



**COMMISSARIO DELEGATO PER L'EMERGENZA**  
**DETERMINATASI NEL SETTORE DEL TRAFFICO E DELLA MOBILITÀ NEL**  
**TERRITORIO DELLE PROVINCE DI TREVISO E VICENZA**

# SUPERSTRADA A PEDAGGIO PEDEMONTANA VENETA

**CONCESSIONARIO**



**SPV srl**  
Via Inverio, 24/A  
10146 Torino

Società di progetto ai sensi dell'art. 156 D.LGS 163/06  
subentrato all'ATI



**PROGETTISTA**



**SIPAL S.p.A.**  
Via Inverio, 24/A  
10146 Torino

*Your global engineering partner*

**SIPAL S.p.A.**  
SOCIETÀ DI INGEGNERIA  
PER ASSISTENZA LOGISTICA  
VIA INVORIO N. 24/A  
10146 TORINO

**RESPONSABILE PROGETTAZIONE**



**ORDINE DEGLI INGEGNERI  
DELLA PROVINCIA DI CUNEO**  
1211 *Dott. Ing. Claudio Dogliani*

**RESPONSABILE INTEGRAZIONE  
PRESTAZIONI SPECIALISTICHE**



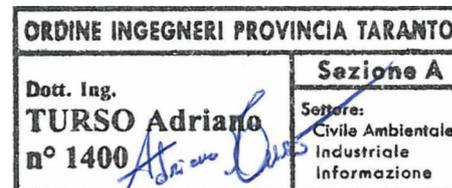
**SUPPORTO ALLA PROGETTAZIONE  
DELL'INFRASTRUTTURA E DELLE OPERE CIVILI**



**COORDINATORE PER LA SICUREZZA  
IN FASE DI PROGETTAZIONE**



**GEOLOGO**



N. Progr. \_\_\_\_\_  
Cartella N. \_\_\_\_\_

**PROGETTO DEFINITIVO**  
(C.U.P. H51B03000050009)

LOTTO 3 - TRATTA "C"  
Dal Km. 74+075 a Km. 75+625

**TITOLO ELABORATO:**

**PROGETTO DELL'INFRASTRUTTURA  
SEZIONI TIPO E PARTICOLARI DESCRITTIVI**  
Generale  
Relazione sulla verifica di capacità delle rotatorie

**P V D G E A P G E 3 C 0 0 0 - 0 0 6 0 0 0 3 R A 1**

SCALA:

REV.	DESCRIZIONE	REDATTO	DATA	VERIFICATO	DATA	APPROVATO	DATA
0	PRIMA EMISSIONE	CCI	24/03/2014	SIPAL	26/03/2014	SIS	28/03/2014
1	REVISIONE A SEGUITO RICHIESTE RUP	CCI	19/05/2014	SIPAL	21/05/2014	SIS	23/05/2014

**IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:**

Ing. Giuseppe FASIOL

**IL COMMISSARIO:**

Ing. Silvano VERNIZZI

**VALIDAZIONE:**

PROTOCOLLO : \_\_\_\_\_

DEL: \_\_\_\_\_

**Indice**

1. Premessa .....	2
2. Inquadramento R1, R2, R3 e R4 .....	2
3. Analisi di traffico R1 .....	5
4. Schema di calcolo R1 .....	6
5. Analisi Rotatoria R1 .....	7
6. Analisi di traffico R2 .....	12
7. Schema di calcolo R2 .....	13
8. Analisi Rotatoria R2 .....	14
9. Analisi di traffico R3 .....	19
10. Schema di calcolo R3 .....	20
11. Analisi Rotatoria R3 .....	21
12. Analisi di traffico R4 .....	27
13. Schema di calcolo R4 .....	28
14. Analisi Rotatoria R4 .....	29

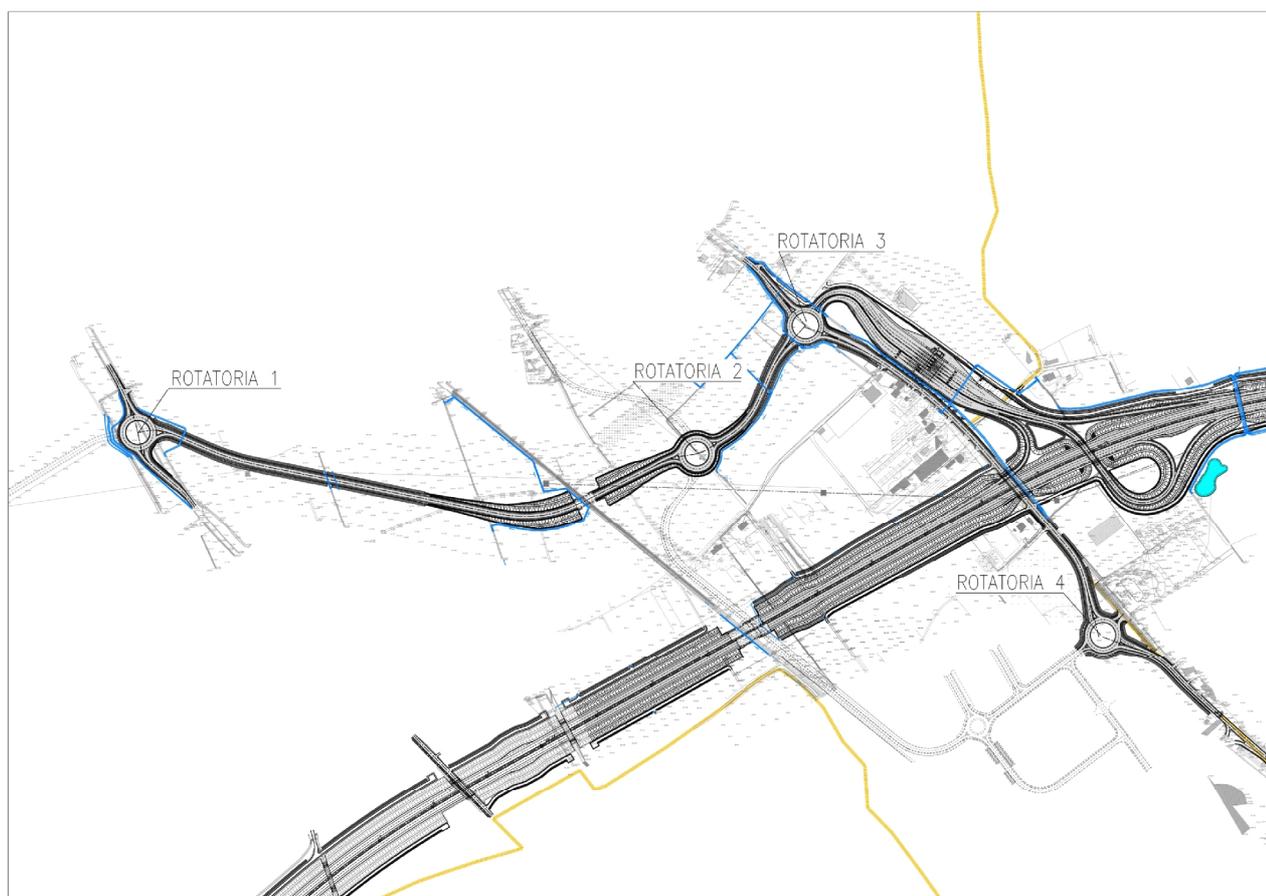
## 1. Premessa

Nell'ambito della realizzazione del progetto esecutivo della superstrada a pedaggio "Pedemontana Veneta", la presente relazione ha per oggetto l'individuazione e la verifica della rotatoria inserita all'interno del lotto 3C posizionate sulla viabilità locale di via Feltrina, tra i comuni di Montebelluna, Volpago del Montello e Trevignano. Di seguito si individua con **R1, R2, R3 e R4**.

Le rotatorie sono posizionate al di fuori del tracciato della superstrada e nella fattispecie a nord della Pedemontana le rotatorie R1, R2 e R3 e a sud della Pedemontana la rotatoria R4.

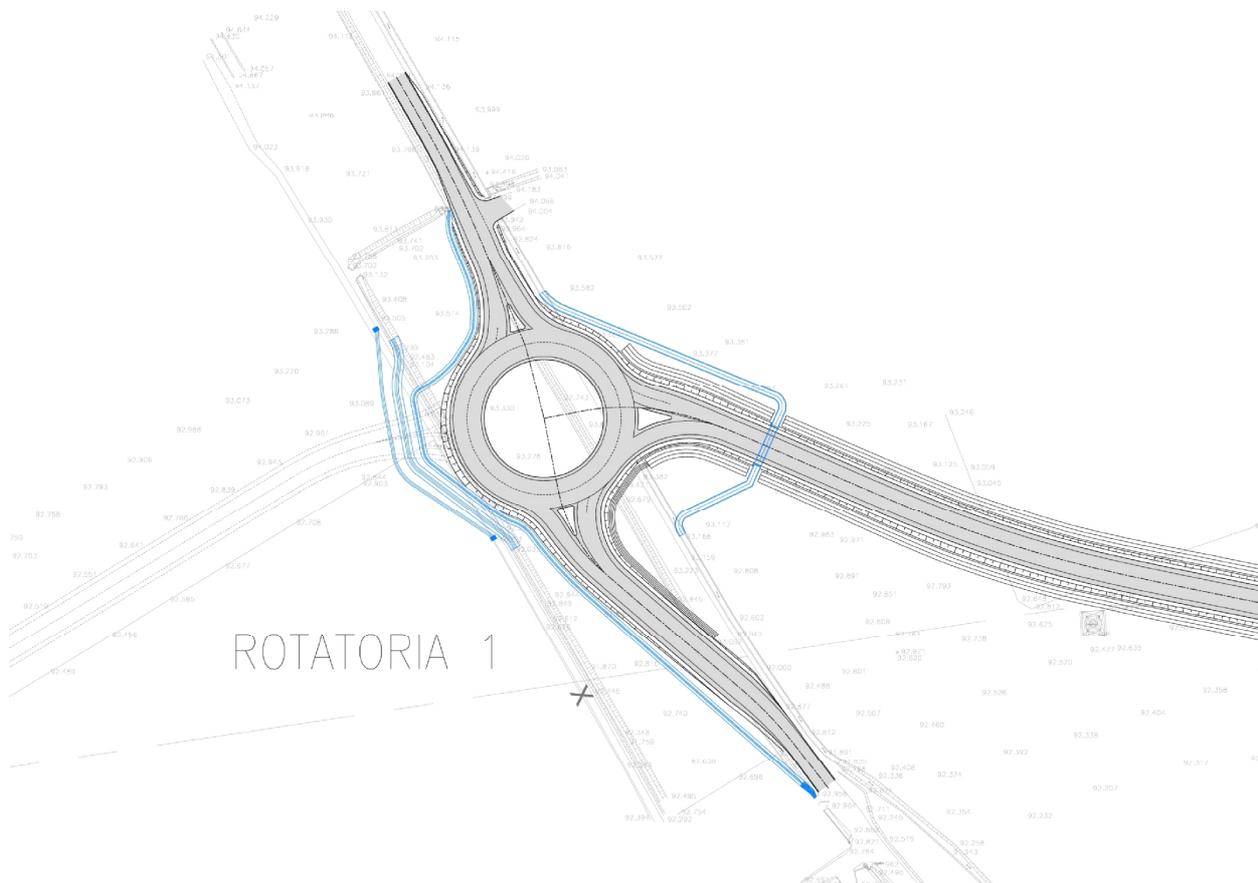
Per il calcolo delle capacità semplice e totale della rotatoria si è fatto riferimento alla metodologia messa a punto dal SETRA (Francia, 1987) che permette di fornire oltre ai valori di capacità anche elementi utili per la conoscenza del livello di servizio delle rotatorie in oggetto.

## 2. Inquadramento R1, R2, R3 e R4

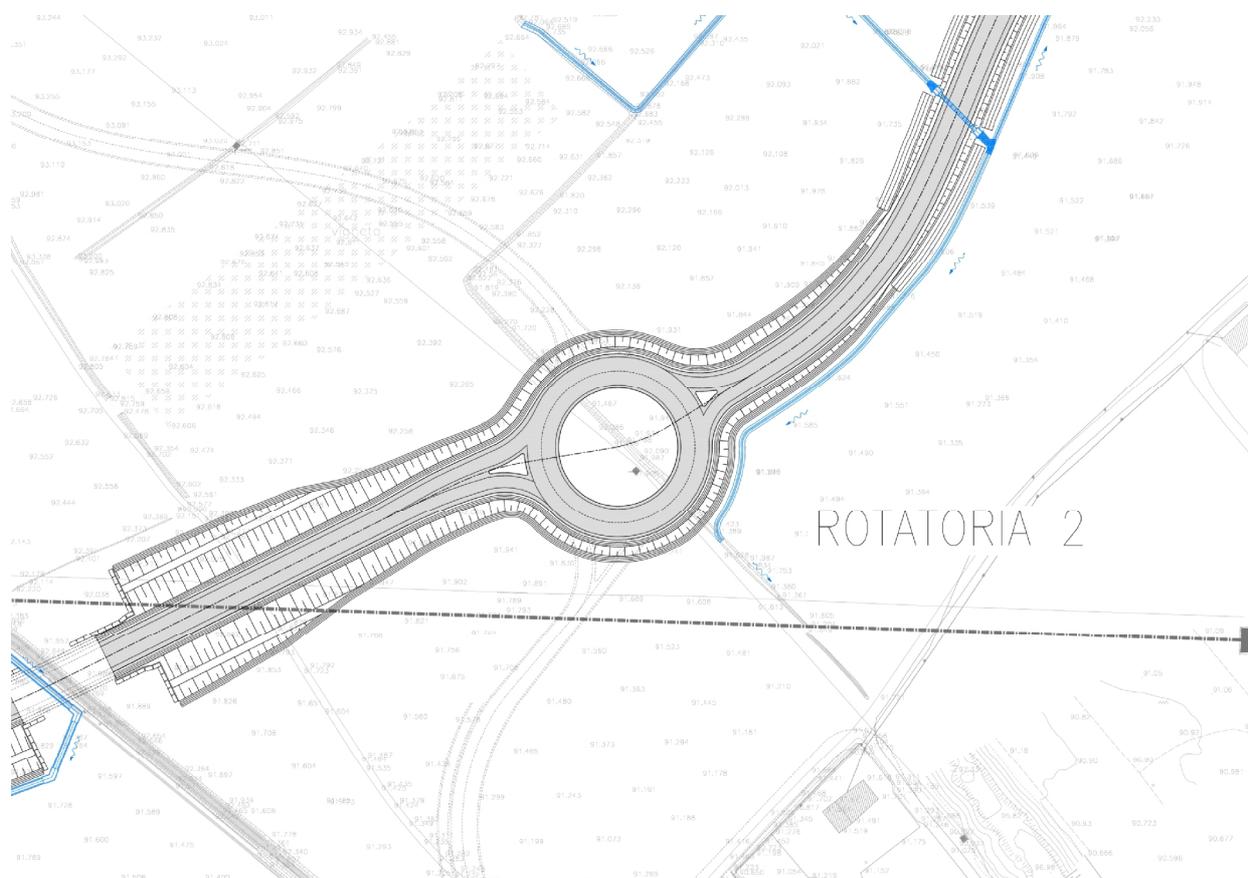


Planimetria inquadramento generale dell'opera (R1-R2-R3-R4)

Relazione sulla verifica di capacità delle rotatorie

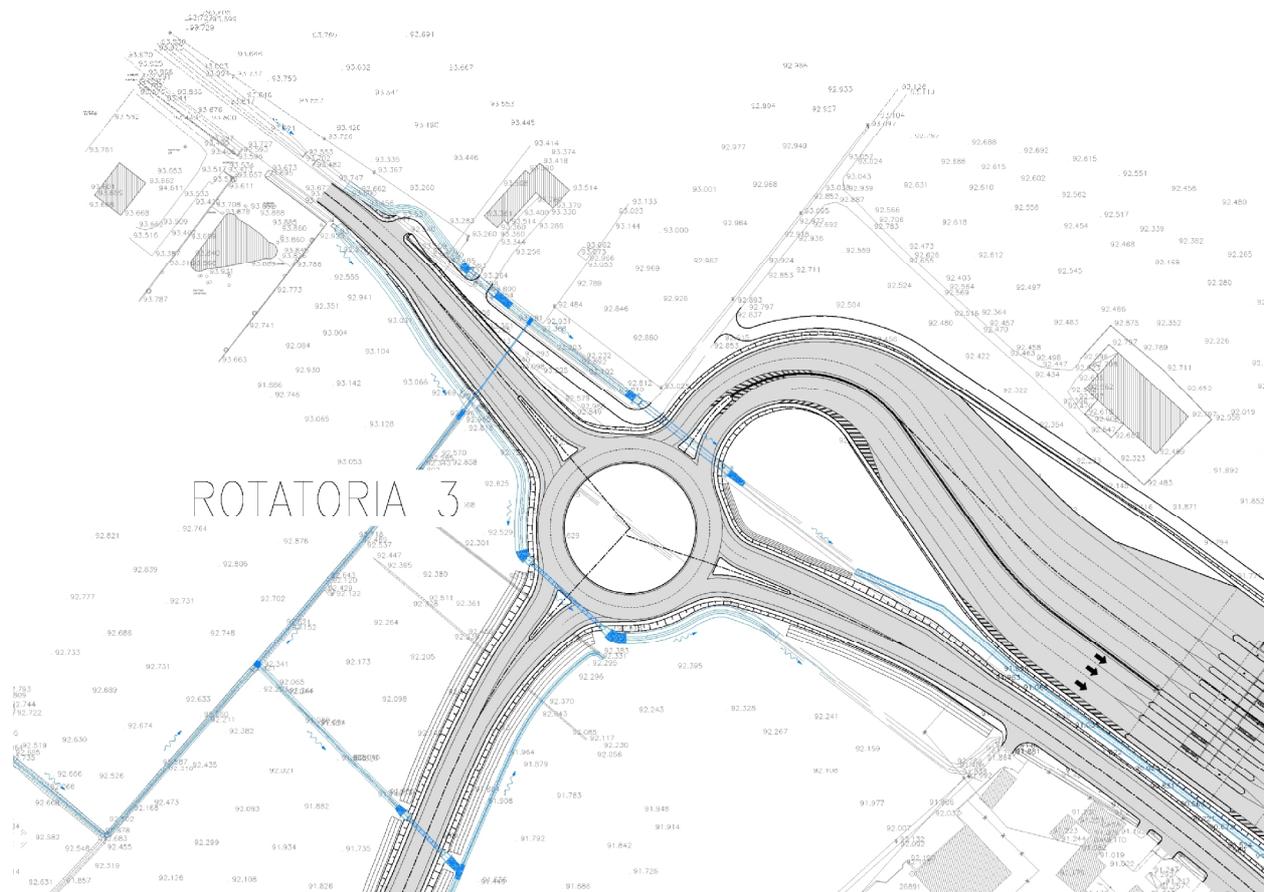


Planimetria rotatoria R1

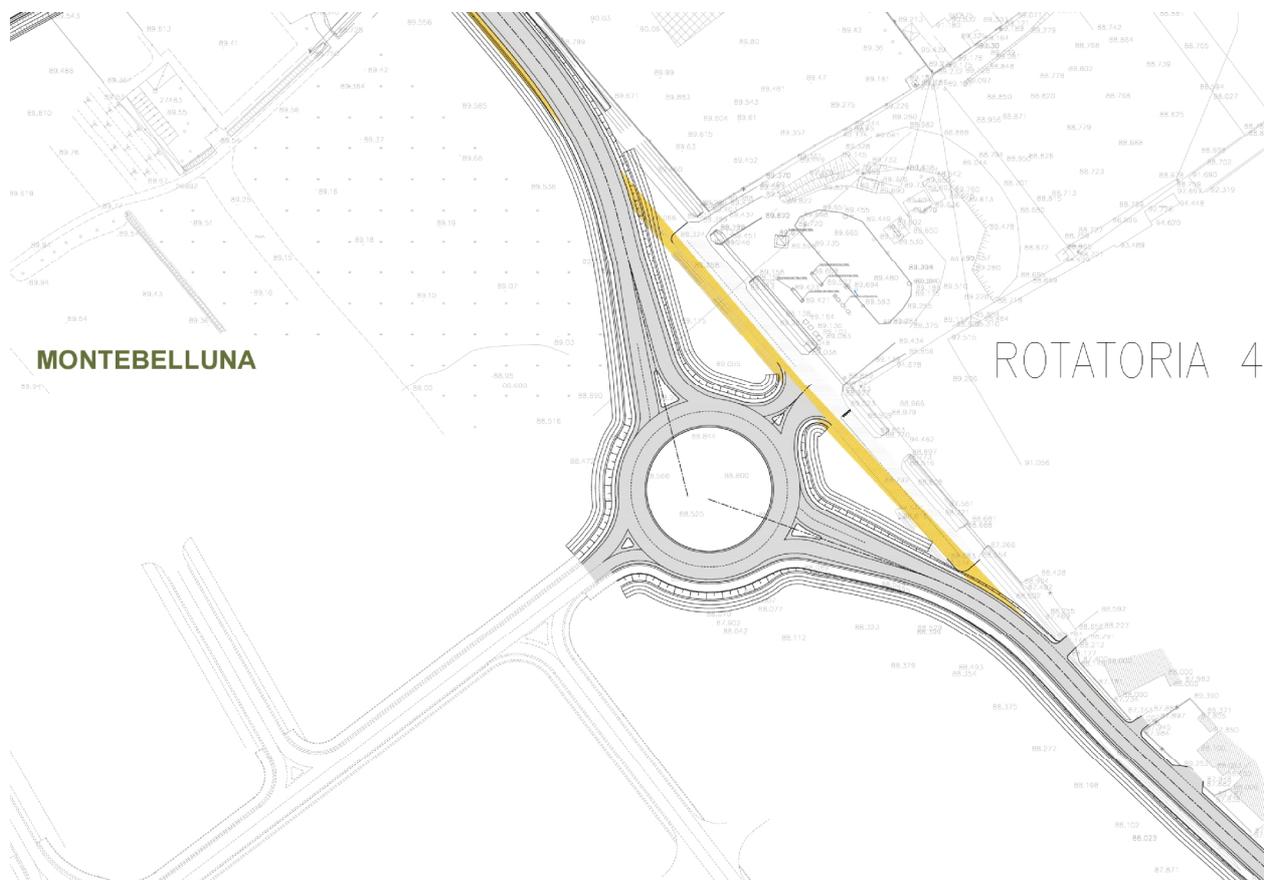


Planimetria rotatoria R2

Relazione sulla verifica di capacità delle rotonde



Planimetria rotonda R3



Planimetria rotonda R3

### **3. Analisi di traffico R1**

Le ipotesi degli scenari dei flussi di traffico, considerati per il dimensionamento della rotatoria, si riferiscono alle stime dei valori dei flussi di traffico del documento "Studio impatto ambientale – Studio del traffico", edito nel 2005 nell'ambito del progetto preliminare della superstrada a pedaggio "pedemontana Veneta".

Si considera per la verifica quanto esposto nel paragrafo 8.6 di tale documento, dove si individua il traffico ipotizzato nel 2035.

A tale schema si introducono i flussi presunti di traffico entrante dai due bracci di ingresso alla rotatoria (nord/sud SP100) e dal braccio proveniente dalla rotatoria n.2.

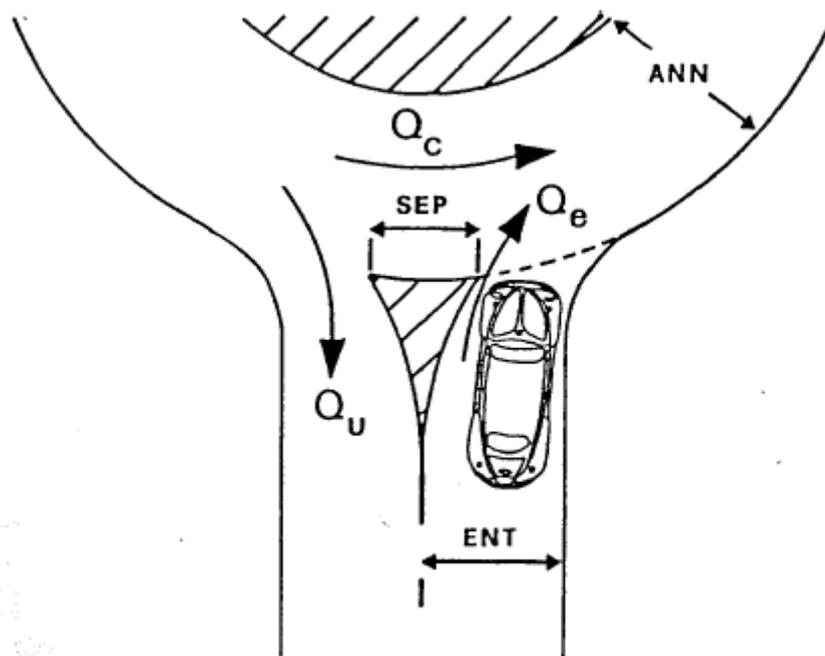
Il traffico presunto è stimato in funzione della capacità teorica della geometria della viabilità.

Si verifica quindi la capacità della rotatoria in corrispondenza dell'ora di punta rilevata essere compresa tra le ore 08.00 e 09.00.

Si ipotizza, cautelativamente, che la Superstrada non diminuisca il traffico sulla SP 90.

#### 4. Schema di calcolo R1

Lo schema di calcolo utilizzato per la verifica delle capacità delle rotatorie prevede l'analisi per ogni braccio della rotatoria delle grandezze indicate nella figura seguente e descritte nel paragrafo successivo.



**Qc** vettore che rappresenta il flusso di veicoli che circolano nell'anello in prossimità dell'innesto del braccio di entrata.

**Qe** vettore che rappresenta il flusso di veicoli entranti dal braccio considerato

**Qu** vettore che rappresenta il flusso di veicoli uscenti in corrispondenza del braccio considerato.

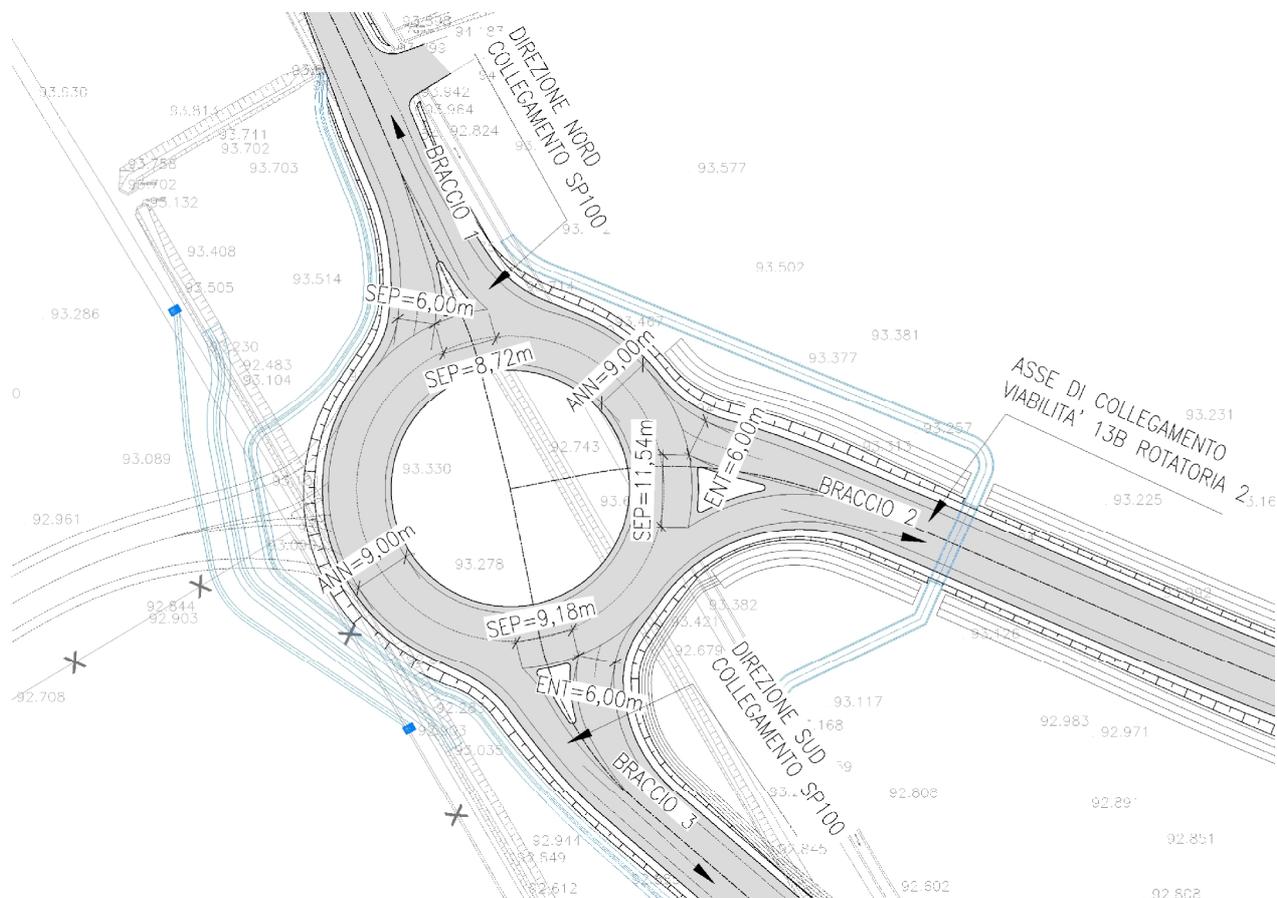
**ANN** larghezza espressa in metri dell'anello della rotatoria.

**SEP** lunghezza espressa in metri dello spartitraffico che separa i flussi di traffico uscenti dai flussi di traffico entranti in corrispondenza dello stesso braccio.

**ENT** larghezza espressa in metri della corsia di immissione, relativa al braccio considerato, misurata dietro il primo veicolo fermo all'altezza della linea del segnale di dare precedenza.

## 5. Analisi Rotatoria R1

La rotonda in esame è ubicata sulla viabilità SP100 esistente e si collega tramite il braccio 2 alla rotonda n°2. La rotonda in esame è costituita dai seguenti bracci indicati in figura.



Braccio 1: ramo di collegamento SP100, direzione Nord.

Braccio 2: ramo di collegamento verso svincolo di Montebelluna Est (Rotatoria n°2)

Braccio 3: ramo di collegamento SP100, direzione Sud.

Braccio 4: predisposizione ramo di collegamento verso viabilità locale (non in considerazione)

Relazione sulla verifica di capacità delle rotatorie

I dati geometrici della rotatoria sono i seguenti.

**Dati geometria**

Ramo	SEP	ANN	ENT
1	9.82	8.00	6.00
2	10.19	8.00	6.00
3	9.74	8.00	6.00

Nota: dati espressi in metri

La matrice **N** indicata di seguito rappresenta la previsione delle frazioni di flusso di traffico che entranti dal braccio *i* si distribuiscono nei restanti bracci *j*.

In questo caso il vettore **Qe**, che rappresenta il flusso di traffico entrante indicato in eph [vetture equivalenti per ora], è il seguente.

**Vettore Qe**

1	700
2	400
3	700
Totale	1800

Nota: dati in eph

$$M = \begin{pmatrix} f_{1,1} = N_{1,1} \cdot Qe_1 & f_{1,j} = N_{1,j} \cdot Qe_1 & \dots \\ \dots & \dots & \dots \\ f_{i,j} = N_{i,1} \cdot Qe_i & f_{i,j} = N_{i,j} \cdot Qe_i & \dots \\ \dots & \dots & \dots \\ f_{n,1} = N_{n,1} \cdot Qe_n & f_{n,j} = N_{n,j} \cdot Qe_n & \dots \end{pmatrix}$$

Il prodotto del vettore **Qe** per la matrice di distribuzione dei flussi **N** permette di ricavare la matrice **M** che indica i valori di flussi di traffico entranti dal braccio *i* ed uscenti dal braccio *j*. Il vettore **Qu** indicato a fianco indica, per ogni braccio, il flusso totale uscente.

**Matrice M**

	Bu <sub>1</sub>	Bu <sub>2</sub>	Bu <sub>3</sub>
Bi <sub>1</sub>	0	350	350
Bi <sub>2</sub>	200	0	200
Bi <sub>3</sub>	350	350	0

**Vettore Qu**

Qu <sub>1</sub>	550
Qu <sub>2</sub>	700
Qu <sub>3</sub>	550

Nota: dati in eph

I flussi di traffico entranti in rotatoria si distribuiscono nei vari bracci secondo la matrice di distribuzione **N**; i flussi di circolazione all'interno dell'anello della rotatoria sono descritti nella matrice **C**, dove sono indicate le frazioni di flusso entrante da un braccio ( Bi<sub>i</sub> ) e transitante in prossimità dell'intersezione degli altri bracci della rotatoria. Il prodotto della matrice **C** per il vettore **Qe** determina per ogni braccio della rotatoria il valore di flusso di traffico **Qc** circolante all'altezza di un determinato braccio della stessa. Nella determinazione dei valori degli elementi della matrice **C** sono stati volutamente trascurati i contributi dei flussi di traffico che, entranti dal ramo *i* risultano uscenti dallo stesso in quanto ininfluenti ai fini della verifica.

**Matrice Coefficienti**

	Ri <sub>1</sub>	Ri <sub>2</sub>	Ri <sub>3</sub>
Q <sub>C,1</sub>	0.00	0.00	0.50
Q <sub>C,2</sub>	0.50	0.00	0.00
Q <sub>C,3</sub>	0.00	0.50	0.00

$$Q_c = \begin{pmatrix} \phi_1 = \sum_{j=1}^n C_{1,j} \cdot Qe_j \\ \dots \\ \phi_i = \sum_{j=1}^n C_{i,j} \cdot Qe_j \\ \dots \\ \phi_n = \sum_{j=1}^n C_{n,j} \cdot Qe_j \end{pmatrix}$$

Il valore del flusso di disturbo relativo ad ogni braccio della rotatoria si determina attraverso il calcolo del flusso del traffico uscente equivalente secondo quanto indicato nelle relazioni seguenti. Il valore di **Q'u** è nullo nel caso in cui il valore di **SEP**

$$Q'u = \begin{pmatrix} Qu_1 \cdot \frac{15 - SEP_1}{15} \\ \dots \\ Qu_i \cdot \frac{15 - SEP_i}{15} \\ \dots \\ Qu_n \cdot \frac{15 - SEP_n}{15} \end{pmatrix} \quad Qd = \begin{pmatrix} (Qc_1 + \frac{2}{3} \cdot Q'u_1) \cdot [1 - 0.085 \cdot (ANN_1 - 8)] \\ \dots \\ (Qc_i + \frac{2}{3} \cdot Q'u_i) \cdot [1 - 0.085 \cdot (ANN_i - 8)] \\ \dots \\ (Qc_n + \frac{2}{3} \cdot Q'u_n) \cdot [1 - 0.085 \cdot (ANN_n - 8)] \end{pmatrix}$$

sia maggiore di 15.00m.

I valori di flusso circolante nell'anello della rotatoria ( vettore **Qc** ), i valori del flusso uscente equivalente ( vettore **Q'u** ) e il valore del flusso complessivo di disturbo ( vettore **Qd** ) per ogni braccio sono indicati di seguito.

**Vettore Q<sub>C</sub>**

Q <sub>C1</sub>	350
Q <sub>C2</sub>	350
Q <sub>C3</sub>	200

Nota: dati in eph

**Vettore Q'u**

Qu <sub>1</sub>	190
Qu <sub>2</sub>	224
Qu <sub>3</sub>	193

Nota: dati in eph

**Vettore Q'd**

Q'u <sub>1</sub>	477
Q'u <sub>2</sub>	500
Q'u <sub>3</sub>	329

Nota: dati in eph

Si definisce δ<sub>i</sub> il coefficiente amplificativo del flusso di traffico entrante, tale per cui, si raggiunge la capacità dell'*i*-esimo braccio. Il prodotto del valore minimo del coefficiente δ<sub>i</sub> per il valore del flusso di traffico entrante nell'*i*-esimo braccio determina il raggiungimento della capacità semplice della rotatoria. In tale configurazione i rimanenti bracci della rotatoria mantengono un flusso entrante al di sotto della rispettiva capacità dei singoli bracci.

Nelle tabelle che seguono sono indicate le componenti dei vettori:

- Q<sub>e</sub><sub>ptc</sub>** che rappresenta il flusso di traffico che si verifica nel momento del raggiungimento della capacità semplice della rotatoria, ovvero della primo fenomeno di congestione della rotatoria stessa.
- K** che rappresenta la capacità di ogni singolo braccio entrante nella rotatoria; il minimo valore di **K** rappresenta la capacità semplice della rotatoria.
- DK** che rappresenta la riserva di capacità di ogni singolo braccio nel momento in cui si verifica il primo fenomeno di congestione della rotatoria; si ottiene per differenza tra il vettore **K** e **Q<sub>e</sub><sub>ptc</sub>**.

Relazione sulla verifica di capacità delle rotatorie

Seguono le relazioni matematiche utilizzate per il calcolo

$$a_i = 1 + 0.1 \cdot (ENT - 3.5)$$

$$d_i = \frac{1330 \cdot a_i}{Qe + 0.7 \cdot a_i}$$

$$Qe_{pfc} = \begin{vmatrix} d_{\min} \cdot Qe_1 \\ \dots \\ d_{\min} \cdot Qe_i \\ \dots \\ d_{\min} \cdot Qe_n \end{vmatrix}$$

$$K = \begin{vmatrix} (1330 - Qd_1) \cdot a_1 \\ \dots \\ (1330 - Qd_i) \cdot a_i \\ \dots \\ (1330 - Qd_n) \cdot a_n \end{vmatrix}$$

**Coefficiente a**

$\alpha_1$	1.250
$\alpha_2$	1.250
$\alpha_3$	1.250

**Coefficienti d**

$\delta_1$	1.652
$\delta_2$	2.354
$\delta_3$	1.900

**Valori significativi**

$\delta_{\min}$	1.652
Braccio	1

**Vettore Qe pfc**

$Q_{1e,pfc}$	1157
$Q_{2e,pfc}$	661
$Q_{3e,pfc}$	1157

Nota: dati in eph

**Capacità bracci**

$K_1$	1157
$K_2$	1157
$K_3$	1373

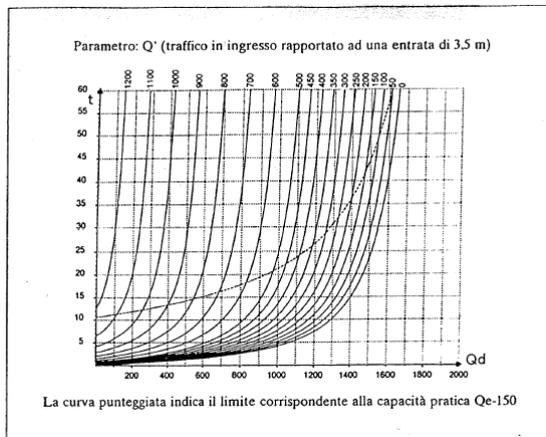
Nota: dati in eph

**d capacità bracci**

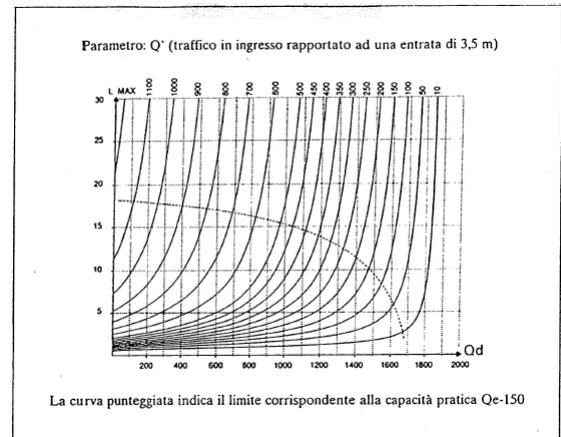
$\delta_{K1}$	0
$\delta_{K2}$	496
$\delta_{K3}$	217

Nota: dati in eph

La determinazione dei valori del tempo medio di attesa di ogni singolo braccio e la lunghezza della coda si determinano attraverso l'uso di due appositi diagrammi mediante i valori di flusso entrante equivalente **Q'e-150** e flusso complessivo di disturbo **Qd**. I rispettivi valori sono indicati nelle tabelle seguenti.



Tempi medi di attesa



99° percentile della coda

**Coefficiente anello**

$Ri_1$	1.00
$Ri_2$	1.00
$Ri_3$	1.00

**Coefficiente sistema**

1° eq.	0.88
2° eq.	0.88
3° eq.	0.88

**Tabella grafici**

$Q_{1D}$	475	754	$Q'_{1E}$
$Q_{2D}$	500	446	$Q'_{2E}$
$Q_{3D}$	325	754	$Q'_{3E}$

Relazione sulla verifica di capacità delle rotatorie

$$Q'e = \begin{pmatrix} Qe_1/a_1 \\ \dots \\ Qe_i/a_i \\ \dots \\ Qe_n/a_n \end{pmatrix}$$

**Vettore Q'e**

Q'e <sub>1</sub>	560
Q'e <sub>2</sub>	320
Q'e <sub>3</sub>	560

Nota: dati in eph

**Tempi di attesa**

w <sub>1</sub>	8
w <sub>2</sub>	3
w <sub>3</sub>	4

Nota: dati in sec

**99% coda**

q <sub>1</sub>	10
q <sub>2</sub>	4
q <sub>3</sub>	7

Il calcolo della capacità totale della rotatoria avviene mediante la soluzione di un sistema di *n* equazioni in *n* variabili dove *n* rappresenta il numero di bracci di ingresso in rotatoria. Il raggiungimento della capacità totale della rotatoria è definito dal raggiungimento contemporaneo della capacità su tutti i bracci di ingresso. Lo schema di del sistema lineare è indicato qui di seguito.

$$\begin{cases} a_{1,1} \cdot Q_{e,1} + \dots + a_{1,j} \cdot Q_{e,j} + \dots + a_{1,n} \cdot Q_{e,n} = TN_1 \\ \dots \\ a_{i,1} \cdot Q_{e,1} + \dots + a_{i,j} \cdot Q_{e,j} + \dots + a_{i,n} \cdot Q_{e,n} = TN_i \\ \dots \\ a_{n,1} \cdot Q_{e,1} + \dots + a_{n,j} \cdot Q_{e,j} + \dots + a_{n,n} \cdot Q_{e,n} = TN_n \end{cases}$$

Di seguito è indicata la tabella dei coefficienti dei relativi flussi di traffico entranti e, per ogni equazione, il valore del termine noto. Il valore dei coefficienti è stato calcolato in funzione della geometria dell'opera e i valori dei vettori di flusso di traffico fin qui determinati.

Le relazioni matematiche utilizzate per il calcolo sono le seguenti

$$\forall i = j \rightarrow a_{i,j} = 1 \qquad \forall i \neq j \rightarrow a_{i,j} = C_{i,j} \cdot 0.7 \cdot a_i \cdot b_i$$

$$b_i = 1 - 0.085 \cdot (ANN_i - 8) \qquad TN_i = 1330 \cdot a_i - b_i \cdot (0.7 \cdot a_i)^2 \cdot Q'u_i$$

**Sistema Equazioni**

	Q <sub>e,1</sub>	Q <sub>e,2</sub>	Q <sub>e,3</sub>	TN
1° eq.	1.00	0.00	0.44	1517
2° eq.	0.44	1.00	0.00	1491
3° eq.	0.00	0.44	1.00	1515

Nota: dati in eph

Mediante la risoluzione del sistema lineare di cui sopra, si sono determinati i valori di capacità totale di ogni singolo braccio che vengono riportati qui di seguito.

**Soluzione sistema**

Q <sub>e,1</sub>	1052
Q <sub>e,2</sub>	1031
Q <sub>e,3</sub>	1064

Il valore di capacità totale della rotatoria si determina come somma delle capacità totali di ogni singolo braccio. Tali valori di capacità totale sono superiori ai valori indicati dal vettore **Qe** per cui la rotatoria così dimensionata è in grado di smaltire il flusso di traffico di progetto.

## **6. Analisi di traffico R2**

Le ipotesi degli scenari dei flussi di traffico, considerati per il dimensionamento della rotatoria, si riferiscono alle stime dei valori dei flussi di traffico del documento "Studio impatto ambientale – Studio del traffico", edito nel 2005 nell'ambito del progetto preliminare della superstrada a pedaggio "pedemontana Veneta".

Si considera per la verifica quanto esposto nel paragrafo 8.6 di tale documento, dove si individua il traffico ipotizzato nel 2035.

A tale schema si introducono i flussi presunti di traffico entrante dai due bracci di ingresso alla rotatoria n.1 e n.2, più precisamente provenienti dalla rotatoria n° 1 e dalla rotatoria n° 3.

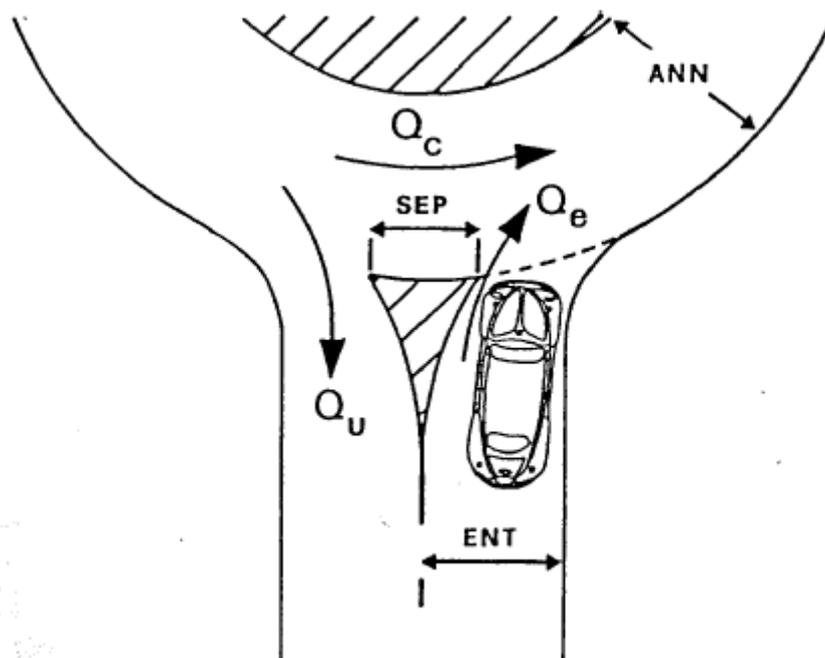
Il traffico presunto è stimato in funzione della capacità teorica della geometria della viabilità.

Si verifica quindi la capacità della rotatoria in corrispondenza dell'ora di punta rilevata essere compresa tra le ore 08.00 e 09.00.

Si ipotizza, cautelativamente, che la Superstrada non diminuisca il traffico sulla SP 90.

## 7. Schema di calcolo R2

Lo schema di calcolo utilizzato per la verifica delle capacità delle rotatorie prevede l'analisi per ogni braccio della rotatoria delle grandezze indicate nella figura seguente e descritte nel paragrafo successivo.



**Qc** vettore che rappresenta il flusso di veicoli che circolano nell'anello in prossimità dell'innesto del braccio di entrata.

**Qe** vettore che rappresenta il flusso di veicoli entranti dal braccio considerato

**Qu** vettore che rappresenta il flusso di veicoli uscenti in corrispondenza del braccio considerato.

**ANN** larghezza espressa in metri dell'anello della rotatoria.

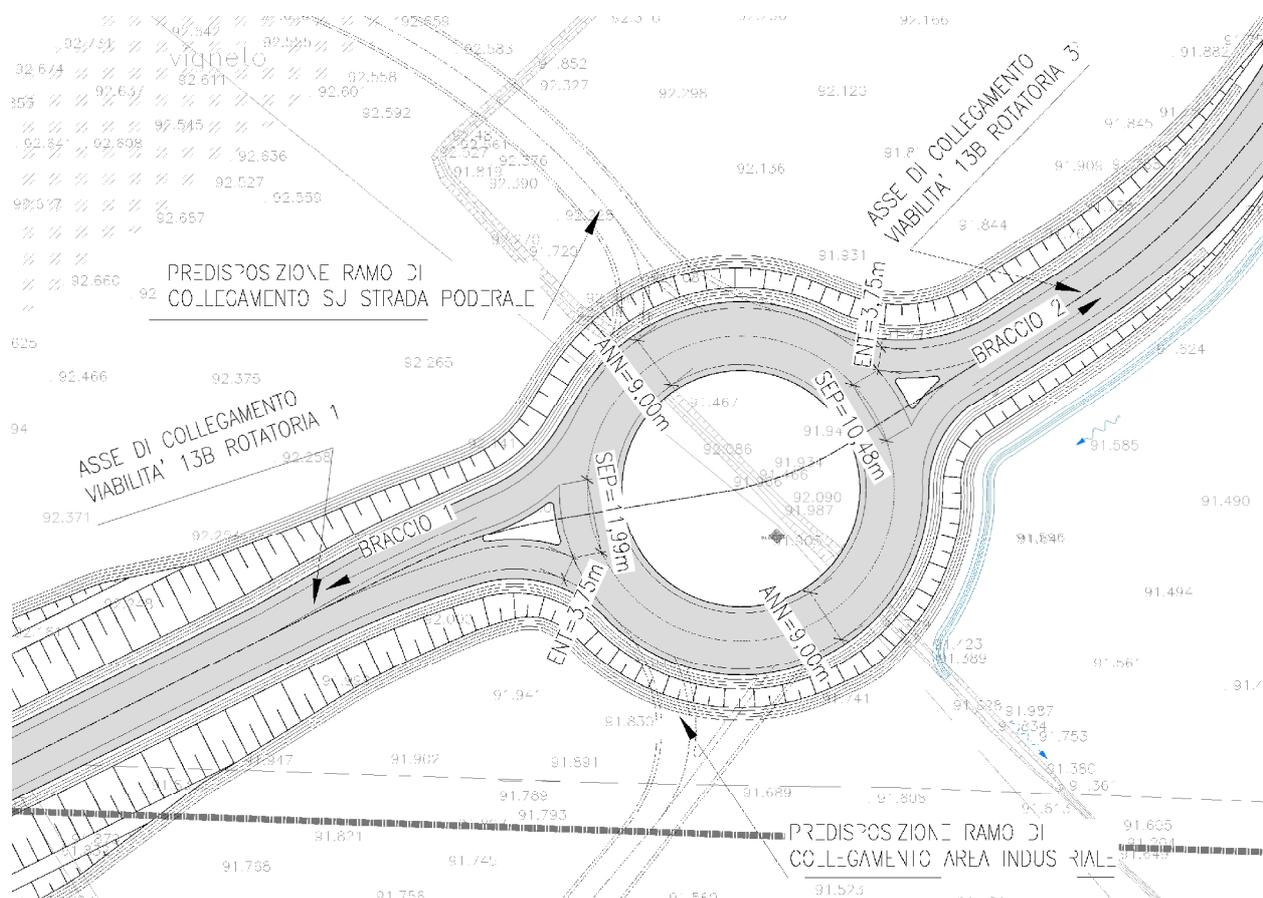
**SEP** lunghezza espressa in metri dello spartitraffico che separa i flussi di traffico uscenti dai flussi di traffico entranti in corrispondenza dello stesso braccio.

**ENT** larghezza espressa in metri della corsia di immissione, relativa al braccio considerato, misurata dietro il primo veicolo fermo all'altezza della linea del segnale di dare precedenza.

### 8. Analisi Rotatoria R2

La rotatoria in esame è ubicata sulla nuova viabilità di collegamento allo Svincolo di Montebelluna est e più precisamente tra le rotatorie n° 1 e 3.

La rotatoria in esame è costituita dai seguenti bracci indicati in figura.



Braccio 1: ramo di collegamento verso SP100 (Rotatoria n°1)

Braccio 2: ramo di collegamento verso svincolo di Montebelluna Est (Rotatoria n°3)

Relazione sulla verifica di capacità delle rotatorie

I dati geometrici della rotatoria sono i seguenti.

**Dati geometria**

Ramo	SEP	ANN	ENT
1	9.82	8.00	6.00
2	10.19	8.00	6.00
3	9.74	8.00	6.00

Nota: dati espressi in metri

La matrice **N** indicata di seguito rappresenta la previsione delle frazioni di flusso di traffico che entranti dal braccio *i* si distribuiscono nei restanti bracci *j*.

In questo caso il vettore **Qe**, che rappresenta il flusso di traffico entrante indicato in eph [vetture equivalenti per ora], è il seguente.

**Vettore Qe**

1	700
2	400
3	700
Totale	1800

Nota: dati in eph

$$M = \begin{pmatrix} f_{1,1} = N_{1,1} \cdot Qe_1 & f_{1,j} = N_{1,j} \cdot Qe_1 & \dots \\ \dots & \dots & \dots \\ f_{i,j} = N_{i,1} \cdot Qe_i & f_{i,j} = N_{i,j} \cdot Qe_i & \dots \\ \dots & \dots & \dots \\ f_{n,1} = N_{n,1} \cdot Qe_n & f_{n,j} = N_{n,j} \cdot Qe_n & \dots \end{pmatrix}$$

Il prodotto del vettore **Qe** per la matrice di distribuzione dei flussi **N** permette di ricavare la matrice **M** che indica i valori di flussi di traffico entranti dal braccio *i* ed uscenti dal braccio *j*. Il vettore **Qu** indicato a fianco indica, per ogni braccio, il flusso totale uscente.

**Matrice M**

	Bu <sub>1</sub>	Bu <sub>2</sub>	Bu <sub>3</sub>
Bi <sub>1</sub>	0	350	350
Bi <sub>2</sub>	200	0	200
Bi <sub>3</sub>	350	350	0

**Vettore Qu**

Qu <sub>1</sub>	550
Qu <sub>2</sub>	700
Qu <sub>3</sub>	550

Nota: dati in eph

I flussi di traffico entranti in rotatoria si distribuiscono nei vari bracci secondo la matrice di distribuzione **N**; i flussi di circolazione all'interno dell'anello della rotatoria sono descritti nella matrice **C**, dove sono indicate le frazioni di flusso entrante da un braccio ( *Bi<sub>i</sub>* ) e transitante in prossimità dell'intersezione degli altri bracci della rotatoria. Il prodotto della matrice **C** per il vettore **Qe** determina per ogni braccio della rotatoria il valore di flusso di traffico **Qc** circolante all'altezza di un determinato braccio della stessa. Nella determinazione dei valori degli elementi della matrice **C** sono stati volutamente trascurati i contributi dei flussi di traffico che, entranti dal ramo *i* risultano uscenti dallo stesso in quanto ininfluenti ai fini della verifica.

**Matrice Coefficienti**

	Ri <sub>1</sub>	Ri <sub>2</sub>	Ri <sub>3</sub>
Q <sub>C,1</sub>	0.00	0.00	0.50
Q <sub>C,2</sub>	0.50	0.00	0.00
Q <sub>C,3</sub>	0.00	0.50	0.00

$$Q_c = \begin{pmatrix} \phi_1 = \sum_{j=1}^n C_{1,j} \cdot Qe_i \\ \dots \\ \phi_i = \sum_{j=1}^n C_{i,j} \cdot Qe_i \\ \dots \\ \phi_n = \sum_{j=1}^n C_{n,j} \cdot Qe_i \end{pmatrix}$$

Il valore del flusso di disturbo relativo ad ogni braccio della rotatoria si determina attraverso il calcolo del flusso del traffico uscente equivalente secondo quanto indicato nelle relazioni seguenti. Il valore di **Q'u** è nullo nel caso in cui il valore di **SEP**

$$Q'u = \begin{pmatrix} Qu_1 \cdot \frac{15 - SEP_1}{15} \\ \dots \\ Qu_i \cdot \frac{15 - SEP_i}{15} \\ \dots \\ Qu_n \cdot \frac{15 - SEP_n}{15} \end{pmatrix} \quad Qd = \begin{pmatrix} (Qc_1 + \frac{2}{3} \cdot Q'u_1) \cdot [1 - 0.085 \cdot (ANN_1 - 8)] \\ \dots \\ (Qc_i + \frac{2}{3} \cdot Q'u_i) \cdot [1 - 0.085 \cdot (ANN_i - 8)] \\ \dots \\ (Qc_n + \frac{2}{3} \cdot Q'u_n) \cdot [1 - 0.085 \cdot (ANN_n - 8)] \end{pmatrix}$$

sia maggiore di 15.00m.

I valori di flusso circolante nell'anello della rotatoria ( vettore **Qc** ), i valori del flusso uscente equivalente ( vettore **Q'u** ) e il valore del flusso complessivo di disturbo ( vettore **Qd** ) per ogni braccio sono indicati di seguito.

**Vettore Q<sub>C</sub>**

Q <sub>C1</sub>	350
Q <sub>C2</sub>	350
Q <sub>C3</sub>	200

Nota: dati in eph

**Vettore Q'u**

Qu <sub>1</sub>	190
Qu <sub>2</sub>	224
Qu <sub>3</sub>	193

Nota: dati in eph

**Vettore Q'd**

Q'u <sub>1</sub>	477
Q'u <sub>2</sub>	500
Q'u <sub>3</sub>	329

Nota: dati in eph

Si definisce δ<sub>i</sub> il coefficiente amplificativo del flusso di traffico entrante, tale per cui, si raggiunge la capacità dell'*i*-esimo braccio. Il prodotto del valore minimo del coefficiente δ<sub>i</sub> per il valore del flusso di traffico entrante nell'*i*-esimo braccio determina il raggiungimento della capacità semplice della rotatoria. In tale configurazione i rimanenti bracci della rotatoria mantengono un flusso entrante al di sotto della rispettiva capacità dei singoli bracci.

Nelle tabelle che seguono sono indicate le componenti dei vettori:

- Q<sub>e</sub><sub>ptc</sub>** che rappresenta il flusso di traffico che si verifica nel momento del raggiungimento della capacità semplice della rotatoria, ovvero della primo fenomeno di congestione della rotatoria stessa.
- K** che rappresenta la capacità di ogni singolo braccio entrante nella rotatoria; il minimo valore di **K** rappresenta la capacità semplice della rotatoria.
- DK** che rappresenta la riserva di capacità di ogni singolo braccio nel momento in cui si verifica il primo fenomeno di congestione della rotatoria; si ottiene per differenza tra il vettore **K** e **Q<sub>e</sub><sub>ptc</sub>**.

Relazione sulla verifica di capacità delle rotatorie

Seguono le relazioni matematiche utilizzate per il calcolo

$$a_i = 1 + 0.1 \cdot (ENT - 3.5)$$

$$d_i = \frac{1330 \cdot a_i}{Qe + 0.7 \cdot a_i}$$

$$Qe_{pfc} = \begin{vmatrix} d_{\min} \cdot Qe_1 \\ \dots \\ d_{\min} \cdot Qe_i \\ \dots \\ d_{\min} \cdot Qe_n \end{vmatrix}$$

$$K = \begin{vmatrix} (1330 - Qd_1) \cdot a_1 \\ \dots \\ (1330 - Qd_i) \cdot a_i \\ \dots \\ (1330 - Qd_n) \cdot a_n \end{vmatrix}$$

**Coefficiente a**

$\alpha_1$	1.250
$\alpha_2$	1.250
$\alpha_3$	1.250

**Coefficienti d**

$\delta_1$	1.652
$\delta_2$	2.354
$\delta_3$	1.900

**Valori significativi**

$\delta_{\min}$	1.652
Braccio	1

**Vettore Qe pfc**

$Q_{1e,pfc}$	1157
$Q_{2e,pfc}$	661
$Q_{3e,pfc}$	1157

Nota: dati in eph

**Capacità bracci**

$K_1$	1157
$K_2$	1157
$K_3$	1373

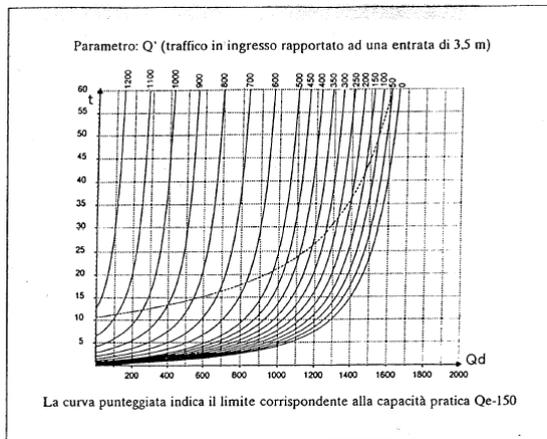
Nota: dati in eph

**d capacità bracci**

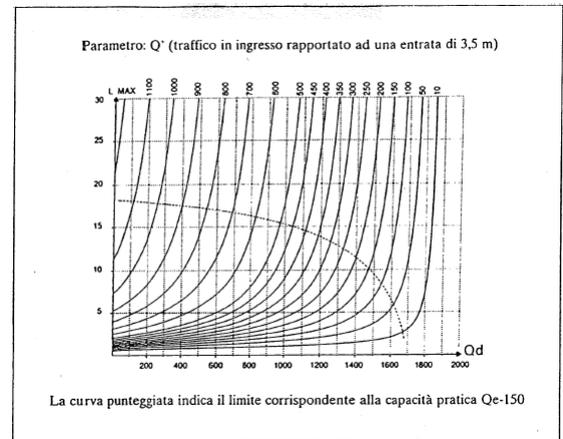
$\delta_{K1}$	0
$\delta_{K2}$	496
$\delta_{K3}$	217

Nota: dati in eph

La determinazione dei valori del tempo medio di attesa di ogni singolo braccio e la lunghezza della coda si determinano attraverso l'uso di due appositi diagrammi mediante i valori di flusso entrante equivalente **Q'e-150** e flusso complessivo di disturbo **Qd**. I rispettivi valori sono indicati nelle tabelle seguenti.



Tempi medi di attesa



99° percentile della coda

**Coefficiente anello**

$Ri_1$	1.00
$Ri_2$	1.00
$Ri_3$	1.00

**Coefficiente sistema**

1° eq.	0.88
2° eq.	0.88
3° eq.	0.88

**Tabella grafici**

$Q_{1D}$	475	754	$Q'_{1E}$
$Q_{2D}$	500	446	$Q'_{2E}$
$Q_{3D}$	325	754	$Q'_{3E}$

Relazione sulla verifica di capacità delle rotatorie

$$Q'e = \begin{pmatrix} Qe_1/a_1 \\ \dots \\ Qe_i/a_i \\ \dots \\ Qe_n/a_n \end{pmatrix}$$

**Vettore Q'e**

Q'e <sub>1</sub>	560
Q'e <sub>2</sub>	320
Q'e <sub>3</sub>	560

Nota: dati in eph

**Tempi di attesa**

w <sub>1</sub>	8
w <sub>2</sub>	3
w <sub>3</sub>	4

Nota: dati in sec

**99% coda**

q <sub>1</sub>	10
q <sub>2</sub>	4
q <sub>3</sub>	7

Il calcolo della capacità totale della rotatoria avviene mediante la soluzione di un sistema di *n* equazioni in *n* variabili dove *n* rappresenta il numero di bracci di ingresso in rotatoria. Il raggiungimento della capacità totale della rotatoria è definito dal raggiungimento contemporaneo della capacità su tutti i bracci di ingresso. Lo schema di del sistema lineare è indicato qui di seguito.

$$\begin{cases} a_{1,1} \cdot Q_{e,1} + \dots + a_{1,j} \cdot Q_{e,j} + \dots + a_{1,n} \cdot Q_{e,n} = TN_1 \\ \dots \\ a_{i,1} \cdot Q_{e,1} + \dots + a_{i,j} \cdot Q_{e,j} + \dots + a_{i,n} \cdot Q_{e,n} = TN_i \\ \dots \\ a_{n,1} \cdot Q_{e,1} + \dots + a_{n,j} \cdot Q_{e,j} + \dots + a_{n,n} \cdot Q_{e,n} = TN_n \end{cases}$$

Di seguito è indicata la tabella dei coefficienti dei relativi flussi di traffico entranti e, per ogni equazione, il valore del termine noto. Il valore dei coefficienti è stato calcolato in funzione della geometria dell'opera e i valori dei vettori di flusso di traffico fin qui determinati.

Le relazioni matematiche utilizzate per il calcolo sono le seguenti

$$\forall i = j \rightarrow a_{i,j} = 1 \qquad \forall i \neq j \rightarrow a_{i,j} = C_{i,j} \cdot 0.7 \cdot a_i \cdot b_i$$

$$b_i = 1 - 0.085 \cdot (ANN_i - 8) \qquad TN_i = 1330 \cdot a_i - b_i \cdot (0.7 \cdot a_i)^2 \cdot Q'u_i$$

**Sistema Equazioni**

	Q <sub>e,1</sub>	Q <sub>e,2</sub>	Q <sub>e,3</sub>	TN
1° eq.	1.00	0.00	0.44	1517
2° eq.	0.44	1.00	0.00	1491
3° eq.	0.00	0.44	1.00	1515

Nota: dati in eph

Mediante la risoluzione del sistema lineare di cui sopra, si sono determinati i valori di capacità totale di ogni singolo braccio che vengono riportati qui di seguito.

**Soluzione sistema**

Q <sub>e,1</sub>	1052
Q <sub>e,2</sub>	1031
Q <sub>e,3</sub>	1064

Il valore di capacità totale della rotatoria si determina come somma delle capacità totali di ogni singolo braccio. Tali valori di capacità totale sono superiori ai valori indicati dal vettore **Qe** per cui la rotatoria così dimensionata è in grado di smaltire il flusso di traffico di progetto.

## 9. Analisi di traffico R3

Le ipotesi degli scenari dei flussi di traffico, considerati per il dimensionamento della rotatoria, si riferiscono alle stime dei valori dei flussi di traffico del documento "Studio impatto ambientale – Studio del traffico", edito nel 2005 nell'ambito del progetto preliminare della superstrada a pedaggio "pedemontana Veneta".

Si considera per la verifica quanto esposto nel paragrafo 8.6 di tale documento, dove si individua il traffico ipotizzato nel 2035.

Si assume che la differenza di traffico previsto nel tratto Altivole-Montebelluna e nel tratto Montebelluna-Spresiano sia il flusso di traffico che si riversa nello svincolo di Montebelluna (braccio n.2). I valori riportati nel documento rappresentano le previsioni giornaliere e sono da intendersi come flussi bidirezionali. Il vettore di ingresso, determinato per l'ora di punta, è pari a quindi al 15% del traffico unidirezionale che interessa lo svincolo. Si ha quindi

$$f = \frac{|f_{a.-M.} - f_{M.-S.}|}{2} \cdot 0.20 = \frac{|51919 - 49932|}{2} \cdot 0.20 = 200 \text{ evp}$$

Per considerare l'attrazione derivante dalla nuova viabilità si valuta un flusso pari a 400 evp.

A tale schema si introducono i flussi presunti di traffico entrante dai due bracci di ingresso alla rotatoria n.1 e n.3, più precisamente provenienti da Nord e da Sud, lungo via Feltrina. Il livello di traffico della viabilità è stimato in 700 veicoli equivalenti/ora diretto nelle due direzioni.

Il futuro ramo di collegamento (Braccio n.4) non è previsto collegato in quanto nelle tavole è indicata la predisposizione dell'innesto della viabilità.

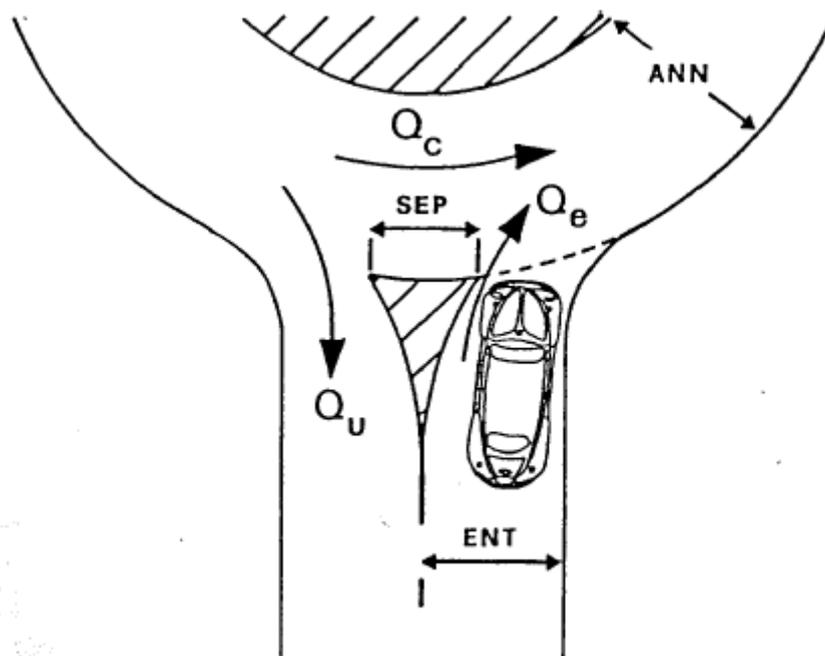
Il traffico presunto è stimato in funzione della capacità teorica della geometria della viabilità.

Si verifica quindi la capacità della rotatoria in corrispondenza dell'ora di punta rilevata essere compresa tra le ore 08.00 e 09.00.

Si ipotizza, cautelativamente, che la Superstrada non diminuisca il traffico sulla SP 90.

### 10. Schema di calcolo R3

Lo schema di calcolo utilizzato per la verifica delle capacità delle rotatorie prevede l'analisi per ogni braccio della rotatoria delle grandezze indicate nella figura seguente e descritte nel paragrafo successivo.



**Qc** vettore che rappresenta il flusso di veicoli che circolano nell'anello in prossimità dell'innesto del braccio di entrata.

**Qe** vettore che rappresenta il flusso di veicoli entranti dal braccio considerato

**Qu** vettore che rappresenta il flusso di veicoli uscenti in corrispondenza del braccio considerato.

**ANN** larghezza espressa in metri dell'anello della rotatoria.

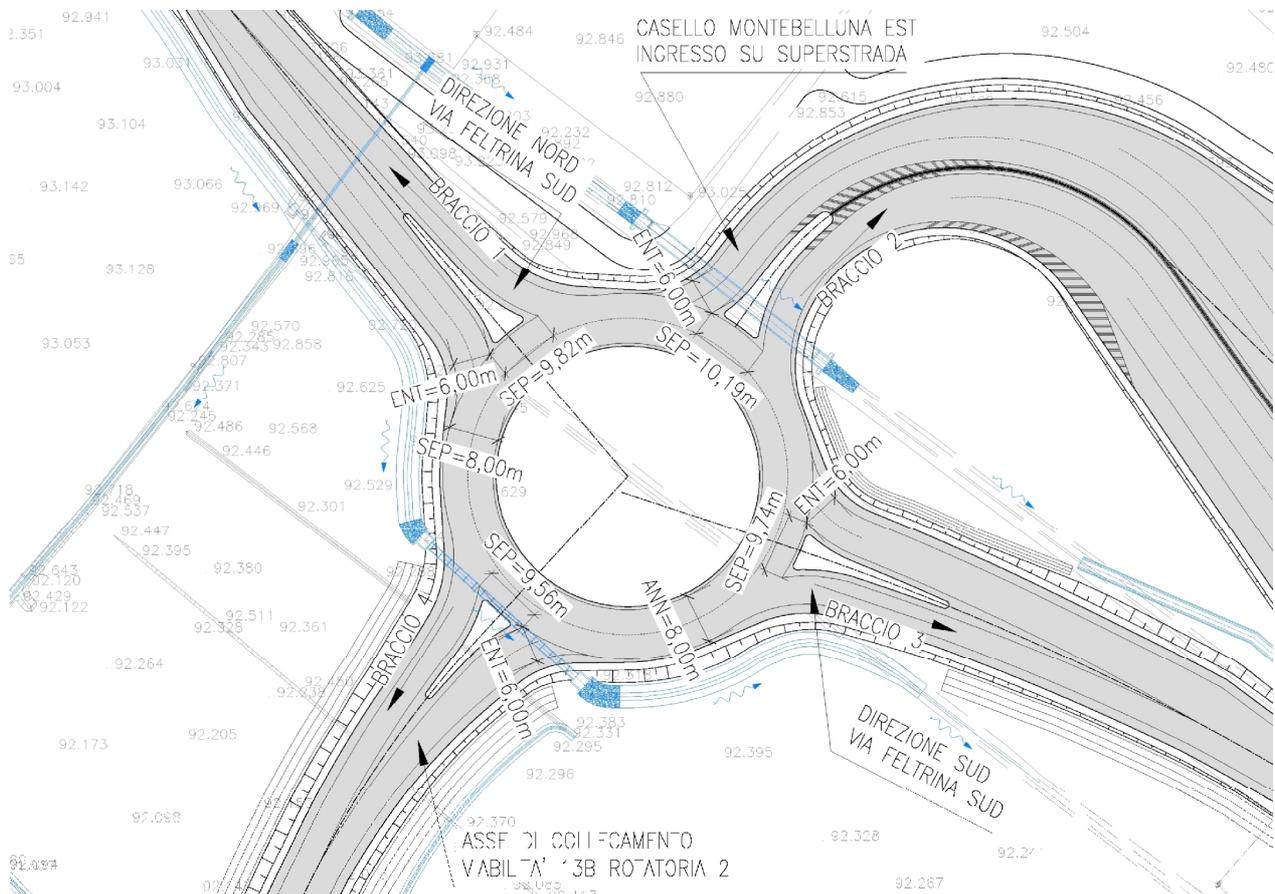
**SEP** lunghezza espressa in metri dello spartitraffico che separa i flussi di traffico uscenti dai flussi di traffico entranti in corrispondenza dello stesso braccio.

**ENT** larghezza espressa in metri della corsia di immissione, relativa al braccio considerato, misurata dietro il primo veicolo fermo all'altezza della linea del segnale di dare precedenza.

### 11. Analisi Rotatoria R3

La rotatoria in esame è ubicata sulla viabilità esistente di via Feltrina in prossimità della zona di intersezione tra via Feltrina e Via Cal di Mezzo (ramo in direzione Nord Ovest), svincolo di Montebelluna Est (ramo in direzione Nord-Est), proseguimento viabilità esistente di via Feltrina (ramo in direzione Sud, verso rotatoria R4) e ramo di collegamento viabilità locale e SP100 (ramo in direzione Sud - Ovest).

La rotatoria in esame è costituita dai seguenti bracci indicati in figura.



- Braccio 1: ramo di collegamento verso via Feltrina, direzione Nord, verso comune di Montebelluna
- Braccio 2: ramo di collegamento verso svincolo di Montebelluna Est
- Braccio 3: ramo di collegamento verso via Feltrina, direzione Sud, verso rotatoria R4
- Braccio 4: ramo di collegamento verso viabilità collegamento viabilità locale e SP100

## Relazione sulla verifica di capacità delle rotatorie

I dati geometrici della rotatoria sono i seguenti.

**Dati geometria**

Ramo	SEP	ANN	ENT
1	9.82	8.00	6.00
2	10.19	8.00	6.00
3	9.74	8.00	6.00

Nota: dati espressi in metri

La matrice **N** indicata di seguito rappresenta la previsione delle frazioni di flusso di traffico che entranti dal braccio *i* si distribuiscono nei restanti bracci *j*.

In questo caso il vettore **Qe**, che rappresenta il flusso di traffico entrante indicato in eph [vetture equivalenti per ora], è il seguente.

**Vettore Qe**

1	700
2	400
3	700
Totale	1800

Nota: dati in eph

$$M = \begin{pmatrix} f_{1,1} = N_{1,1} \cdot Qe_1 & f_{1,j} = N_{1,j} \cdot Qe_1 & \dots \\ \dots & \dots & \dots \\ f_{i,j} = N_{i,1} \cdot Qe_i & f_{i,j} = N_{i,j} \cdot Qe_i & \dots \\ \dots & \dots & \dots \\ f_{n,1} = N_{n,1} \cdot Qe_n & f_{n,j} = N_{n,j} \cdot Qe_n & \dots \end{pmatrix}$$

Il prodotto del vettore **Qe** per la matrice di distribuzione dei flussi **N** permette di ricavare la matrice **M** che indica i valori di flussi di traffico entranti dal braccio *i* ed uscenti dal braccio *j*. Il vettore **Qu** indicato a fianco indica, per ogni braccio, il flusso totale uscente.

**Matrice M**

	Bu <sub>1</sub>	Bu <sub>2</sub>	Bu <sub>3</sub>
Bi <sub>1</sub>	0	350	350
Bi <sub>2</sub>	200	0	200
Bi <sub>3</sub>	350	350	0

**Vettore Qu**

Qu <sub>1</sub>	550
Qu <sub>2</sub>	700
Qu <sub>3</sub>	550

Nota: dati in eph

I flussi di traffico entranti in rotatoria si distribuiscono nei vari bracci secondo la matrice di distribuzione **N**; i flussi di circolazione all'interno dell'anello della rotatoria sono descritti nella matrice **C**, dove sono indicate le frazioni di flusso entrante da un braccio (*Bi<sub>i</sub>*) e transitante in prossimità dell'intersezione degli altri bracci della rotatoria. Il prodotto della matrice **C** per il vettore **Qe** determina per ogni braccio della rotatoria il valore di flusso di traffico **Qc** circolante all'altezza di un determinato braccio della stessa. Nella determinazione dei valori degli elementi della matrice **C** sono stati volutamente trascurati i contributi dei flussi di traffico che, entranti dal ramo *i* risultano uscenti dallo stesso in quanto ininfluenti ai fini della verifica.

**Matrice Coefficienti**

	Ri <sub>1</sub>	Ri <sub>2</sub>	Ri <sub>3</sub>
Q <sub>C,1</sub>	0.00	0.00	0.50
Q <sub>C,2</sub>	0.50	0.00	0.00
Q <sub>C,3</sub>	0.00	0.50	0.00

$$Q_c = \begin{pmatrix} \phi_1 = \sum_{j=1}^n C_{1,j} \cdot Qe_j \\ \dots \\ \phi_i = \sum_{j=1}^n C_{i,j} \cdot Qe_j \\ \dots \\ \phi_n = \sum_{j=1}^n C_{n,j} \cdot Qe_j \end{pmatrix}$$

Il valore del flusso di disturbo relativo ad ogni braccio della rotatoria si determina attraverso il calcolo del flusso del traffico uscente equivalente secondo quanto indicato nelle relazioni seguenti. Il valore di **Q'u** è nullo nel caso in cui il valore di **SEP**

$$Q'u = \begin{pmatrix} Qu_1 \cdot \frac{15 - SEP_1}{15} \\ \dots \\ Qu_i \cdot \frac{15 - SEP_i}{15} \\ \dots \\ Qu_n \cdot \frac{15 - SEP_n}{15} \end{pmatrix} \quad Qd = \begin{pmatrix} (Qc_1 + \frac{2}{3} \cdot Q'u_1) \cdot [1 - 0.085 \cdot (ANN_1 - 8)] \\ \dots \\ (Qc_i + \frac{2}{3} \cdot Q'u_i) \cdot [1 - 0.085 \cdot (ANN_i - 8)] \\ \dots \\ (Qc_n + \frac{2}{3} \cdot Q'u_n) \cdot [1 - 0.085 \cdot (ANN_n - 8)] \end{pmatrix}$$

sia maggiore di 15.00m.

I valori di flusso circolante nell'anello della rotatoria ( vettore **Qc** ), i valori del flusso uscente equivalente ( vettore **Q'u** ) e il valore del flusso complessivo di disturbo ( vettore **Qd** ) per ogni braccio sono indicati di seguito.

**Vettore Q<sub>C</sub>**

Q <sub>C1</sub>	350
Q <sub>C2</sub>	350
Q <sub>C3</sub>	200

Nota: dati in eph

**Vettore Q'u**

Qu <sub>1</sub>	190
Qu <sub>2</sub>	224
Qu <sub>3</sub>	193

Nota: dati in eph

**Vettore Q'd**

Q'u <sub>1</sub>	477
Q'u <sub>2</sub>	500
Q'u <sub>3</sub>	329

Nota: dati in eph

Si definisce δ<sub>i</sub> il coefficiente amplificativo del flusso di traffico entrante, tale per cui, si raggiunge la capacità dell'*i*-esimo braccio. Il prodotto del valore minimo del coefficiente δ<sub>i</sub> per il valore del flusso di traffico entrante nell'*i*-esimo braccio determina il raggiungimento della capacità semplice della rotatoria. In tale configurazione i rimanenti bracci della rotatoria mantengono un flusso entrante al di sotto della rispettiva capacità dei singoli bracci.

Nelle tabelle che seguono sono indicate le componenti dei vettori:

- Q<sub>e</sub><sub>ptc</sub>** che rappresenta il flusso di traffico che si verifica nel momento del raggiungimento della capacità semplice della rotatoria, ovvero della primo fenomeno di congestione della rotatoria stessa.
- K** che rappresenta la capacità di ogni singolo braccio entrante nella rotatoria; il minimo valore di **K** rappresenta la capacità semplice della rotatoria.
- DK** che rappresenta la riserva di capacità di ogni singolo braccio nel momento in cui si verifica il primo fenomeno di congestione della rotatoria; si ottiene per differenza tra il vettore **K** e **Q<sub>e</sub><sub>ptc</sub>**.

Relazione sulla verifica di capacità delle rotatorie

Seguono le relazioni matematiche utilizzate per il calcolo

$$a_i = 1 + 0.1 \cdot (ENT - 3.5)$$

$$d_i = \frac{1330 \cdot a_i}{Qe + 0.7 \cdot a_i}$$

$$Qe_{pfc} = \begin{matrix} d_{\min} \cdot Qe_1 \\ \dots \\ d_{\min} \cdot Qe_i \\ \dots \\ d_{\min} \cdot Qe_n \end{matrix} \quad K = \begin{matrix} (1330 - Qd_1) \cdot a_1 \\ \dots \\ (1330 - Qd_i) \cdot a_i \\ \dots \\ (1330 - Qd_n) \cdot a_n \end{matrix}$$

**Coefficiente a**

$\alpha_1$	1.250
$\alpha_2$	1.250
$\alpha_3$	1.250

**Coefficienti d**

$\delta_1$	1.652
$\delta_2$	2.354
$\delta_3$	1.900

**Valori significativi**

$\delta_{\min}$	1.652
Braccio	1

**Vettore Qe pfc**

$Q_{1e,pfc}$	1157
$Q_{2e,pfc}$	661
$Q_{3e,pfc}$	1157

Nota: dati in eph

**Capacità bracci**

$K_1$	1157
$K_2$	1157
$K_3$	1373

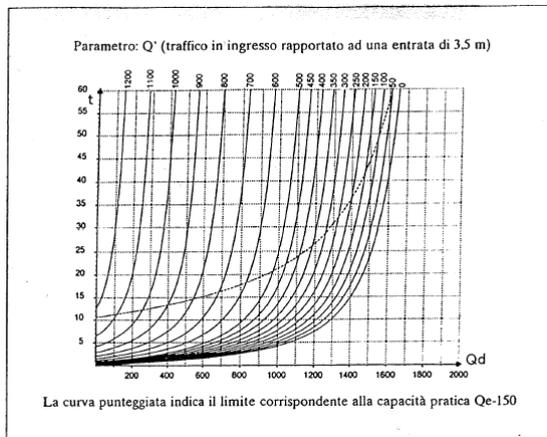
Nota: dati in eph

**d capacità bracci**

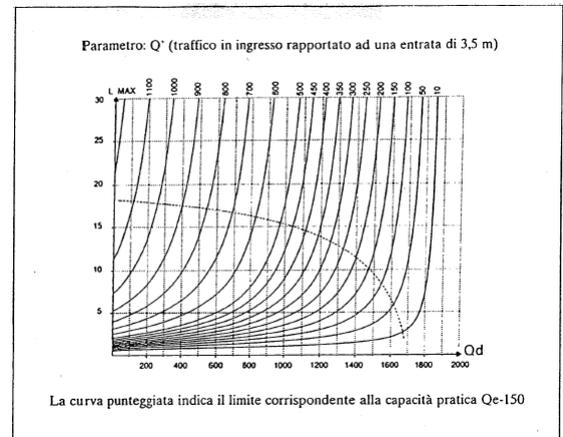
$\delta_{K1}$	0
$\delta_{K2}$	496
$\delta_{K3}$	217

Nota: dati in eph

La determinazione dei valori del tempo medio di attesa di ogni singolo braccio e la lunghezza della coda si determinano attraverso l'uso di due appositi diagrammi mediante i valori di flusso entrante equivalente **Q'e-150** e flusso complessivo di disturbo **Qd**. I rispettivi valori sono indicati nelle tabelle seguenti.



Tempi medi di attesa



99° percentile della coda

**Coefficiente anello**

$Ri_1$	1.00
$Ri_2$	1.00
$Ri_3$	1.00

**Coefficiente sistema**

1° eq.	0.88
2° eq.	0.88
3° eq.	0.88

**Tabella grafici**

$Q_{1D}$	475	754	$Q'_{1E}$
$Q_{2D}$	500	446	$Q'_{2E}$
$Q_{3D}$	325	754	$Q'_{3E}$

Relazione sulla verifica di capacità delle rotatorie

$$Q'e = \begin{pmatrix} Qe_1/a_1 \\ \dots \\ Qe_i/a_i \\ \dots \\ Qe_n/a_n \end{pmatrix}$$

**Vettore Q'e**

Q'e <sub>1</sub>	560
Q'e <sub>2</sub>	320
Q'e <sub>3</sub>	560

Nota: dati in eph

**Tempi di attesa**

w <sub>1</sub>	8
w <sub>2</sub>	3
w <sub>3</sub>	4

Nota: dati in sec

**99% coda**

q <sub>1</sub>	10
q <sub>2</sub>	4
q <sub>3</sub>	7

Il calcolo della capacità totale della rotatoria avviene mediante la soluzione di un sistema di *n* equazioni in *n* variabili dove *n* rappresenta il numero di bracci di ingresso in rotatoria. Il raggiungimento della capacità totale della rotatoria è definito dal raggiungimento contemporaneo della capacità su tutti i bracci di ingresso. Lo schema di del sistema lineare è indicato qui di seguito.

$$\begin{cases} a_{1,1} \cdot Q_{e,1} + \dots + a_{1,j} \cdot Q_{e,j} + \dots + a_{1,n} \cdot Q_{e,n} = TN_1 \\ \dots \\ a_{i,1} \cdot Q_{e,1} + \dots + a_{i,j} \cdot Q_{e,j} + \dots + a_{i,n} \cdot Q_{e,n} = TN_i \\ \dots \\ a_{n,1} \cdot Q_{e,1} + \dots + a_{n,j} \cdot Q_{e,j} + \dots + a_{n,n} \cdot Q_{e,n} = TN_n \end{cases}$$

Di seguito è indicata la tabella dei coefficienti dei relativi flussi di traffico entranti e, per ogni equazione, il valore del termine noto. Il valore dei coefficienti è stato calcolato in funzione della geometria dell'opera e i valori dei vettori di flusso di traffico fin qui determinati.

Le relazioni matematiche utilizzate per il calcolo sono le seguenti

$$\forall i = j \rightarrow a_{i,j} = 1 \qquad \forall i \neq j \rightarrow a_{i,j} = C_{i,j} \cdot 0.7 \cdot a_i \cdot b_i$$

$$b_i = 1 - 0.085 \cdot (ANN_i - 8) \qquad TN_i = 1330 \cdot a_i - b_i \cdot (0.7 \cdot a_i)^2 \cdot Q'u_i$$

**Sistema Equazioni**

	Q <sub>e,1</sub>	Q <sub>e,2</sub>	Q <sub>e,3</sub>	TN
1° eq.	1.00	0.00	0.44	1517
2° eq.	0.44	1.00	0.00	1491
3° eq.	0.00	0.44	1.00	1515

Nota: dati in eph

Mediante la risoluzione del sistema lineare di cui sopra, si sono determinati i valori di capacità totale di ogni singolo braccio che vengono riportati qui di seguito.

**Soluzione sistema**

Q <sub>e,1</sub>	1052
Q <sub>e,2</sub>	1031
Q <sub>e,3</sub>	1064

Il valore di capacità totale della rotatoria si determina come somma delle capacità totali di ogni singolo braccio. Tali valori di capacità totale sono superiori ai valori indicati dal vettore **Qe** per cui la rotatoria così dimensionata è in grado di smaltire il flusso di traffico di progetto.

*Relazione sulla verifica di capacità delle rotatorie*

I valori di capacità totale della rotatoria e di capacità pratica della stessa, espressi in vetture equivalenti per ora (eph), sono i seguenti.

**Capacità Totale**

$\Sigma Q_{e,i}$	3146
------------------	------

**Capacità Pratica Totale**

$\Sigma Q_{e,i}$	2696
------------------	------

Nota: dati in eph

## **12. Analisi di traffico R4**

Le ipotesi degli scenari dei flussi di traffico, considerati per il dimensionamento della rotatoria, si riferiscono alle stime dei valori dei flussi di traffico del documento "Studio impatto ambientale – Studio del traffico", edito nel 2005 nell'ambito del progetto preliminare della superstrada a pedaggio "pedemontana Veneta".

Si considera per la verifica quanto esposto nel paragrafo 8.6 di tale documento, dove si individua il traffico ipotizzato fino al 2035.

Nella rotatoria intermedia si procede al calcolo del flusso di traffico considerando entrante nella direzione Nord-Sud, lungo via Feltrina (bracci 1 e 2) un flusso di traffico pari a 700 veicoli equivalenti/ora lungo le due direzioni. Si aggiunge inoltre il flusso di traffico sul ramo in progetto (braccio n.3) stimato in 200 veicoli equivalenti ora. Si osserva che nel ramo di ingresso n.2 è presente un confluente di veicoli derivanti dall'accesso al fabbricato industriale/produttivo. Si considera trascurabile il flusso di traffico interferente tra la viabilità di via Feltrina e l'accesso dell'area industriale.

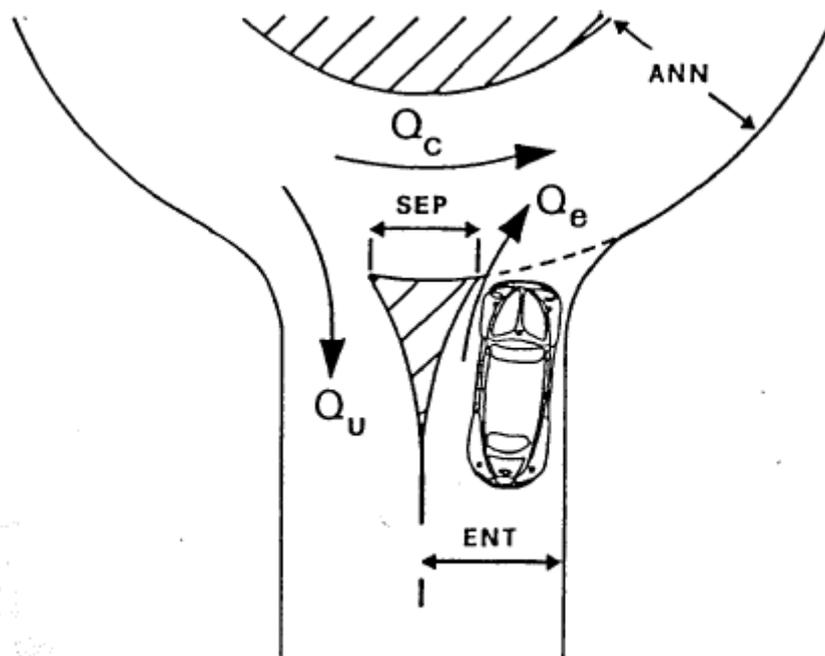
Il traffico presunto è stimato in funzione della capacità teorica della geometria della viabilità.

Si verifica quindi la capacità della rotatoria in corrispondenza dell'ora di punta rilevata essere compresa tra le ore 08.00 e 09.00.

Si ipotizza, cautelativamente, che la Superstrada non diminuisca il traffico sulla SP 90.

### 13. Schema di calcolo R4

Lo schema di calcolo utilizzato per la verifica delle capacità delle rotatorie prevede l'analisi per ogni braccio della rotatoria delle grandezze indicate nella figura seguente e descritte nel paragrafo successivo.



**Qc** vettore che rappresenta il flusso di veicoli che circolano nell'anello in prossimità dell'innesto del braccio di entrata.

**Qe** vettore che rappresenta il flusso di veicoli entranti dal braccio considerato

**Qu** vettore che rappresenta il flusso di veicoli uscenti in corrispondenza del braccio considerato.

**ANN** larghezza espressa in metri dell'anello della rotatoria.

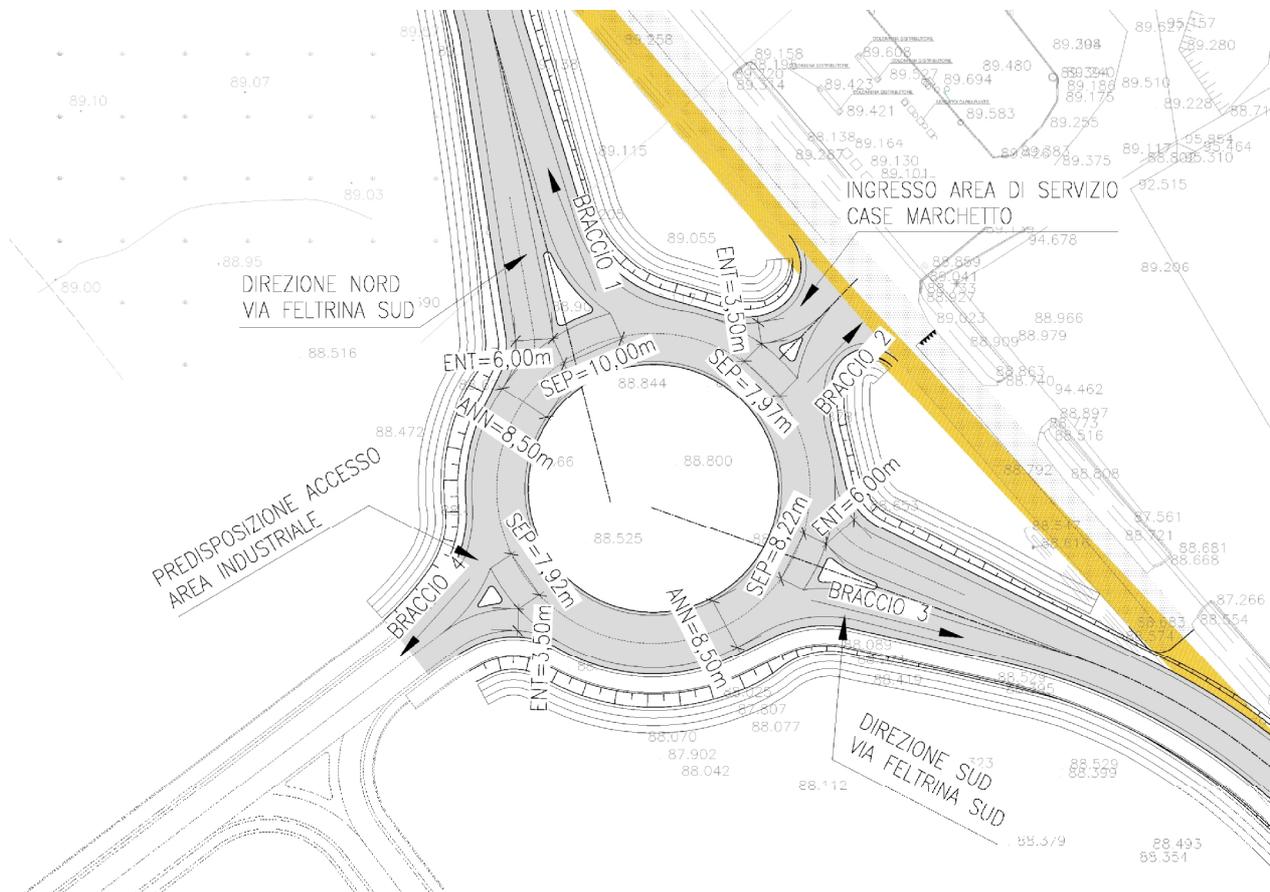
**SEP** lunghezza espressa in metri dello spartitraffico che separa i flussi di traffico uscenti dai flussi di traffico entranti in corrispondenza dello stesso braccio.

**ENT** larghezza espressa in metri della corsia di immissione, relativa al braccio considerato, misurata dietro il primo veicolo fermo all'altezza della linea del segnale di dare precedenza.

## 14. Analisi Rotatoria R4

La rotonda in esame è ubicata sulla viabilità esistente di via Feltrina in prossimità della zona industriale tra i comuni di Montebelluna e Trevignano. I bracci di collegamento sono rivolti verso la rotonda R3 (ramo in direzione Nord Ovest), verso prolungamento Via Feltrina Sud-Est, e il futuro ramo di collegamento viabilità locale (ramo in direzione Sud - Ovest)

La rotonda in esame è costituita dai seguenti bracci indicati in figura.



- Braccio 1: ramo di collegamento verso rotonda R3
- Braccio 2: ramo di collegamento verso prolungamento Via Feltria Sud-Est
- Braccio 3: ramo di collegamento viabilità locale (futuro) ( per il calcolo si utilizza il modello a tre rami di ingresso limitando il flusso ai due bracci 1 e 2 )

## Relazione sulla verifica di capacità delle rotatorie

I dati geometrici della rotatoria sono i seguenti.

## Dati geometria

Ramo	SEP	ANN	ENT
1	10.84	8.00	5.94
2	7.97	8.00	6.00
3	11.67	8.00	6.00

Nota: dati espressi in metri

La matrice **N** indicata di seguito rappresenta la previsione delle frazioni di flusso di traffico che entranti dal braccio *i* si distribuiscono nei restanti bracci *j*.

## Matrice N

	Bu <sub>1</sub>	Bu <sub>2</sub>	Bu <sub>3</sub>
Bi <sub>1</sub>	0.00	0.90	0.10
Bi <sub>2</sub>	0.90	0.00	0.10
Bi <sub>3</sub>	0.50	0.50	0.00

In questo caso il vettore **Qe**, che rappresenta il flusso di traffico entrante indicato in eph [vetture equivalenti per ora], è il seguente.

## Vettore Qe

1	700
2	700
3	200
Totale	1600

Nota: dati in eph

$$M = \begin{pmatrix} f_{1,1} = N_{1,1} \cdot Qe_1 & f_{1,j} = N_{1,j} \cdot Qe_1 & \dots \\ \dots & \dots & \dots \\ f_{i,j} = N_{i,1} \cdot Qe_i & f_{i,j} = N_{i,j} \cdot Qe_i & \dots \\ \dots & \dots & \dots \\ f_{n,1} = N_{n,1} \cdot Qe_n & f_{n,j} = N_{n,j} \cdot Qe_n & \dots \end{pmatrix}$$

Il prodotto del vettore **Qe** per la matrice di distribuzione dei flussi **N** permette di ricavare la matrice **M** che indica i valori di flussi di traffico entranti dal braccio *i* ed uscenti dal braccio *j*. Il vettore **Qu** indicato a fianco indica, per ogni braccio, il flusso totale uscente.

## Matrice M

	Bu <sub>1</sub>	Bu <sub>2</sub>	Bu <sub>3</sub>
Bi <sub>1</sub>	0	630	70
Bi <sub>2</sub>	630	0	70
Bi <sub>3</sub>	100	100	0

## Vettore Qu

Qu <sub>1</sub>	730
Qu <sub>2</sub>	730
Qu <sub>3</sub>	140

Nota: dati in eph

Relazione sulla verifica di capacità delle rotatorie

I flussi di traffico entranti in rotatoria si distribuiscono nei vari bracci secondo la matrice di distribuzione **N**; i flussi di circolazione all'interno dell'anello della rotatoria sono descritti nella matrice **C**, dove sono indicate le frazioni di flusso entrante da un braccio (  $B_{ij}$  ) e transitante in prossimità dell'intersezione degli altri bracci della rotatoria. Il prodotto della matrice **C** per il vettore **Qe** determina per ogni braccio della rotatoria il valore di flusso di traffico **Qc** circolante all'altezza di un determinato braccio della stessa. Nella determinazione dei valori degli elementi della matrice **C** sono stati volutamente trascurati i contributi dei flussi di traffico che, entranti dal ramo *i* risultano uscenti dallo stesso in quanto ininfluenti ai fini della verifica.

**Matrice Coefficienti**

	Ri <sub>1</sub>	Ri <sub>2</sub>	Ri <sub>3</sub>
Q <sub>C,1</sub>	0.00	0.00	0.50
Q <sub>C,2</sub>	0.10	0.00	0.00
Q <sub>C,3</sub>	0.00	0.90	0.00

$$Q_c = \begin{pmatrix} \phi_1 = \sum_{j=1}^n C_{1,j} \cdot Qe_j \\ \dots \\ \phi_i = \sum_{j=1}^n C_{i,j} \cdot Qe_j \\ \dots \\ \phi_n = \sum_{j=1}^n C_{n,j} \cdot Qe_j \end{pmatrix}$$

Il valore del flusso di disturbo relativo ad ogni braccio della rotatoria si determina attraverso il calcolo del flusso del traffico uscente equivalente secondo quanto indicato nelle relazioni seguenti. Il valore di **Q'u** è nullo nel caso in cui il valore di

$$Q'u = \begin{pmatrix} Qu_1 \cdot \frac{15 - SEP_1}{15} \\ \dots \\ Qu_i \cdot \frac{15 - SEP_i}{15} \\ \dots \\ Qu_n \cdot \frac{15 - SEP_n}{15} \end{pmatrix} \quad Q_d = \begin{pmatrix} (Qc_1 + \frac{2}{3} \cdot Q'u_1) \cdot [1 - 0.085 \cdot (ANN_1 - 8)] \\ \dots \\ (Qc_i + \frac{2}{3} \cdot Q'u_i) \cdot [1 - 0.085 \cdot (ANN_i - 8)] \\ \dots \\ (Qc_n + \frac{2}{3} \cdot Q'u_n) \cdot [1 - 0.085 \cdot (ANN_n - 8)] \end{pmatrix}$$

SEP sia maggiore di 15.00m.

I valori di flusso circolante nell'anello della rotatoria ( vettore **Qc** ), i valori del flusso uscente equivalente ( vettore **Q'u** ) e il valore del flusso complessivo di disturbo ( vettore **Qd** ) per ogni braccio sono indicati di seguito.

**Vettore Qc**

Qc <sub>1</sub>	100
Qc <sub>2</sub>	70
Qc <sub>3</sub>	630

Nota: dati in eph

**Vettore Q'u**

Qu <sub>1</sub>	202
Qu <sub>2</sub>	342
Qu <sub>3</sub>	31

Nota: dati in eph

**Vettore Q'd**

Q'u <sub>1</sub>	235
Q'u <sub>2</sub>	298
Q'u <sub>3</sub>	651

Nota: dati in eph

Si definisce  $\delta_i$  il coefficiente amplificativo del flusso di traffico entrante, tale per cui, si raggiunge la capacità dell'*i*-esimo braccio. Il prodotto del valore minimo del coefficiente  $\delta_i$  per il valore del flusso di traffico entrante nell'*i*-esimo braccio determina il raggiungimento della capacità semplice della rotatoria. In tale configurazione i rimanenti bracci della rotatoria mantengono un flusso entrante al di sotto della rispettiva capacità dei singoli bracci.

Nelle tabelle che seguono sono indicate le componenti dei vettori:

- Qe<sub>ptc</sub>** che rappresenta il flusso di traffico che si verifica nel momento del raggiungimento della capacità semplice della rotatoria, ovvero della primo fenomeno di congestione della rotatoria stessa.
- K** che rappresenta la capacità di ogni singolo braccio entrante nella rotatoria; il minimo valore di **K** rappresenta la capacità semplice della rotatoria.
- DK** che rappresenta la riserva di capacità di ogni singolo braccio nel momento in cui si verifica il primo fenomeno di congestione della rotatoria; si ottiene per differenza tra il vettore **K** e **Qe<sub>ptc</sub>**.

Relazione sulla verifica di capacità delle rotatorie

Seguono le relazioni matematiche utilizzate per il calcolo

$$a_i = 1 + 0.1 \cdot (ENT - 3.5)$$

$$d_i = \frac{1330 \cdot a_i}{Qe + 0.7 \cdot a_i}$$

$$Qe_{pfc} = \begin{vmatrix} d_{\min} \cdot Qe_1 \\ \dots \\ d_{\min} \cdot Qe_i \\ \dots \\ d_{\min} \cdot Qe_n \end{vmatrix} \quad K = \begin{vmatrix} (1330 - Qd_1) \cdot a_1 \\ \dots \\ (1330 - Qd_i) \cdot a_i \\ \dots \\ (1330 - Qd_n) \cdot a_n \end{vmatrix}$$

**Coefficiente a**

$\alpha_1$	1.244
$\alpha_2$	1.250
$\alpha_3$	1.250

**Coefficienti d**

$\delta_1$	2.102
$\delta_2$	2.184
$\delta_3$	2.213

**Valori significativi**

$\delta_{\min}$	2.102
Braccio	1

**Vettore Qe pfc**

$Q_{1e,pfc}$	1471
$Q_{2e,pfc}$	1471
$Q_{3e,pfc}$	420

Nota: dati in eph

**Capacità bracci**

$K_1$	1471
$K_2$	1534
$K_3$	504

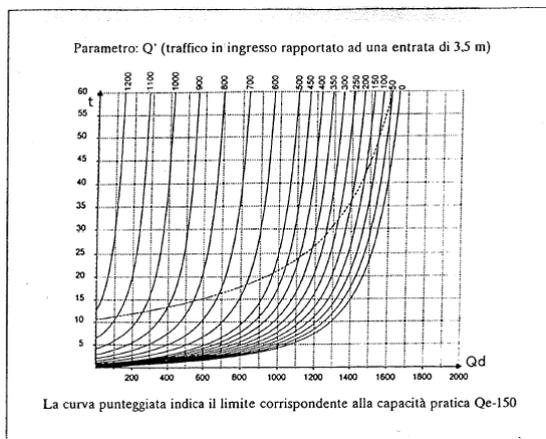
Nota: dati in eph

**d capacità bracci**

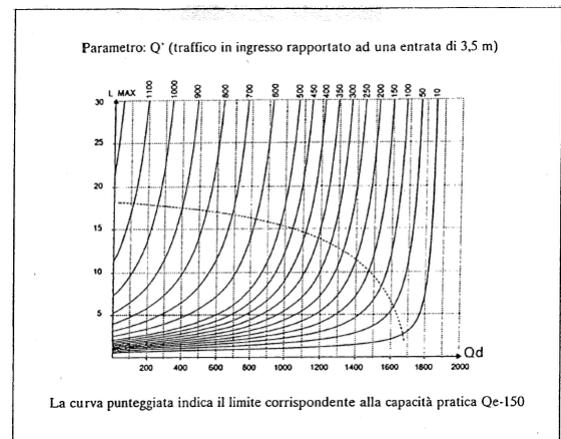
$\delta_{K1}$	0
$\delta_{K2}$	62
$\delta_{K3}$	83

Nota: dati in eph

La determinazione dei valori del tempo medio di attesa di ogni singolo braccio e la lunghezza della coda si determinano attraverso l'uso di due appositi diagrammi mediante i valori di flusso entrante equivalente **Q'e-150** e flusso complessivo di disturbo **Qd**. I rispettivi valori sono indicati nelle tabelle seguenti.



Tempi medi di attesa



99° percentile della coda

**Coefficiente anello**

$Ri_1$	1.00
$Ri_2$	1.00
$Ri_3$	1.00

**Coefficiente sistema**

1° eq.	0.87
2° eq.	0.88
3° eq.	0.88

**Tabella grafici**

$Q_{1D}$	225	781	$Q'_{1E}$
$Q_{2D}$	300	754	$Q'_{2E}$
$Q_{3D}$	650	206	$Q'_{3E}$

Relazione sulla verifica di capacità delle rotonde

$Q'e = \begin{pmatrix} Qe_1/a_1 \\ \dots \\ Qe_i/a_i \\ \dots \\ Qe_n/a_n \end{pmatrix}$	<b>Vettore Q'e</b>	<b>Tempi di attesa</b>	<b>99% coda</b>																		
	<table border="1" style="margin: auto;"> <tr><td>Q'e<sub>1</sub></td><td style="background-color: yellow;">563</td></tr> <tr><td>Q'e<sub>2</sub></td><td style="background-color: yellow;">560</td></tr> <tr><td>Q'e<sub>3</sub></td><td style="background-color: yellow;">160</td></tr> </table>	Q'e <sub>1</sub>	563	Q'e <sub>2</sub>	560	Q'e <sub>3</sub>	160	<table border="1" style="margin: auto;"> <tr><td>w<sub>1</sub></td><td style="background-color: lightgreen;">4</td></tr> <tr><td>w<sub>2</sub></td><td style="background-color: lightgreen;">4</td></tr> <tr><td>w<sub>3</sub></td><td style="background-color: lightgreen;">3</td></tr> </table>	w <sub>1</sub>	4	w <sub>2</sub>	4	w <sub>3</sub>	3	<table border="1" style="margin: auto;"> <tr><td>q<sub>1</sub></td><td style="background-color: lightgreen;">6</td></tr> <tr><td>q<sub>2</sub></td><td style="background-color: lightgreen;">7</td></tr> <tr><td>q<sub>3</sub></td><td style="background-color: lightgreen;">3</td></tr> </table>	q <sub>1</sub>	6	q <sub>2</sub>	7	q <sub>3</sub>	3
	Q'e <sub>1</sub>	563																			
	Q'e <sub>2</sub>	560																			
Q'e <sub>3</sub>	160																				
w <sub>1</sub>	4																				
w <sub>2</sub>	4																				
w <sub>3</sub>	3																				
q <sub>1</sub>	6																				
q <sub>2</sub>	7																				
q <sub>3</sub>	3																				
Nota: dati in eph	Nota: dati in sec																				

Il calcolo della capacità totale della rotonda avviene mediante la soluzione di un sistema di  $n$  equazioni in  $n$  variabili dove  $n$  rappresenta il numero di bracci di ingresso in rotonda. Il raggiungimento della capacità totale della rotonda è definito dal raggiungimento contemporaneo della capacità su tutti i bracci di ingresso. Lo schema di del sistema lineare è indicato qui di seguito.

$$\begin{cases} a_{1,1} \cdot Q_{e,1} + \dots + a_{1,j} \cdot Q_{e,j} + \dots + a_{1,n} \cdot Q_{e,n} = TN_1 \\ \dots \\ a_{i,1} \cdot Q_{e,1} + \dots + a_{i,j} \cdot Q_{e,j} + \dots + a_{i,n} \cdot Q_{e,n} = TN_i \\ \dots \\ a_{n,1} \cdot Q_{e,1} + \dots + a_{n,j} \cdot Q_{e,j} + \dots + a_{n,n} \cdot Q_{e,n} = TN_n \end{cases}$$

Di seguito è indicata la tabella dei coefficienti dei relativi flussi di traffico entranti e, per ogni equazione, il valore del termine noto. Il valore dei coefficienti è stato calcolato in funzione della geometria dell'opera e i valori dei vettori di flusso di traffico fin qui determinati.

Le relazioni matematiche utilizzate per il calcolo sono le seguenti

$$\forall i = j \rightarrow a_{i,j} = 1 \qquad \forall i \neq j \rightarrow a_{i,j} = C_{i,j} \cdot 0.7 \cdot a_i \cdot b_j$$

$$b_i = 1 - 0.085 \cdot (ANN_i - 8) \qquad TN_i = 1330 \cdot a_i - b_i \cdot (0.7 \cdot a_i)^2 \cdot Q'u_i$$

**Sistema Equazioni**

	Q <sub>e,1</sub>	Q <sub>e,2</sub>	Q <sub>e,3</sub>	TN
1° eq.	1.00	0.00	0.44	1501
2° eq.	0.09	1.00	0.00	1401
3° eq.	0.00	0.79	1.00	1639

Nota: dati in eph

Mediante la risoluzione del sistema lineare di cui sopra, si sono determinati i valori di capacità totale di ogni singolo braccio che vengono riportati qui di seguito.

**Soluzione sistema**

Q <sub>e,1</sub>	1231
Q <sub>e,2</sub>	1293
Q <sub>e,3</sub>	621

*Relazione sulla verifica di capacità delle rotatorie*

Il valore di capacità totale della rotatoria si determina come somma delle capacità totali di ogni singolo braccio. Tali valori di capacità totale sono superiori ai valori indicati dal vettore **Qe** per cui la rotatoria così dimensionata è in grado di smaltire il flusso di traffico di progetto.

I valori di capacità totale della rotatoria e di capacità pratica della stessa, espressi in vetture equivalenti per ora (eph), sono i seguenti.

$\Sigma Q_{e,i}$	3144
------------------	------

**Capacità Pratica Totale**

$\Sigma Q_{e,i}$	2694
------------------	------

Nota: dati in eph