

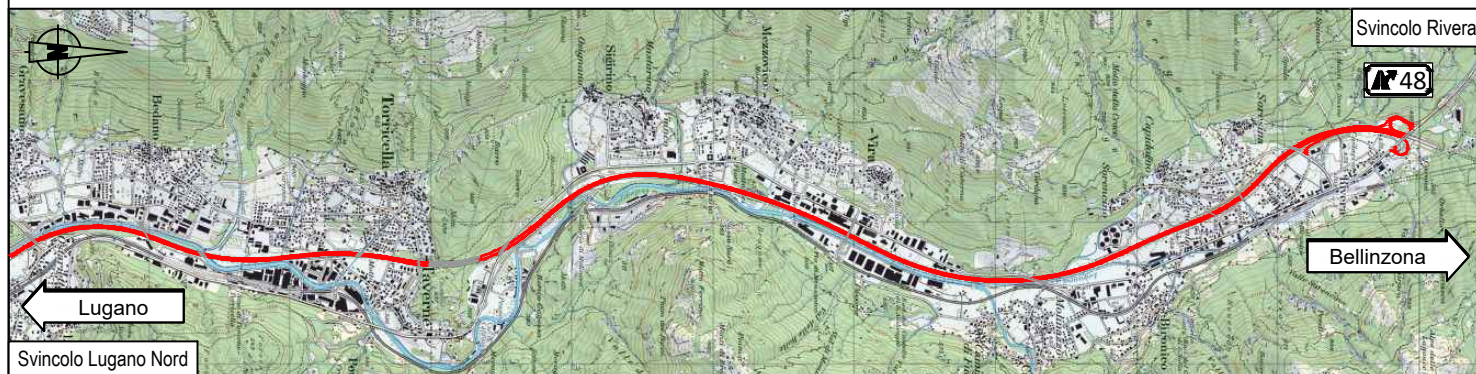


Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Dipartimento federale  
dell'ambiente, dei trasporti, dell'energia e delle comunicazioni DATEC

Ufficio federale delle strade USTRA  
Filiale Bellinzona

## Strada Nazionale N02 / Settore TI-I



### Tratto Chiasso - Rivera EP15 Lugano Nord - Rivera

Cantone / Comune	TI / Bedano, Lamone, Torricella-Taverne, Mezzovico-Vira, Monteceneri
Tratta / km di manutenzione	80 / 30.224 - 41.550
RBBS	...
Lotto / Oggetto	Tracciato / N-S e S-N
TdCost	...
Numero inventario	...
Categoria struttura	<input type="checkbox"/> K <input type="checkbox"/> T/G <input type="checkbox"/> T/U <input checked="" type="checkbox"/> BSA

### Concetto d'intervento (MK)

## Equipaggiamenti di esercizio e sicurezza (BSA)

**BOZZA  
ROSSA**

### Relazione tecnica

#### Consorzio Ingegneri

##### EP15 RIVERA:

via Besso 7 6900 Lugano

T 091 / 961 24 00

F 091 / 967 22 24

E ep15-ustra@piniswiss.com

- ☐ Pini Swiss Engineers SA
- ☐ Spataro Petoud Partner SA
- ☐ Marconelli & Winkler + Partners SA
- ☐ EcoControl SA
- ☒ Studio di Ingegneria Francesco Allievi SA



Documento No.

**MK23-4**

Rev.	Allestito	Indice A	Indice B	Indice C	Indice D	No. interno ufficio:	MK23-4
Data	31.07.2019					Numero oggetto di inventario:	...
Visto	MM					Formato:	A4
Controllo	FA					Scala:	-
<b>Condizione di progetto</b> Ufficio federale delle strade USTRA Filiale Bellinzona Via C. Pellandini 2 6500 Bellinzona						Entrata:	
						Verificato / ing. verificatore:	
						Delibera: Hum	

## SOMMARIO

<b>1</b>	<b>INTRODUZIONE</b>	<b>6</b>
1.1	Premessa	6
1.2	Perimetro di studio	6
1.3	Oggetto del documento	7
<b>2</b>	<b>ANALISI DEL TERRITORIO</b>	<b>8</b>
2.1	Situazione viaria attuale	8
2.1.1	Contesto internazionale e nazionale	8
2.1.2	Conteso cantonale	9
2.1.3	Contesto regionale	10
<b>3</b>	<b>ANALISI DEI FLUSSI DI TRAFFICO</b>	<b>13</b>
3.1	Orizzonti di riferimento	13
3.2	Componenti di traffico	13
3.2.1	Il traffico lungo la tratta autostradale N02	13
3.3	Origine dati di traffico	14
3.4	Volumi di traffico attuali	15
3.4.1	Andamento del traffico negli ultimi anni	15
3.4.2	Andamento annuale	16
3.4.3	Andamento settimanale	17
3.4.4	Andamento giornaliero	18
3.4.5	Dati di traffico 2015 nel perimetro di progetto	20
3.4.6	Traffico pesante	22
3.5	Volumi di traffico futuri	22
3.5.1	Evoluzione del traffico	22
3.5.2	Dati di traffico futuri nel perimetro di progetto	23
<b>4</b>	<b>ANALISI CAPACITÀ DI TRANSITO E LIVELLI DI SERVIZIO</b>	<b>26</b>
4.1	Capacità lungo la tratta autostradale	26
4.2	Livelli di servizio	27
4.2.1	Stato attuale 2015	27
4.2.2	Stato futuro 2040	28
<b>5</b>	<b>ANALISI LIVELLI DI EQUIPAGGIAMENTO</b>	<b>30</b>
5.1	Descrizione livelli di equipaggiamento	30
5.1.1	Livello di equipaggiamento basso ("Niedrig")	30
5.1.2	Livello di equipaggiamento medio ("Mittel")	31
5.1.3	Livello di equipaggiamento alto ("Hoch")	31

<b>5.2</b>	<b>Valutazione livello di equipaggiamento della tratta in oggetto</b>	<b>31</b>
5.2.1	Segmenti autostradali oggetto di verifica	31
5.2.2	Limiti di capacità corsie autostradali	32
5.2.3	Livello di equipaggiamento 2030 prestabilito dalla direttiva ASTRA 15003	33
5.2.4	Valutazione livello di equipaggiamento tratte a cielo aperto	33
5.2.5	Valutazione livello di equipaggiamento nelle gallerie	37
5.2.6	Conclusione	37
<b>6</b>	<b>IL PROGETTO SEGNALETICA</b>	<b>40</b>
<b>6.1</b>	<b>Impostazione impianto segnaletica</b>	<b>40</b>
<b>6.2</b>	<b>Tipologia segnaletica</b>	<b>40</b>
6.2.1	Segnaletica statica	40
6.2.2	Segnaletica a messaggio variabile (SMV) a LED	41
<b>6.3</b>	<b>Disposizione dei segnali</b>	<b>42</b>
6.3.1	In pianta	42
6.3.2	In sezione	42
<b>6.4</b>	<b>Sostegni dei segnali</b>	<b>44</b>
<b>6.5</b>	<b>Scelte tecniche e rispetto delle normative</b>	<b>44</b>
6.5.1	Segnali di prescrizione	44
6.5.2	Segnali di pericolo	45
6.5.3	Segnali di indicazione	46
6.5.4	Indicazione della chilometrica	47
<b>7</b>	<b>COMANDO TRAFFICO</b>	<b>48</b>
<b>7.1</b>	<b>Condizioni d'esercizio</b>	<b>48</b>
7.1.1	Tratta a cielo aperto	48
7.1.2	Galleria di Taverne	48
<b>7.2</b>	<b>CE di base</b>	<b>48</b>
<b>7.3</b>	<b>Condizioni di traffico</b>	<b>50</b>
7.3.1	Situazione normale	50
7.3.2	Incidente	50
7.3.3	Colonna	50
7.3.4	Altri pericoli	50
7.3.5	Lavori in corso	51
7.3.6	Velocità massima 60 -80-100 km/h	51
<b>7.4</b>	<b>Inserimento delle condizioni di esercizio</b>	<b>51</b>
7.4.1	Inserimento manuale	52
7.4.2	Azionamento automatico	52
7.4.3	Le regole di inserimento delle CE	52
7.4.4	Tipo di inserimento	53
<b>7.5</b>	<b>Comando del traffico manuale</b>	<b>55</b>
<b>7.6</b>	<b>Tempi d'inserimento</b>	<b>55</b>
<b>7.7</b>	<b>Priorità dei segnali.</b>	<b>55</b>

<b>7.8 Segnali difettosi</b>	<b>56</b>
<b>7.9 Annuncio, registrazioni</b>	<b>56</b>
7.9.1 Annunci	56
7.9.2 Registrazione	57
<b>7.10 Flessibilità</b>	<b>57</b>
<b>7.11 La sorveglianza del traffico</b>	<b>57</b>
7.11.1 Funzione	57
7.11.2 Monitoraggio livello di servizio con il sistema INRIX	58
7.11.3 La video sorveglianza	59
7.11.4 Stazione di rilevamento traffico	59
<b>7.12 La gestione coordinata del traffico</b>	<b>59</b>
<b>8 L'IMPIANTO SOS</b>	<b>59</b>
<b>9 PREVENTIVO DEI COSTI</b>	<b>60</b>

## Indice delle figure

Figura 1: Perimetro di studio .....	7
Figura 2: Situazione viaria attuale - Contesto internazionale e nazionale .....	9
Figura 3: Situazione viaria - Contesto cantonale .....	10
Figura 4: Situazione viaria attuale - Contesto regionale.....	12
Figura 5: Segmenti autostradali oggetto di verifica .....	32
Figura 6: Livelli di equipaggiamento prestabiliti 2030 (fonte: direttiva ASTRA 15003) .....	33
Figura 7: Esempio di portale di segnaletica a cielo aperto.....	43
Figura 8: Esempio di segnaletica laterale .....	43
Figura 9: Esempio di portale di segnaletica in galleria .....	44
Figura 10: Diagramma di inserimento con sostituzione .....	54
Figura 11: Esempio di inserimento con sovrapposizione .....	54

## Indice dei grafici

Grafico 1: Quote sulle distanze percorse in Ticino 2010, fonte: "Annuario statistico ticinese 2016" .	14
Grafico 2: Andamento del traffico dal 2008, postazione di conteggio USTRA 289 "A2 - Camignolo" .....	15
Grafico 3: Distribuzione annuale del traffico, postazione di conteggio USTRA 289 "A2 - Camignolo" .....	16
Grafico 4: Andamento traffico giornaliero nel 2017, postazione di conteggio USTRA 289 "A2 - Camignolo".....	17
Grafico 5: Distribuzione settimanale del traffico, postazione di conteggio USTRA 289 "A2 - Camignolo".....	17
Grafico 6: Distribuzione oraria nei giorni feriali (lunedì-venerdì), postazione di conteggio USTRA 289, anno 2017 .....	18
Grafico 7: Distribuzione oraria del sabato, postazione di conteggio USTRA 289, anno 2017 .....	19
Grafico 8: Distribuzione oraria della domenica, postazione di conteggio USTRA 289, anno 2017 ...	19
Grafico 9: Evoluzione del traffico, postazione di conteggio USTRA 289 .....	23

## **Indice delle foto**

**Non è stata trovata alcuna voce dell'indice delle figure.**

## **Indice degli allegati**

1. Dati di traffico perimetro allargato - TFM 2013
2. Dati di traffico perimetro allargato - TFM 2030 senza svincolo
3. Dati di traffico perimetro allargato - TFM 2030 con svincolo

## 1 INTRODUZIONE

### 1.1 Premessa

La pianificazione dei lavori relativi alla conservazione del patrimonio autostradale della confederazione, secondo quanto previsto dalle direttive dell'Ufficio federale delle strade (USTRA), comprende tutti gli interventi che garantiscono l'esercizio autostradale senza impedimenti o disturbi al traffico per un periodo di almeno 10-15 anni.

I singoli interventi orientati alla conservazione (EP) devono essere limitati ad un tratto autostradale di lunghezza massima 15 km, e la concomitanza con interventi di pari importanza deve essere limitata in modo tale che sia rispettata una distanza minima di 50 km.

Nell'ambito dei lavori di conservazione (EP) del patrimonio autostradale nel Cantone Ticino e Grigioni, l'USTRA ha in programma il rinnovo globale della tratta della N02 - EP15 Lugano Nord - Rivera tra lo svincolo di Lugano Nord- km 30.000 e il portale Sud della galleria del Ceneri - km 40.600.

All'interno del perimetro di progetto è oggi presente uno svincolo completo che garantisce l'accessibilità dalla N02 alle zone di cantiere della galleria di base AlpTransit Monte Ceneri. Su proposta del Dipartimento del territorio del Canton Ticino e della Commissione Regionale dei Trasporti del Luganese USTRA ha avviato la progettazione generale della conversione di tale svincolo da accesso di cantiere a svincolo permanente. Si osserva che la progettazione dello svincolo di Sigirino non è parte integrante del presente incarto. Lo stesso viene tuttavia considerato nelle riflessioni del presente progetto.

In base al programma degli interventi previsto dall'USTRA, l'inizio dei lavori è previsto nel 2025.

### 1.2 Perimetro di studio

Il progetto è denominato N02-EP 15 Lugano-Rivera e considera la tratta autostradale che si trova lungo l'asse nazionale A2 che collega il valico doganale di Chiasso Brogeda al tunnel del S. Gottardo, aperto al traffico negli anni '80. In particolare, il perimetro di progetto che interessa gli interventi è compreso tra il km 30.000, svincolo di Lugano Nord, e il km 40.600 portale Sud della galleria del Monte Ceneri.

La pianificazione per la conservazione del patrimonio autostradale comprende gli interventi che garantiscono l'esercizio autostradale per un periodo di almeno 10-15 anni.

All'interno del perimetro di progetto è prevista la disposizione di un nuovo svincolo a Sigirino. Lo svincolo non è tuttavia parte integrante del presente progetto.

Il progetto EP 15 considera il tratto autostradale N02 tra il km 30.000, svincolo di Lugano Nord e il km 40.600, portale Sud della galleria del Monte Ceneri.



Figura 1: Perimetro di studio

### 1.3 Oggetto del documento

Il progetto riguarda la fase di progettazione MK (Massnahmenkonzept), ossia a livello di concetto d'intervento.

Il presente documento è relativo all'analisi e gestione del traffico in relazione al risanamento della tratta autostradale all'interno del perimetro di progetto N02 - EP15 Lugano Rivera.

Il documento è relativo all'analisi e gestione del traffico per la fase di progettazione MK.



## **2 ANALISI DEL TERRITORIO**

### **2.1 Situazione viaria attuale**

#### **2.1.1 Contesto internazionale e nazionale**

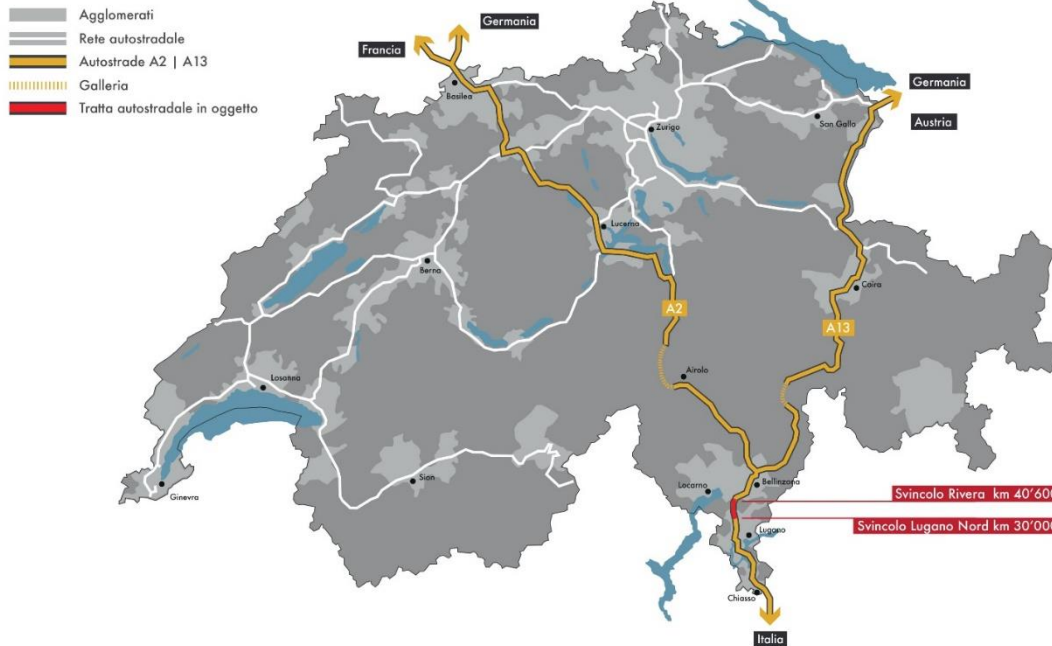
Il tratto di strada considerato – EP 15 – fa parte della rete delle autostrade nazionali svizzere (autostrada N02 Chiasso – San Gottardo – Basilea) ed è parte integrante della rete europea (asse E35 Roma – San Gottardo – Amsterdam). L'asse europeo è considerato di "categoria A" e costituisce una dorsale Sud-Nord. Si tratta di una delle principali vie di transito di persone e di merci Nord-Sud attraverso le alpi.

L'asse della N02 costituisce un elemento determinante a livello di rete viaria nazionale e rappresenta un punto di passaggio obbligato per gli spostamenti sull'asse Sud-Nord, tra la vicina Italia e l'Europa settentrionale.

La N02 è da considerarsi un corridoio privilegiato per il transito turistico tra la Svizzera tedesca e l'Europa settentrionale verso l'Italia. I regolari imbottigliamenti all'imbocco della galleria del San Gottardo attestano l'aumento del traffico lungo la N2 durante le vacanze primaverili (ponte dell'Ascensione, Pasqua e Pentecoste) e durante l'estate.

A livello nazionale, sebbene la N02 sia un asse di rilievo proprio per la sua funzione di collegamento Nord-Sud, non è l'autostrada svizzera più frequentata. La N01 (asse Bardonnex - Berna - Zurigo - Sankt Margrethen) presenta in effetti un carico di traffico maggiore, assumendo la funzione di Dorsale Ovest-Est in attraversamento di tutto l'Altopiano svizzero, dove vi è la maggiore concentrazione di popolazione e di posti di lavoro del Paese.

## SITUAZIONE VIARIA ATTUALE | CONTESTO INTERNAZIONALE E NAZIONALE



© STUDIO D'INGEGNERIA FRANCESCO ALLIEVI SA, ASCONA



Figura 2: Situazione viaria attuale - Contesto internazionale e nazionale

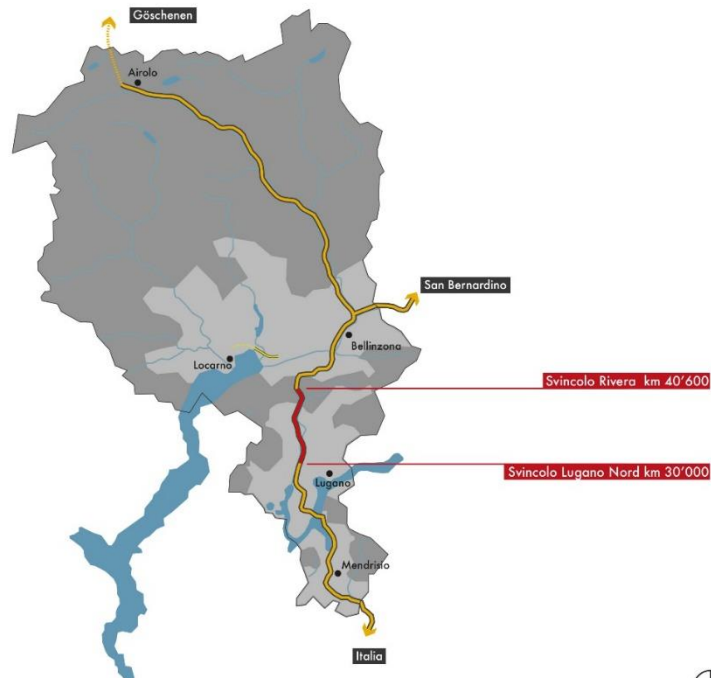
## 2.1.2 Conteso cantonale

La tratta in oggetto è compresa tra lo svincolo autostradale di Rivera e quello di Lugano Nord, racchiudendo nel suo interno il futuro svincolo di Sigirino (messa in servizio prevista per il 2025). Tale tratta è parte integrante della dorsale di collegamento tra il Nord e il Sud delle Alpi, attraverso il passo del San Gottardo, tra la Svizzera centrale e il Cantone Ticino. Per il Cantone a Sud delle Alpi tale asse assume quindi la funzione di collegamento strategico e simbolico, oltre che economico, con il resto del Paese.

Il segmento autostradale EP 15 Lugano Nord - Rivera oggetto di studio fa parte inoltre della tratta autostradale del Monte Ceneri, tra Lugano e Bellinzona. Tale tratta ha quindi una forte valenza simbolica, oltre che economica e sociale, di collegamento tra Sottoceneri e Sopraceneri, attraverso il passo del Monte Ceneri.

## SITUAZIONE VIARIA ATTUALE | CONTESTO CANTONALE

- Agglomerati
- Rete autostradale
- Autostrade A2 | A13
- Galleria
- Semiautostrada
- Galleria su semiautostrada
- Tratta autostradale in oggetto



© STUDIO D'INGEGNERIA FRANCESCO ALLIEVI SA, ASCONA



Figura 3: Situazione viaria - Contesto cantonale

### 2.1.3 Contesto regionale

La tratta autostradale in oggetto, oltre ad essere utilizzata dal traffico di transito a lunga percorrenza Nord-Sud, è utilizzata dai pendolari che si spostano quotidianamente tra il Sopraceneri e il Luganese. I principali motivi di spostamento sono legati alla professione (principale polo lavorativo del Cantone Ticino) e alla formazione (Scuola universitaria professionale - SUPSI, Università della Svizzera italiana - USI, numerose scuole professionali specializzate).

Oltre agli spostamenti legati al pendolarismo interno alla regione, è altrettanto importante considerare la presenza del traffico frontaliero, il quale si concentra soprattutto durante le ore di punta il mattino e la sera. Questa componente di traffico proveniente da Sud ha quale destinazione il centro di Lugano, le zone produttive tra Taverne e Agno e il Sopraceneri. L'agglomerato del Luganese, nel suo insieme, oltre a essere la regione più popolosa del Cantone è anche la regione economicamente più attrattiva.

Lo svincolo di Lugano Nord serve un bacino di popolazione molto vasto, comprendente la parte centrale e settentrionale dell'agglomerato del Luganese, che si estende a Ovest nel Malcantone a Nord lungo la Valle del Vedeggio, a Est fino a Lugano Centro e Valle del Cassarate; a Sud verso Lugano e Collina Nord. La messa in esercizio della galleria stradale Vedeggio-Cassarate, nel mese di luglio 2012, ha sensibilmente accentuato l'importanza dello svincolo di Lugano-Nord, collegando il quartiere di Cornaredo e la parte finale della Valle del Cassarate su cui si sono insediati la città di Lugano e i quartieri suburbani, direttamente con la N02.

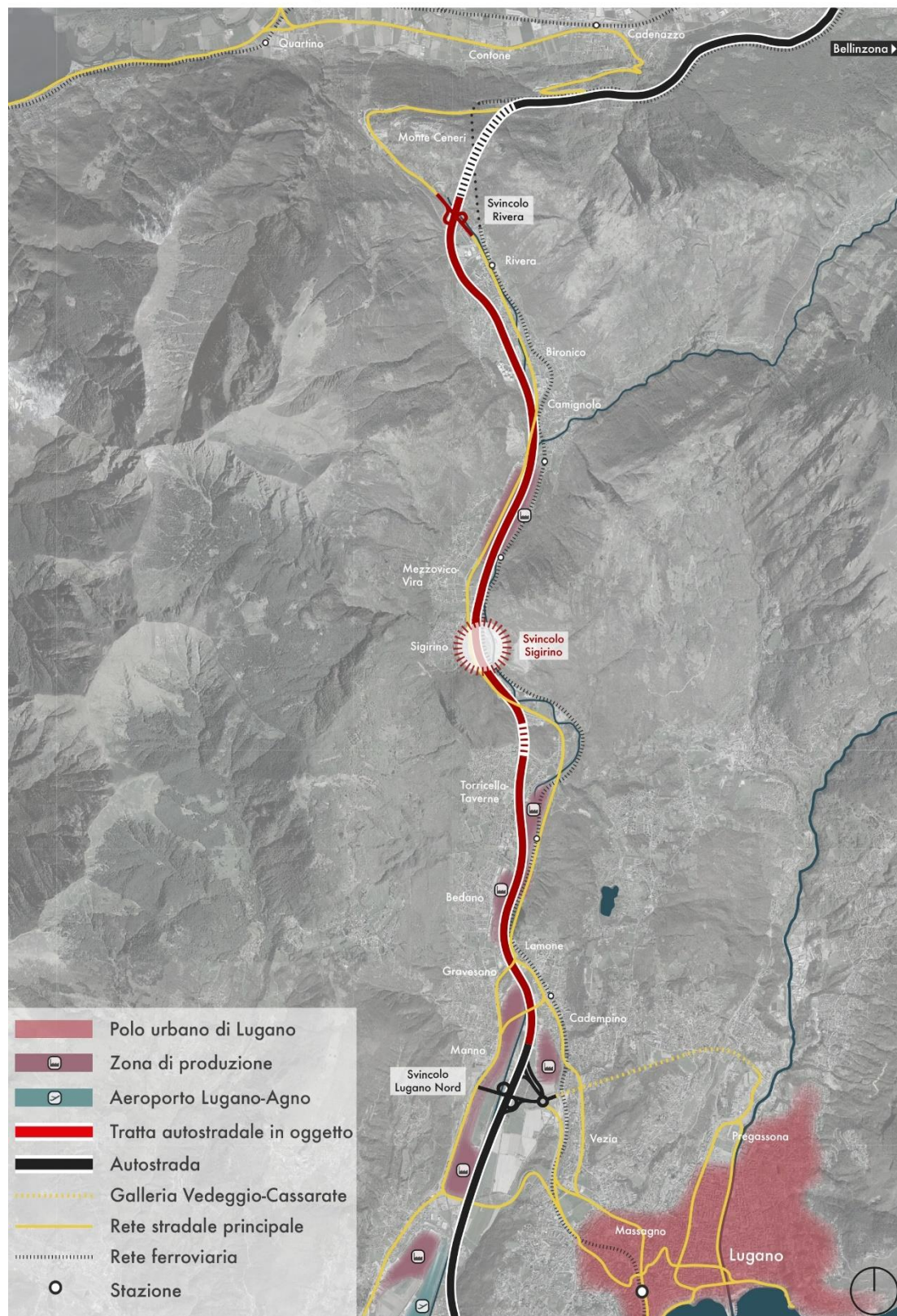
Nella Bassa e Media Valle del Vedeggio, tra il golfo di Agno e Taverne, negli ultimi decenni si è insediato un gran numero di attività professionali, in particolare

artigianali e industriali, ma anche legate alla formazione (sede SUPSI a Manno) e al commercio.

Lo svincolo di Rivera, che per il presente progetto di risanamento costituisce il limite di progetto a Nord, svolge una funzione di distribuzione del traffico per le aree insediative di Mezzovico-Vira, Camignolo, Bironico e Rivera, così come parzialmente di collegamento per gli spostamenti da Sud verso l'agglomerato del Locarno e viceversa.

Il futuro svincolo di Sigirino, la cui messa in servizio è prevista per il 2025, consentirà di collegare alla rete viaria nazionale le località situate tra lo svincolo di Lugano Nord e quello di Rivera. Questo allacciamento diretto all'autostrada permetterà di sgravare dal traffico la rete viaria principale (strade cantonali).

## SITUAZIONE VIARIA ATTUALE | CONTESTO REGIONALE



© STUDIO D'INGEGNERIA FRANCESCO ALLIEVI SA, ASCONA

Figura 4: Situazione viaria attuale - Contesto regionale



### 3 ANALISI DEI FLUSSI DI TRAFFICO

#### 3.1 Orizzonti di riferimento

L'analisi dei flussi di traffico all'interno del perimetro di studio è basata sui dati dello stato attuale, così come dello stato futuro, e meglio:

- **Stato attuale: 2015**
- **Stato futuro: 2040** (scenario con svincolo di Sigirino)

Si segnala che per lo stato futuro è stato ritenuto lo scenario "con svincolo di Sigirino", in quanto con la messa in esercizio del nuovo svincolo autostradale i dati e le dinamiche di traffico all'interno del perimetro di studio subiranno dei cambiamenti. La variazione di traffico prevista ha infatti un'influenza sull'analisi e la scelta dei livelli di equipaggiamento da garantire.

Gli orizzonti di riferimento considerati per l'analisi del traffico sono il 2015 (stato attuale) e 2040 (stato futuro con svincolo di Sigirino)

#### 3.2 Componenti di traffico

##### 3.2.1 Il traffico lungo la tratta autostradale N02

Lungo la tratta autostradale N02 non si conoscono in dettaglio i motivi di spostamento. Esiste tuttavia una statistica per il Cantone Ticino. Nel corso degli ultimi decenni, è aumentata la percentuale di traffico relativa alle attività di svago e tempo libero. Per le componenti di traffico lungo la tratta autostradale si può fare riferimento alla statistica del Cantone.

Secondo i dati del Microcensimento del 2010 la percentuale di distanze percorse nel Cantone Ticino per quanto riguarda le attività del tempo libero è pari al 38%. La seconda quota principale è quella che riguarda l'attività lavorativa a cui si può sommare la quota concernente gli spostamenti professionali e di servizio (6%). Gli spostamenti legati alla formazione generano solo il 5% delle distanze. Gli acquisti generano il 17% delle distanze, mentre l'accompagnamento e i servizi privati l'8%. Altri motivi di spostamento sono alla base del 5% delle distanze.

Alle ore di punta è tuttavia doveroso affermare come la componente di traffico dominante sia quella del pendolarismo.

Lungo la direttrice Nord-Sud e, quindi in particolare lungo l'asse della N02, si osserva un incremento di traffico dovuto all'esodo del turismo verso Sud. Tale incremento, limitato nel tempo, si manifesta soprattutto durante le vacanze primaverili (ponti o week-end prolungati dell'Ascensione, Pasqua e di Pentecoste) e durante le vacanze estive.

Le distanze percorse per attività legate al tempo libero costituiscono la componente di traffico maggiore. Tuttavia, alle ore di punta il traffico è dominato da spostamenti casa-lavoro e casa-scuola.

Durante le vacanze primaverili e estive il traffico turistico subisce un netto aumento, concentrandosi prevalentemente nel fine settimana.

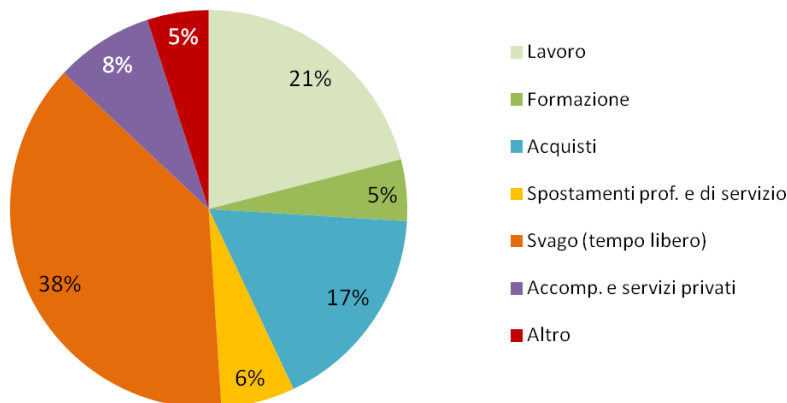


Grafico 1: Quote sulle distanze percorse in Ticino 2010, fonte: "Annuario statistico ticinese 2016"

### 3.3 Origine dati di traffico

Per quanto riguarda le analisi dei flussi di traffico l'operatore ha fatto capo alle seguenti fonti:

- **Postazione di conteggio fissa USTRA "289 – A2 – Camignolo"**

I volumi di traffico forniti dalla postazione di conteggio fissa USTRA 289 sono utilizzati per determinare le percentuali di veicoli pesanti lungo le tratte di scorrimento della N02 e per verificare la plausibilità dei parametri 200. e 50. ora definiti dalla norma VSS 40 016a. Questi dati costituiscono pure la base per ponderare i volumi di traffico ritenuti e per analizzare l'evoluzione del traffico ad oggi.

- **Modello di traffico cantonale (MDT)**

Il modello di traffico cantonale viene impiegato per determinare l'incremento annuale del traffico tra il 2013 e il 2030 e per valutare le variazioni di traffico dovute all'introduzione del futuro svincolo di Sigrino.

- **Modello di traffico ARE**

I volumi di traffico definiti dal modello della Confederazione hanno quale orizzonte temporale il 2040. A partire da questi dati l'operatore ha potuto calcolare l'incremento di traffico previsto tra il 2030 e il 2040.

- **Dati di traffico ritenuti dal progetto generale "Svincolo di Sigrino"**

I volumi di traffico definiti nell'ambito del progetto generale "Svincolo di Sigrino" sono impiegati per verificare la plausibilità dei dati di traffico ritenuti dal presente studio.

- **Dati di traffico ritenuti dal progetto "EP28 Gentilino – Lamone"**

I volumi di traffico definiti dal progetto EP 28 sono impiegati quale controllo di plausibilità dei dati ritenuti dal presente studio.

### 3.4 Volumi di traffico attuali

#### 3.4.1 Andamento del traffico negli ultimi anni

Il grafico seguente illustra la variazione del traffico presso la postazione di rilievo: 289 "A2 - Camignolo", dalla messa in funzione del monitoraggio al più recente anno di conteggio disponibile (2017).

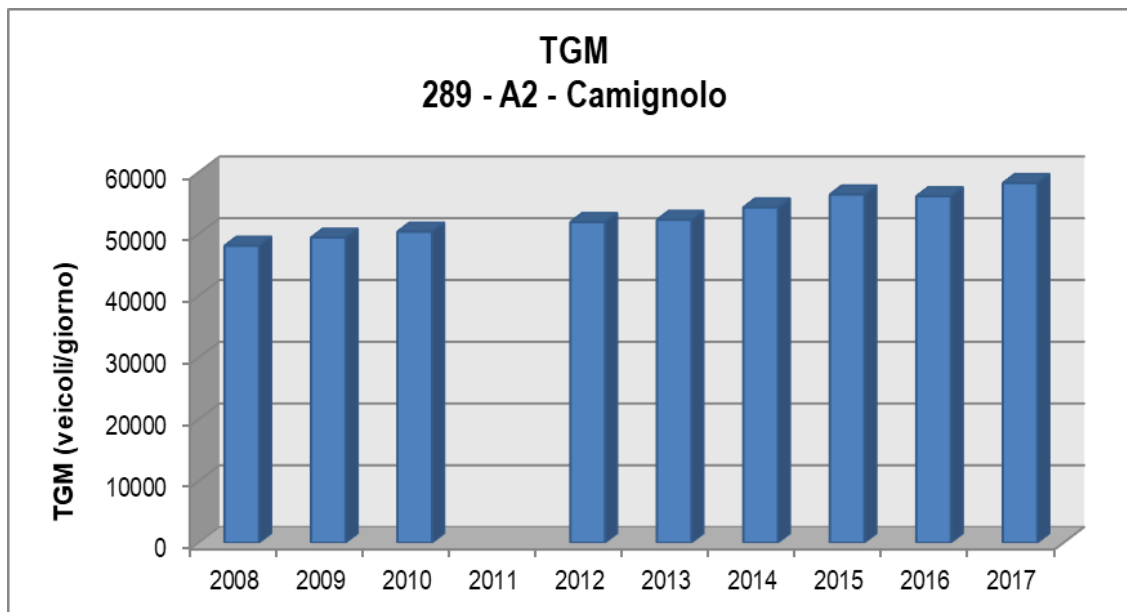


Grafico 2: Andamento del traffico dal 2008, postazione di conteggio USTRA 289 "A2 - Camignolo"

Il grafico rappresenta chiaramente il costante aumento del traffico. È inoltre possibile osservare come dal 2013 al 2015 vi sia stato un incremento del flusso veicolare particolarmente accentuato.

In dettaglio, nel grafico della postazione USTRA 289 "A2 - Camignolo", si osserva che il TGM è cresciuto da 48'000 veicoli/giorno del 2008 a oltre 58'000 veicoli/giorno del 2017. Nell'arco di 9 anni il traffico è quindi aumentato di oltre 10'000 veicoli/giorno, con un incremento del 21% rispetto alla situazione monitorata nel 2008.

Il traffico lungo l'asse autostradale N02 è da sempre in costante aumento.



### 3.4.2 Andamento annuale

Il grafico seguente illustra la distribuzione del traffico nei mesi per l'anno 2017, registrata alla postazione 289 "A2 - Camignolo".

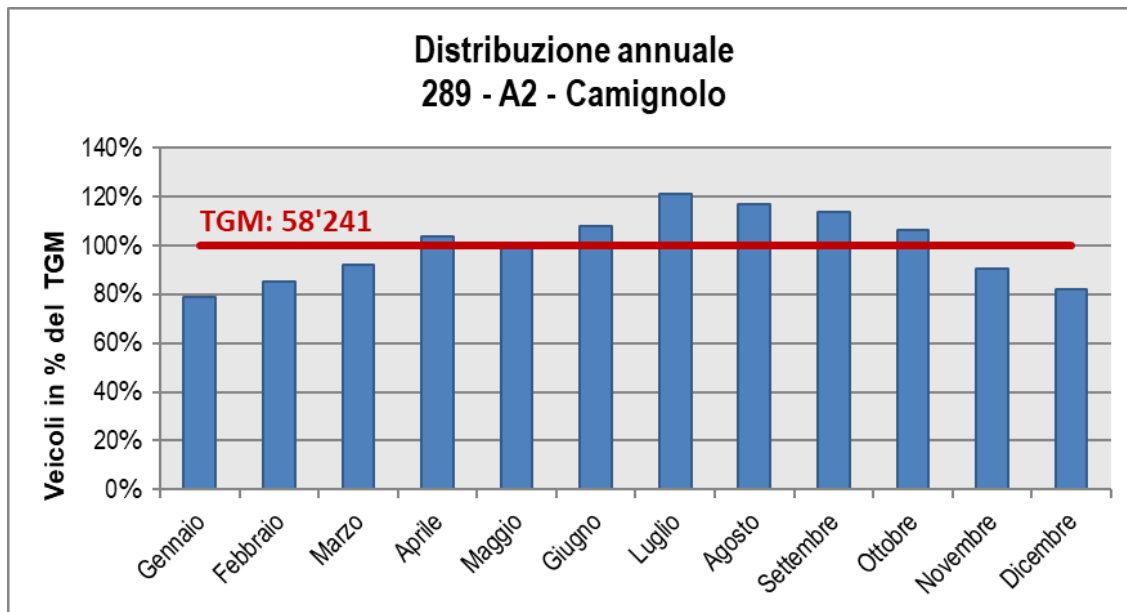


Grafico 3: Distribuzione annuale del traffico, postazione di conteggio USTRA 289 "A2 - Camignolo"

Nel grafico appare chiaramente una distribuzione variabile in funzione del mese o, più in generale, della stagione: il numero di veicoli in transito è del 20% superiore in piena estate (luglio) rispetto alla media giornaliera annuale (TGM medio = 100%), mentre tale numero di veicoli è del 20% inferiore in inverno (gennaio e dicembre) rispetto al TGM medio. Questo dato testimonia la forte componente di traffico turistico che caratterizza l'asse N02.

In generale, la postazione di conteggio ha rilevato un TGM mensile superiore al TGM annuale nei mesi di aprile, maggio, giugno, luglio, agosto, settembre e ottobre. Tuttavia, gran parte del traffico è concentrato nei mesi di luglio, agosto e settembre.

Di seguito è riportato l'andamento annuale del traffico in base al traffico giornaliero per la postazione USTRA 289. Dal grafico si può osservare un pronunciato andamento "a campana". Il flusso veicolare giornaliero tra aprile e ottobre è sempre maggiore rispetto alla media, sottolineando nuovamente la forte componente di traffico turistico.

A fronte dell'importante componente di traffico turistico, il maggior numero di veicoli in transito è stato registrato nei mesi di luglio, agosto e settembre.

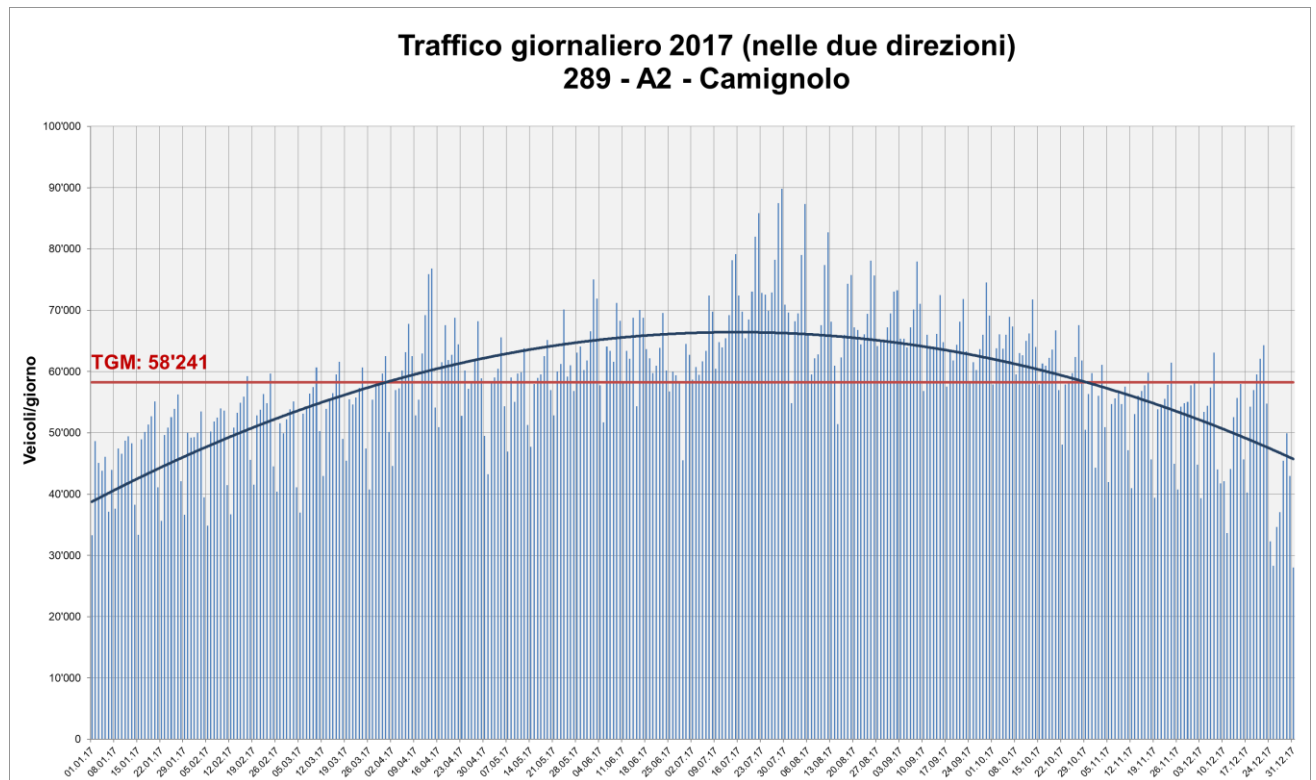


Grafico 4: Andamento traffico giornaliero nel 2017, postazione di conteggio USTRA 289 "A2 - Camignolo"

### 3.4.3 Andamento settimanale

Il grafico seguente mostra la fluttuazione del traffico secondo il giorno della settimana, in riferimento all'anno 2017.

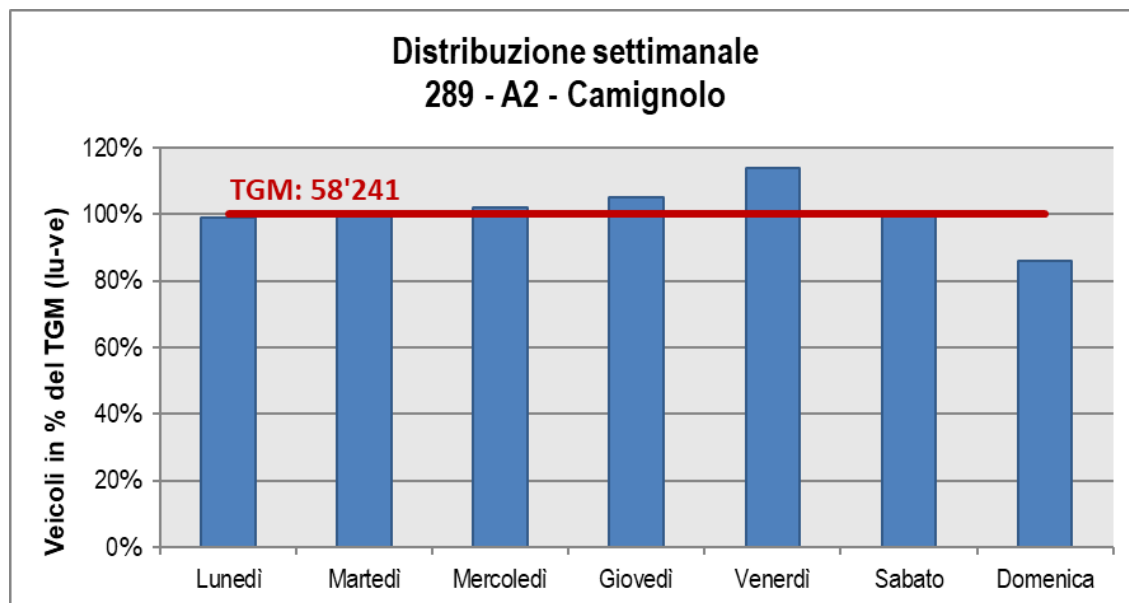


Grafico 5: Distribuzione settimanale del traffico, postazione di conteggio USTRA 289 "A2 - Camignolo"

Dal grafico è possibile osservare una chiara distribuzione variabile del traffico in funzione del giorno della settimana: i giorni feriali (lunedì-venerdì) sono i giorni con il maggior numero di veicoli in circolazione.

Spicca il maggiore volume di traffico osservato il venerdì, dovuto principalmente al pendolarismo di lunga percorrenza e alla componente turistica in estate.

Nel fine settimana (sabato-domenica) vi sono generalmente meno veicoli in circolazione sulla tratta in oggetto; la domenica risulta essere il giorno della settimana con minor traffico.

A causa del pendolarismo, i giorni feriali (lunedì-venerdì) sono i giorni della settimana con il maggiore carico veicolare.

#### 3.4.4 Andamento giornaliero

I tre grafici seguenti illustrano la distribuzione del traffico nell'arco della giornata (lunedì-venerdì feriali, sabato e domenica) presso la postazione di rilievo 289 "A2 Camignolo", in base ai conteggi di traffico dell'anno 2017.

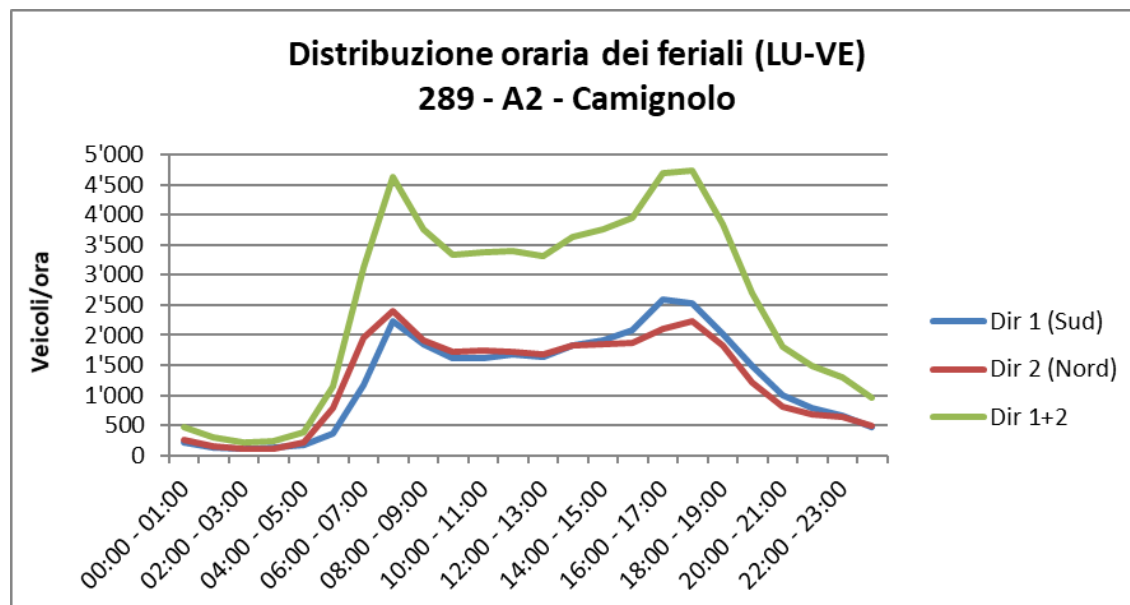


Grafico 6: Distribuzione oraria nei giorni feriali (lunedì-venerdì), postazione di conteggio USTRA 289, anno 2017

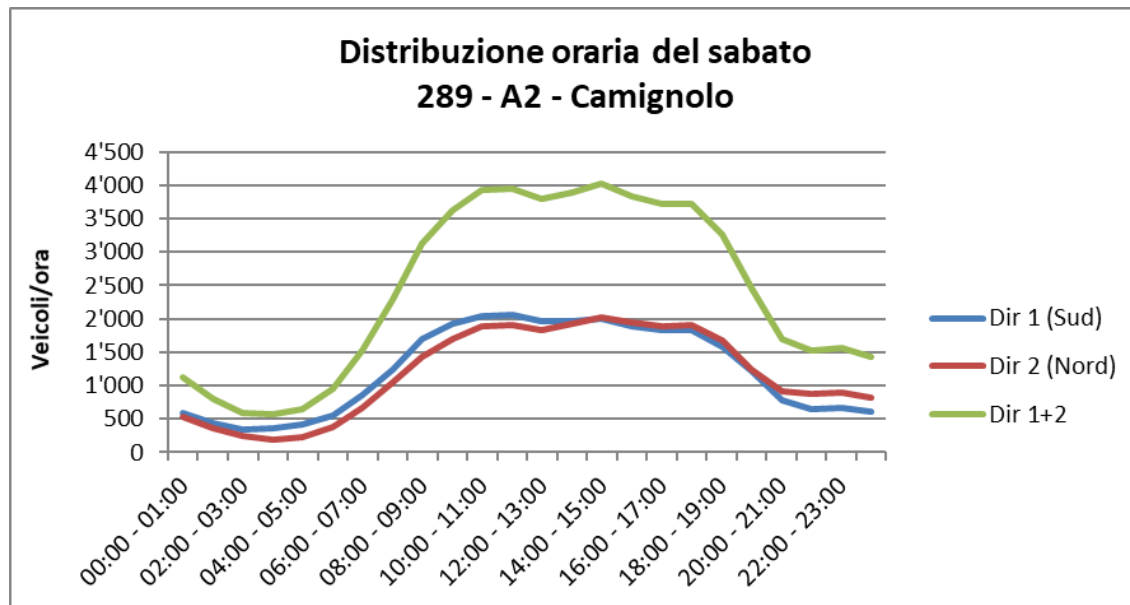


Grafico 7: Distribuzione oraria del sabato, postazione di conteggio USTRA 289, anno 2017

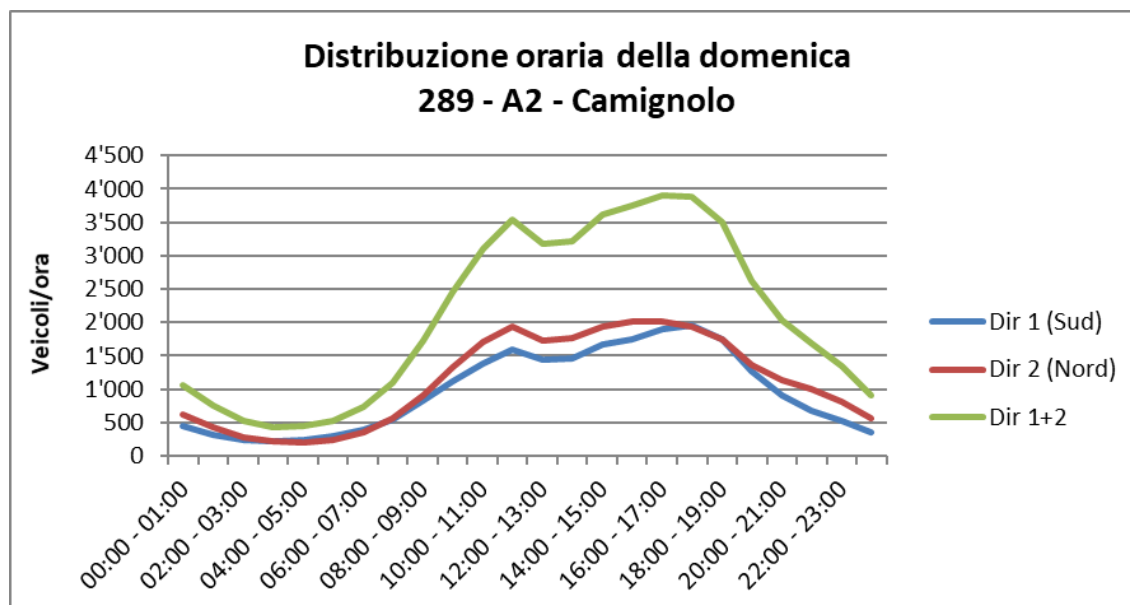


Grafico 8: Distribuzione oraria della domenica, postazione di conteggio USTRA 289, anno 2017

Nel grafico relativo alla distribuzione oraria **dal lunedì al venerdì feriali** si percepisce una tipologia mista di traffico di transito e pendolarismo, tipica di un importante asse viario come la N02. Nel grafico spiccano due forti picchi, uno alla sera (più accentuato e diffuso) e uno al mattino (meno accentuato ma più netto). Tali picchi coincidono con il traffico pendolare casa-lavoro e casa-scuola, condensato al mattino e alla sera. Dal grafico si evince come l'orario di punta serale sia diffuso su un arco di tempo maggiore rispetto all'orario di punta del mattino.

La distribuzione oraria del traffico del **sabato** mostra una concentrazione di traffico nella fascia oraria diurna, grosso modo tra le 09:00 e le 19:00. Tale grafico

I picchi di traffico del mattino e serale nei giorni feriali coincidono con il pendolarismo (spostamenti casa-lavoro e casa-scuola).

Il sabato il traffico è influenzato da attività legate agli acquisti, allo svago e allo sport.

rispecchia una situazione tipica degli spostamenti legati agli acquisti e destinati alle attività di svago, sport e tempo libero in generale.

Infine, il grafico relativo alla distribuzione oraria della **domenica** rappresenta una curva con un picco serale e un picco al mattino; quello del mattino risulta essere meno pronunciato rispetto al picco serale. Come nel caso del sabato, la domenica il traffico si concentra nella fascia oraria diurna, grosso modo tra le 10:00 e le 20:00, con una diminuzione di traffico attorno al mezzogiorno. Il grafico della domenica rispecchia una situazione tipica degli spostamenti destinati alle attività di svago, sport e tempo libero in generale, fra cui le escursioni giornaliere (turismo di giornata).

Il grafico della domenica rispecchia la tipologia di traffico legata a spostamenti nel tempo libero, fra cui le escursioni giornaliere.

### 3.4.5 Dati di traffico 2015 nel perimetro di progetto

I volumi di traffico per lo stato attuale sono illustrati negli schemi seguenti. Le rappresentazioni riportano i volumi di traffico giornalieri medi (TGM) e le ore di punta (OPM e OPS) per l'anno 2015.

A Sud dello svincolo di Lugano Nord il traffico è molto intenso con quasi 60'000 v/g, di cui 29'210 in direzione Sud e 29'770 in direzione Nord. Tra lo svincolo di Lugano Nord e lo svincolo di Rivera circolano giornalmente ca. 56'400 veicoli, di cui 27'980 in direzione Sud e 28'410 in direzione Nord. Tra lo svincolo di Rivera e lo svincolo di Bellinzona Sud, con ca. 50'700 veicoli al giorno, di cui 24'790 in direzione Sud e 25'890 in direzione Nord, il traffico si presenta meno intenso rispetto alla tratta più a Sud.

A Sud dello svincolo di Lugano Nord circolano giornalmente in media 60'000 veicoli. Tra lo svincolo di Lugano Nord e quello di Rivera circolano giornalmente ca. 56'400 allo stato attuale.

Allo svincolo di Rivera i volumi di traffico si presentano particolarmente intensi in immissione per Sud (ca 6'190 v/g) e in uscita da Sud (ca. 5'920 v/g). Per contro in uscita da Nord e in entrata per Nord si registrano rispettivamente 3'000 e 3'400 veicoli al giorno. Questi dati mostrano come i flussi di traffico siano maggiormente orientati verso Sud.

Allo svincolo di Rivera il traffico è maggiormente orientato verso Sud.

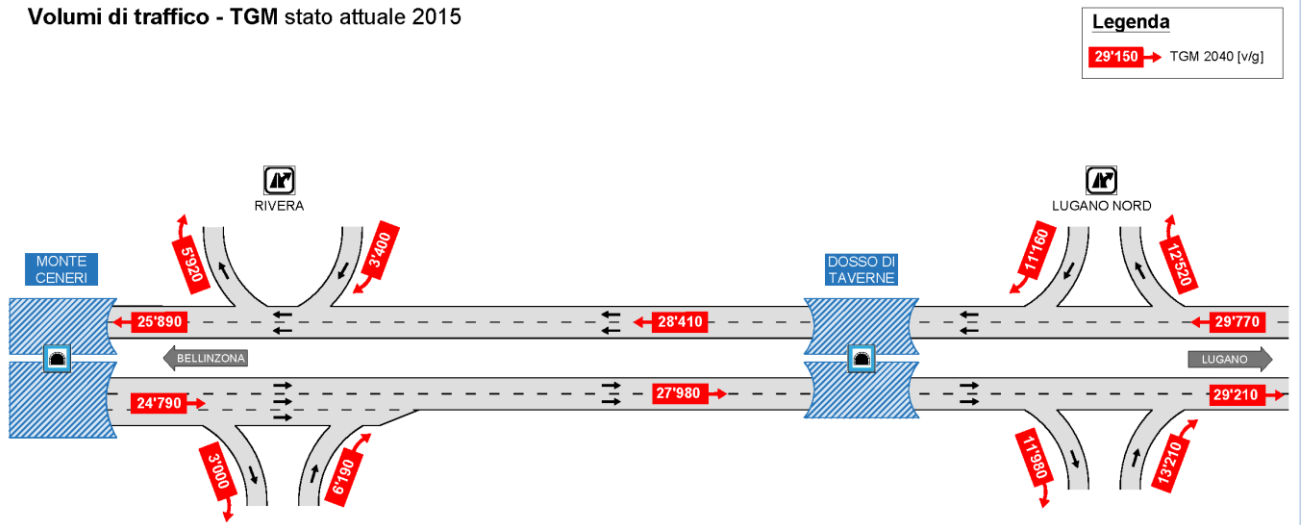
Lo svincolo di Lugano Nord presenta carichi veicolari nettamente più elevati rispetto allo svincolo di Rivera, con il comparto del centro urbano di Lugano che genera importanti volumi di traffico. I carichi veicolari alle bretelle di entrata e uscita all'autostrada variano da 11'200 a 13'200 v/g.

Allo svincolo di Lugano Nord i carichi veicolari alle bretelle di entrata e uscita all'autostrada variano da 11'200 a 13'200 v/g.

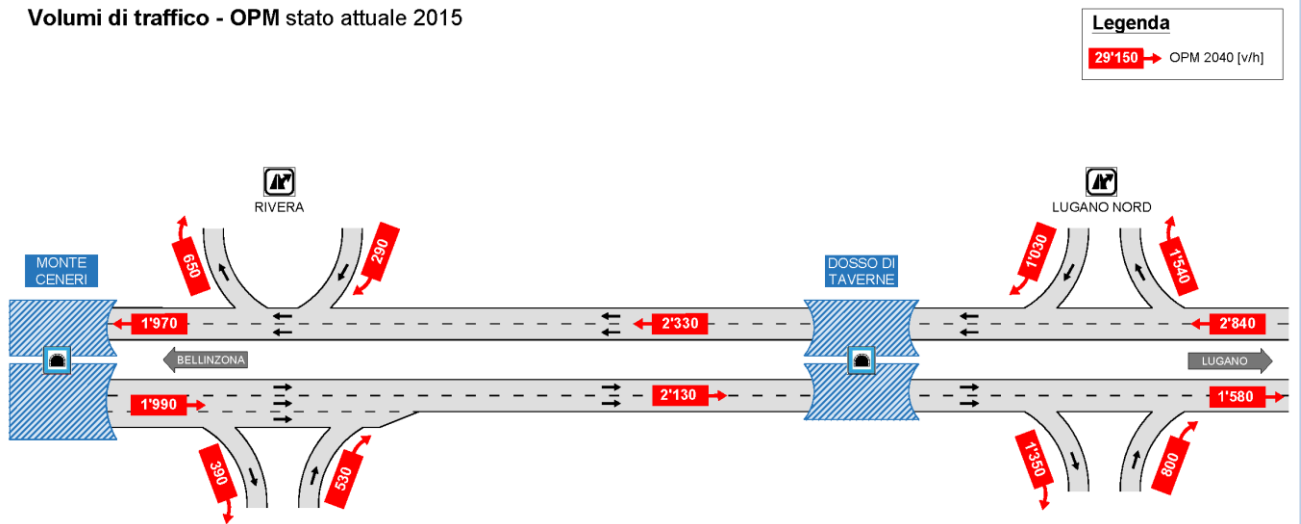
Già allo stato attuale è dunque possibile affermare che dal punto di vista dell'intensità del traffico e della capacità lungo le tratte di scorrimento il segmento di autostrada tra lo svincolo di Lugano Nord e lo svincolo di Rivera presenta delle criticità che in futuro, in considerazione del costante aumento generale del traffico, non potranno più essere gestite in maniera ottimale con gli equipaggiamenti oggi predisposti.

Già allo stato attuale è possibile affermare che le condizioni di viabilità lungo il perimetro di progetto sono critiche.

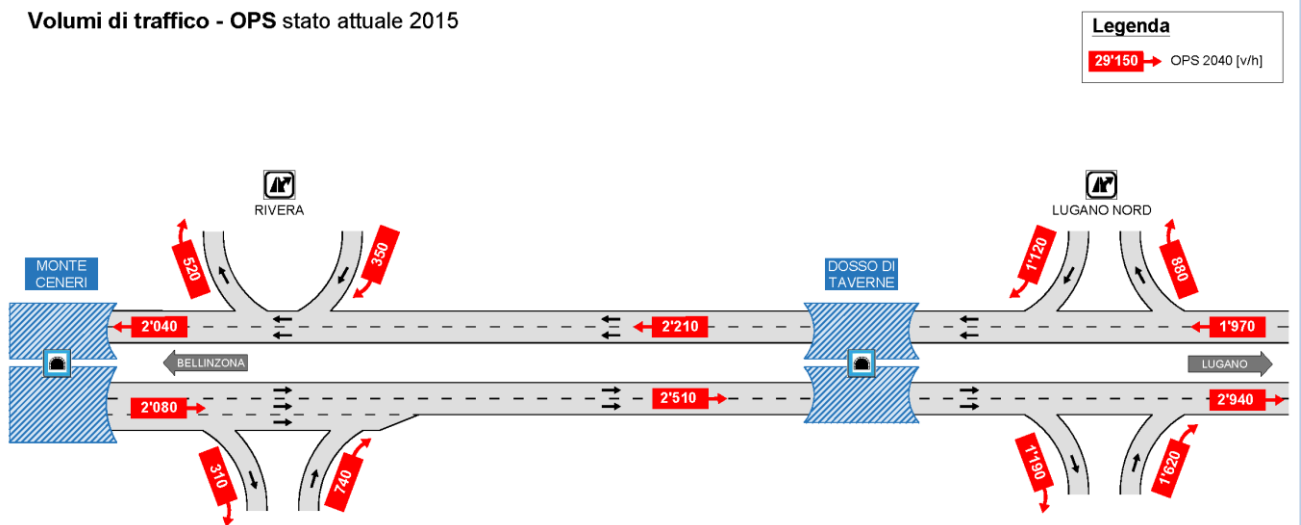
## Volumi di traffico - TGM stato attuale 2015



## Volumi di traffico - OPM stato attuale 2015



## Volumi di traffico - OPS stato attuale 2015



### 3.4.6 Traffico pesante

Sulla base dei dati di traffico raccolti dal contatore fisso USTRA "289 – Camignolo" dell'anno 2017 è possibile ricavare la percentuale di traffico pesante che circola sulla tratta interessata. I valori sono riportati per considerando la somma delle due direzioni di marcia:

La quota di veicoli pesanti in circolazione si attesta a 6.5%

- TGM: 58'241 v/g
- TGM<sub>vp</sub>: 3'795 v/g
- % VP: 6.5%

## 3.5 Volumi di traffico futuri

### 3.5.1 Evoluzione del traffico

Nel 2016 l'ARE ha pubblicato un aggiornamento del modello di traffico elaborato nel 2010. La nuova edizione del modello di traffico è proiettata all'orizzonte di riferimento 2040 (+10 anni rispetto all'orizzonte di riferimento del modello 2010). Sebbene il nuovo modello presenti delle proiezioni di carico di traffico superiori rispetto a quanto proiettato nella precedente versione del 2010, si può prevedere che il dato all'orizzonte di riferimento 2040 sia superato nei prossimi anni.

I volumi di traffico riportati dal modello di traffico ARE per l'orizzonte 2040 sono da ritenersi non attendibili.

A seguito di quanto precedentemente indicato, l'evoluzione del traffico sviluppata secondo il modello dall'ARE, all'orizzonte di riferimento 2040, non è attendibile (i dati del modello all'orizzonte 2040 sono molto vicini o addirittura superati dai dati rilevati nell'anno 2015).

Pertanto, nell'intento di avere un orizzonte di riferimento che tenga maggiormente conto della situazione attuale e della tendenza dell'evoluzione del traffico, l'operatore ha elaborato la seguente ipotesi di lavoro:

- l'operatore ritiene attendibile l'orizzonte di riferimento 2030 del modello del traffico cantonale (scenario auspicato 2030), dunque tale incremento viene ritenuto per l'evoluzione del traffico fino al 2030;
- l'evoluzione del traffico tra l'orizzonte 2030 e l'orizzonte 2040 - per ottenere l'orizzonte di riferimento 2040 - è stata determinata basandosi sull'incremento medio di traffico secondo il modello dell'ARE, tra il 2015 e il 2040.

Il grafico seguente presenta l'ipotesi di evoluzione del traffico ritenuta dall'operatore per la postazione fissa 289 – Camignolo.

A fronte di quanto sopra, si propone di ritenere l'evoluzione seguente del traffico:

- **fino al 2030:** percentuale di incremento medio come ritenuto dal modello del traffico cantonale all'orizzonte scenario auspicato 2030, segnatamente +1.3%/anno;
- si segnala che la messa in servizio del nuovo svincolo di Sigirino previsto nel **2025** comporta un **improvviso incremento di traffico pari a +3.5%** dovuto alle nuove dinamiche di traffico che generano il nuovo svincolo. In questo senso dal 2015 al 2025, così come dal 2025 al 2030, l'incremento di traffico annuale effettivo corrisponde a +1.0%/anno;

Fino al 2030 è ritenuto un incremento di traffico pari a +1.3%/anno, mentre dal 2030 al 2040 un aumento del +0.4%/anno.



- **dal 2030 al 2040:** percentuale di incremento annuo come ritenuto dal modello del traffico ARE, segnatamente +0.4%/anno.

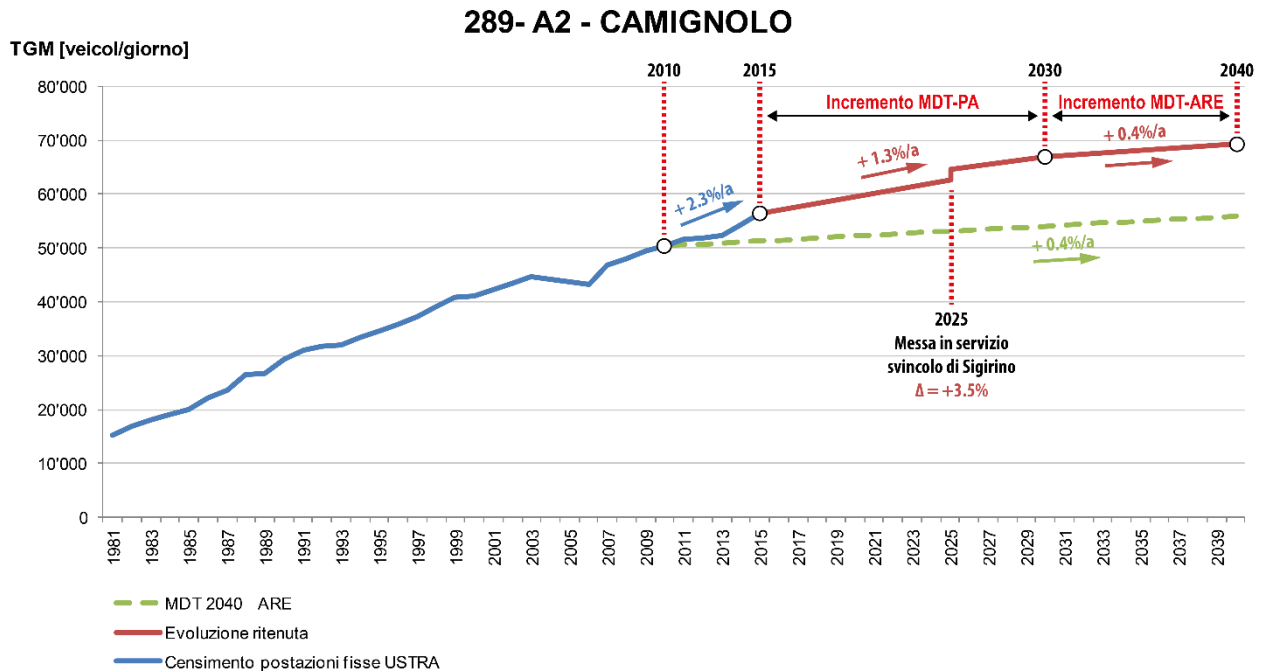


Grafico 9: Evoluzione del traffico, postazione di conteggio USTRA 289

### 3.5.2 Dati di traffico futuri nel perimetro di progetto

#### Volumi di traffico stato futuro 2040 con svincolo di Sigrino

I volumi di traffico per lo stato futuro con svincolo di Sigrino sono illustrati nello schema seguente. Nell'immagine sono riportati i volumi di traffico giornalieri medi (TGM) ipotizzati per l'anno 2040.

Tra lo svincolo di Lugano Nord e il futuro svincolo di Sigrino si prevedono giornalmente ca. 71'400 veicoli in circolazione, di cui 35'720 in direzione Sud e 35'680 in direzione Nord. Tra lo svincolo di Rivera e lo svincolo di Sigrino si ipotizzano ca. 67'250 veicoli al giorno, di cui 33'570 in direzione Sud e 33'680 in direzione Nord. Questi dati evidenziano il forte aumento del traffico rispetto allo stato attuale.

Allo svincolo di Rivera i volumi di traffico si presentano particolarmente intensi in immissione per Sud (ca 6'800 v/g) e in uscita da Sud (ca. 6'250 v/g). Per contro, grazie alla messa in servizio dello svincolo di Sigrino, in uscita da Nord e in entrata per Nord con rispettivamente 1'700 e 1'720 veicoli al giorno, sono da prevedere delle riduzioni del traffico. Questa nuova dinamica del traffico permetterà di fatto di sgravare dal traffico lo svincolo di Rivera, che già oggi è risaputo essere particolarmente delicato dal punto di vista della sicurezza.

Al futuro svincolo di Sigrino si ipotizzano 8'140 v/g in entrata per Sud, 7'960 in uscita da Sud, 5'960 v/g in entrata per Nord e 5'990 v/g in uscita da Nord. Osservando questi dati è possibile notare come la ripartizione dei volumi di traffico sia maggiormente orientata verso Sud.

Tra lo svincolo di Lugano Nord e quello futuro di Sigrino è da attendersi un forte aumento del traffico, con 71'400 v/g in transito.

Grazie alla messa in servizio dello svincolo di Sigrino, allo svincolo di Rivera si ipotizzano delle riduzioni dei carichi veicolari sulle bretelle orientate verso Nord.

Allo svincolo di Sigrino ci si può attendere una ripartizione del traffico maggiormente orientata verso Sud.



Allo svincolo di Lugano Nord, grazie all'introduzione dello svincolo di Sigirino, si segnalano riduzioni dei carichi veicolari sulle bretelle orientate verso Sud (14'900 v/g in uscita da Sud e 14'500 in entrata verso Sud). Sulle bretelle orientate verso Nord è possibile osservare un leggero incremento di traffico (13'300 v/g in uscita da Nord e 14'900 v/g in entrata verso Nord).

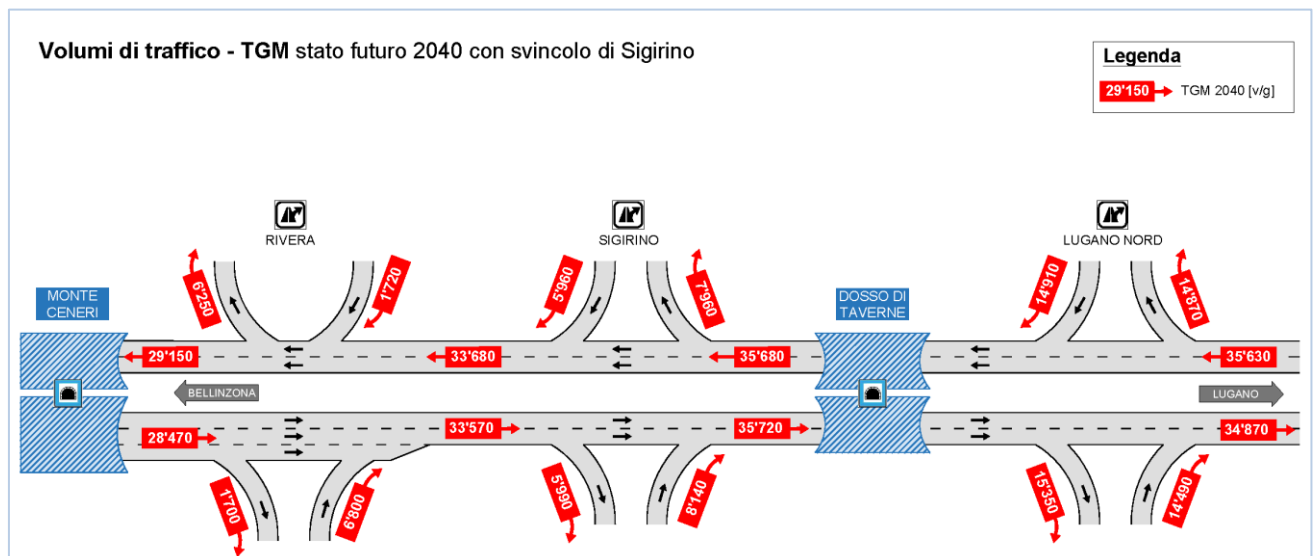
Per lo stato futuro con orizzonte 2040 è dunque possibile affermare che il traffico subirà generalmente un forte aumento, rendendo le condizioni di viabilità ancora più critiche, soprattutto lungo il segmento autostradale tra lo svincolo di Sigirino e quello di Lugano Nord.

In sintesi, è possibile affermare che la realizzazione dello svincolo di Sigirino comporterà un aumento di traffico sulle corsie di scorrimento lungo la N02 tra lo svincolo di Lugano Nord e quello di Rivera, in favore di una riduzione di traffico agli svincoli di Rivera e Lugano Nord, così come sulla rete di strade cantonali all'interno della zona di influenza dello svincolo di Sigirino.

In relazione a quanto sopra, in allegato al presente documento sono riportati degli schemi che illustrano l'impatto dello svincolo di Sigirino sui carichi veicolari all'interno della rete viaria autostradale e di strade cantonali dell'agglomerato del Luganese. Si segnala che questi schemi sono ripresi dal rapporto traffico elaborato nell'ambito del progetto generale "Svincolo di Sigirino".

Con l'introduzione dello svincolo di Sigirino si ipotizzano delle riduzioni dei carichi veicolari sulle bretelle orientate verso Sud.

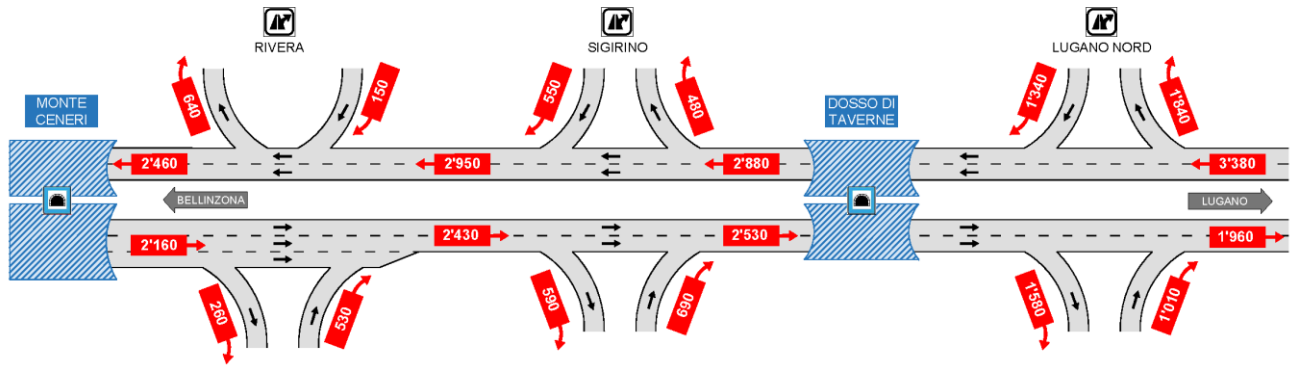
Con il forte aumento dei volumi di traffico ipotizzato, si prevede un ulteriore peggioramento delle condizioni di viabilità lungo la N02.



## Volumi di traffico - OPM stato futuro 2040 con svincolo di Sigirino

## Legenda

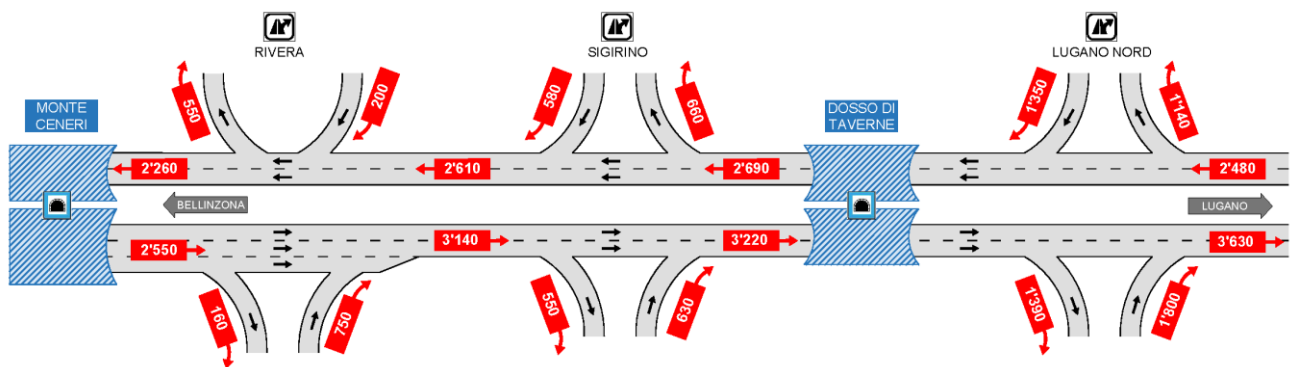
29'150 → OPM 2040 [v/h]



## Volumi di traffico - OPS stato futuro 2040 con svincolo di Sigirino

## Legenda

29'150 → OPS 2040 [v/h]



## 4 ANALISI CAPACITÀ DI TRANSITO E LIVELLI DI SERVIZIO

L'analisi della capacità di transito e dei livelli di servizio è applicata lungo la tratta autostradale N02 e agli innesti degli svincoli di Lugano Nord, Sigrino (unicamente per lo stato futuro) e Rivera. Per quanto riguarda il calcolo della capacità e dei livelli di servizio lungo la tratta autostradale, sono state seguite le indicazioni della norma VSS 40 018a. Mentre agli innesti il livello di servizio è ricavato dalle indicazioni fornite dalla norma 40 019.

L'analisi della capacità di transito e dei livelli di servizio è basata sulle indicazioni delle norme VSS 40 018a e 40 019

Il capitolo è introdotto dalla determinazione della capacità di transito lungo la tratta autostradale, che illustra il metodo di calcolo con la relativa tabella. Agli innesti invece la norma VSS 40 019 si limita a descrivere il procedimento per determinare il livello di servizio, senza specificare la capacità di transito. Infine, sono riportati i risultati dell'analisi con i relativi livelli di servizio.

### 4.1 Capacità lungo la tratta autostradale

Il calcolo della **capacità di transito** lungo la tratta autostradale fa riferimento alla norma VSS 40 018a, la quale considera le caratteristiche della tratta autostradale per determinarne la capacità massima. Nel calcolo vengono infatti presi in considerazione i seguenti fattori:

- numero di corsie: 2
- pendenza longitudinale: <2% km (tra gli svincoli di Rivera e Lugano Nord)  
2-4% km (a Sud dello svincolo Lugano Nord)
- percentuale di veicoli pesanti: 5% - 15%
- velocità ammessa: 120 km/h

Sulla base di questi dati, facendo riferimento alla tabella riportata sotto, è possibile determinare una capacità massima di **L=3'800 veicoli/ora** (tra gli svincoli di Rivera e Lugano Nord) e di **L=3'500 veicoli/ora** (a Sud dello svincolo di Lugano Nord) lungo la tratta autostradale.

Leistungsfähigkeit $L$ [Mfz/h] für eine zweistreifige Autobahn in Abhängigkeit von zulässiger Höchstgeschwindigkeit $V_{zul}$ , Schwerverkehrsanteil SVA und Steigung gemäss [15] Capacité $L$ [vhca/h] d'une autoroute à deux voies de circulation en fonction de la vitesse maximale autorisée $V_{aut}$ , du pourcentage de véhicules lourds SVA et de la rampe selon [15]									
Schwerverkehrsanteil SVA Pourcentage de véhicules lourds SVA	$V_{zul} / V_{aut}$								
	120 km/h			100 km/h			80 km/h		
	Steigung / Rampe								
	< 2%	2...4%	> 4%	< 2%	2...4%	> 4%	< 2%	2...4%	> 4%
< 5%	4000	3800	3550	4000	3800	3600	4000	3800	3650
> 5...15%	3800	3500	3150	3800	3600	3350	3800	3700	3450
> 15...25%	3600	3200	2800	3600	3400	3000	3600	3500	3200

Tabella 1: Capacità lungo tratte autostradali con due corsie (fonte: norma VSS 40 018a)

## 4.2 Livelli di servizio

La capacità di transito rilevata può quindi essere comparata agli effettivi volumi di traffico per verificare il **livello di servizio** della tratta interessata. Il traffico determinante considerato è previsto nell'orario di punta serale e mattutino allo stato attuale (OPM e OPS 2015) e allo stato futuro (OPM e OPS 2040). I flussi di traffico fanno riferimento agli schemi dei capitoli 3.4.5 e 3.5.2). Si segnala che i dati relativi ai volumi di traffico nelle ore di punta sono calcolati in base alla media annuale e che non rappresentano dunque i casi con flussi di traffico maggiori durante l'anno.

Si premette che il livello di servizio D garantisce condizioni di traffico scorrevoli e che è considerato come limite accettabile. I risultati di quest'analisi sono riportati e commentati negli schemi seguenti.

I livelli di servizio calcolati per le tratte di scorrimento fanno riferimento alla tabella 6 della norma VSS 40 018a (pag. 18) e per gli innesti autostradali alla tabella 2 della norma VSS 40 019 (pag. 4).

### 4.2.1 Stato attuale 2015

Allo stato attuale, lungo la **direttrice Nord-Sud** all'interno del perimetro di progetto, il traffico durante le ore di punta gode mediamente di condizioni di viabilità discrete. Durante l'ora di punta del mattino, tra lo svincolo di Rivera e quello di Lugano Nord, si evidenzia un livello di servizio B, mentre all'ora di punta serale è risultato un livello di servizio C.

Pure lungo la **direttrice Sud-Nord** le condizioni di viabilità del traffico risultano essere discrete. Durante l'ora di punta del mattino, tra lo svincolo di Rivera e quello di Lugano Nord, si evidenzia un livello di servizio C, mentre all'ora di punta serale è risultato un livello di servizio B.

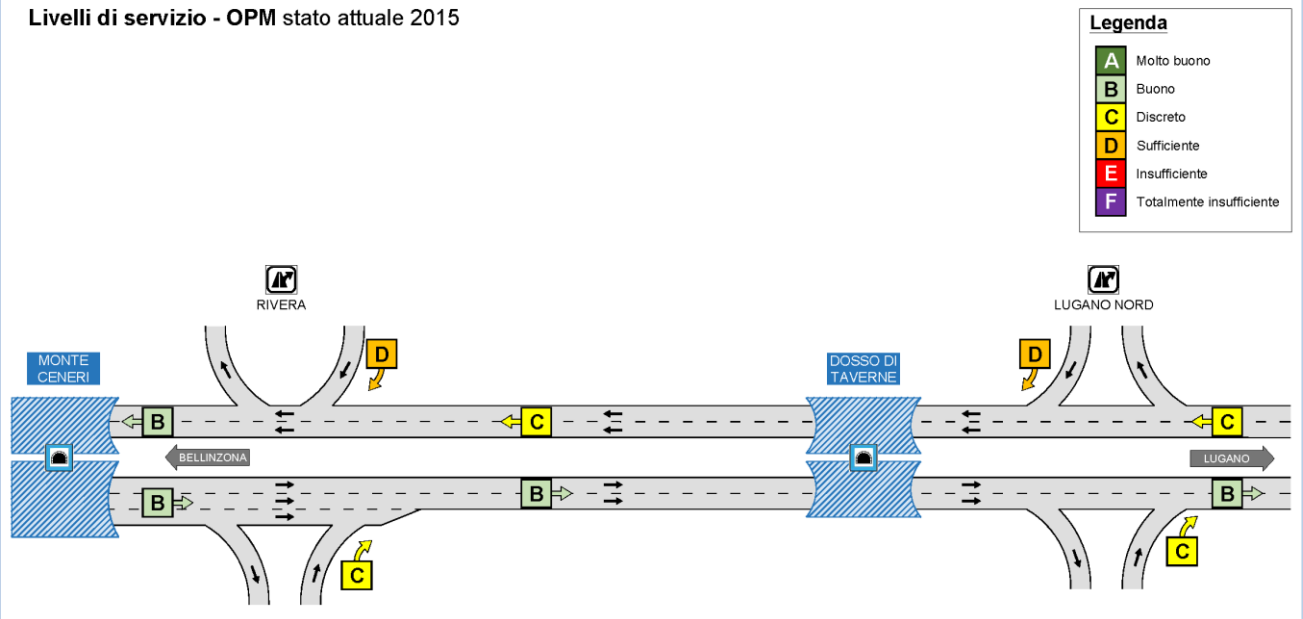
Agli innesti degli svincoli esistenti di Rivera e Lugano Nord le condizioni di viabilità sono da ritenersi sufficienti, con livelli di servizio che variano da C a D.

Allo stato attuale è dunque possibile affermare che generalmente le condizioni di viabilità sono mediamente soddisfacenti (livello C) lungo la tratta autostradale e sufficienti (livello D) agli innesti degli svincoli di Rivera e Lugano Nord.

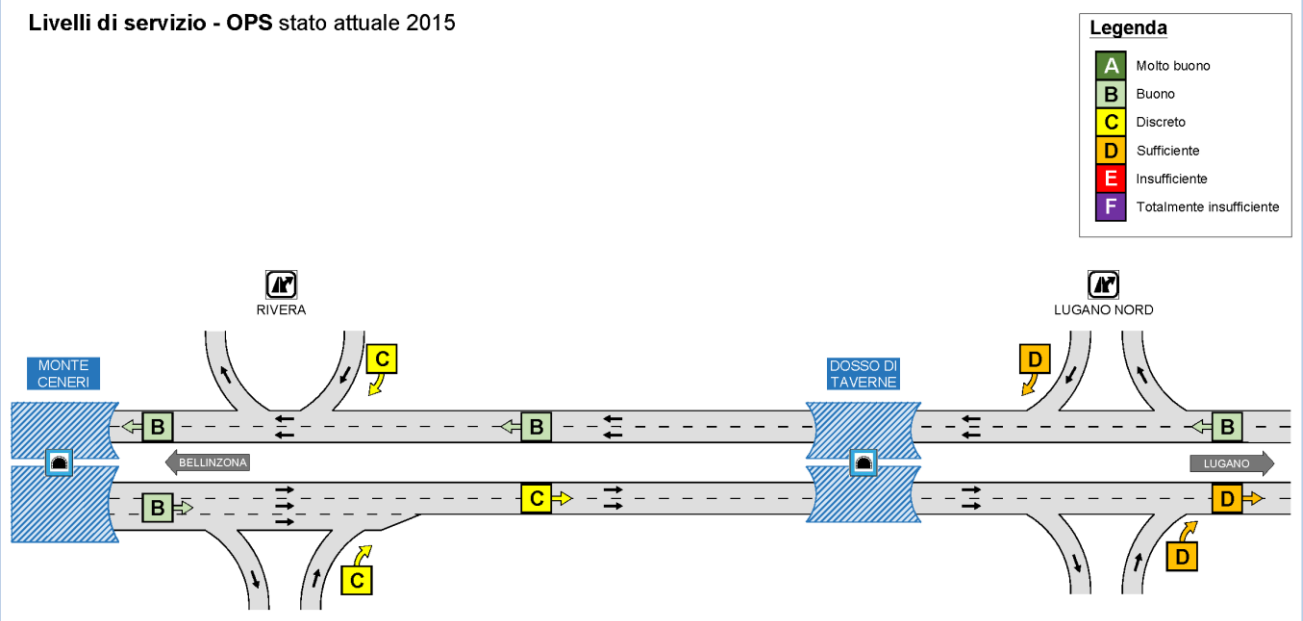
Di seguito sono illustrati schematicamente i livelli di servizio all'ora di punta del mattino e della sera per lo stato attuale, calcolati in base al volume di traffico orario di punta medio (OPM e OPS). Il calcolo del grado di servizio è stato effettuato considerando il grado di utilizzo della tratta sulla base delle norme VSS 40 018a (tratte di scorrimento) e VSS 40 019 (innesti autostradali). Questi risultati rappresentano quindi il grado di qualità del traffico considerando volumi di traffico medi.

Allo stato attuale le corsie di scorrimento all'interno del perimetro di progetto, così come le immissioni agli svincoli esistenti, godono di condizioni di viabilità discrete (livelli da B a C).

Livelli di servizio - OPM stato attuale 2015



Livelli di servizio - OPS stato attuale 2015



#### 4.2.2 Stato futuro 2040

Per l'anno 2040, lungo la **direttrice Nord-Sud**, il traffico presenta mediamente condizioni di viabilità sufficienti, con livelli di servizio C durante l'ora di punta del mattino e livelli D durante l'ora di punta serale.

Lungo la **direttrice Sud-Nord** invece il traffico gode di condizioni di viabilità discrete, con livelli di servizio C durante l'ora di punta del mattino e della sera.

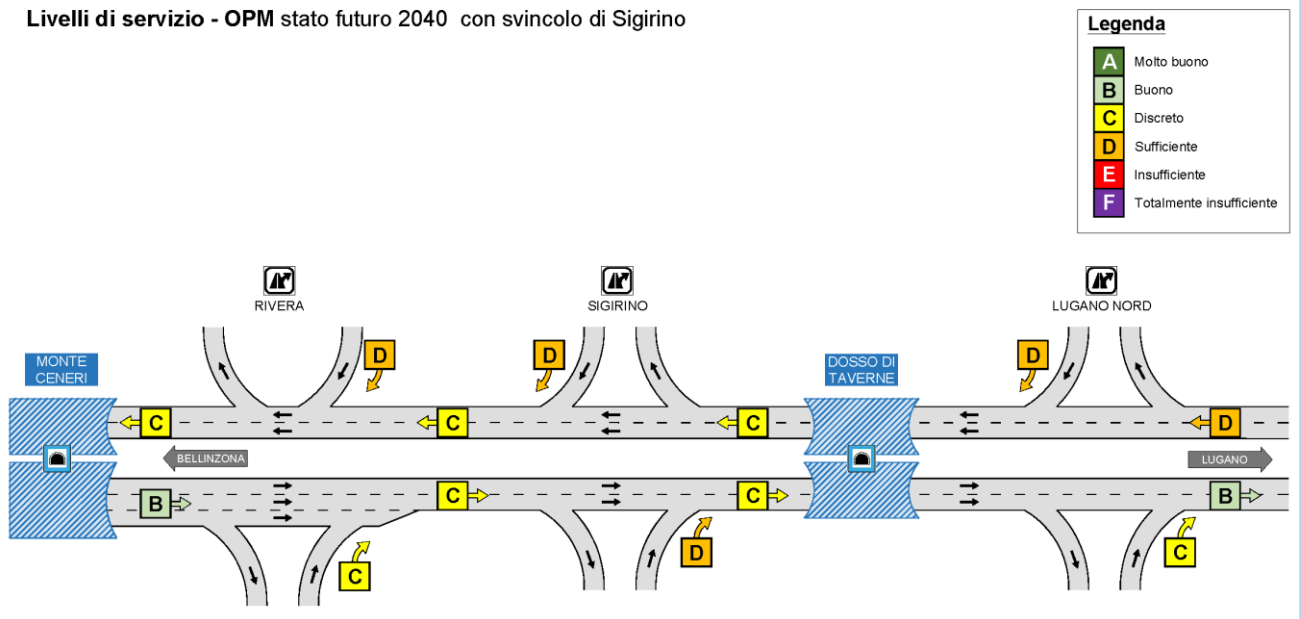
Agli innesti degli svincoli autostradali, all'interno del perimetro di progetto, si prospettano condizioni di viabilità sufficienti, con livelli di servizio che variano da C a D.

Allo stato futuro le corsie di scorrimento all'interno del perimetro di progetto, così come le immissioni agli svincoli, potranno godere di condizioni di viabilità sufficienti (livelli da C a D).

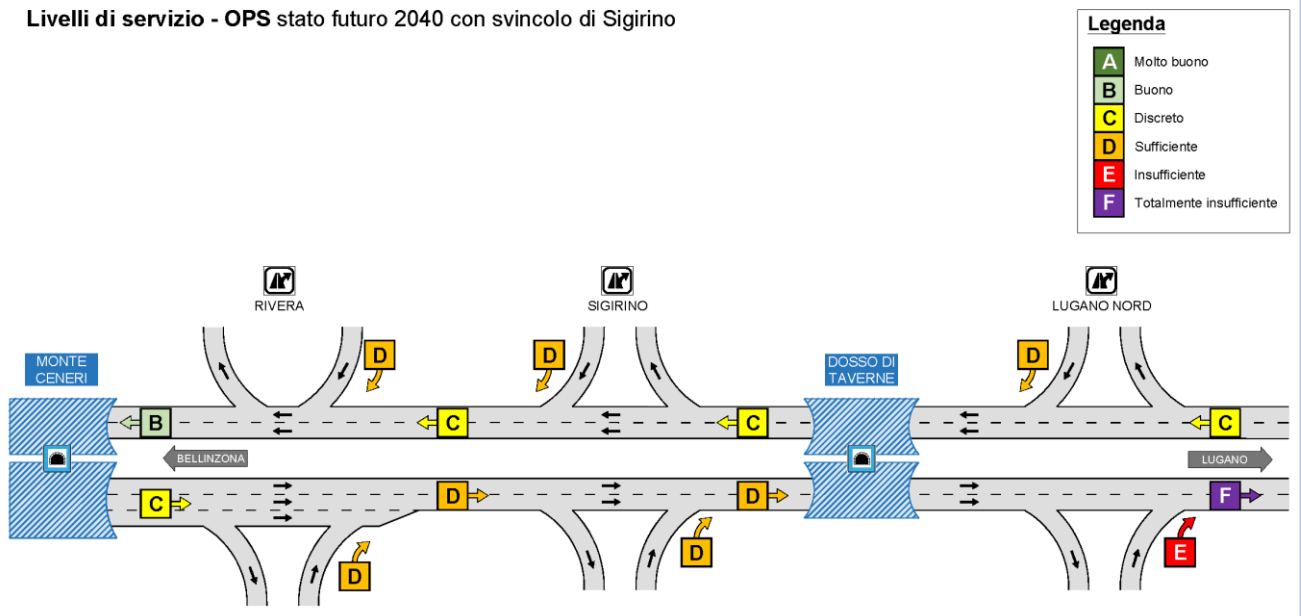
Nel complesso le condizioni di viabilità lungo la tratta autostradale sono quindi da considerarsi sufficienti (livello D). Agli svincoli, secondo i dati di traffico previsti, le condizioni di viabilità risultano essere sufficienti. È quindi possibile ipotizzare che l'infrastruttura viaria sarà in grado di assorbire il traffico previsto tra lo svincolo di Rivera e di Lugano Nord.

Di seguito sono illustrati schematicamente i livelli di servizio all'ora di punta del mattino e della sera allo stato futuro, calcolati in base al volume di traffico orario di punta medio ponderato al 2040. Il calcolo del grado di servizio è stato effettuato considerando il grado di utilizzo della tratta sulla base delle norme VSS 40 018a (tratte di scorrimento) e VSS 40 019 (innesti autostradali). Questi risultati rappresentano quindi il grado di qualità del traffico considerando volumi di traffico medi.

**Livelli di servizio - OPM stato futuro 2040 con svincolo di Sigirino**



**Livelli di servizio - OPS stato futuro 2040 con svincolo di Sigirino**



## 5 ANALISI LIVELLI DI EQUIPAGGIAMENTO

I livelli di equipaggiamento definiscono le installazioni necessarie per l'adeguata gestione del traffico, garantendo condizioni di sicurezza appropriate alla tratta interessata.

La determinazione del livello di equipaggiamento si basa sulla direttiva ASTRA 15003 sulla gestione del traffico in Svizzera. Tale documento riporta le descrizioni e i criteri di applicazione dei livelli di equipaggiamento, oltre a definire i livelli di equipaggiamento per l'orizzonte 2030 sulla rete delle strade nazionali.

La verifica dei livelli di equipaggiamento è basata sulla direttiva ASTRA 15003.

### 5.1 Descrizione livelli di equipaggiamento

Nel complesso sono definiti tre livelli di equipaggiamento:

- - livello basso ("Niedrig");
- - livello medio ("Mittel");
- - livello alto ("Hoch").

Questa classificazione può essere applicata su distinte tipologie di tratti autostradali. Nonostante la presenza di una galleria (Dosso di Taverne), nel caso del presente progetto viene analizzato unicamente il tipo di tratto autostradale "a cielo aperto", in quanto di recente è stato realizzato un potenziamento dell'equipaggiamento in galleria corrispondente al livello "Mittel". Si premette che i livelli di equipaggiamento vengono applicati in maniera cumulativa. Ciò significa, ad esempio, che il livello di equipaggiamento alto comprende anche gli equipaggiamenti previsti dai livelli basso e medio.

#### 5.1.1 Livello di equipaggiamento basso ("Niedrig")

Il livello di equipaggiamento basso è applicato sull'intera rete stradale nazionale. In sostanza, esso garantisce la trasmissione di informazioni sul traffico destinate a tutti gli utenti della strada, che avviene attraverso mezzi di comunicazione elettronici (radio, RDS-TMC, ecc).

Ai nodi strategici della rete autostradale (es. Bellinzona Nord), con l'obiettivo di distribuire il traffico, vengono utilizzati pannelli a messaggio variabile (PMV) e una segnaletica direzionale variabile puntuale (WWW).

Il livello di equipaggiamento basso è applicato sull'intera rete delle strade nazionali e garantisce la trasmissione di importanti informazioni relative al traffico.

Installazioni necessarie:

- trasmissione di informazioni sul traffico al veicolo tramite mezzi di comunicazione elettronici (radio, RDS-TMC, ecc).
- pannelli a messaggio variabile (PMV);
- segnaletica direzionale variabile puntuale (WWW).



### 5.1.2 Livello di equipaggiamento medio ("Mittel")

Il livello di equipaggiamento medio è impiegato lungo le tratte pericolose e/o con densità di traffico molto elevata. Su queste tratte i fattori di disturbo del traffico sono spesso incidenti, guasti ai veicoli e condizioni meteorologiche non favorevoli. L'obiettivo è quello di ottimizzare i flussi di traffico attraverso limiti di velocità dinamici e segnalazione dei pericoli (GHGW). Inoltre, può essere applicata la gestione del traffico agli innesti (dosaggio) e il divieto di sorpasso per autocarri (ÜV-LW). L'applicazione avviene tramite segnaletica variabile di prescrizione e di pericolo.

Il livello di equipaggiamento medio è impiegato lungo tratte pericolose con densità di traffico elevata e prevede l'ottimizzazione dei flussi di traffico attraverso GHGW, dosaggio e ÜV-LW.

Installazioni necessarie:

- limiti di velocità dinamici e segnalazione dei pericoli (GHGW);
- gestione del traffico agli innesti (dosaggio);
- divieto di sorpasso per autocarri (ÜV-LW).

### 5.1.3 Livello di equipaggiamento alto ("Hoch")

Il livello di equipaggiamento alto è previsto nei settori stradali in cui la densità del traffico è molto alta, nelle vicinanze di insediamenti e diramazioni o lungo tratti particolarmente pericolosi. Questo livello permette di gestire i flussi di traffico agli ingressi e alle uscite. In questo senso, oltre alle misure previste dal livello di equipaggiamento medio, sono applicabili la conversione della corsia di emergenza (PUN) e la gestione del traffico attraverso sistema di segnali luminosi per la regolazione temporanea delle corsie (FLS).

Il livello di equipaggiamento alto permette di gestire i flussi di traffico agli ingressi e alle uscite tramite PUN e FLS.

Installazioni necessarie:

- conversione della corsia di emergenza (PUN);
- sistema di segnali luminosi per la regolazione temporanea delle corsie (FLS).

## 5.2 Valutazione livello di equipaggiamento della tratta in oggetto

### 5.2.1 Segmenti autostradali oggetto di verifica

La verifica dei livelli di equipaggiamento all'interno del perimetro di progetto EP15 è effettuata su 3 segmenti autostradali che presentano differenti carichi veicolari. Questi segmenti saranno ripresi nella fase di analisi successiva e sono illustrati nello schema seguente.



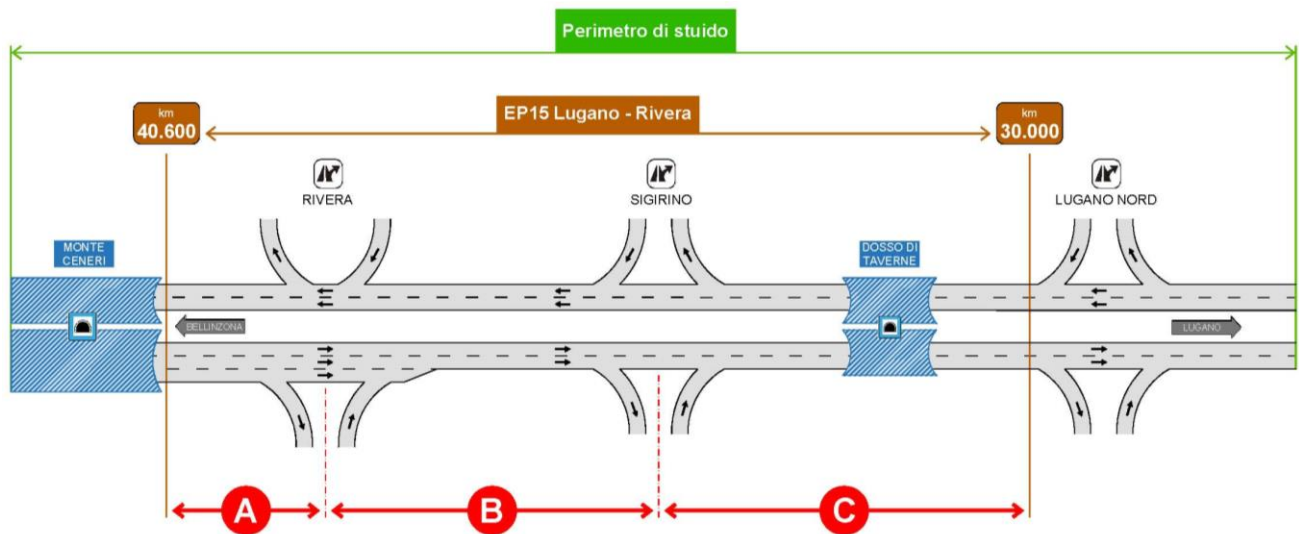


Figura 5: Segmenti autostradali oggetto di verifica

I segmenti autostradali presi in considerazione sono i seguenti:

- **Segmento A:** limite di progetto km 40.600 – svincolo di Rivera
- **Segmento B:** svincolo di Rivera – svincolo di Sigrino
- **Segmento C:** svincolo di Sigrino – limite di progetto km 30.000

### 5.2.2 Limiti di capacità corsie autostradali

Per determinare il livello di equipaggiamento delle tratte autostradali interessate dal progetto EP15 è necessario calcolare il loro grado di utilizzo secondo quanto riportato dalla direttiva USTRA 15003. In questo senso occorre definire il limite di capacità delle tratte autostradali interessate.

Con riferimento alla norma VSS 40 018a è possibile considerare le seguenti capacità di transito:

- **Tratta a due corsie:** 3'800 v/h
- **Tratta a tre corsie:** 5'450 v/h

Per le tratte a due corsie è considerata una capacità di 3'800 v/h, mentre per quelle a 3 corsie il limite di capacità è fissato a 5'450 v/h.

Lungo il perimetro di progetto EP15 sono presenti in prevalenza 2 corsie di scorrimento per direzione di marcia, fatta eccezione per il breve tratto prima dello svincolo di Rivera in direzione Nord.

### 5.2.3 Livello di equipaggiamento 2030 prestabilito dalla direttiva ASTRA 15003

Sulla base della direttiva ASTRA 15003 v2.00 (attualmente in fase di consolidamento), la tratta in oggetto è classificata con il livello di equipaggiamento basso ("Niedrig").

La tratta in oggetto è classificata con il livello di equipaggiamento basso ("Niedrig").

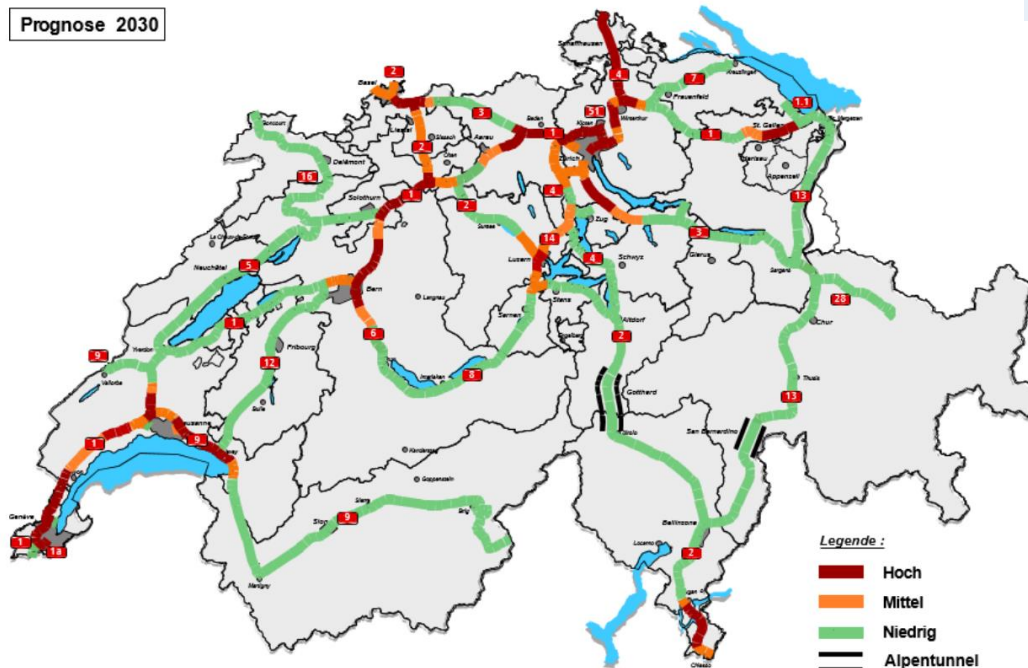


Figura 6: Livelli di equipaggiamento prestabiliti 2030 (fonte: direttiva ASTRA 15003)

### 5.2.4 Valutazione livello di equipaggiamento tratte a cielo aperto

Per effettuare una verifica del livello di equipaggiamento necessario della tratta in oggetto è possibile analizzare i criteri di applicazione definiti dalla direttiva ASTRA 15003.

#### Valutazione criteri "GHGW" (MITTEL)

Per verificare la necessità di introdurre un sistema con limiti di velocità dinamici e segnalazione di pericoli (GHGW) la direttiva ASTRA 15003 considera come parametri base i flussi veicolari alla 200<sup>esima</sup> e 50<sup>esima</sup> ora più trafficata dell'anno, e meglio come riportato nella tabella seguente.

La verifica del livello di equipaggiamento Mittel è basata sul grado di utilizzo della tratta autostradale interessata.

Kenngrossen für GHGW	Einsatzkriterien
<b>Auslastungsgrad X:</b> $X = Q / L$ gemäss Norm VSS SN 40 018a [22]	200. Stunde des Q > 90% X UND 50. Stunde des Q < 110% X
<b>Massgebender stündlicher Verkehr Q:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Basis DTV, jeweils 50. und 200. Stunde gemäss Norm VSS SN 40 016a [21]</li> <li>Ermittlung für IST-Zustand (Z0) und Prognose (Z0 + 15 Jahre)</li> </ul>	
<b>Leistungsfähigkeit L:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>gemäss Norm VSS SN 40 018a [22]</li> </ul>	

Nel caso specifico è possibile considerare i seguenti parametri:

		Segmento A		Segmento B		Segmento C	
		Dir. Nord	Dir. Sud	Dir. Nord	Dir. Sud	Dir. Nord	Dir. Sud
200. ora	Q (v/h)	2'798	2'733	3'233	3'223	3'425	3'429
50. ora	Q (v/h)	3'061	2'989	3'536	3'525	3'746	3'751
Capacità tratta	L (v/h)	3'800	5'450	3'800	3'800	3'800	3'800
Grado di utilizzo 200. ora	X (%)	73.6 %	50.1%	85.1%	84.8%	90.1%	90.2%
Grado di utilizzo 50. ora	X (%)	80.5%	93.1%	98.6%	92.8%	98.6%	98.7%
Introduzione GHGW		NO	NO	NO	NO	SI	SI

**Tabella 2: Dati ritenuti per verifica livello di equipaggiamento - installazioni GHGW**

In considerazione dei parametri riportati nella tabella precedente è possibile affermare che lungo l'intero tratto di autostrada in oggetto è **necessaria l'introduzione di un sistema con limiti di velocità dinamici e segnalazione di pericoli unicamente per il segmento C tra lo svincolo di Lugano Nord e quello futuro di Sigrino.**

L'introduzione di un sistema GHGW è da prevedere unicamente lungo il segmento C.

#### Valutazione criteri "sistema di dosaggio agli innesti" (MITTEL)

La direttiva ASTRA 15003 propone di gestire il traffico agli innesti con un sistema di dosaggio nel caso in cui, con l'introduzione della misura "GHGW", non possa essere garantito il livello di servizio D. Nel caso specifico la verifica si limita ad analizzare la situazione di traffico lungo il segmento C, in quanto per gli altri segmenti, visti i volumi di traffico ridotti, non sono da attendersi particolari perturbazioni.

Per la verifica dei livelli di servizio lungo il segmento C è possibile fare capo al capitolo precedente relativo all'analisi dei livelli di servizio (capitolo 4), e meglio:

- OPM 2040 dir. Nord: livello C
- OPM 2040 dir. Sud: livello C
- OPS 2040 dir. Nord: livello C
- OPS 2040 dir. Sud: livello D

**Essendo sempre garantito il livello di servizio D lungo il segmento con maggior traffico, non si ritiene necessario introdurre un sistema di dosaggio agli innesti autostradali all'interno del perimetro di progetto EP15.**

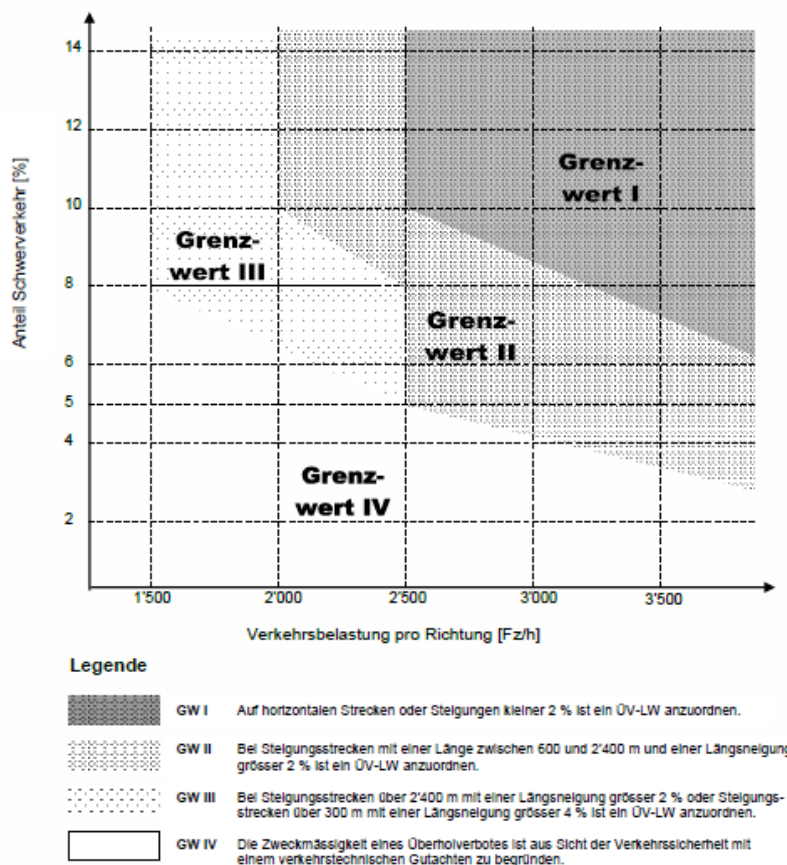
Si esclude la necessità di introdurre un sistema di dosaggio agli svincoli.

#### Valutazione criteri "divieto di sorpasso per autocarri (ÜV-LW)" (MITTEL)

Per valutare la necessità di introdurre un divieto di sorpasso per autocarri secondo direttiva ASTRA 15003 occorre verificare i criteri di applicazione dal punto di vista della **gestione e sicurezza del traffico** come riportato nella tabella sottostante.

Kenngrößen für ÜV-LW	Einsatzkriterien
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verkehrsbelastung pro Richtung (DTV)</li> <li>• Anteil Schwerverkehr</li> <li>• Längsneigung und deren Länge</li> <li>• Tunnellänge</li> </ul>	<p>Die Anordnung eines ÜV-LW ist aus Sicht <b>Verkehrsmanagement</b> gegeben, wenn die Kriterien gemäss Beurteilungsdiagramm Abb. 3.1 der Richtlinie ASTRA 15013 „Überholverbot für Lastwagen“ [11] erfüllt sind.</p>
	<p>Die Anordnung eines ÜV-LW ist aus Sicht <b>Verkehrssicherheit</b> zu prüfen, wenn eines oder mehrere der nachfolgenden Kriterien erfüllt sind (siehe Richtlinie ASTRA 15013 „Überholverbot für Lastwagen“ [11]) :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Abschnitte mit mehreren Tunnel / Überdeckungen</li> <li>- Besondere Gegebenheiten, wo Überholvorgänge gefährlich sein können</li> <li>- Bereiche mit best. Geschwindigkeitsbeschränkungen</li> <li>- Unfallschwerpunkt</li> </ul>

Per quanto riguarda la gestione del traffico è possibile verificarne la necessità attraverso il diagramma seguente.



Per questa verifica si considerano i parametri riportati nella tabella seguente. Si segnala che la verifica dei divieti di sorpasso per autocarri è limitata ai segmenti B e C, in quanto lungo il segmento A vi è già predisposto un divieto di sorpasso.

		Segmento B		Segmento C	
		Dir. Nord	Dir. Sud	Dir. Nord	Dir. Sud
Quota veicoli pesanti	%	7.0%	6.5%	7.0%	6.5%
Traffico orario determinante	Q (v/h)	3'000	3'200	2'750	3'300
Pendenza tratto 600 – 2'400 m	%	> +2%	> -2%	< +2%	< -2%
Introduzione ÜV-LW dinamico		NO	NO	NO	NO
Introduzione ÜV-LW permanente o limitato nel tempo		SI	NO	NO	NO

Tabella 3: Dati ritenuti per verifica livello di equipaggiamento - divieto di sorpasso per autocarri

Applicando questi parametri al diagramma riportato nella direttiva USTRA 15013 risulta necessario introdurre un divieto di sorpasso per autocarri unicamente lungo il segmento B in direzione Nord. La tipologia del divieto sarà permanente o limitata nel tempo, in quanto per una gestione dinamica del divieto è necessario disporre di un sistema GHGW, il quale nel caso specifico non deve essere introdotto.

Lungo il segmento B in direzione Nord è da prevedere un divieto di sorpasso per autocarri.

#### Valutazione criteri "PUN" (HOCH)

Per verificare la necessità di introdurre un sistema di conversione della corsia di emergenza (PUN), così come per la verifica GHGW, la direttiva ASTRA 15003 considera come parametri base i flussi veicolari alla 200<sup>esima</sup> e 50<sup>esima</sup> ora più trafficata dell'anno, e meglio come riportato nella tabella seguente.

Kenngrossen für PUN	Einsatzkriterien
<b>Auslastungsgrad X:</b> $X = Q / L$ gemäss Norm VSS SN 40 018a [22]	200. Stunde des Q > 90% X UND 50. Stunde des Q > 110% X
<b>Massgebender stündlicher Verkehr Q:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Basis DTV, jeweils 50. und 200. Stunde gemäss Norm VSS SN 40 016a [21]</li> <li>• Ermittlung für IST-Zustand (Z0) und Prognose (Z0 + 15 Jahre)</li> </ul>	
<b>Leistungsfähigkeit L:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• gemäss Norm VSS SN 40 018a [22]</li> </ul>	

Nel caso specifico è possibile considerare i seguenti parametri:

		Segmento A		Segmento B		Segmento C	
		Dir. Nord	Dir. Sud	Dir. Nord	Dir. Sud	Dir. Nord	Dir. Sud
200. ora	Q (v/h)	2'798	2'733	3'233	3'223	3'425	3'429
50. ora	Q (v/h)	3'061	2'989	3'536	3'525	3'746	3'751
Capacità tratta	L (v/h)	3'800	5'450	3'800	3'800	3'800	3'800
Grado di utilizzo 200. ora	X (%)	73.6 %	50.1%	85.1%	84.8%	90.1%	90.2%
Grado di utilizzo 50. ora	X (%)	80.5%	93.1%	98.6%	92.8%	98.6%	98.7%
<b>Introduzione PUN</b>		<b>NO</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>

**Tabella 4: Dati ritenuti per verifica livello di equipaggiamento - installazioni PUN**

In considerazione dei parametri riportati nella tabella precedente è possibile affermare che lungo l'intero tratto di autostrada in oggetto **non è necessario introdurre un sistema di conversione della corsia di emergenza (PUN). Di riflesso si esclude pure la necessità di introdurre un sistema di segnali luminosi per la regolazione temporanea delle corsie (FLS).**

Si esclude la necessità di introdurre un sistema PUN e FLS (livello Hoch non necessario).

#### 5.2.5 Valutazione livello di equipaggiamento nelle gallerie

L'analisi del livello di equipaggiamento della galleria del Dosso di Taverne non è necessaria, perché già valutata nel progetto di risanamento realizzato di recente degli impianti elettromeccanici. L'impostazione del progetto prevedeva la predisposizione del livello di equipaggiamento Mittel.

La galleria del Dosso di Taverne è già stata di recente potenziata al livello Mittel per meglio gestire il traffico.

#### 5.2.6 Conclusione

La tratta in oggetto, nell'ottica della valutazione dei livelli di equipaggiamento può essere suddivisa in 3 tratte distinte e meglio:

- Tratta svincolo Lugano Nord – futuro svincolo di Sigirino;
- Galleria di Taverne;
- Tratta futuro svincolo di Sigirino – svincolo di Rivera.

Sulla base delle indicazioni della Direttiva ASTRA 15 003, all'orizzonte 2030, è ritenuto il livello di equipaggiamento Niedrig per l'intera tratta a cielo aperto, e il livello Mittel per la galleria di Taverne. Gli equipaggiamenti oggi presenti lungo il segmento in oggetto rispettano tale impostazione.

L'analisi dei livelli di equipaggiamento, all'orizzonte 2040, ha evidenziato tuttavia, che con l'introduzione del futuro svincolo di Sigirino e l'incremento del traffico prospettato a tale orizzonte, occorre potenziare gli impianti di gestione del traffico lungo la tratta tra lo svincolo di Lugano Nord e quello di Sigirino, infatti dalle verifiche risulta necessario incrementare il livello di equipaggiamento da Niedrig a Mittel. Tra il futuro svincolo di Sigirino e lo svincolo di Rivera è per contro confermato l'attuale livello di equipaggiamento, ossia Niedrig. Si segnala che lungo

quest'ultima tratta occorre prevedere l'introduzione di un divieto di sorpasso per autocarri temporaneo o limitato nel tempo lungo la direttrice Sud-Nord.

Più nel dettaglio sono da prevedere i seguenti equipaggiamenti:

- **Tratta svincolo Lugano Nord – Sigirino:**
  - Livello di equipaggiamento **Mittel** per entrambe le direzioni di marcia
  - Installazioni necessarie:
    - GHGW per entrambe le direzioni di marcia
- **Galleria Dosso di Taverne:**
  - Potenziamento a livello **Mittel** già realizzato di recente
- **Tratta svincolo Sigirino – Rivera:**
  - Livello di equipaggiamento **Niedrig** per entrambe le direzioni di marcia
  - Installazioni necessarie:
    - Informazioni traffico via radio, PMV e WWW per entrambe le direzioni di marcia
    - Divieto di sorpasso per autocarri permanente o limitato nel tempo unicamente lungo la direttrice Sud-Nord
- **Tratta svincolo Rivera – portale Sud galleria Monte Ceneri**
  - Livello di equipaggiamento Niedrig

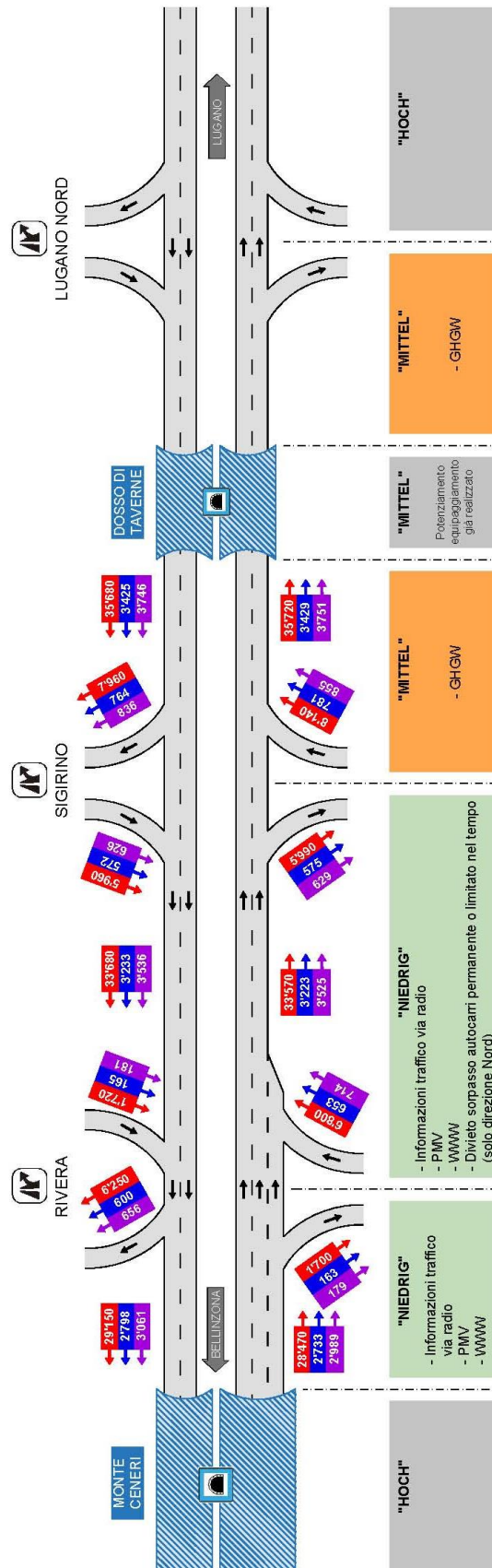
Nello schema seguente sono illustrati i livelli di equipaggiamento con le installazioni da prevedere in vista della realizzazione del progetto EP15 Gentilino-Lamone. Nella rappresentazione sono inoltre riportati i dati relativi al traffico (200. e 50. ora) considerati per le analisi dei criteri di applicazione definiti dalla direttiva USTRA 15003.



## Livelli di equipaggiamento

### Legenda

28'150	TGM 2040 [v/g]
27'98	200. ora [v/h]
3'061	50. ora [v/h]





## 6 IL PROGETTO SEGNALETICA

### 6.1 Impostazione impianto segnaletica

Nell'ottica di predisporre la tratta in oggetto considerando l'applicazione del concetto di gestione e conduzione del traffico per i livelli di equipaggiamento ritenuti, ed in particolare:

- svincolo di Lugano-Nord – futuro svincolo di Sigirino      liv. **MITTEL**
- futuro svincolo di Sigirino – svincolo di Rivera      liv. **MINIMAL**
- galleria di Taverne      liv. **MITTEL**

All'interno del perimetro d'intervento è inoltre presente un tratto in galleria (galleria di Taverne) tale tratto è già oggi predisposto con un impianto traffico conforme alle direttive e normative in vigore. Infatti, l'impianto è stato interamente rinnovato nel periodo 2012/2013 e messo in esercizio nel corso del 2013.

**Gli interventi previsti non considerano alcuna modifica alla gestione e alle funzionalità della segnaletica relativa alla conduzione del traffico della galleria di Taverne. L'intervento sarà pertanto limitato alla sostituzione della segnaletica.**

**All'interno dei limiti di progetto è inoltre presente un pannello a messaggio variabile (PMV); lo stesso non è parte integrante del seguente progetto in quanto gestito nell'ambito di una specifica progettazione.**

**Si segnala infine che nella tratta a Sud del perimetro è prevista la posa di segnaletica relativa al progetto EP28 Lamone-Gentilino. Nei piani sono riportati, tramite una specifica indicazione, tutti gli interventi previsti nell'ambito di tale progetto.**

### 6.2 Tipologia segnaletica

Per garantire il funzionamento richiesto per l'impianto traffico è stata ritenuta la seguente impostazione, e meglio il ricorso alle seguenti tipologie di segnali:

- **segnaletica statica**, ossia quei segnali fissi che riportano un'immagine unica, che non muta in caso di perturbazioni al traffico, la segnaletica statica é sempre visibile da parte dell'utente e riflette una situazione permanente di una determinata tratta autostradale;
- **segnaletica a messaggio variabile**, ossia quei segnali dinamici che riportano più immagini e che possono riflettere condizioni diverse in funzione delle necessità ed eventi;

#### 6.2.1 Segnaletica statica

La segnaletica statica é prevista unicamente nella tratta a cielo aperto; si tratta di pannelli di dimensione formato grande (OSStr. all.1); con pellicola classe R3, riflettenza molto forte, (VSS 640871a) senza sorgente d'illuminazione; la nuova segnaletica statica è disposta su portali o su supporti laterali.

### 6.2.2 Segnaletica a messaggio variabile (SMV) a LED

Le caratteristiche, l'utilizzo e le dimensioni dei segnali a messaggio variabile sono definite dall'Ordinanza sulla segnaletica stradale (OSStr).

#### Tecnologia

tecnologia a LED per i segnali SMV in esecuzione rettangolare con immagine per segnali di pericolo e disposizione delle corsie.

#### Dimensioni

per i segnali SMV a LED si prevede il formato grande sia per i segnali di pericolo (lato segnale 1'500 mm) che per i segnali di disposizione delle corsie OSStr all. 1;

#### Materiale

per i segnali SMV a LED, la custodia deve avere un grado di protezione IP65 ed essere realizzata in alluminio con ventilazione naturale diagonale con grado di protezione IP54. Le parti in plastica devono essere resistenti all'irraggiamento di UV.

Deve essere assicurato che 4 LED adiacenti non possano guastarsi contemporaneamente.

Le esigenze concernenti l'ottica del segnale devono rispettare la norma EN 12966 ed in particolare sono da soddisfare i seguenti requisiti:

SMV A LED	
Colore del segnale	C2
Luminanza cd/m <sup>2</sup>	L3
Rapporto di luminanza	R3
Angolo di diffusione della luce	B6

Tabella 5: Esigenze ottiche per i segnali a LED

#### Funzionamento

Per garantire i lavori di servizio e di manutenzione occorre prevedere all'interno delle sottostazioni di commutazione (ad esempio alla base del portale di segnaletica) occorre garantire la possibilità d'inserimento manuale dei simboli in loco.

#### Disposizione e fissaggio

I segnali SMV sono montati di regola sulla traversa dei portali o sulle traverse della galleria.

I cassoni o involucri devono essere dotati guide profilate a cui sono fissati i supporti per consentire l'applicazione tramite connessione bullonata al portale o sostegno

Il sistema di fissaggio deve permettere un orientamento orizzontale e verticale del segnale di +/-5°.

#### Accessibilità e manutenzione

Per i segnali SMV montati sui portali e sulle traverse in galleria, l'accessibilità alle parti meccaniche o elettriche deve poter avvenire direttamente dalla carreggiata, con riduzione temporanea delle corsie di scorrimento.

### 6.3 Disposizione dei segnali

#### 6.3.1 In pianta

La posizione in pianta dei segnali è definita regolamentata:

- dalla norma VSS 640 845a "Segnaletica, Disposizione sulle autostrade e semi-autostrade, v1.8.2009) per la segnaletica di indicazione necessaria lungo le corsie di scorrimento, allo svincolo di Lugano Nord e alle aree di sosta di Muzzano
- dalle direttive USTRA VM-CH [2] per la segnaletica relativa alla gestione dei limiti di velocità dinamiche e all'avviso di pericoli (MITTEL)

I piani MK.70.1-03 e MK.70.1-04 illustra nel dettaglio la posizione dei singoli segnali, rispettivamente dei portali lungo la tratta di autostrada interessata dal progetto di concetto di gestione e di conduzione traffico tra lo svincolo di Rivera e lo svincolo di Lugano Nord.

#### 6.3.2 In sezione

La posizione in sezione dei segnali è regolata dalla norma VSS 640.845a. La norma regola il caso generale; in determinati casi, dove non è possibile rispettare i parametri della norma, occorre adottare soluzioni tecniche particolari.

#### Segnaletica sui portali a cielo aperto

Per la segnaletica sui portali sono ritenuti i seguenti parametri:

- altezza minima sotto i segnali su portale:  $4,50 + 0,30 + 0,10 = \mathbf{4,90 \text{ metri}}$ ;
- distanza minima dei montanti dei portali o della segnaletica ad essi fissata dal limite esterno della carreggiata: **0.50 metri**.

Il montaggio della segnaletica a messaggio variabile o statica avviene su portali metallici senza passerella pedonale.

I segnali d'indicazione devono essere di regola posti in asse con la rispettiva corsia. I segnali a messaggio variabile (SMV), posti sul portale, devono essere in asse con la carreggiata.

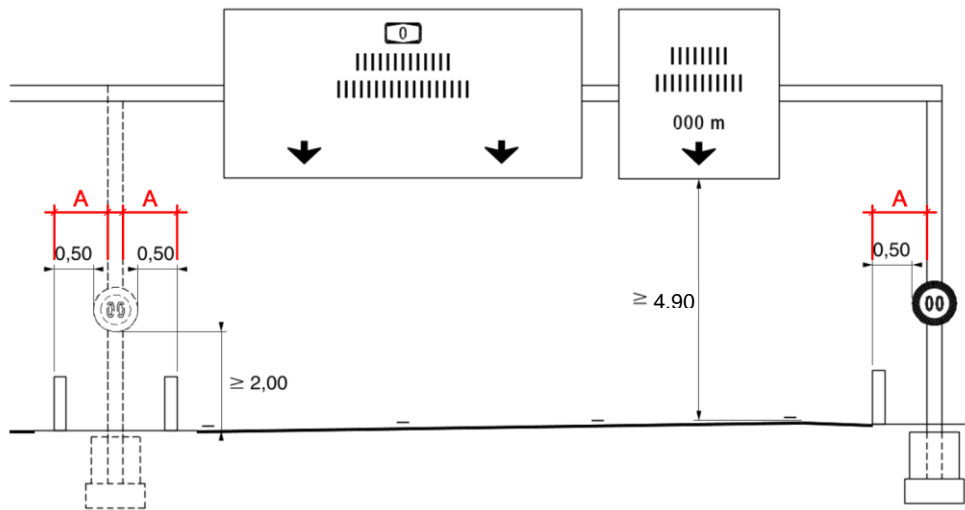


Figura 7: Esempio di portale di segnaletica a cielo aperto

### Segnaletica laterale a cielo aperto

Per la segnaletica laterale sono ritenuti i seguenti parametri:

- altezza minima del bordo inferiore del segnale: **1.80 metri in caso di segnale centrale;**
- altezza minima del bordo inferiore del segnale: **2.00 metri in caso di segnale a destra;**
- i segnali devono rispettare una distanza minima di: 0,50 metri dal limite esterno carreggiata.

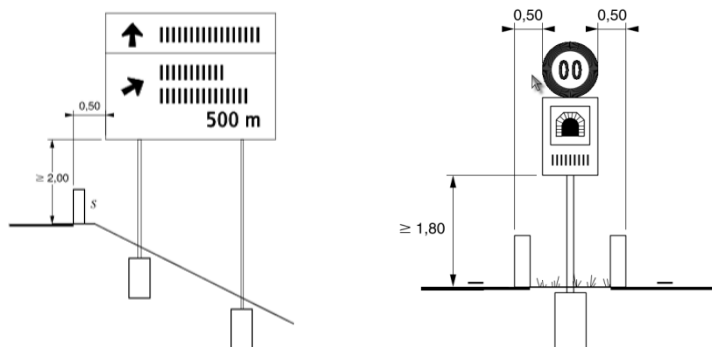


Figura 8: Esempio di segnaletica laterale

### Segnaletica in galleria

La posizione del profilo libero sotto le traverse in galleria è la seguente:

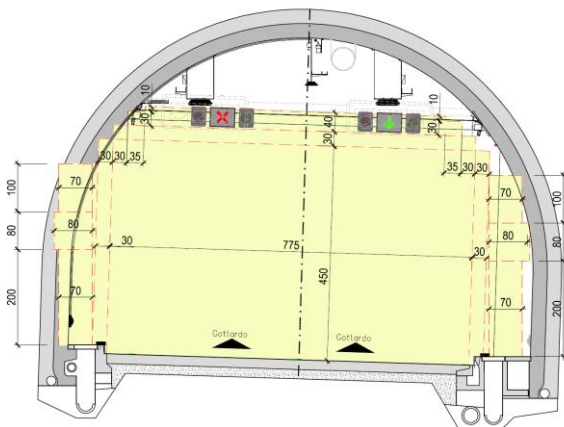


Figura 9: Esempio di portale di segnaletica in galleria

- altezza minima sotto i segnali su traversa:  $4,50 + 0,30 + 0,10 = 4,90$  metri;
- altezza minima inferiore dei segnali posati alle pareti laterali: **2,00 metri**;
- distanza minima segnali laterali dal limite esterno carreggiata: **0,30 metri**.

I segnali luminosi di chiusura temporanea delle corsie (SLCTC) devono essere posizionati in asse con la rispettiva corsia mentre la segnaletica di pericolo e di prescrizione è posata in asse tra le corsie.

#### 6.4 Sostegni dei segnali

Il montaggio della segnaletica avviene su portali metallici senza passerella. Il portale è dimensionato in altezza sulla base della dimensione dei singoli segnali applicati onde garantire l'accessibilità delle parti meccaniche/elettriche da parte del personale di manutenzione.

La manutenzione sarà effettuata con mezzi meccanici direttamente dalla carreggiata, dove possibile, con riduzione temporanea delle corsie di circolazione.

#### 6.5 Scelte tecniche e rispetto delle normative

La segnaletica prevista è stata impostata in modo tale da permettere la gestione del traffico per il livello di equipaggiamento MITTEL tra il futuro svincolo di Sigirino e lo svincolo di Lugano Nord. In particolare, in funzione dell'impiego, sono state ritenute 3 categorie di segnaletica.

- **indicazioni lungo la N2 e agli svincoli**, avviene con la predisposizione di pannelli d'indicazione posti in avvicinamento delle rampe di uscita agli svincoli di Rivera, Sigirino e Lugano Nord;
- **livello MITTEL, gestione dinamica dei limiti di velocità e di avviso pericoli**, avviene con l'impiego di segnaletica a messaggio variabile di prescrizione e di pericolo;

##### 6.5.1 Segnali di prescrizione

### Limiti di velocità

Lungo l'asse della N2, all'interno del perimetro di progetto, in regime di traffico normale, è valido il limite generale di velocità per le autostrade pari a 120 km/h; tale limite può essere adeguato in modo dinamico o manuale a 100 km/h con possibilità di ulteriore riduzione a 80 km/h o 60 km/h.

Lungo le rampe di accesso e uscite alla N2, in funzione della geometria stradale, si ripongono riduzioni di velocità di 100 km/h fino a 60 km/h.

In avvicinamento alla galleria di Taverne si impone una riduzione del limite di velocità da 120 km/h a 100 km/h (limite massimo in galleria), con possibile successiva riduzione di 20 km/h (80 km/h).

L'informazione relativa alla modifica dei limiti di velocità è fornita tramite un nuovo limite di velocità (inferiore o superiore al precedente); ad esempio, si passa da un regime di circolazione con limite 100 km/h ad un regime con limite 80 km/h oppure 60 km/h.

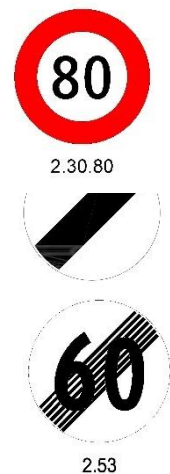
Il ripristino del limite di velocità di 120 km/h (limite massimo in autostrada) è ripristinato con i segnali N. 2.53 "fine della velocità massima" o 2.58 "via libera".

Sulla base delle indicazioni della direttiva ASTRA 15003 i limiti di velocità sono ripetuti ogni 1'500 metri al massimo.

### Divieto di sorpasso per autocarri

Lungo la tratta tra il futuro svincolo di Sigirino e lo svincolo di Rivera, in considerazione della conformazione del tracciato, pendenza longitudinale elevata, e l'alta componente di traffico pesante, occorre prevedere l'introduzione di un divieto di sorpasso per autocarri lungo la direttrice Sud-Nord.

Il divieto di sorpasso per autocarri è confermato anche per la tratta a Nord del comparto in esame in quanto necessario anche all'interno della galleria del Ceneri. Per questa ragione il progetto non prevede la soppressione di tale segnale.



### 6.5.2 Segnali di pericolo

#### In generale

I segnali di pericolo sono collocati nel punto pericoloso o al massimo 100 m prima; come segnali avanzati sono inoltre collocati fra i 500 e i 1000 m prima del punto pericoloso e sono completati dal «Cartello di distanza».

Il progetto prevede lungo le corsie di scorrimento N2 la disposizione di segnali di pericolo 1.14 "lavori", 1.27 "segnali luminosi", 1.30 "altri pericoli", 1.31 "colonna".

Sulla base delle indicazioni della direttiva ASTRA 15003 i segnali di pericolo validi su un segmento di N2 sono ripetuti ogni 1'500 metri al massimo.

I segnali a messaggio variabile con tecnologia a prisma sono accompagnati da un lampeggiante, per contro la segnaletica a messaggio variabile a LED, essendo già essa luminosa, non necessita di lampeggianti.



## Lavori

Per l'avviso di cantieri all'interno del perimetro di studio il progetto prevede il segnale 1.14 "lavori" con la tavola complementare 5.03 "lunghezza del tratto" quale immagine nel sistema di segnaletica a messaggio variabile presente lungo le corsie di scorrimento N2.



1.14

## segnale luminosi

Il progetto prevede il segnale 1.27 "segnale luminosi" quale annuncio al conducente dell'avvicinamento ad un sistema di segnali luminosi per la regolazione temporanea delle corsie (FLS), vedi art. 14 OSSr.



1.27

## altri pericoli

Per l'avviso di eventuali pericoli sulla carreggiata il progetto prevede il segnale 1.30 "altri pericoli" con tavola complementare (incidente, contromano, nebbia, vento) quale immagine nel sistema di segnaletica a messaggio variabile presente lungo le corsie di scorrimento N2.



1.30

## colonna

Nel caso di formazione colonne il progetto prevede l'esposizione del segnale 1.31 "colonna" quale immagine nel sistema di segnaletica a messaggio variabile presente lungo le corsie di scorrimento N2.



1.31

## 6.5.3 Segnali di indicazione

### Corsie di scorrimento N2

Lungo le corsie di scorrimento è presente un impianto di segnaletica d'indicazione che già oggi rispetta i criteri prescritti dalle norme VSS per quanto attiene l'aspetto; la stessa non risulta per contro conforme alle prescrizioni relative alla riflettanza.

La segnaletica statica esistente sarà pertanto risanata in modo da rispettare quanto previsto dalle normative e direttive in vigore. In particolare, devono essere rispettati i seguenti aspetti:

- è ritenuta l'altezza dei caratteri a H=35 cm. per la segnaletica laterale;
- è ritenuta l'altezza dei caratteri di H=42 cm, per la segnaletica su portali;
- pellicola tipo R3 (riflettanza molto forte), senza sorgente di illuminazione.

### Gli svincoli

All'interno dello svincolo di Rivera è presente un impianto di segnaletica d'indicazione che già oggi rispetta i criteri prescritti dalle norme VSS per quanto attiene l'aspetto; la stessa non risulta per contro conforme alle prescrizioni relative alla riflettanza.

La segnaletica statica esistente sarà pertanto risanata in modo da rispettare quanto previsto dalle normative e direttive in vigore. In particolare, devono essere rispettati i seguenti aspetti:

- è ritenuta l'altezza dei caratteri a H=35 cm. per la segnaletica laterale;

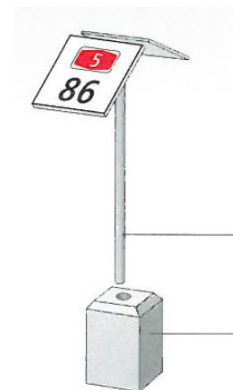


- è ritenuta l'altezza dei caratteri di  $H=42$  cm, per la segnaletica su portali;
- pellicola tipo R3 (riflettenza molto forte), senza sorgente di illuminazione.

#### 6.5.4 Indicazione della chilometrica

Lungo la tratta stradale oggetto del documento sarà prevista la segnalazione della chilometrica, mediante placche quadrate di colore bianco e scritta nera (dimensione 500 mm x 500 mm) e degli ettometri mediante placche rettangolari di colore bianco e scritta nera (dimensione 400 mm x 200 mm). La segnaletica sarà disposta lungo lo spartitraffico centrale.

La segnaletica sarà realizzata in base all'attuale chilometraggio; la stessa sarà in seguito adeguata in base al sistema AKS-CH dopo la sua introduzione.



## 7 COMANDO TRAFFICO

### 7.1 Condizioni d'esercizio

#### 7.1.1 Tratta a cielo aperto

Le CE previste per la tratta in oggetto sono state elaborate e sviluppate come segue:

- le CE proposte permettono di gestire le situazioni giudicate realistiche in base alle attuali conoscenze. Le stesse devono essere parametrizzate in modo da permetterne la modifica in ogni momento;
- per la gestione del traffico le CE sono ripartite per direzione di corsia; le CE relative alle corsie NORD-SUD saranno marcate con il simbolo (+) mentre quelle applicate alle corsie SUD-NORD avranno il simbolo (-);
- per ogni corsia sono state definite le CE di base necessarie a rispondere alle principali, attendibili e necessarie esigenze di conduzione del traffico

Le CE previste per l'impianto traffico EP15 sono suddivise in gruppi; gli stessi sono riportati nella tabella seguente con l'indicazione del tipo di comando applicabile (comando normale o locale) e del tipo di inserimento (automatico o manuale).

Condizione d'esercizio	Comando	Inserimento	
		manuale	automatico
Pericolo	x	x	
Prescrizione	x	x	x

Tabella 6: Tipologie di comando previste per gruppo di CE

#### 7.1.2 Galleria di Taverne

**Per quanto riguarda le condizioni di esercizio previste per la galleria di Taverne, segnaliamo che le stesse dovranno essere mantenute come allo stato attuale. In questo senso il progetto prevede il risanamento considerando le attuali funzionalità.**

### 7.2 CE di base

In funzione degli scenari di traffico ipotizzabili sono state definite un totale di 7 CE per direzione di marcia.

Le stesse sono valide lungo la tratta tra il futuro svincolo di Sigirino e lo svincolo di Lugano Nord. La combinazione di più condizioni sarà disciplinata secondo le regole d'inserimento che verranno sviluppate e definite in fase di progetto di dettaglio (Fase MP).

Le CE di base previste, suddivise per direzione di circolazione, e con la relativa numerazione e designazione sono esposte nella tabella seguente:

Condizione d'esercizio	Direzione Sud	Direzione Nord
Situazione normale	+000	-000
Incidente	+411	-411
Colonne	+421	-421
Altri pericoli	+441	-441
Lavori in corso	+451	-451
V60 km/h	+711	+711
V80 km/h	+731	+731
V 100 km/h	+741	+741

Tabella 7: CE Previste nel comando traffico

Per quanto riguarda le condizioni di esercizio per la galleria di Taverne, in questa fase di progetto vengono confermate quelle dell'impianto attuale in quanto già conformi alle direttive USTRA attualmente in vigore.

### **7.3 Conduzioni di traffico**

#### **7.3.1 Situazione normale**

Quando il traffico si svolge con sufficiente fluidità e non sono presenti sulla tratta situazioni anomale, la segnaletica a messaggio è spenta per cui il limite di velocità lungo la tratta è pari a 120 km/h.

#### **7.3.2 Incidente**

##### Scopo

Lo scopo di questa condizione di esercizio è quello di avvertire il conducente della presenza di un incidente lungo la tratta in oggetto.

##### Segnaletica

La presenza di un incidente sulle corsie di scorrimento è una situazione di potenziale pericolo che deve essere segnalata all'utente. Il segnale a LED con l'immagine di "attenzione" accompagnato dalla tavola complementare "INCIDENTE" è ripetuto lungo tutta la tratta ogni ca. 1'500 m. La segnaletica prevista è inoltre accompagnata con la riduzione del limite di velocità a 80 km/h.

##### Disponibilità e raggio d'azione

Questa condizione è valida su tutta la lunghezza ed è disponibile per entrambe le direzioni di marcia.

#### **7.3.3 Colonna**

##### Scopo

Lo scopo di questa condizione di esercizio è quello di avvertire il conducente della presenza di veicoli incolonnati lungo le corsie di scorrimento.

##### Segnaletica

La presenza di veicoli incolonnati sulle corsie di scorrimento è una situazione di potenziale pericolo che deve essere segnalata all'utente. Il segnale a LED con l'immagine di "COLONNA" è ripetuto lungo tutta la tratta ogni ca. 1'500 m. La segnaletica prevista è inoltre accompagnata con la riduzione del limite di velocità a 80 km/h.

##### Disponibilità e raggio d'azione

Questa condizione è valida su tutta la lunghezza ed è disponibile per entrambe le direzioni di marcia.

#### **7.3.4 Altri pericoli**

##### Scopo

Lo scopo di questa condizione di esercizio è quello di avvertire il conducente della presenza di un pericolo (veicolo fermo in carreggiata, persona o oggetto in carreggiata, ....) allungo le corsie di scorrimento.

### Segnaletica

La presenza di un pericolo sulle corsie di scorrimento è una situazione di potenziale pericolo che deve essere segnalata all'utente. Il segnale a LED con l'immagine di "ALTRI PERICOLI", è ripetuto lungo tutta la tratta ogni ca. 1'500 m. La segnaletica prevista è inoltre accompagnata con la riduzione del limite di velocità a 80 km/h.

### Disponibilità e raggio d'azione

Questa condizione è valida su tutta la lunghezza ed è disponibile per entrambe le direzioni di marcia.

## **7.3.5 Lavori in corso**

### Scopo

Lo scopo di questa condizione di esercizio è quello di avvertire il conducente della presenza di un cantiere lungo le corsie di scorrimento.

### Segnaletica

La presenza di un cantiere lungo le corsie di scorrimento è una situazione di potenziale pericolo che deve essere segnalata all'utente. Il segnale a LED con l'immagine di "LAVORI" è ripetuto lungo tutta la tratta ogni ca. 1'500 m.

### Disponibilità e raggio d'azione

Questa condizione è valida su tutta la lunghezza ed è disponibile per entrambe le direzioni di marcia.

## **7.3.6 Velocità massima 60 -80-100 km/h**

### Scopo

Questa CE ha come obiettivo il raggiungimento di un flusso di traffico più stabile ed una riduzione degli intervalli fra i veicoli.

### Segnaletica

Di regola la velocità massima è di 120 km/h. In caso di necessità può essere ridotta a 100, 80 o 60 km/h con l'attivazione della CE specifica; la stessa attiva i segnali relativi ai limiti di velocità nelle zone avanzate in modo tale da ridurre la velocità in modo graduale con riduzioni di 20 km/h per sezione. Il limite di velocità viene ripetuto ogni ca. 1'500 m.

### Disponibilità e raggio d'azione

Questa condizione è valida su tutta la lunghezza ed è disponibile per entrambe le direzioni di marcia.

## **7.4 Inserimento delle condizioni di esercizio**

Le condizioni d'esercizio possono essere inserite con comando manuale oppure con azionamento automatico. Qui di seguito sono fornite le indicazioni essenziali per le possibilità di inserimento.

#### **7.4.1 Inserimento manuale**

Interventi manuali dalle postazioni SGE:

In situazione di traffico normale l'operatore accede all'impianto traffico da una postazione SGE ubicata nella sala di comando al CMB; da questa postazione è possibile l'inserimento di tutte le condizioni d'esercizio previste per il comando normale; le CE realizzabili si compongono di tutti i segnali telecomandati.

Interventi manuali su singoli segnali:

L'operatore traffico può intervenire manualmente tramite IUM sul CT o direttamente dal CT su singoli segnali (segnali di prescrizione, indicazione). I segnali posti su comando manuale non reagiscono alle CE del comando normale e sono segnalati all'operatore traffico.

Interventi manuali su singoli segnali a livello CS:

Gli addetti alla manutenzione possono inoltre intervenire manualmente, a livello CS, su tutti i segnali a messaggio variabile. I segnali posti su comando manuale non reagiscono alle CE del comando normale e sono segnalati all'operatore traffico.

#### **7.4.2 Azionamento automatico**

Le seguenti condizioni d'esercizio si inseriscono automaticamente:

- "colonna" - a seguito della detezione di colonna nel settore interessato, attivazione della CE "colonna" con l'attivazione della CE "colonna" nel settore interessato;
- "altri pericoli" - a seguito della detezione di un pericolo lungo le corsie di scorrimento, attivazione della CE "altri pericoli" nel settore interessato;
- "velocità massima 80/100 km/h" - a seguito della detezione di traffico intenso CE "velocità massima 60/80/100 km/h" nel settore interessato;

Gli impianti di sicurezza e controllo provvedono automaticamente a provocare l'inserimento delle condizioni di esercizio in caso di anomalie nella circolazione; il disinserimento delle CE inserite automaticamente, oppure l'inserimento e disinserimento di altre CE, deve avvenire manualmente.

Per garantire la sicurezza ed il controllo del traffico in tempo reale occorre prevedere una interconnessione tra il comando traffico e i diversi impianti elettromeccanici come da matrice dei riflessi.

#### **7.4.3 Le regole di inserimento delle CE**

In regime di traffico normale, è presente la condizione d'esercizio "traffico normale", la stessa prevede che tutti i segnali a messaggio variabile sono spenti.

Al sopraggiungere di un evento (panne, incidenti ecc.) si inserisce la CE adatta al caso. Dopo l'eliminazione dell'inconveniente si ritorna alla condizione normale. In caso di più anomalie simultanee possono essere attivate anche più CE contemporaneamente; di regola queste CE non si influenzano a vicenda; esiste

tuttavia una serie di inserimenti dove la nuova CE influenza o potrebbe influenzare la CE o una combinazione di CE già attive.

I vari tipi di inserimento vengono di seguito descritti e brevemente spiegati con esempi.

#### **7.4.4 Tipo di inserimento**

Gli inserimenti delle CE del comando normale possono essere di vario tipo, in funzione della situazione di partenza (CE inserite a partire dalla "Situazione normale" oppure da una CE già in funzione).

Dal punto di vista dinamico è stato scelto un inserimento di tipo continuo delle CE. Di conseguenza il concetto "disinserimento" non è più presente nella programmazione ed è sostituito dal concetto di un continuo inserimento. Data una certa CE, la CE precedente si ottiene per il reinserimento della stessa.

La tabella delle compatibilità e degli inserimenti sono definiti nella matrice degli inserimenti.

Nella matrice degli inserimenti (D-4-A13) sono riportate tutte le singole CE e le loro possibili combinazioni. In particolare, in funzione della categoria delle CE sono previste le seguenti tipologie di inserimento:

- inserimento con sostituzione
- inserimento con sovrapposizione
- inserimento non possibile
- inserimento indipendente

#### **Inserimento con sostituzione**

Di regola la sostituzione semplice avviene per tutte le CE che appartengono a gruppi di CE differenti.

Esempio di un inserimento con sostituzione:

Sul campo stradale è in vigore la situazione normale; successivamente si rende necessaria la CE "colonna". La condizione d'esercizio richiesta viene inserita.

Dopo l'inserimento sono attivi i segnali relativi a questa CE.

Al ripristino della situazione occorre togliere la CE "colonna" e ritornare alla situazione normale. Questa commutazione non avviene con il disinserimento della CE attiva ma con l'inserimento della CE richiesta, ossia la CE "Situazione normale". Di seguito saranno attivi i segnali relativi a questa condizione.



A livello schematico questa operazione può essere così rappresentata:

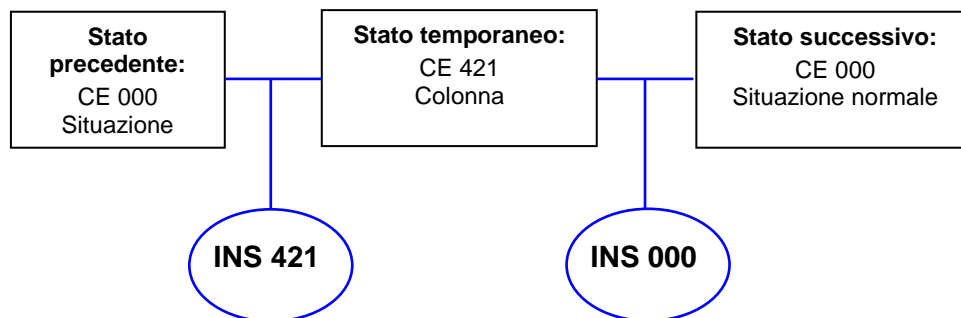


Figura 10: Diagramma di inserimento con sostituzione

### Inserimento con sovrapposizione

L'inserimento con sovrapposizione è impiegata nel caso dell'inserimento di CE che necessita di segnaletica supplementare rispetto a quella precedentemente attivata, in questo caso il suo inserimento si sovrappone alla CE attiva.

Esempio di un inserimento con sovrapposizione:

La CE "velocità massima 100 km/h" è in funzione. Successivamente occorre segnalare un cantiere con l'inserimento della CE "Lavori in corso" la cui estensione si sovrappone a quella in atto.

Dopo l'inserimento sono in funzione le due CE sovrapposte; ai segnali che sono influenzati da entrambe le condizioni d'esercizio si inserisce il segnale più restrittivo.

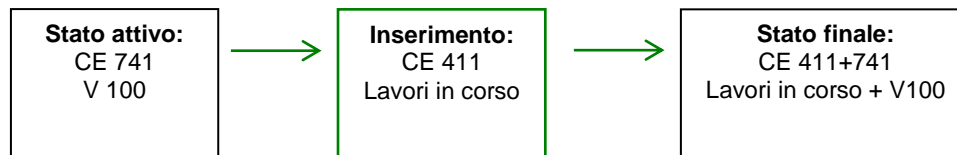


Figura 11: Esempio di inserimento con sovrapposizione

La sovrapposizione di CE è pure impiegata nel caso dell'inserimento di CE che comprendono già la segnaletica necessaria ritenuta in quella precedentemente attivata e nello stesso tempo dispone di ulteriori segnali di priorità maggiore, in questo caso il suo inserimento sostituisce completamente la CE attiva.

### Inserimento non possibile

Per "inserimento non possibile" viene intesa una condizione che non può essere accettata direttamente con le altre CE.

### Inserimento indipendente

Per una CE indipendente si intende una condizione il cui inserimento o il suo annullamento non influenza e non viene influenzato dalle altre CE.

Nel caso concreto le CE indipendenti sono quelle che non influenzano la segnaletica presente ossia quella nella direzione opposta o di un altro settore ad esempio in caso di situazione normale in entrambe le direzioni, l'inserimento di

una riduzione di velocità in direzione Sud è indipendente rispetto alla direzione Nord.

### **Inserimento automatico**

Alcune CE, ad esempio la CE "Colonna", sono inserite automaticamente secondo lo stato attuale nella quale si trova il comando per rapporto alla matrice degli inserimenti. Per evitare un susseguirsi di medesimi inserimenti è necessario prevedere una logica a livello GO la quale sopprime l'inserimento successivo di una CE ancora attiva.

## **7.5 Comando del traffico manuale**

Il comando del traffico manuale (presente presso la sala di comando del CMB) offre la possibilità, utilizzando l'IUM, d'inserire tutte le CE previste dal comando traffico, come pure di comandare manualmente alcuni segnali singoli (CE segnali singoli).

Per CE segnali singoli si intende il comando manuale di tutti i segnali a messaggio variabile previsti dal progetto. Le CE segnali singoli possono essere attivate unicamente tramite il comando del traffico manuale e si sovrappongono alle CE. Le CE segnali singoli hanno priorità rispetto alle CE del comando normale.

## **7.6 Tempi d'inserimento**

Dopo l'attivazione, la maggior parte delle CE entra in funzione o viene disattivata seguendo i passaggi di immagine prestabiliti. Per il passaggio da una condizione iniziale verso una condizione finale vengono inserite delle condizioni di passaggio; tuttavia nel caso concreto, essendo previsti unicamente segnali a messaggio variabile il passaggio da un'immagine all'altra avviene in modo diretto senza passaggio da immagini intermedie.

## **7.7 Priorità dei segnali.**

Nelle sovrapposizioni di CE i segnali possono essere richiesti da due o più CE contemporaneamente.

Affinché i segnali possano essere inseriti correttamente, le immagini di ogni tipo di segnale devono essere ordinate secondo un grado di priorità. All'immagine con l'effetto più restrittivo viene attribuita la priorità superiore; in caso di conflitto tale immagine soppianta l'immagine con priorità inferiore.

La seguente tabella mostra l'ordine delle priorità della segnaletica a messaggio variabile.

Tipo di segnale	Ordine di priorità	
Segnali a messaggio variabile - <b>PRESCRIZIONE</b>	1	V60
	2	V80
	3	V100
	4	fine 60
	5	fine 80
	6	fine 100
	7	via libera
	8	vuoto
Segnali a messaggio variabile - <b>PERICOLO</b>	1	colonna
	2	pericolo
	3	cantiere
	4	vuoto

Tabella 8: Priorità segnaletica

## 7.8 Segnali difettosi

Per diverse CE la mancanza di taluni segnali può portare ad una segnaletica non adeguata a garantire la sicurezza e la conduzione del traffico.

In questi casi, l'impianto dovrà dare il relativo annuncio in modo tale da fornire all'operatore in ogni momento le informazioni precise sullo stato dei segnali sull'IUM (lista allarmi e disturbi).

Per ogni segnale previsto all'automobilista può apparire una sola immagine per volta. Nelle stazioni di commutazione sono da garantire reciprocamente le immagini dei segnali. Se in caso di guasto dovessero essere comandate contemporaneamente più immagini deve essere imposta quella con la priorità superiore. In tal caso viene generato un annuncio di guasto.

## 7.9 Annuncio, registrazioni

### 7.9.1 Annunci

Nell'ambito della scelta d'inserimento di un comando, all'operatore devono essere indicate tutte le informazioni sulle CE esistenti, ai passi successivi ammissibili, alle sovrapposizioni ammesse, ai segnali difettosi, alle proposte alternative, ecc.

L'intervallo tra la scelta, l'annuncio e la disponibilità per il comando successivo deve essere rapido.

### **7.9.2 Registrazione**

Tutte le informazioni relative agli inserimenti delle CE devono essere registrate nel giornale eventi; in particolare per ogni inserimento occorre protocollare le seguenti informazioni:

- Data
- Orario
- Nome CE
- Oggetto (informazione, conduzione. ecc.)
- Situazione di realizzazione (in servizio, in formazione, realizzata, in soppressione).

Altre informazioni relative all'inserimento delle CE possono essere inserite nel giornale eventi.

### **7.10 Flessibilità**

L'impianto di comando deve essere costruito in modo tale che anche in futuro possa essere data la possibilità di aggiungere nuove CE, in modo semplice e meno oneroso possibile; in questo senso sia le CE che la matrice degli inserimenti dovranno essere parametrizzate e dovranno poter essere aggiornate in modo semplice e rapido.

L'impianto dovrà inoltre garantire, in ogni momento e in modo semplice, la possibilità di adeguare le CE e la matrice degli inserimenti (aggiunta, sostituzione o soppressione di segnali, modifiche condizioni d'inserimento, ...).

### **7.11 La sorveglianza del traffico**

#### **7.11.1 Funzione**

Per rilevare le irregolarità nello scorrimento del traffico (ad esempio: aumento del flusso di veicoli, rallentamenti o formazione di colonne), e poter reagire tempestivamente sulla conduzione dello stesso, si prevede l'impiego di una serie di elementi orientati alla sorveglianza del traffico.

Con la presenza di tale rilevatore ed il relativo allarme in centrale di comando è possibile ottenere da un lato una indicazione immediata sullo stato della fluidità del traffico (rallentamento, colonna, veicolo in contromano, ...) dall'altro una reazione immediata della segnaletica con l'inserimento automatico della relativa CE (ad esempio: riduzione del limite di velocità, colonna, ...).

Dopo l'accertamento delle irregolarità, l'operatore presente nella sala comando potrà ulteriormente intervenire attivando le CE adeguate alle condizioni reali del traffico.

La sorveglianza del traffico viene effettuato per:

- riconoscere tempestivamente le irregolarità del flusso del traffico (veicolo in contromano, rallentamento, colonna);
- misurare i valori del traffico per il comando delle CE dipendenti dall'intensità dello stesso;
- raccogliere dati sui volumi e tipologia del traffico a fini statistici.

Nel dettaglio per la tratta in oggetto é previsto l'impiego dei seguenti sistemi di sorveglianza del traffico:

- monitoraggio livello di servizio con il sistema INRIX
- video sorveglianza
- stazioni di rilevamento del traffico
- impianto SOS

#### 7.11.2 Monitoraggio livello di servizio con il sistema INRIX

Nell'ottica di permettere al sistema di gestire in modo automatico l'attivazione delle CE orientate all'armonizzazione dei limiti di velocità, rispettivamente fornire agli operatori presenti nelle sale comando tutte le informazioni necessarie per poter gestire in modo adeguato il traffico lungo la tratta in oggetto, occorre monitorare costantemente le condizioni di traffico; in questo senso, in analogia a quanto già ritenuto per la sorveglianza del traffico lungo la tratta compresa tra Lugano Sud-Chiasso, é previsto di far capo ai dati forniti dalla ditta INRIX Europe GmbH (fornitore di informazioni sulle condizioni di traffico al servizio degli automobilisti).

Il sistema adottato dalla ditta INRIX permette la suddivisione della rete autostradale in diversi segmenti; per ogni segmento é possibile ottenere in tempo reale la velocità media di percorrenza dei veicoli in transito.

Sulla base delle informazioni rilevate il sistema determina lo stato delle condizioni di traffico in base alla percentuale di veicoli che viaggiano ad una velocità superiore rispetto alla velocità di riferimento. In particolare, il sistema assegna i seguenti livelli di servizio:

- **Livello 3 "Free Flow"**, condizione di traffico scorrevole (il 65% dei veicoli viaggia oltre la velocità di riferimento - **LOS A-C**)
- **Livello 2 "Moderate congestion"**, condizione di traffico "sufficiente" (tra il 35% e il 65% dei veicoli viaggia oltre la velocità di riferimento - **LOS D**), il flusso é caratterizzato da elevati carichi di traffico che comportano rallentamenti e disturbi alla circolazione.
- **Livello 1 "Heavy congestion"** condizione di traffico "insufficiente" (tra il 19% e il 35% dei veicoli viaggia oltre la velocità di riferimento - **LOS E**), superamento del limite di capacità della tratta. Leggeri incrementi di carico possono condurre alla paralisi o all'arresto della circolazione. Il livello di

servizio può improvvisamente cadere al livello inferiore. Il disturbo alla circolazione è permanente.

- **Livello 0 “Stop and go”**: condizione di traffico “congestionata” (meno del 19% dei veicoli viaggia oltre la velocità di riferimento - **LOS F**) il carico di traffico è maggiore alla capacità del sistema. La circolazione è permanentemente perturbata e in stato di paralisi.

#### 7.11.3 La video sorveglianza

Lungo la tratta in oggetto sarà presente un impianto di video sorveglianza che permette la copertura video lungo tutta l'estensione del tracciato.

#### 7.11.4 Stazione di rilevamento traffico

Lungo la tratta è presente una postazione fissa gestita da USTRA, denominata 289 Camignolo, per il rilevamento del traffico in entrambe le direzioni. Tale postazione è ubicata al km 36.650.

### 7.12 La gestione coordinata del traffico

lungo la rete autostradale N2 USTRA ha messo in servizio un sistema di gestione coordinata del traffico orientata all'armonizzare dei limiti di velocità. Tale sistema ad oggi è stato implementato lungo il segmento compreso tra lo svincolo di Lugano Sud e Chiasso Brogeda.

**In considerazione dell'esigenza di conduzione del traffico definite per il segmento interessato dal presente progetto occorre prevedere l'integrazione dell'impianto traffico EP 15 nel sistema di gestione coordinata del traffico.**

## 8 L'IMPIANTO SOS

Lungo la tratta in oggetto è presente un impianto SOS che permette ai veicoli in panne di poter far capo ai servizi di assistenza per il soccorso stradale. Tale impianto non è oggetto di intervento nel presente EP; lo stesso sarà risanato nell'ambito del progetto SOS N2-TI orientato verso il risanamento globale lungo tutta la rete autostradale del cantone Ticino. Per i dettagli si rimanda a tale studio.

## 9 PREVENTIVO DEI COSTI

Di seguito è riportato il preventivo dei costi per le opere di segnaletica, gli stessi sono limitati alla fornitura e posa della segnaletica necessaria per la gestione e conduzione del traffico lungo la tratta di A2 interessate dal progetto, incluso relativi supporti e sostegni. Il preventivo comprende pure la sostituzione completa dell'attuale segnaletica della galleria di Taverne.

**Sono esclusi gli oneri relativi alla fornitura e posa dei bauletti con tubi portacavi, delle camere cavi e dei singoli portali.**

**Sono inoltre esclusi tutti gli oneri delle opere necessarie per il funzionamento dell'impianto di conduzione del traffico (software e infrastrutture relative al comando traffico, cablaggio, calcolatori, sistemi di sorveglianza del traffico, ...).**

La precisione della stima dei costi è contenuta nei seguenti limiti:

- +/- 20% fornitura e posa segnaletica fissa e a messaggio variabile
- +/- 20% supporti della segnaletica

Quale base per il calcolo dell'indicizzazione dei costi fa stato il mese di luglio 2019.

Descrizione	Totale
Segnale di pericolo	5'000.-
Segnale di indicazione	10'000.-
Pannello statico di indicazione	65'000.-
Segnale di prescrizione	10'000.-
Segnale di precedenza	5'000.-
Smaltimenti e smantellamenti	10'000.-
Segnale variabile (LED)	500'000.-
Segnaletica variabile (FLS)	180'000.-
Semafori e lampeggianti	35'000.-
Diversi	75'000.-
<b>Totale parziale 1</b>	<b>895'000.-</b>
Onorari di progettazione (ca. 8%)	70'000.-
Direzione lavori (ca. 4%)	35'000.-
<b>Totale parziale 2</b>	<b>1'000'000.-</b>
Imprevisti (10%)	100'000.-
<b>Totale lavori di costruzione</b>	<b>1'100'000.-</b>
IVA (8,0%) e arrotondamento	100'000.-
<b>Totale costi di costruzione (IVA 8,0% inclusa)</b>	<b>1'200'000.-</b>

Tabella 9: Preventivo dei costi segnaletica orizzontale (demarcazioni)