus. TPL ferro include treno, metro e tram extraurbano. Modo altro comprende spostamenti in aereo.

I flussi delle matrici OD passeggeri sono riportati per tutte le 24 fasce orarie e rappresentano gli spostamenti in un giorno feriale medio (periodo febbraio-maggio).

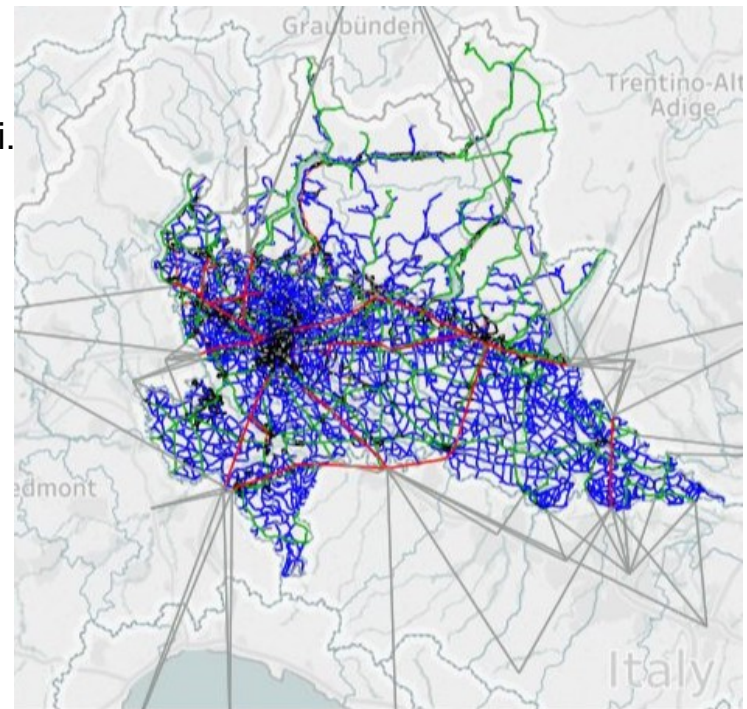
Sono disponibili le matrici OD relative a anni diversi (2014, 2016, 2020, 2030).

Dati disponibili

- **GRAFO REGIONE LOMBARDIA:**

Grafo modellizzato formato da 37000 nodi e da 8200 archi.
Ogni arco equivale ad un tratto di strada fra due incroci.

- A: identificativo del nodo di partenza
- B: identificativo del nodo di arrivo
- FID_1: codice identificativo univoco dell'arco
- TIPO_LT: codice tipologia di strada
- CORSIE: numero corsie
- SPEED: velocità a flusso libero in km/h
- CAPACITY: capacità totale (oraria) dell'arco
- TIME_1: tempo a congestione
- VC_1: saturazione
- CSPD_1: velocità a congestione in km/h
- VDT_1: percorrenza (veic*km)
- VHT_1: tempi complessivi (veic*h)
- V1_1: flusso passeggeri



- Autostrada
- Statale principale/secondaria
- Provinciale primaria/secondaria
- Comunale, Tangenziale, Superstrada
- Connettore

Dati disponibili

- **Dati Navigazione Laghi :**

Dati del 2019 e 2020 divisi per mesi e per giornate con il dettaglio dei passeggeri trasportati, divisi per tipologia di nave e solo per il servizio traghetto la divisione per tipologia di mezzo trasportato

- **Dati ASF Autolinee** (mese di maggior carico 2019) trasmessi da **ASF Autolinee:**

Utenti alto lago diretti a Como (da Colonno in su per Como e compresi afferenti diramazioni come per es. da Plesio, Livo, Garzeno, ecc.): **420 unità/giorno circa**, di cui 60 circa di Colonno e Sala Comacina

Numero medio titoli mensili combinati ASF/NLC venduti nel 2019 da ASF: 5

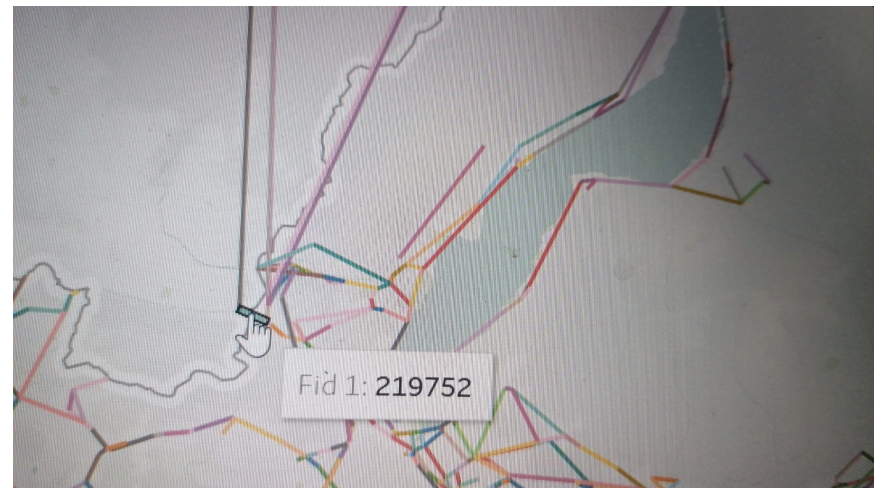
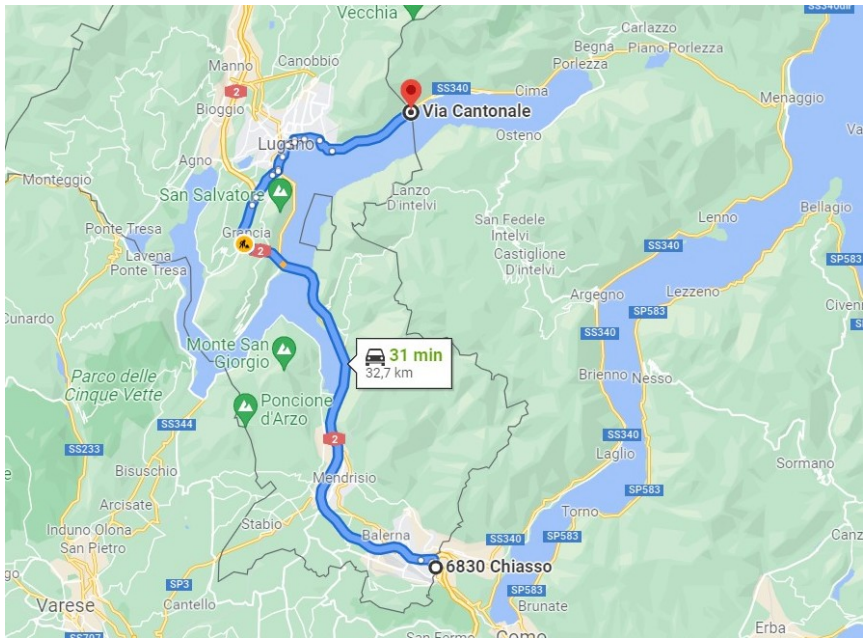
Offerta di trasporto pubblico: **27 corse** da Menaggio a Como e da Como a Menaggio (Dettaglio di offerta disponibile)

- **Dati Flusso di traffico** (mese di maggior carico 2019) trasmessi da **Agenzia TPL:**

Transiti indifferenziati sulla statale 340 rilevati con appositi apparecchiature installate sullo stesso sedime stradale circa 12.000 passaggi/giorno (traffico pesante non supererebbe il 5%), con un carico medio extraurbano in viabilità ordinaria di ca. 1,2 persone/vetture (entrambe le direzioni), ciò corrisponderebbe a circa $12.000 * 0,95 * 1,2 = 13.680$ spostamenti/giorno (Dettaglio dato flusso di traffico per giorno Marzo 2019, Ottobre 2019, Novembre 2019, Marzo 2020)

Pre-processing

Integrazione nel Grafo Regione Lombardia del percorso alternativo passante per la Svizzera



Per procedere con la suddivisione del traffico tra i possibili percorsi alternativi identificati, è stato necessario stimare il tempo di percorrenza del percorso passante per la Svizzera coerentemente con i tempi di percorrenza a flusso libero presenti all'interno del Grafo Regione Lombardia.

Per farlo, sono stati messi a confronto i tempi di percorrenza stimati da Google Maps ed i tempi di percorrenza a flusso libero contenuti nel Grafo Regione Lombardia. Il confronto dei due dati ha permesso di stimare il tempo di percorrenza del percorso passante per la Svizzera e di aggiungere questa informazione al Grafo stradale utilizzato.

FASI:

1. **Stima del flusso di traffico e suddivisione del flusso di traffico tra origini e destinazioni**
2. Individuazione dei possibili percorsi alternativi
3. Suddivisione del traffico tra i possibili percorsi alternativi
4. Impatto percentuale della variazione del traffico
5. Analisi allungamento dei tempi di percorrenza

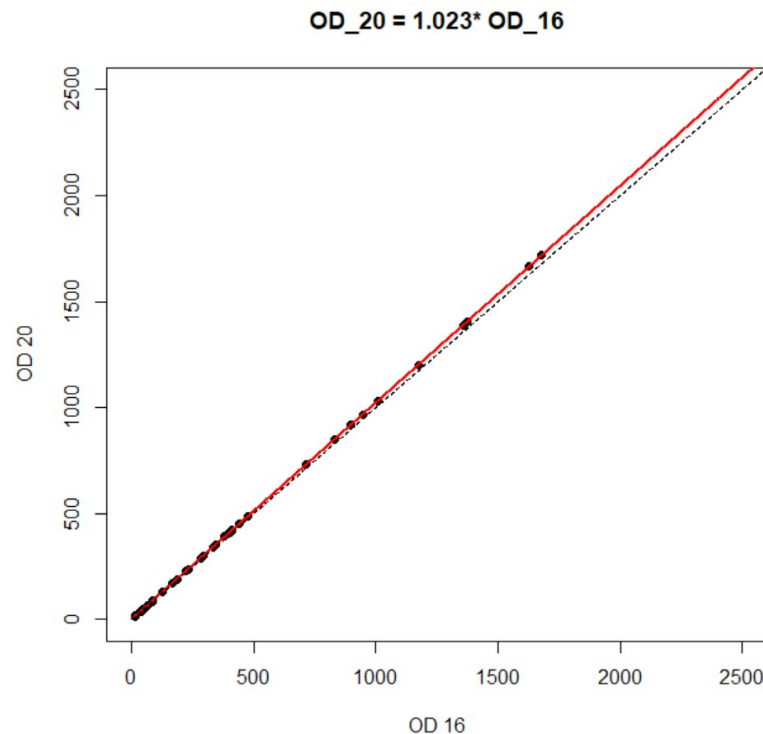
1. Stima dei flussi di traffico impattati

1. Caricamento della matrice OD RL 2020
2. Assegnazione viaggi OD al cammino minimo usando il tempo di viaggio come funzione obiettivo
3. Eliminazione di uno degli archi compresi nel tratto che subirà l'interruzione e ricalcolo del cammino minimo per ciascuna OD
4. Identificazione dei viaggi OD con variazione di cammino minimo al fine di ottenere il sottoinsieme di viaggi che nello scenario attuale passano dal tratto che subirà un'interruzione
5. Verifica dei risultati

1. Stima dei flussi di traffico impattati

1. Caricamento di una matrice OD

Al fine di verificare la consistenza nel tempo dei flussi di mobilità nella zona di interesse è stato effettuato un confronto tra le matrici OD Regione Lombardia 2016 e le matrici OD Regione Lombardia 2020.



1. Stima dei flussi di traffico impattati

1. Caricamento di una matrice OD

La matrice OD Regione Lombardia 2020 è stata poi confrontata con la matrice OD (espressa in veicoli/giorno) presente nell'Aggiornamento dello studio di traffico del progetto **SS340 «Regina» – Variante di tracciato nell'area tremezzina** sviluppato da META nel 2014.

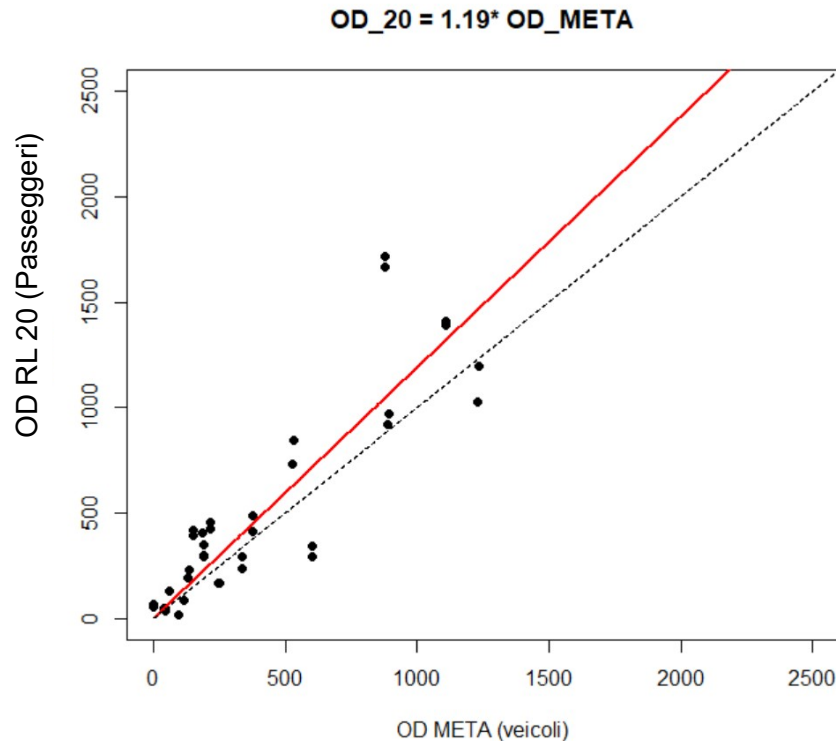
Origine	Destinazione													TOTALE
	0	1	2	3	4	5	6	10	20	30	40	50	60	
0 Tremezzina	3.296	889	247	58	152	133	530	35	76	216	294	169	243	6.337
1 Menaggio	893	3.771	877	1.109	113	43	600	148	88	136	494	39	733	9.045
2 Porlezza	248	878	5.632	188	216	0	375	85	15	218	1.284	70	2.045	11.254
3 Gravedona	57	1.110	189	7.797	93	39	334	1.614	327	306	550	119	1.450	13.985
4 Argegno	152	113	217	94	4.973	186	1.236	35	15	287	780	207	814	9.108
5 Cernobbio	132	44	0	40	188	4.121	5.175	37	34	1.038	1.876	1.201	7.019	20.906
6 Como città	527	601	376	336	1.227	5.180	46.325	436	1.841	14.189	28.775	15.858	1.702	117.372
10 dir.NE	36	149	85	1.610	34	37	436	166.219	2.858	2.815	4.496	1.420	50	180.244
20 dir.E	76	88	15	327	15	33	1.849	2.857	27.692	10.617	3.894	735	285	48.485
30 dir.SE	219	135	223	304	286	1.040	14.183	2.863	10.619	2.995.861	351.858	50.943	1.862	3.430.395
40 dir.S	288	494	1.296	553	789	1.882	28.858	4.416	3.890	347.990	3.091.874	366.165	16.191	3.864.686
50 dir.SW	170	39	71	124	207	1.211	15.892	1.496	749	50.800	368.295	1.740.944	35.358	2.215.358
60 dir.NW	243	733	2.045	1.450	814	7.019	1.702	50	285	1.862	16.191	35.358	756.544	824.296
TOTALE	6.338	9.043	11.272	13.992	9.107	20.924	117.494	180.291	48.492	3.426.336	3.870.658	2.213.228	824.296	10.751.471

Tab.2.3.i. Matrice O/D attuale (2012)

Elaborazione Studio META 2013

1. Stima dei flussi di traffico impattati

1. Caricamento di una matrice OD



Il confronto tra le due matrici ha permesso di stimare il coefficiente moltiplicativo che consente il passaggio da OD META ad OD RL 2020. Tale coefficiente (1,19) è coerente con il carico medio extraurbano in viabilità ordinaria di ca. 1,2 passeggeri/veicolo.

1. Stima dei flussi di traffico impattati

3. Eliminazione di uno degli archi compresi nel tratto che subirà l'interruzione e ricalcolo del cammino minimo per ciascuna OD



1. Stima dei flussi di traffico impattati

4. Identificazione dei viaggi OD con variazione di cammino minimo al fine di ottenere il sottoinsieme di viaggi che nello scenario attuale passano dal tratto che subirà un'interruzione

Totale flussi di traffico impattati: 7381 viaggiatori/giorno

Le zone maggiormente impattate:

zona	partenze	arrivi
LENNO	515	475
OSSUCCIO	468	402
MENAGGIO	414	392
MEZZEGRA	351	328
TREMEZZO	300	261
COMO 6	292	315
COMO 7	280	320
COMO 3	271	352
CASASCO D'INTELVI - CASTIGLIONE D'INTELVI - CERANO INTELVI - SAN FEDELE INTELVI	246	255
COLONNO	243	210

Domanda 1: Quante persone dovranno allungare i propri tempi di viaggio per effetto della chiusura: 7.381 viaggiatori/giorno

1. Stima dei flussi di traffico impattati

4. Identificazione dei viaggi OD con variazione di cammino minimo al fine di ottenere il sottoinsieme di viaggi che nello scenario attuale passano dal tratto che subirà un'interruzione

impatto sulle origini

impatto sulle destinazioni

1. Stima dei flussi di traffico impattati

1. Stima dei flussi di traffico impattati

5. Verifica dei risultati

- Confronto tra distribuzione impattati durante il giorno e dati Andamento orario dei carichi veicolari sulla SS340 (2013) – (dati di flusso rilevati tramite sensori a Colonno) presenti nel report META
- Confronto valore aggregato passeggeri impattati e flussi di traffico 2019 forniti da Agenzia TPL

1. Stima dei flussi di traffico impattati

5. Verifica dei risultati

- Confronto tra distribuzione impattati durante il giorno e dati Andamento orario dei carichi veicolari sulla SS340 (2013) – (dati di flusso rilevati tramite sensori a Colonno) presenti nel report META

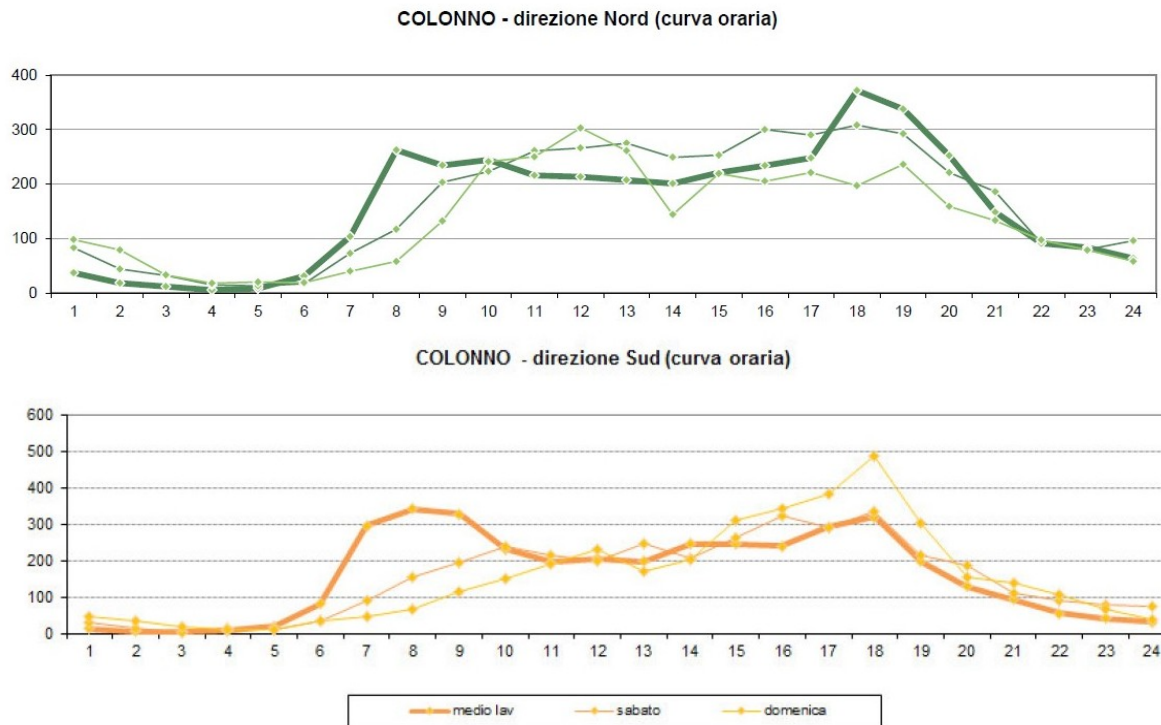


Fig.2.5.ii. Andamento orario dei carichi veicolari sulla SS340 – postazione di Colonno

1. Stima dei flussi di traffico impattati

5. Verifica dei risultati

- Confronto tra distribuzione impattati durante il giorno e dati Andamento orario dei carichi veicolari sulla SS340 cumulati nelle due direzioni (2013) – postazione di Colonno presenti nel report META
- Per il confronto i dati META, rappresentativi dei veicoli, sono stati moltiplicati per 0.95 (così da escludere i mezzi pesanti) e per 1.2 (così da rappresentare le persone)

	Personne impattate
META	8755
OD RL 2020	7381

1. Stima dei flussi di traffico impattati

- Confronto valore aggregato passeggeri impattati e flussi di traffico 2019 forniti da Agenzia TPL (valore medio giorno feriale, Rilevazione a Tramezzina)

	Totale targhe transitate (veicoli/giorno)	Totale veicoli leggeri* (veicoli/giorno)	Totale viaggiatori** (viaggiatori/giorno)
Marzo 2019	8355	7937	9524
Ottobre 2019	9512	9036	10843
Novembre 2019	8289	7875	9450

	Persone impattate
Agenzia TPL (valore medio viaggiatori 2019)	9939
OD RL 2020	7381

*Totale veicoli leggeri calcolato come $0,95 \times$ Totale targhe transitate (STIMA Amministrazioni comunali)

**Totale viaggiatori calcolato come $1,2 \times$ Totale targhe transitate (valore carico medio extraurbano in viabilità ordinaria)

FASI:

1. Stima del flusso di traffico e suddivisione del flusso di traffico tra origini e destinazioni
- 2. Individuazione dei possibili percorsi alternativi**
3. Suddivisione del traffico tra i possibili percorsi alternativi
4. Impatto percentuale della variazione del traffico
5. Analisi allungamento dei tempi di percorrenza

2. Individuazione dei possibili percorsi alternativi

Val d'Intelvi:

- Argegno – SP13 fino a S. Fedele Intelvi – poi SP14 fino a Porlezza – indi SS340 fino a Menaggio. In comune di Menaggio è poi possibile imboccare la statale SS340 per tornare verso Sud attraversando la zona della Tremezzina o la SS340 dir per proseguire verso Nord in direzione Altolago e Valtellina.
- ~~Un altro itinerario, sempre sullo stesso asse della Val d'Intelvi ma leggermente più lungo e meno agevole, è rappresentato dalla SP15 con il seguente percorso, da Sud a Nord: Argegno – SP15 fino a Castiglione Intelvi – poi SP13 fino a S. Fedele Intelvi – poi SP14 fino a Porlezza – indi SS340 fino a Menaggio con il medesimo itinerario dell'ipotesi precedente.~~

Suboptimal
→ rimosso

Svizzera:

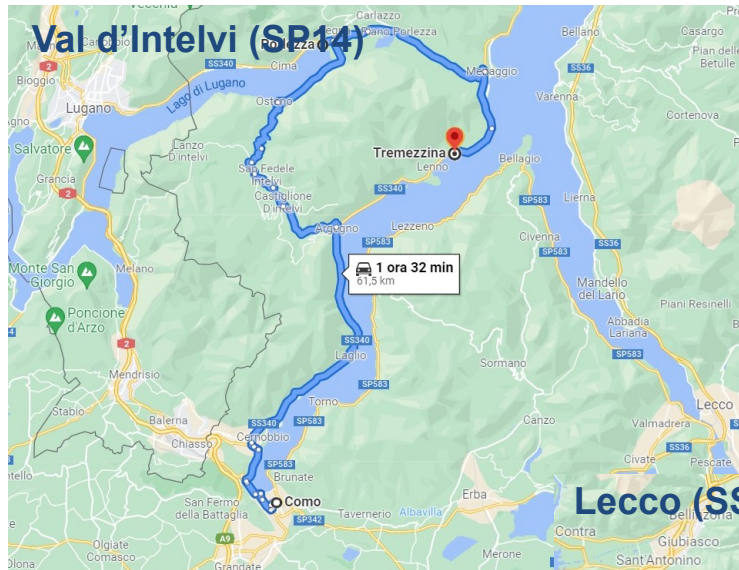
- Como – Autostrada A2 Svizzera fino a Lugano – attraversamento dell'abitato di Lugano, indi ritorno verso il territorio italiano, valico di Oria–Valsolda - poi tramite la SS340 fino a Menaggio. In comune di Menaggio è poi possibile imboccare la statale SS340 per tornare verso Sud attraversando la zona della Tremezzina o la SS340 dir per proseguire verso Nord in direzione Altolago e Valtellina.

Lecco:

- Como – SS342 fino a Tavernerio - indi exSS639 fino a Lecco – poi SS36 fino a Colico. Da qui la strada si dirama verso Est in direzione Valtellina, verso Nord in direzione Val Chiavenna e verso Nord-Ovest, poi Sud per il ritorno verso l'Altolago e Menaggio.

2. Individuazione dei possibili percorsi alternativi

Preso l'OD Como – Tremezzina sono stati identificati tre percorsi alternativi alla SS340:



Le fasi del progetto

FASI:

1. Stima del flusso di traffico e suddivisione del flusso di traffico tra origini e destinazioni
2. Individuazione dei possibili percorsi alternativi
3. **Suddivisione del traffico tra i possibili percorsi alternativi**
4. Impatto percentuale della variazione del traffico
5. Analisi allungamento dei tempi di percorrenza

3. Suddivisione del traffico tra i possibili percorsi alternativi

Stima variazione traffico sui percorsi alternativi (da ripetere per ciascun percorso alternativo)

1. Eliminazione di uno degli archi compresi nel percorso alternativo e ricalcolo del cammino minimo per ciascuna OD
2. Identificazione dei viaggi OD con variazione di cammino minimo al fine di ottenere il sottoinsieme di viaggi che nello scenario futuro passeranno dal percorso alternativo

3. Suddivisione del traffico tra i possibili percorsi alternativi



3. Suddivisione del traffico tra i possibili percorsi alternativi

Il traffico impattato si ripartisce tra i possibili percorsi alternativi nel seguente modo:

Percorso	Traffico aggiuntivo (viaggiatori)	Valore % rispetto al totale degli impattati
Val d'Intelvi (preferibile)	1266	17%
Sostanziale indifferenza tra Val d'Intelvi e Svizzera	5589	76%
Lecco (preferibile)	526	7%
Tot	7381	100%

Domanda 2: Come si ripartisce il traffico tra i percorsi alternativi?
Solo per meno di un quarto c'è un'alternativa «nettamente preferibile»

3. Suddivisione del traffico tra i possibili percorsi alternativi

Zone maggiormente impattate (viaggi che passeranno dalla **Val D'Intelvi**):

Origine	Partenze
CASASCO D'INTELVI - CASTIGLIONE D'INTELVI - CERANO INTELVI - SAN FEDELE INTELVI	245,21
ARREGNO - DIZZASCO	156,34
LENNO	138,32
OSSUCCIO	119,05
COLONNO	95,77
BRIENNO - LAGLIO	82,89
SALA COMACINA	77,47
MENAGGIO	61,94
MEZZEGRA	52,72
TREMEZZO	46,24

Destinazione	Arrivi
CASASCO D'INTELVI - CASTIGLIONE D'INTELVI - CERANO INTELVI - SAN FEDELE INTELVI	254,98
ARREGNO - DIZZASCO	173,53
LENNO	131,7
OSSUCCIO	108,97
BRIENNO - LAGLIO	100,95
COLONNO	82,74
SALA COMACINA	72,92
MENAGGIO	63,92
MEZZEGRA	45,05
TREMEZZO	41,78

3. Suddivisione del traffico tra i possibili percorsi alternativi

Zone maggiormente impattate (viaggi per i quali è **indifferente l'itinerario per la Svizzera o per la Val d'Intelvi**):

Origine	Partenze
OSSUCCIO	347,24
LENNO	345,85
MENAGGIO	316,77
MEZZEGRA	292,66
COMO 6	279,83
COMO 7	277,5
COMO 3	260,73
TREMEZZO	250,02
COMO 5	195,37
COMO 8	191,08

Destinazione	Arrivi
CAVARGNA - CUSINO - SAN BARTOLOMEO VAL CAVARGNA - SAN NAZZARO VAL CAVARGNA	449,53
COMO 3	343,1
LENNO	316,35
COMO 7	316,05
COMO 6	303,04
OSSUCCIO	292,19
MENAGGIO	282,85
MEZZEGRA	275,04
COMO 8	221,48
TREMEZZO	219,19

FASI:

1. Stima del flusso di traffico e suddivisione del flusso di traffico tra origini e destinazioni
2. Individuazione dei possibili percorsi alternativi
3. Suddivisione del traffico tra i possibili percorsi alternativi
4. **Impatto percentuale della variazione del traffico**
5. Analisi allungamento dei tempi di percorrenza

4. Impatto percentuale della variazione del traffico

Il traffico impattato si ripartisce tra i possibili percorsi alternativo nel seguente modo:

Percorso	Traffico attuale senza interruzione (viaggiatori)	Traffico aggiuntivo causa interruzione (viaggiatori)	Variazione % del traffico
Val d'Intelvi	1297	1266	97%
Porlezza-Lago di Como (Val d'Intelvi + Svizzera)	5852	6855	117%
Lecco		526	

FASI:

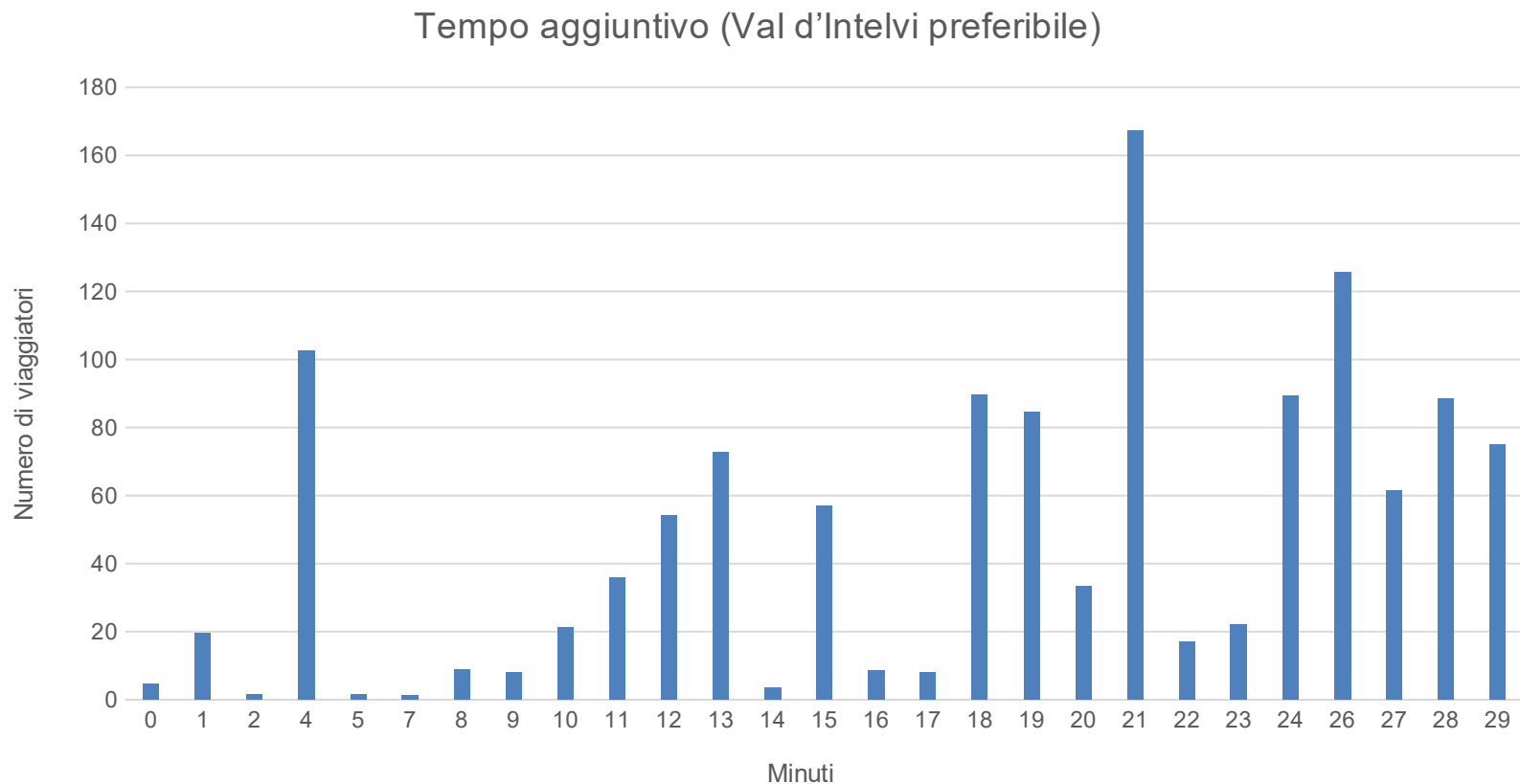
1. Stima del flusso di traffico e suddivisione del flusso di traffico tra origini e destinazioni
2. Individuazione dei possibili percorsi alternativi
3. Suddivisione del traffico tra i possibili percorsi alternativi
4. Impatto percentuale della variazione del traffico
5. **Analisi allungamento dei tempi di percorrenza**

5. Analisi allungamento dei tempi di percorrenza

- Nelle pagine successive, vengono stimati i tempi «minimi» aggiuntivi richiesti dal cambio di itinerario secondo il grafo di Regione Lombardia
- Il confronto dei tempi minimi stimati dal grafo di RL con i tempi di percorrenza stimati da Google Maps porta a considerare questi tempi sottostimati già nelle condizioni di traffico odierno

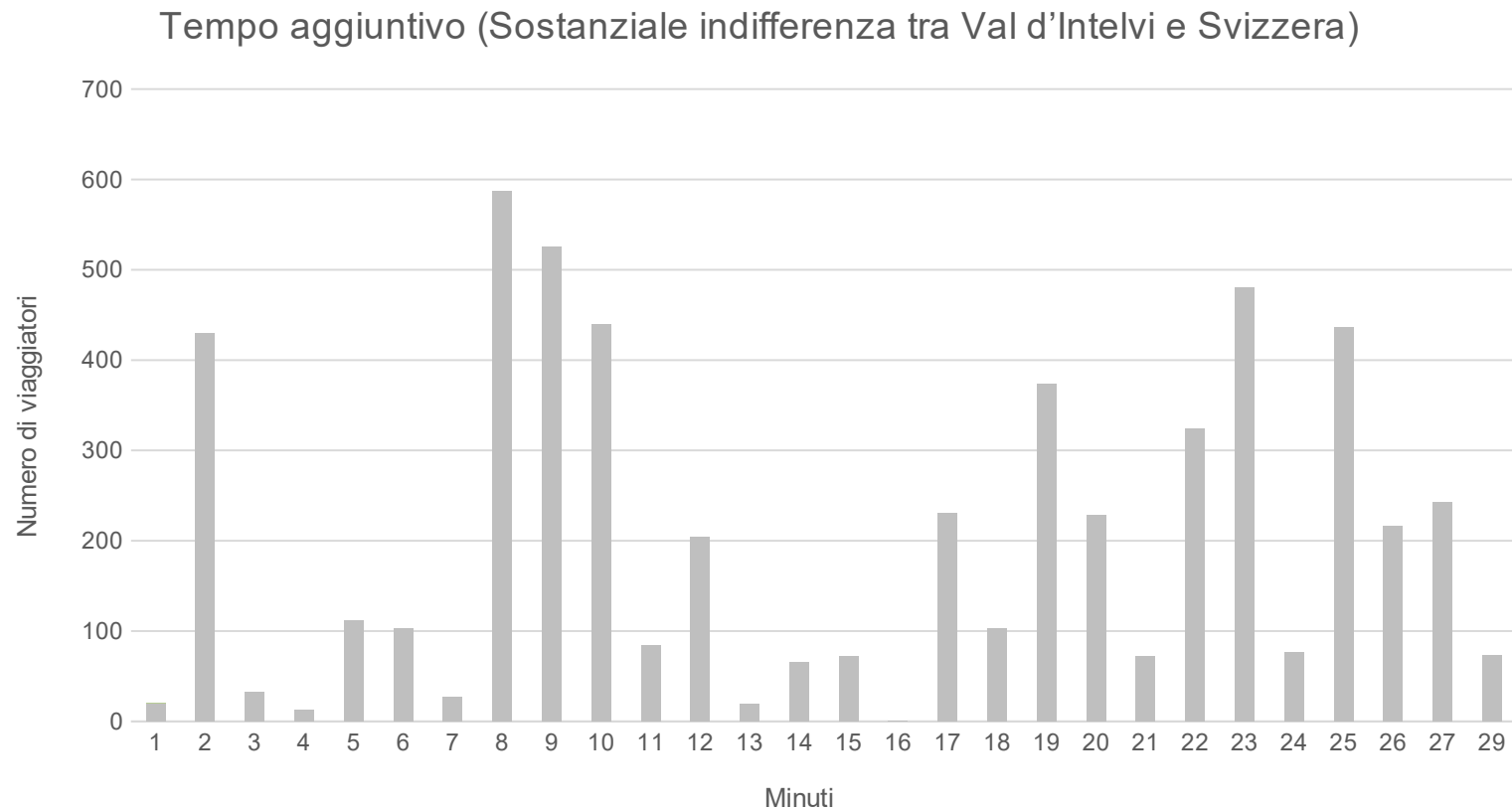
5. Analisi allungamento dei tempi di percorrenza

Per le 1266 persone che scelgono sicuramente la Val d'Intelvi stimiamo l'allungamento dei tempi di percorrenza in minuti



5. Analisi allungamento dei tempi di percorrenza

Per le 5589 persone per i quali è indifferente l'itinerario per la Svizzera o per la Val d'Intelvi stimiamo l'allungamento dei tempi di percorrenza in minuti



5. Analisi allungamento dei tempi di percorrenza

Percorso	Flussi con tempo aggiuntivo 1-10 Min (Viaggiatori)	Flussi con tempo aggiuntivo 11-20 Min (Viaggiatori)	Flussi con tempo aggiuntivo 21-30 Min (Viaggiatori)
Val d'Intelvi (preferibile)	169	447	650
Sostanziale indifferenza tra Val d'Intelvi e Svizzera	2288	1380	1921

Domanda 3: Per oltre un terzo dei casi, tenendo conto degli effetti del traffico e della sottostima dei tempi di percorrenza, si può prevedere un aumento superiore ai 30 minuti per viaggio (quindi di oltre un'ora tra andata e ritorno)

5. Analisi allungamento dei tempi di percorrenza

Val d'Intelvi (preferibile)

Origine	Flussi con ritardo 1-10 Min	Flussi con ritardo 11-20 Min	Flussi con ritardo 21-30 Min	Totale partenze
CASASCO D'INTELVI - CASTIGLIONE D'INTELVI - CERANO INTELVI - SAN FEDELE INTELVI	60,02	121,07	64,12	245,21
ARREGNO - DIZZASCO	3,39	37,22	115,73	156,34
LENNO	4,41	61,43	72,48	138,32
OSSUCCIO	0,53	46,3	72,22	119,05
COLONNO		0,6	95,17	95,77
BRIENNO - LAGLIO		11,89	71	82,89
SALA COMACINA	0,53	4,9	72,04	77,47
MENAGGIO	38,4	23,54		61,94
MEZZEGRA	2,64	24	26,08	52,72
TREMEZZO	3,03	38,28	4,93	46,24

Sostanziale indifferenza tra Val d'Intelvi e Svizzera

Origine	Flussi con ritardo 1-10 Min	Flussi con ritardo 11-20 Min	Flussi con ritardo 21-30 Min	Totale partenze
OSSUCCIO			347,24	347,24
LENNO			345,85	345,85
MENAGGIO	296,18	20,59		316,77
MEZZEGRA		274,51	18,15	292,66
COMO 6	117,5	64,07	98,26	279,83
COMO 7	129,59	56,68	91,23	277,5
COMO 3	106,78	60,64	93,31	260,73
TREMEZZO		242,05	7,97	250,02
COMO 5	88,41	41,19	65,77	195,37
COMO 8	86,16	40,43	64,49	191,08