



REGIONE FRIULI VENEZIA GIULIA
COMUNE DI TRIESTE



NUOVA STRADA DI COLLEGAMENTO TRA LA SS202 "TRIESTINA" EX GVT E IL NUOVO POLO OSPEDALIERO DI CATTINARA-BURLO

COD. OPERA 09122-09123

PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA

Codice elaborato

PF R 3

scala

Emissione

Data 25.03.2019

Redatto StN

Controllato A.N.

Approvato A.N.

Codice progetto

520

Titolo elaborato

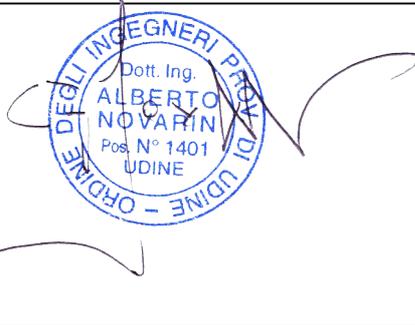
Relazione sul dimensionamento delle corsie di
manovra svincolo GVT

Nome file

520-Cartigli relazioni.dwg

Firme

PROGETTISTA:
dott. ing. Alberto Novarin



COMMITTENTE:
Comune di Trieste

rev.	data	redatto	controllato	approvato	oggetto revisione
01	06.05.2019	St.N.	A.N.	A.N.	controllo interno di coerenza
02					
03					
04					
05					



Studio Novarin s.a.s.

via Daniele Manin, 10 - 33100 Udine - Tel. 0432 421013 - Fax 0432 1840008 - E-mail: studio@novarin.net

IL PRESENTE DOCUMENTO NON POTRA' ESSERE COPIATO, RIPRODOTTO O ALTAMENTE PUBBLICATO, IN TUTTO O IN PARTE, SENZA IL CONSENSO DELLO STUDIO NOVARIN. OGNI UTILIZZO NON AUTORIZZATO SARÀ PUNITO A NORMA DI LEGGE.
THIS DOCUMENT MAY NOT BE COPIED, REPRODUCED OR PUBLISHED, EITHER IN PART OR IN ITS ENTIRETY, WITHOUT THE WRITTEN PERMISSION OF STUDIO NOVARIN. UNAUTHORIZED USE WILL BE PROSECUTED BY LAW.

Nuovo svincolo tra la Grande Viabilità Triestina e via Alpi Giulie per l'accesso viario al comparto ospedaliero di Cattinara - Dimensionamento delle corsie di immissione/diversione

1. Premessa

Nel seguito viene sviluppato il dimensionamento degli elementi geometrici costitutivi delle corsie in oggetto (per le ***corsie di immissione***, tratti di accelerazione, immissione e raccordo, per le ***corsie di diversione***, tratti di manovra e decelerazione).

2. Corsie di immissione

I criteri adottati sono conformi a quelli espressi dalla vigente normativa italiana, e segnatamente dal D.M. 05.11.2001 (“Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade”) e dal D.M. 19.04.2006 (“Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali”). In particolare, quest’ultima normativa articola le corsie di entrata (o di immissione) nei seguenti tratti elementari:

- tratto di accelerazione avente lunghezza $L_{a,e}$ (dimensionamento con criteri cinematici);
- tratto di immissione avente lunghezza $L_{i,e}$ (dimensionamento con criteri funzionali);
- elemento di raccordo avente lunghezza $L_{v,e}$ (dimensionamento con criteri geometrici).

2.1 Corsia di immissione in direzione “porto”

Nel ns. caso, la curva circolare che precede la corsia di immissione ha un raggio planimetrico pari ad almeno 50 m; detto raggio, in base alla formula $V_p^2 / (R \times 127) = (i_c / 100 + f_t)$, ove V_p è la velocità di progetto della curva (in km/h), R è il raggio della curva (in m), i_c è la pendenza trasversale della carreggiata, f_t è la quota parte del coefficiente di aderenza impegnato trasversalmente, comporta una velocità pari a ca. 42 km/h (vedi calcolo allegato in **TAB.1** in **Appendice 1**); in prima approssimazione, questa velocità può essere assunta quale *velocità di ingresso* (v_1), mentre la *velocità di uscita* (v_2) è posta pari a 60 km/h; il calcolo, sviluppato secondo quanto fissato dal punto 4.2 del D.M. 19.04.2006, fornisce, per $a = 1,0 \text{ m/s}^2$, $L_{a,e} = (v_1^2 - v_2^2) / (2 a) = 70,29 \text{ m}$, approssimabile a 70 m.

Per quanto riguarda l’elemento di raccordo da dimensionare con criteri geometrici, si assume, conformemente a quanto prescritto al punto 4.3.C delle norme di cui al D.M. 19.04.2006, che la lunghezza $L_{v,e}$ sia pari a 50 m (essendo la velocità di progetto della GVT in questo tratto pari a ca. 75 km/h).

Per quanto riguarda infine la lunghezza del tratto di immissione, si effettuano due verifiche:

- verifica statica, condotta nell’ipotesi che i veicoli si arrestino in coincidenza dell’immissione, con applicazione dei metodi HCM 2000 intesi a determinare il numero massimo di veicoli in attesa di compiere la manovra di immissione (svolta a destra) ed il perditempo medio di ciascun veicolo;

- verifica dinamica, condotta impiegando la formula base di dimensionamento data dall'espressione $L = v \times T_{att}$, dove $L[m]$ è la lunghezza del tratto funzionale, $v [m/s]$ è la velocità costante caratteristica della manovra, $T_{att} [s]$ è il tempo necessario per avere un intervallo sulla corrente principale di ampiezza superiore a quello accettato per la manovra in questione.

I flussi di traffico impiegati nelle verifiche sotto riportate sono tratti da rilievi diretti effettuati dall'ANAS nella stazione di conteggio Grandi Motori a San Dorligo della Valle nel corso del secondo e del terzo trimestre 2014. I veicoli giornalieri medi bidirezionali nei giorni feriali sono compresi tra 15 e 18 mila unità. Le punte orarie bidirezionali sono dell'ordine di 1.300 unità, mentre l'incidenza dei veicoli pesanti negli intervalli diurni è pari a ca. il 15%. Le velocità medie sono comprese tra 80 e 90 km/h. Supponendo un'equiripartizione dei veicoli sulle quattro corsie di marcia, il flusso veicolare per corsia espresso in veicoli assoluti è pari a $1.300 / 4 = 325$ unità; supponendo che i veicoli pesanti si muovano tutti sulla corsia di destra, la loro consistenza su questa corsia può assumersi pari a $1.300 / 2 * 0,15 = 97,5$ unità; se il coefficiente di omogeneizzazione di questa componente della mobilità è pari a 2,5, il flusso veicolare equivalente sulla corsia di destra è pari a $325 + 97,5 \times (2,5-1,0) = 471,25$ veicoli equivalenti nell'ora di punta. In prima approssimazione, si può ipotizzare che il flusso veicolare proveniente da via Alpi Giulie nell'ora di punta sia pari a 400 veicoli equivalenti/ora, di cui 200 veq/h diretti verso il porto e 200 veq/h diretti verso Venezia.

La **verifica statica**, riportata nella **TAB. 2** in **App.1** sotto inserita, consente di determinare i seguenti parametri:

- capacità della manovra di svolta a destra (immissione), espressa in veicoli/ora;
- rapporto flusso/capacità;
- lunghezza della coda (veicoli);
- perditempo (sec/veicolo);
- livello di servizio.

I calcoli sono effettuati impiegando l'espressione:

$$c_{p,x} = v_{c,x} \exp(-v_{c,x} t_{c,x} / 3600) / [1 - \exp(-v_{c,x} t_{f,x} / 3600)]$$

dove:

$c_{p,x}$ capacità potenziale della manovra minore x (veicoli/ora);

$v_{c,x}$ entità del flusso veicolare in conflitto per la manovra x (veicoli/ora)

- $t_{c,x}$ intervallo critico (ossia il tempo minimo che consente l'ingresso nell'intersezione per un veicolo appartenente alla corrente veicolare minore) per la manovra minore x (s)
- $t_{f,x}$ tempo di successione (ossia tempo intercorrente tra la partenza di un veicolo dalla strada minore e la partenza del successivo in condizioni di coda continua) per la manovra minore x (s).

I risultati ottenuti mostrano che l'immissione comporta un accodamento massimo pari a 1,43 veicoli, con perditempo unitario pari a 13,64 secondi/veicolo; il livello di servizio è pari a C (da considerare discreto, in una scala decrescente da A <migliore> a F <peggiore>). Il dimensionamento dello spazio di accumulo $L_{i,e}$ secondo le indicazioni del DM 19.04.06 è pari a 17,17 m.

Relativamente alla **verifica dinamica**, si formulano le seguenti considerazioni:

- si assume una velocità costante pari a 50 km/h, ossia a 13,89 m/s, approssimabile a 14 m/s;
- si assume, in prima approssimazione, un tempo di attesa pari a 1,2 volte l'intervallo critico per effettuare la manovra di immissione in destra; il tempo di attesa è quindi pari a $3,0 \times 1,2 = 3,6$ secondi.

La formula fornisce quindi una lunghezza del tratto funzionale $L_{i,e}$ pari a:

$$L_{i,e} = v \times T_{att} = 14 \times 3,6 = 50,4 \text{ m.}$$

Poiché il valore fornito dalla verifica dinamica è più vincolante di quello fornito dalla verifica statica, il primo viene assunto quale *parametro finale di progettazione*.

La lunghezza complessiva minima della corsia di immissione è quindi pari a $L_e = L_{a,e} + L_{i,e} + L_{v,e} = 70 + 50 + 50 \text{ m} = 170 \text{ m}$.

2.2 Corsia di immissione in direzione Venezia

Per questa corsia di immissione si assume:

$L_{a,e} = (V_2^2 - V_1^2) / (2 a) = [(10/3,6)^2 - (60/3,6)^2] / (2 \times 1,5) = 90,02 \text{ m}$, approssimabile a 90 m (vedi calcolo allegato in **TAB.3** in **App.1**);

$L_{i,e} = 50 \text{ m}$;

$L_{v,e} = 50 \text{ m}$.

La lunghezza complessiva minima della corsia di immissione in esame (comprensiva del tratto curvilineo di accelerazione a partire dalla svolta a sinistra su via Alpi Giulie) è quindi pari a $L_e = L_{a,e} + L_{i,e} + L_{v,e} = 90 + 50 + 50 \text{ m} = 190 \text{ m}$, quindi inferiore alla lunghezza disponibile pari a $100 + 50 + 50 = 200 \text{ m}$.

3. Corsie di diversione

Come nel caso precedentemente trattato, i criteri sono conformi a quelli espressi dalla vigente normativa italiana, e segnatamente dal D.M. 05.11.2001 (“Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade”) e dal D.M. 19.04.2006 (“Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali”). In particolare, quest’ultima normativa articola le corsie di uscita (o di diversione) nei seguenti tratti elementari:

- tratto di manovra avente lunghezza $L_{m,u}$ (dimensionamento con criteri geometrici);
- tratto di decelerazione avente lunghezza $L_{d,u}$ (dimensionamento con criteri cinematici).

3.1 Corsia di diversione con provenienza Venezia

Per quanto riguarda l’elemento di manovra da dimensionare con criteri geometrici, si assume, conformemente a quanto prescritto al punto 4.3.D delle norme di cui al D.M. 19.04.2006, che la lunghezza $L_{m,u}$ sia pari al minimo a 50 m.

Relativamente al tratto di decelerazione, nel ns. caso, si assume che la curva circolare seguente alla corsia di diversione ha un raggio planimetrico pari a 30 m; detto raggio, in base alla formula $V_p^2 / (R \times 127) = (i_c / 100 + f_t)$, ove V_p è la velocità di progetto della curva (in km/h), R è il raggio della curva (in m), i_c è la pendenza trasversale della carreggiata, f_t è la quota parte del coefficiente di aderenza impegnato trasversalmente, comporta una velocità pari a 33 km/h (vedi calcolo allegato in **TAB. 4** in **App.1**); in prima approssimazione, questa velocità può essere assunta quale *velocità di uscita* (v_2), mentre la *velocità di ingresso* (v_1) è posta pari a 60 km/h; il calcolo, sviluppato secondo quanto fissato dal punto 4.2 del D.M. 19.04.2006, fornisce, per $a = -3,0 \text{ m/s}^2$, $L_{d,u} = (v_1^2 - v_2^2) / (2 a) = 32,29 \text{ m}$, approssimabile a 35 m.

La lunghezza complessiva minima della corsia di diversione è quindi inferiore alla lunghezza disponibile tratta dagli elaborati progettuali e pari a $L_u = L_{m,u}/2 + L_{m,d} = 50 / 2 + 20 = 45 \text{ m}$.

3.2 Corsia di diversione con provenienza “porto”

Per questa corsia di diversione si assume:

$L_{m,u} = 50 \text{ m}$;

$L_{m,d} = (v_1^2 - v_2^2) / (2 a) = [(60/3,6)^2 - (50/3,6^2)] / (2 \times 3) = 14,15 \text{ m}$, approssimabile a 15 m (vedi calcolo allegato in **TAB. 5** in **App.1**).

La lunghezza complessiva minima della corsia di diversione è quindi inferiore alla lunghezza disponibile tratta dagli elaborati progettuali e pari a $L_u = L_{m,u}/2 + L_{m,d} = 50 / 2 + 20 = 45 \text{ m}$.

**COMUNE DI TRIESTE - INSERIMENTO DEL NUOVO SVINCOLO DI VIA ALPI GIULIE
LUNGO LA GRANDE VIABILITA'**

TAB. 1 - CORSIA SPECIALIZZATA DI ENTRATA DALLA ROTATORIA R1 ALLA GVT (IMMISSIONE)

VELOCITA' DI PROGETTO DELLE CURVE CIRCOLARI

raggio della curva	R	50 m
pendenza trasversale	ic	7 %
quota parte del coefficiente di aderenza impegnato trasversalmente	ft	0,21
velocità di progetto della curva	V	42,17 km/h

DIMENSIONAMENTO DEL TRATTO DI ACCELERAZIONE

v1	velocità di uscita	v1	42,17 km/h
v2	velocità di ingresso	v2	60,00 km/h
a	decelerazione	a	1 m/s ²
	lunghezza necessaria per la variazione cinematica	L	70,29 m

COMUNE DI TRIESTE - STUDIO DI INESERIMENTO DI UN NUOVO SVINCOLO SU VIA ALPI GIULIE
LUNGO LA GRANDE VIABILITA' TRIESTINA

TAB. 2 - LIVELLO DI SERVIZIO DELLA CORSIA SPECIALIZZATA DI ENTRATA (IMMISSIONE)

Ipotesi

inserimento di corsia riservata per le svolte a destra dalla principale

Riferimento alle metodologie di cui al cap. 17 del Highway Capacity Manual 2000

Intervallo critico t_c (s)

	svolta a sinistra dalla principale	svolta a destra dalla secondaria	svolta a sinistra dalla secondaria
tc,base	4,1	5,0	7,1
tc,HV	1,0	1,0	1,0
PHV	0,0	0,0	0,0
t3,LT	0,0	0,0	0,7
tc,T	0,0	0,0	1,0
tc	4,1	5,0	5,4

Tempo di successione veicolare t_f (follow-up) in secondi

	svolta a sinistra dalla principale	svolta a destra dalla secondaria	svolta a sinistra dalla secondaria
tf,base	2,2	3,3	3,5
tf,HV	0,9	0,9	0,9
PHV	0,0	0,0	0,0
tf	2,2	3,3	3,5

Capacità delle singole manovre in veicoli/ora

1. Svolta a destra dalla secondaria (RT minor)

flussi veicolari in conflitto	600
capacità della manovra	616

COMUNE DI TRIESTE - STUDIO DI INESERIMENTO DI UN NUOVO SVINCOLO SU VIA ALPI GIULIE
LUNGO LA GRANDE VIABILITA' TRIESTINA

TAB. 2 - LIVELLO DI SERVIZIO DELLA CORSIA SPECIALIZZATA DI ENTRATA (IMMISSIONE)

0

Ipotesi

inserimento di corsia riservata per le svolte a destra dalla principale

Perditempo e livello di servizio

movimenti	v (veic/h)	cm (veic/h)	v/c	lung. coda (veicoli)	perditempo (sec/veicolo)	LOS
RT minor	200	616	0,32	1,43	13,64	C

Dimensionamento secondo norme DM Infrastrutture e Trasporti 19.04.06

lung. coda	1,43
spazio individuale	6,00 m
spazio totale	8,59 m
maggiorazione	2
spazio totale maggiorato	17,17 m

**COMUNE DI TRIESTE - INSERIMENTO DEL NUOVO SVINCOLO DI VIA ALPI GIULIE
LUNGO LA GRANDE VIABILITA'**

TAB. 3 - CORSIA SPECIALIZZATA DI ENTRATA DA ALPI GIULIE ALLA GVT (IMMISSIONE)

DIMENSIONAMENTO DEL TRATTO DI ACCELERAZIONE

v1 velocità di uscita
v2 velocità di ingresso
a decelerazione

lunghezza necessaria per la variazione cinematica

da via alpi giulie a GVT	
v1	10,00 km/h
v2	60,00 km/h
a	1,5 m/s ²
L	90,02 m

NB. ingresso dopo svolta a sinistra

NB. in discesa

**COMUNE DI TRIESTE - INSERIMENTO DEL NUOVO SVINCOLO DI VIA ALPI GIULIE
LUNGO LA GRANDE VIABILITA'**

TAB. 4 - CORSIA DI DIVERSIONE DALLA GVT - PROV. VENEZIA - ALLA ROTATORIA R1 (USCITA)

VELOCITA' DI PROGETTO DELLE CURVE CIRCOLARI

raggio della curva	R	30 m
pendenza trasversale	ic	7 %
quota parte del coefficiente di aderenza impegnato trasversalmente	ft	0,21
velocità di progetto della curva	V	32,66 km/h

DIMENSIONAMENTO DEL TRATTO DI DECELERAZIONE

v1	velocità di ingresso	v1	33,00 km/h
v2	velocità di uscita	v2	60,00 km/h
a	decelerazione	a	3 m/s ²
	lunghezza necessaria per la variazione cinematica	L	32,29 m

**COMUNE DI TRIESTE - INSERIMENTO DEL NUOVO SVINCOLO DI VIA ALPI GIULIE
LUNGO LA GRANDE VIABILITA'**

TAB. 5 - CORSIA DI DIVERSIONE DALLA GVT - PROV. PORTO - ALLA ROTATORIA R1 (USCITA)

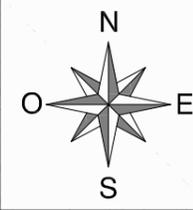
DIMENSIONAMENTO DEL TRATTO DI DECELERAZIONE

v1 velocità di ingresso
v2 velocità di uscita
a decelerazione
lunghezza necessaria per la variazione cinematica

v1	50,00 km/h
v2	60,00 km/h
a	3 m/s ²
L	14,15 m

Elenco degli allegati grafici e tabellari

1. Inquadramento viabilistico generale
2. Ortofoto con la sovrapposizione della planimetria dello svincolo
3. Tabelle diagrammatiche dei flussi veicolari dell'anno 2014 lungo la GVT – sezione stradale ex Grandi Motori



GRANDE VIABILITA'
TRIESTINA

R250.00

OSPEDALE DI
CATTINARA

NUOVA STRADA DI
ACCESSO DA SUD

AREA DI
INTERVENTO

R225.00

R250.00

GRANDE VIABILITA'
TRIESTINA



Studio di Ingegneria Novarin

Via Daniele Manin, 10 - 33100 Udine Tel. 0432/421013 fax 0432/1840008 E-Mail: studio@novarin.net

**NUOVA VIABILITA' DI ACCESSO AL COMPRESORIO
OSPEDALIERO DI CATTINARA**

Inquadramento
scala 1:10.000



Studio di Ingegneria Novarin

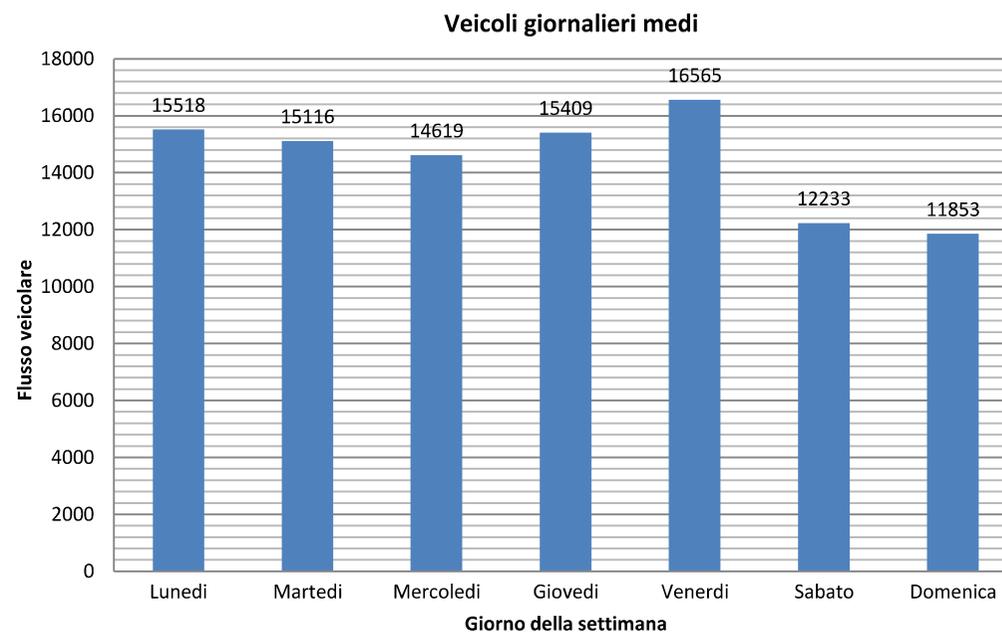
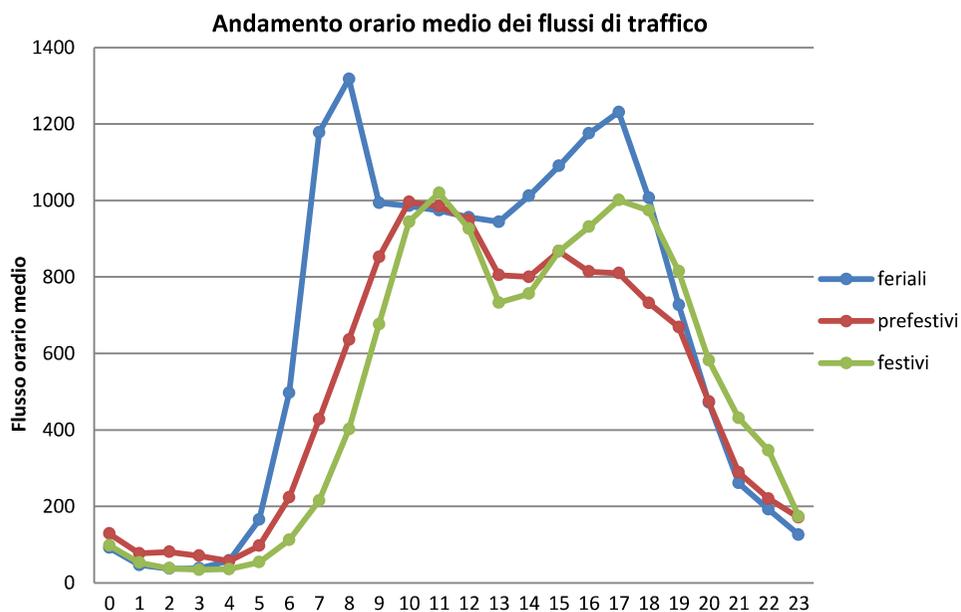
Via Daniele Manin, 10 - 33100 Udine Tel. 0432/421013 fax 0432/1840008 E-Mail: studio@novarin.net

**NUOVA VIABILITA' DI ACCESSO AL COMPENSORIO
OSPEDALIERO DI CATTINARA**

Planimetria di progetto
sovrapposta all'ortofoto
scala 1:1.000

Tratta n. 920035: SS202, Km 8.748, Trieste(TS)

Direzione del Flusso	Consistenza Dati Pervenuti/Attesi	Veicoli Leggeri Volumi medi negli intervalli			Veicoli Pesanti Volumi medi negli intervalli			Velocità medie nei periodi tutte le classi		
		06:00-20:00	20:00-22:00	22:00-06:00	06:00-20:00	20:00-22:00	22:00-06:00	06:00-20:00	20:00-22:00	22:00-06:00
flusso ascendente	100,00%	6509	408	430	903	39	90	86	86	81
flusso discendente	100,00%	6384	381	362	982	30	68	85	88	85



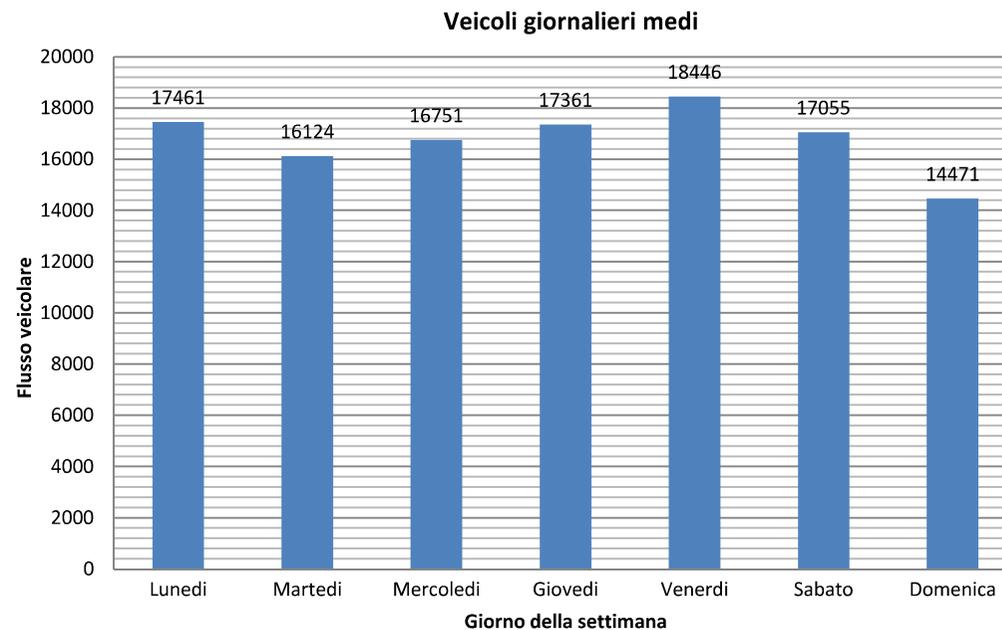
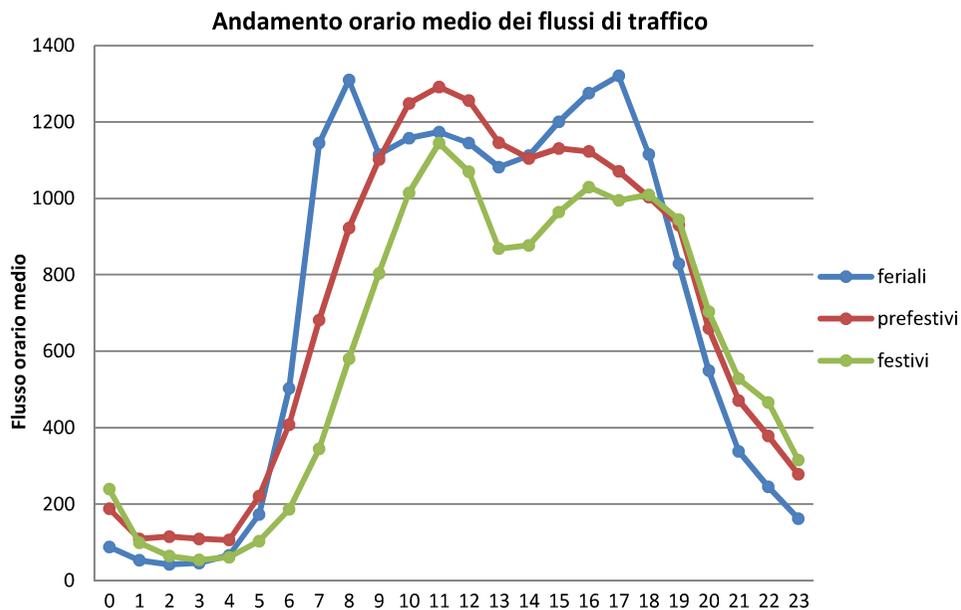
Giorno di punta del periodo: **lunedì 23 giugno 2014**
 Volume giornaliero di punta: **19644 [veicoli/giorno]**

Orario di punta: **lunedì 23 giugno 2014 ore 00:00-01:00**
 Flusso dell'ora di punta: **2023 [veicoli/ora]**

Giornate con rilevamenti completi: **91**

Tratta n. 920035: SS202, Km 8.748, Trieste(TS)

Direzione del Flusso	Consistenza Dati Pervenuti/Attesi	Veicoli Leggeri Volumi medi negli intervalli			Veicoli Pesanti Volumi medi negli intervalli			Velocità medie nei periodi tutte le classi		
		06:00-20:00	20:00-22:00	22:00-06:00	06:00-20:00	20:00-22:00	22:00-06:00	06:00-20:00	20:00-22:00	22:00-06:00
flusso ascendente	100,00%	7481	506	559	893	39	90	85	84	82
flusso discendente	100,00%	7293	469	488	974	33	74	84	87	84



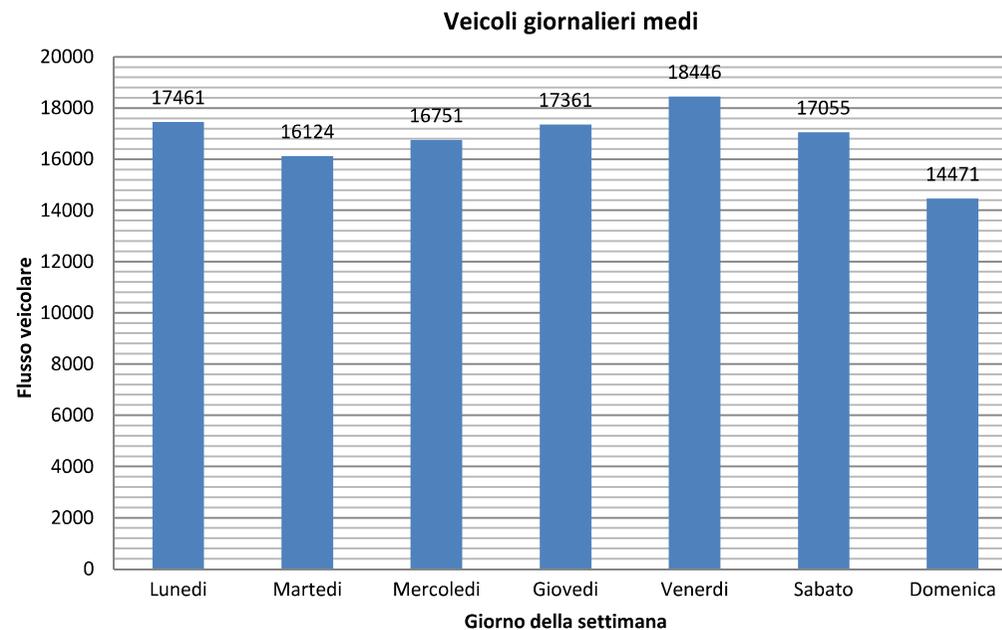
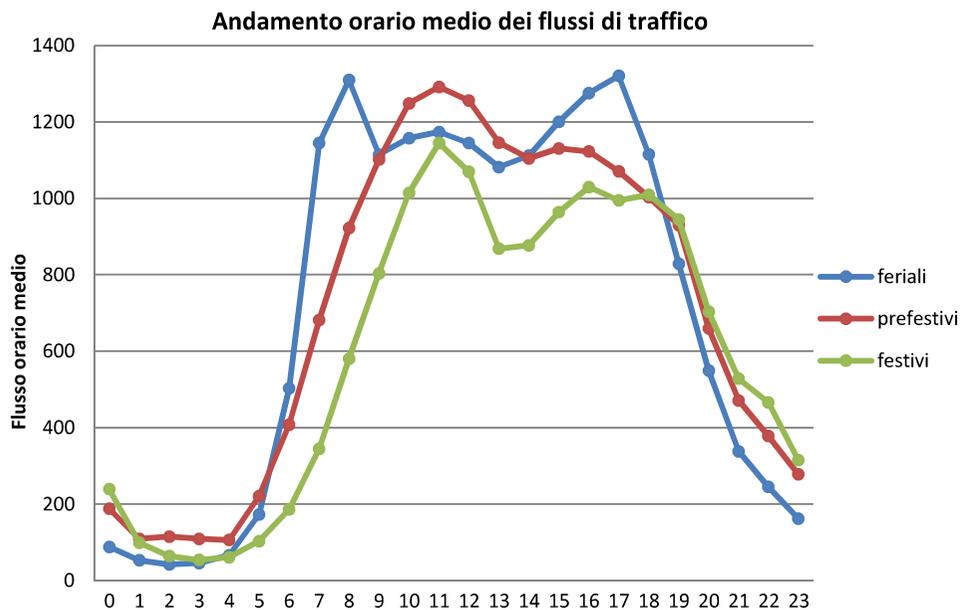
Giorno di punta del periodo: **sabato 16 agosto 2014**
 Volume giornaliero di punta: **21444 [veicoli/giorno]**

Giornate con rilevamenti completi: **91**

Ora di punta: **sabato 16 agosto 2014 ore 11:00-12:00**
 Flusso dell'ora di punta: **1653 [veicoli/ora]**

Tratta n. 920035: SS202, Km 8.748, Trieste(TS)

Direzione del Flusso	Consistenza Dati Pervenuti/Attesi	Veicoli Leggeri Volumi medi negli intervalli			Veicoli Pesanti Volumi medi negli intervalli			Velocità medie nei periodi tutte le classi		
		06:00-20:00	20:00-22:00	22:00-06:00	06:00-20:00	20:00-22:00	22:00-06:00	06:00-20:00	20:00-22:00	22:00-06:00
flusso ascendente	100,00%	7481	506	559	893	39	90	85	84	82
flusso discendente	100,00%	7293	469	488	974	33	74	84	87	84



Giorno di punta del periodo: **sabato 16 agosto 2014**
 Volume giornaliero di punta: **21444 [veicoli/giorno]**

Ora di punta: **sabato 16 agosto 2014 ore 11:00-12:00**
 Flusso dell'ora di punta: **1653 [veicoli/ora]**

Giornate con rilevamenti completi: **91**