COMUNE DI PARMA

PROVINCIA DI PARMA

PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA

REALIZZAZIONE DI NUOVA ROTATORIA STRADA TRAVERSETOLO (SP 513R) - STRADA BODRIO NEL COMUNE DI PARMA

COMMITTENTE:

COMUNE DI PARMA
Via Strada Repubblica 1, 43121 - Parma (PR)
Tel. 0521 40521
C.F. / P.Iva: 00162210348
PEC: comunediparma@postemailcertificata.it
Referente: ING. MANCINI ANDREA

PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA:

F-INGEGNERIA S.R.L.
via Danilo Gazzani 8/2, 40012 - Calderara di Reno (BO)
Tel. Uff. 051 02 66 175
C.F. / P.Iva: 03891501201
mail: info@f-ingegneria.it

PROGETTISTA GENERALE:
Ing. Gianfranco Flotta

GRUPPO DI PROGETTAZIONE:
Geom. Marco Martignoni
Ing. Alessia Cianci
Ing. Andrea Martinelli
Ing. Litrice Djoupou

CONTENUTO:

RELAZIONE TRASPORTISTICA

COMMESSA	LOTTO	AMBITO	DISCIPLINA	FASE	ELABORATO	REVISIONE	FILE: RS.01
25.183	-	PRO	AR	PFTE	RS.01	00	SCALA: -

REVISIONE	DESCRIZIONE	DATA	DISEGNATO DA	VERIFICATO DA	APPROVATO DA
Revisione00	Emissione REV.00	01/04/2026	MM	GF	GF
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-

DOCUMENTO: XRIF_CARTIGLIO.dwg

Il presente documento è di proprietà di F-INGEGNERIA S.R.L.. A termini di legge ogni diritto è riservato. This document is the property of F-INGEGNERIA S.R.L.. All rights are reserved according to law.

COMUNE DI PARMA

PROVINCIA DI PARMA

REALIZZAZIONE DI NUOVA ROTATORIA
STRADA TRAVERSETOLO (SP 513R) – STRADA BODRIO
NEL COMUNE DI PARMA

RELAZIONE TRASPORTISTICA

F-INGEGNERIA SRL *- Via Gazzani n.8/2 - 40012 - Calderara di Reno (Bo)*
P.IVA: 03891501201 - Tel. 051.0266175 - Mob. 338.5901001
email: info@f-ingegneria.it - www.f-ingegneria.it

Società Certificata con Sistema di Gestione Qualità UNI EN ISO 9001:2015 - Reg. Numero 20155-A

1. SOMMARIO

1. SOMMARIO 2
2. PREMESSA 3
3. QUADRO CONOSCITIVO 4
3.1. RETE VIARIA ATTUALE 4
3.2. RETE E PIANIFICAZIONE TERRITORIALE 6
3.3. FLUSSI VEICOLARI NELLO SCENARIO ATTUALE 8
3.3.1. FLUSSI VEICOLARI MTS 8
3.3.2. FLUSSI VEICOLARI RILEVATI 10
4. PROPOSTA DI PROGETTO 12
4.1. ASPETTI NORMATIVI 12
4.2. GEOMETRIA DELL'INTERSEZIONE 12
4.3. VERIFICA DI VISIBILITA' E PERCEZIONE 15
4.4. VERIFICA DELL'ANGOLO DI DEVIAZIONE 17
4.5. VERIFICA DELLE FASCE D'INGOMBRO 19
4.6. VERIFICA FUNZIONALE INTERSEZIONE 21

F-INGEGNERIA SRL *- Via Gazzani n.8/2 - 40012 - Calderara di Reno (Bo)*
P.IVA: 03891501201 - Tel. 051.0266175 - Mob. 338.5901001
email: info@f-ingegneria.it - www.f-ingegneria.it

Società Certificata con Sistema di Gestione Qualità UNI EN ISO 9001:2015 - Reg. Numero 20155-A

2. PREMESSA

Il presente studio è stato realizzato al fine di valutare l'inserimento di una rotatoria sulla SP513R di Val d'Enza in corrispondenza dell'intersezione con Strada Bodrio.



Fig. 2.1 - Ubicazione intervento *(Fonte: Google Maps)*

Le parti principali di cui si compone il presente studio sono:

- l'analisi della proposta progettuale;
- la verifica funzionale;
- le verifiche geometriche dell'alternativa scelta

Nei paragrafi seguenti si riportano i contenuti e i risultati delle analisi condotte.

F-INGEGNERIA SRL *- Via Gazzani n.8/2 - 40012 - Calderara di Reno (Bo)*
P.IVA: 03891501201 - Tel. 051.0266175 - Mob. 338.5901001
email: info@f-ingegneria.it - www.f-ingegneria.it

Società Certificata con Sistema di Gestione Qualità UNI EN ISO 9001:2015 - Reg. Numero 20155-A

3. QUADRO CONOSCITIVO

Nel presente capitolo si descrivono gli aspetti relativi allo stato attuale della rete viaria, alla pianificazione territoriale.

3.1. RETE VIARIA ATTUALE

Il progetto interessa la tratta della SP513R Val d'Enza all'intersezione con Strada Bodrio in ambito extraurbano del Comune di Parma.

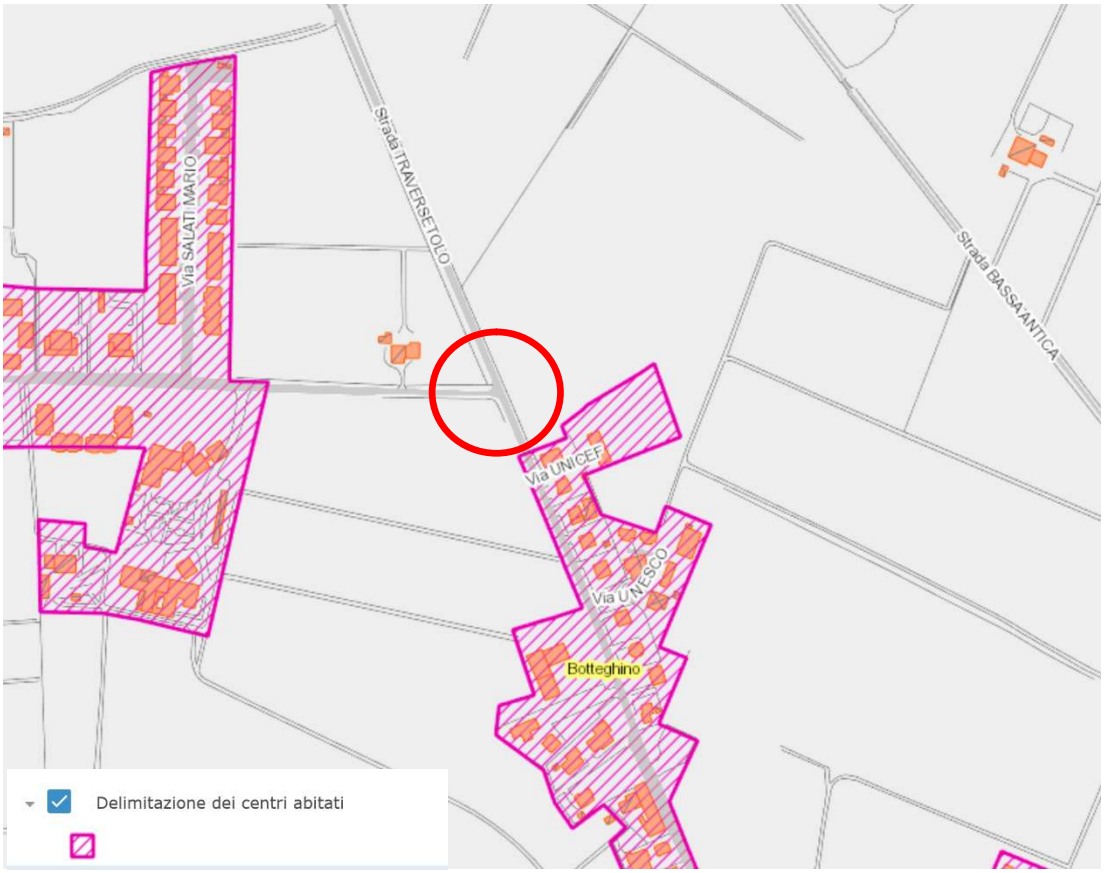


Fig. 3.2 – Posizione nuova rotatoria su mappa della viabilità provinciale (*Fonte SIT Comune di Parma*)

Sulla tratta extraurbana della SP513R non è presente il limite di velocità; pertanto, vige il limite di 90 km/h.

F-INGEGNERIA SRL *- Via Gazzani n.8/2 - 40012 - Calderara di Reno (Bo)*
P.IVA: 03891501201 - Tel. 051.0266175 - Mob. 338.5901001
email: info@f-ingegneria.it - www.f-ingegneria.it

Società Certificata con Sistema di Gestione Qualità UNI EN ISO 9001:2015 - Reg. Numero 20155-A



Fig. 3.2 – Intersezione in direzione sud



Fig. 3.3 – Intersezione in direzione nord

L'intersezione è gestita con segnaletica di dare precedenza per coloro che si immettono sulla strada provinciale SP513R.

F-INGEGNERIA SRL *- Via Gazzani n.8/2 - 40012 - Calderara di Reno (Bo)*
P.IVA: 03891501201 - Tel. 051.0266175 - Mob. 338.5901001
email: info@f-ingegneria.it - www.f-ingegneria.it

Società Certificata con Sistema di Gestione Qualità UNI EN ISO 9001:2015 - Reg. Numero 20155-A

3.2. RETE E PIANIFICAZIONE TERRITORIALE

Nella figura che segue è evidenziata a localizzazione dell'intervento in relazione all'abitato di Botteghino e delle principali direttrici stradali.

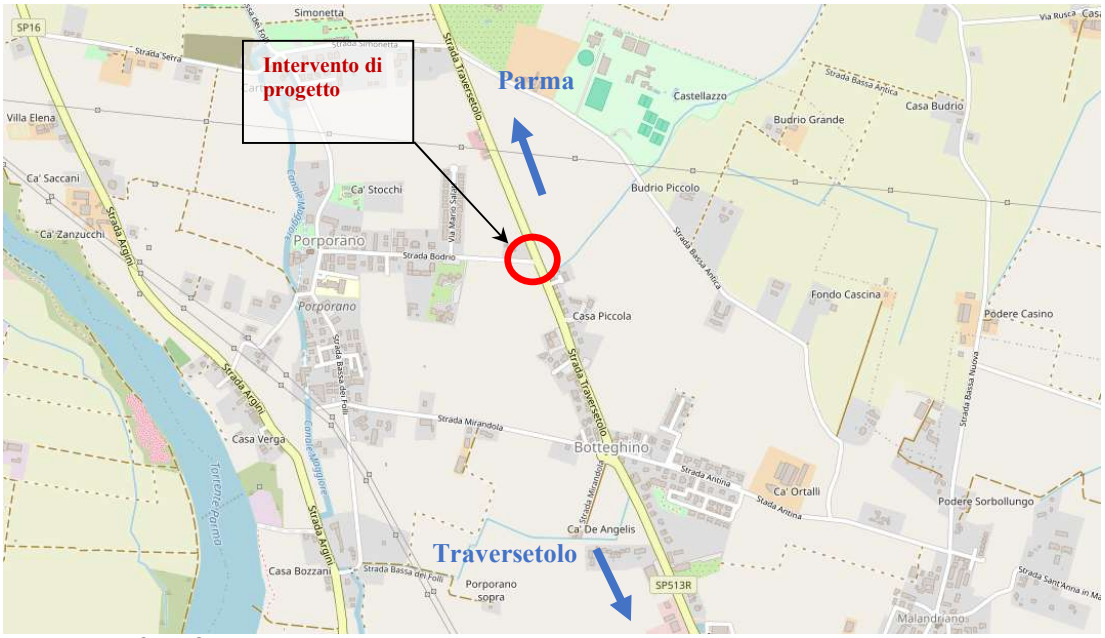


Fig. 3.4 – Corografia rete stradale con principali direzioni e area urbana servita dal TPL su ferro

Di seguito si riporta un estratto della Tav. 2.a del PUMS che riguarda la Classifica funzionale delle strade, dove si evidenzia in particolare che la rotatoria è prevista in un tratto di strada extraurbana secondaria.

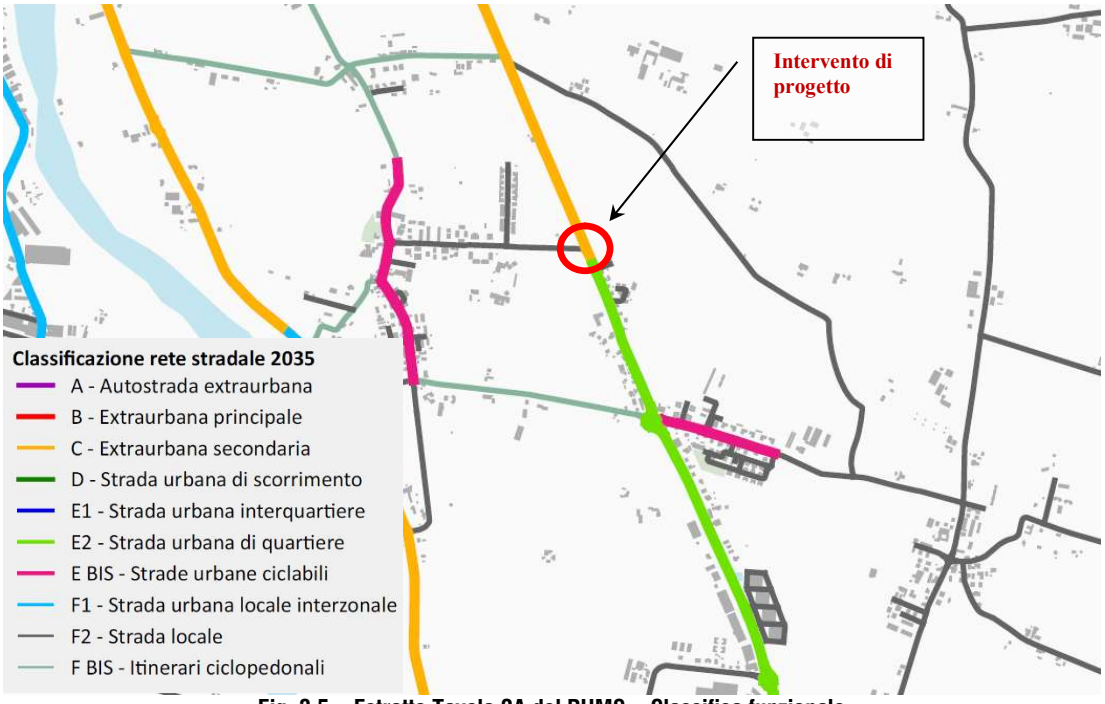


Fig. 3.5 – Estratto Tavola 2A del PUMS – Classifica funzionale

F-INGEGNERIA SRL *- Via Gazzani n.8/2 - 40012 - Calderara di Reno (Bo)*
P.IVA: 03891501201 - Tel. 051.0266175 - Mob. 338.5901001
email: info@f-ingegneria.it - www.f-ingegneria.it

Società Certificata con Sistema di Gestione Qualità UNI EN ISO 9001:2015 - Reg. Numero 20155-A

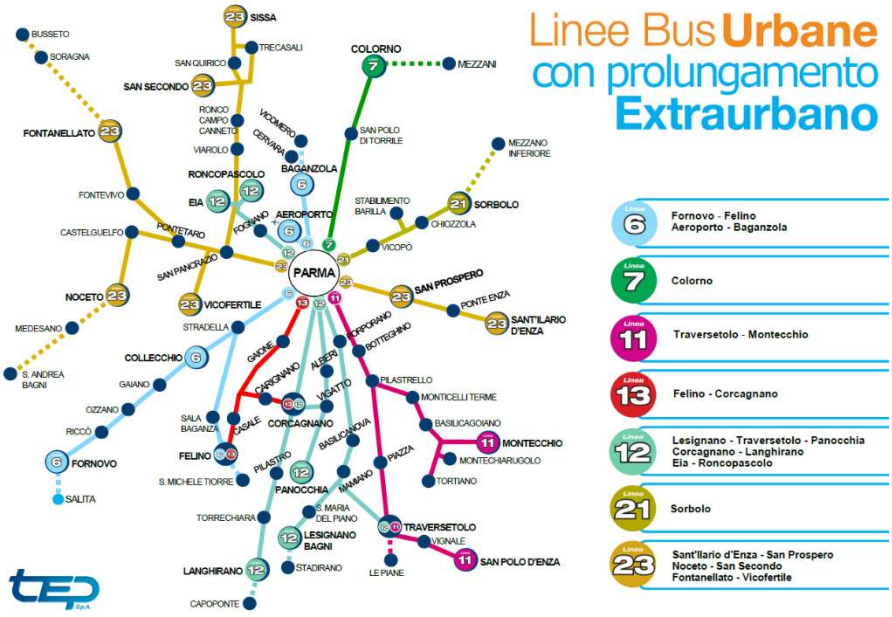
Nella figura che segue sono riportate le reti ciclabili attuali e gli interventi pianificati nel Piano Urbano della Mobilità Sostenibile (PUMS), relativi all'area dell'abitato di Botteghino e dei territori confinanti. Si evidenzia il percorso della Rete portante previsto lungo la SP513R e quello della Rete secondaria su Via Bodrio.



Fig. 3.6 – Estratto Tav 6° del PUMS "Rete ciclabile di Piano"

Dalla figura precedente si evidenzia che l'intersezione oggetto dell'intervento è interessata dagli itinerari ciclabili esistenti e pianificati.

Nella figura che segue è riportate la rete schematica del TPL del Comune di Parma, in cui si evidenzia la presenza della Linea 11 e della Fermata "Botteghino" in prossimità dell'intersezione oggetto di intervento.



F-INGEGNERIA SRL *- Via Gazzani n.8/2 - 40012 - Calderara di Reno (Bo)*
P.IVA: 03891501201 - Tel. 051.0266175 - Mob. 338.5901001
email: info@f-ingegneria.it - www.f-ingegneria.it

Società Certificata con Sistema di Gestione Qualità UNI EN ISO 9001:2015 - Reg. Numero 20155-A

3.3. FLUSSI VEICOLARI NELLO SCENARIO ATTUALE

Le analisi dei flussi veicolari nello scenario attuale hanno obiettivo la ricostruzione del quadro dei flussi veicolari, per effettuare le valutazioni e verifiche funzionali.

3.3.1. FLUSSI VEICOLARI MTS

I dati dei flussi veicolari MTS sono censiti dal Sistema regionale di rilevazione dei flussi di traffico dell'Emilia-Romagna. Il Sistema, realizzato dalla Regione, dalle Province e dall'Anas, è composto da 281 postazioni, in funzione 24 ore su 24, installate sulle strade statali e principali provinciali.

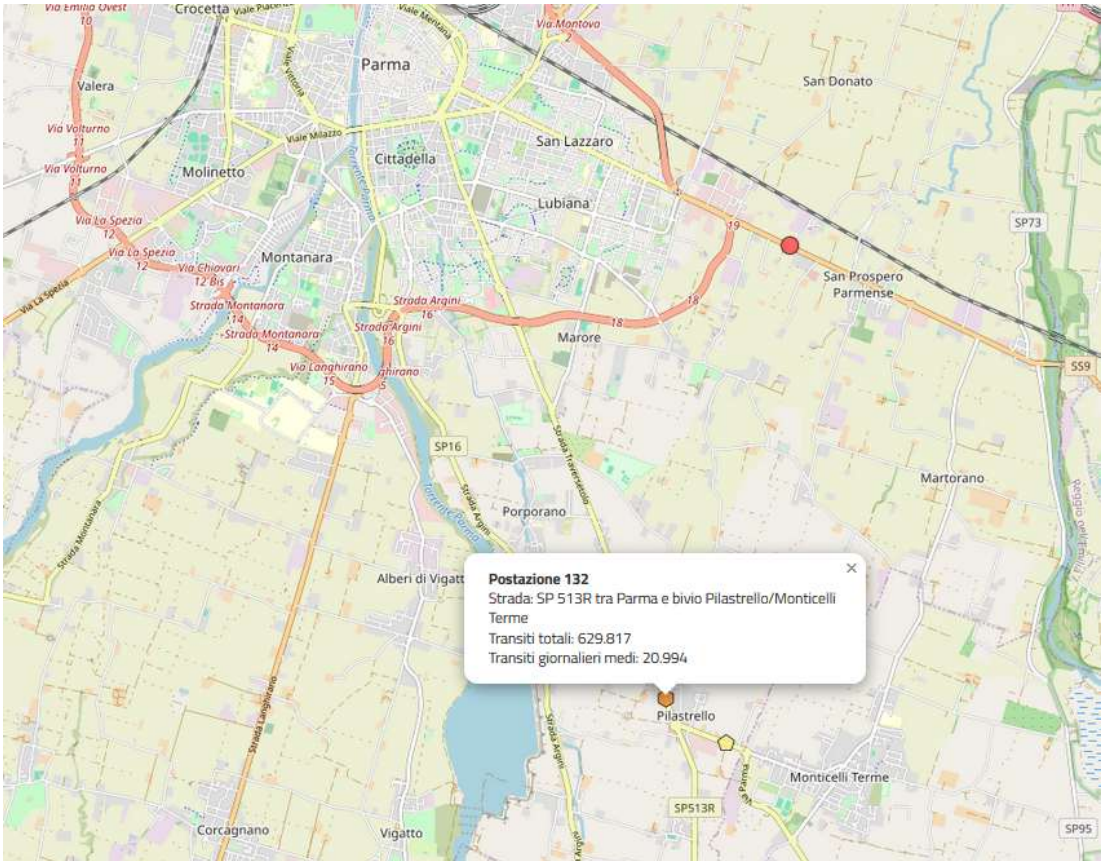


Fig. 3.8 – Localizzazione di rilievo dei flussi veicolari della Postazione n°132

Nelle figure successive sono riportate le distribuzioni dei flussi veicolari in una giornata media feriale e del sabato/domenica disaggregati per fascia oraria.

Si evidenzia che le ore di punta:

- per i veicoli leggeri si registrano fra le 8.00 e le 9.00 del mattino e fra le 18.00 e le 19.00 della sera.

F-INGEGNERIA SRL *- Via Gazzani n.8/2 - 40012 - Calderara di Reno (Bo)*
P.IVA: 03891501201 - Tel. 051.0266175 - Mob. 338.5901001
email: info@f-ingegneria.it - www.f-ingegneria.it

Società Certificata con Sistema di Gestione Qualità UNI EN ISO 9001:2015 - Reg. Numero 20155-A

Postazione	DIREZIONE							
132	DA PARMA A SAN POLO D'ENZA				DA SAN POLO D'ENZA A PARMA			
ORA	Auto	Medi	Pesanti	Totale	Auto	Medi	Pesanti	Totale
0	85	3	2	**90**	46	2	2	**49**
1	36	1	2	**39**	19	1	3	**23**
2	16	1	1	**19**	11	1	2	**15**
3	17	2	2	**20**	13	4	3	**19**
4	44	3	1	**48**	38	8	5	**51**
5	149	6	5	**159**	162	16	11	**189**
6	189	22	22	**233**	389	37	21	**447**
7	566	46	36	**648**	1003	81	33	**1118**
8	681	67	37	**785**	1036	71	35	**1142**
9	458	60	37	**555**	723	58	44	**825**
10	457	58	39	**554**	593	56	39	**688**
11	474	57	41	**572**	536	54	41	**631**
12	532	44	37	**613**	545	50	37	**633**
13	550	39	38	**627**	529	45	36	**610**
14	527	46	43	**615**	588	58	41	**686**
15	584	52	34	**670**	568	57	42	**667**
16	667	59	30	**756**	677	58	35	**769**
17	849	64	25	**938**	830	45	28	**904**
18	852	43	17	**912**	740	29	17	**786**
19	724	29	13	**766**	542	17	11	**570**
20	458	14	8	**480**	340	8	6	**353**
21	260	8	5	**273**	231	5	4	**240**
22	208	4	3	**215**	169	4	4	**177**
23	171	3	3	**177**	98	2	3	**103**
Totale	**9553**	**730**	**481**	**10764**	**10424**	**766**	**504**	**11694**

Fig. 3.9 Distribuzione dei flussi veicolari e individuazione dell'ora di punta(Media feriale)

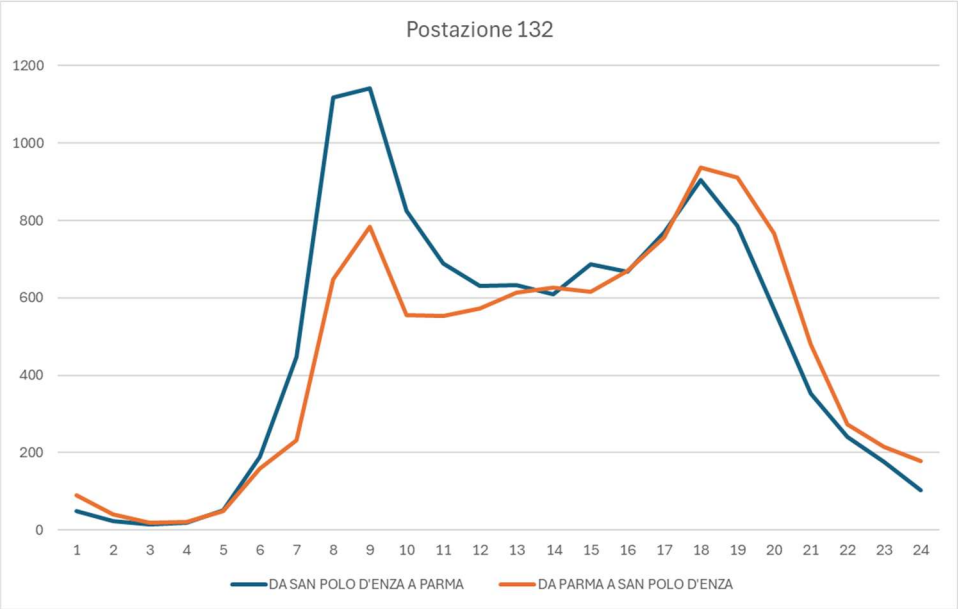


Fig. 3.10 Distribuzione dei flussi veicolari (Media feriale)

F-INGEGNERIA SRL *- Via Gazzani n.8/2 - 40012 - Calderara di Reno (Bo)*
P.IVA: 03891501201 - Tel. 051.0266175 - Mob. 338.5901001
email: info@f-ingegneria.it - www.f-ingegneria.it

Società Certificata con Sistema di Gestione Qualità UNI EN ISO 9001:2015 - Reg. Numero 20155-A

Dai rilievi MTS emerge che:

- la direzione predominante nell'ora di punta della mattina è nord verso Parma, mentre la sera è sud verso Traversetolo
- l'ora di punta della giornata è quella della sera 7.00÷8.00 del giorno feriale medio.

3.3.2. FLUSSI VEICOLARI RILEVATI

Le analisi dei flussi veicolari nello scenario attuale hanno avuto come obiettivo la ricostruzione di un quadro dei flussi veicolari attuali nell'area d studio, per effettuare le valutazioni e le verifiche sulla rete stradale.

Le analisi sono state svolte sui conteggi effettuati nell'ora di punta della mattina 7.30÷8.30. Nella figura successiva è riportata la localizzazione dell'intersezione dove è stata rilevata la matrice dei movimenti.

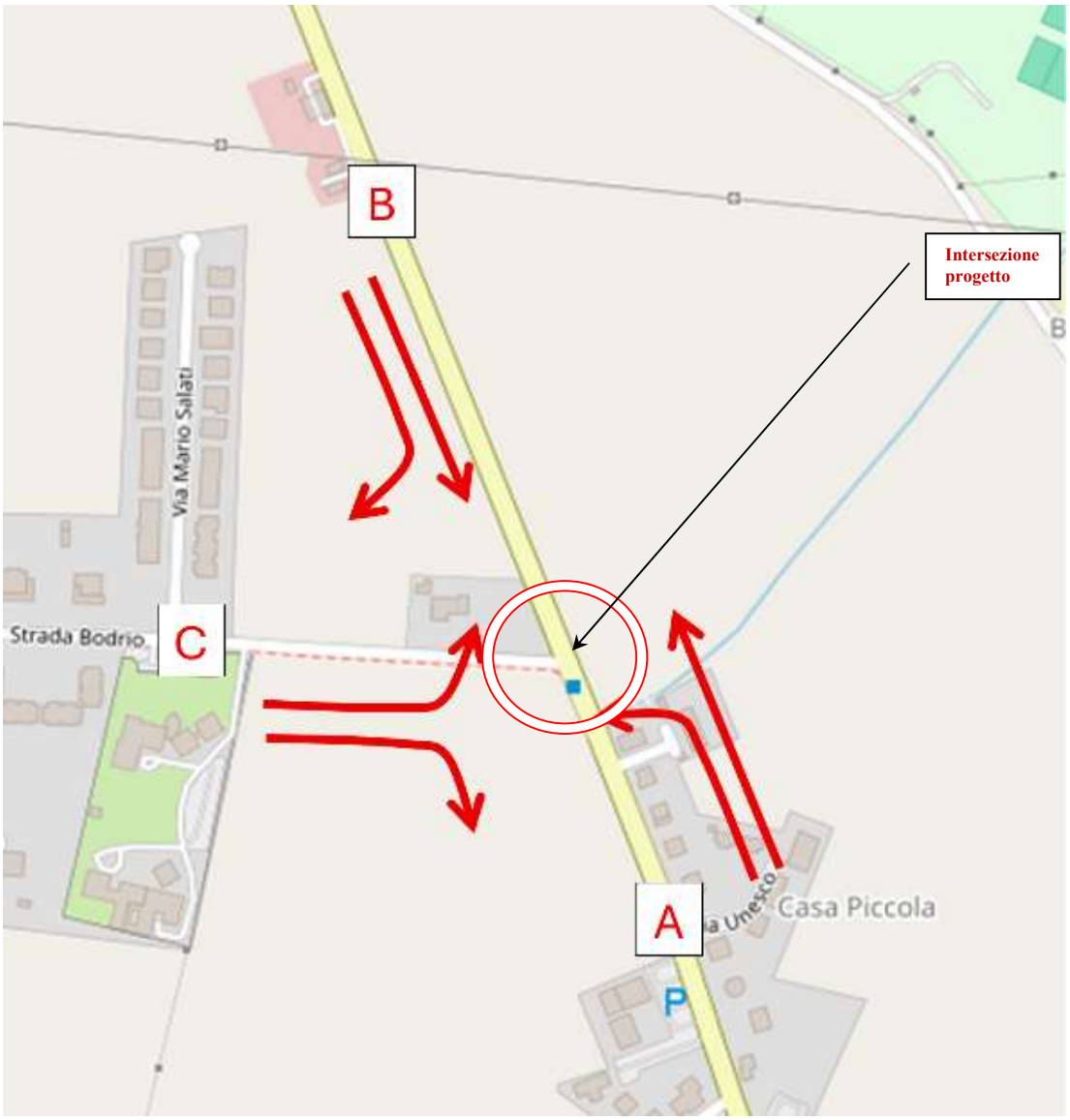


Fig. 3.11 – Localizzazione dei rilievi nell'ora di punta

Di seguito sono riportati i risultati dei conteggi dei flussi veicolari in veicoli leggeri, pesanti e veicoli equivalenti nell'ora di punta della mattina.

F-INGEGNERIA SRL *- Via Gazzani n.8/2 - 40012 - Calderara di Reno (Bo)*
P.IVA: 03891501201 - Tel. 051.0266175 - Mob. 338.5901001
email: info@f-ingegneria.it - www.f-ingegneria.it

Società Certificata con Sistema di Gestione Qualità UNI EN ISO 9001:2015 - Reg. Numero 20155-A

Legg	A	B	C	TOT.
A	0	1028	14	1042
B	802	0	36	838
C	14	22	0	36
TOT.	816	1050	50	1916

Pes	A	B	C	TOT.
A	0	24	0	24
B	40	0	0	40
C	0	0	0	0
TOT.	40	24	0	64

Equ	A	B	C	TOT.
A	0	1076	14	1090
B	882	0	36	918
C	14	22	0	36
TOT.	896	1098	50	2044

Fig. 3.12 – Matrici dei movimenti nell'intersezione

F-INGEGNERIA SRL *- Via Gazzani n.8/2 - 40012 - Calderara di Reno (Bo)*
P.IVA: 03891501201 - Tel. 051.0266175 - Mob. 338.5901001
email: info@f-ingegneria.it - www.f-ingegneria.it

Società Certificata con Sistema di Gestione Qualità UNI EN ISO 9001:2015 - Reg. Numero 20155-A

4. PROPOSTA DI PROGETTO

4.1. ASPETTI NORMATIVI

In questo paragrafo verranno analizzati gli aspetti normativi legati alla progettazione di nuovi tronchi stradali ed all'adeguamento di tronchi stradali esistenti e si descriverà la metodologia e le ipotesi adottate sulle caratteristiche geometriche e di sicurezza dell'ipotesi di progetto.

I riferimenti normativi attuali sono:

- le norme funzionali e geometriche per la costruzione di strade e intersezioni:
  - Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (2001) D.M. 5 novembre 2001 n° 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", Pubblicato sulla G.U. n°5 del 4 gennaio 2002;
  - Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (2006) D.M. 19 aprile 2006, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali", Pubblicato sulla G.U. n°170 del 24 luglio 2006;
- le norme transitorie sull'adeguamento delle strade esistenti (Decreto 22/04/2004, pubblicato sulla G.U. il 25/06/2004).

4.2. GEOMETRIA DELL'INTERSEZIONE

La tratta della SP513R dove si va a inserire il progetto è localizzata in ambito extraurbano con velocità massima consentita pari a 90 km/h.

La normativa definisce convenzionali le rotatorie con anello fino a 50 m di diametro e non convenzionali quelli di diametro maggiore di 50 metri, il cui dimensionamento e verifica deve essere effettuata con il principio dei tronchi di scambio.

La proposta di progetto prevede una rotatoria con diametro esterno della corona giratoria pari a 40 m.

La larghezza delle corsie, escluse banchine pavimentate, dei rami d'accesso sono pari a 5,50 sulla SP513R e 3,50 sulla Strada Bodrio, mentre quelle dei rami di uscita è pari a 4,50 m.

Si riporta di seguito una tabella contenente gli elementi geometrici necessari a caratterizzare in modo completo l'intersezione in oggetto:

F-INGEGNERIA SRL *- Via Gazzani n.8/2 - 40012 - Calderara di Reno (Bo)*
P.IVA: 03891501201 - Tel. 051.0266175 - Mob. 338.5901001
email: info@f-ingegneria.it - www.f-ingegneria.it

Società Certificata con Sistema di Gestione Qualità UNI EN ISO 9001:2015 - Reg. Numero 20155-A

Elementi geometrici	Valore (m)
Diametro esterno della rotatoria (limite asfalto)	40.00
Larghezza dell'anello di circolazione (escluse banchine)	7.50
Larghezza della banchina dell'anello in destra	0.50
Larghezza della banchina dell'anello in sinistra	0.50
Larghezza delle corsie di ingresso (escluse banchine)	3.50 ÷ 5.50
Larghezza delle corsie di uscita (escluse banchine)	4.50
Larghezza delle banchine delle corsie di ingresso e di uscita	0.50
Diametro isola centrale	24.00
Raggio delle corsie di ingresso	10.00÷16.00
Raggio delle corsie in uscita	22.00÷23.30

Fig. 4.1 - Elementi geometrici della proposta progettuale

F-INGEGNERIA SRL *- Via Gazzani n.8/2 - 40012 - Calderara di Reno (Bo)*
P.IVA: 03891501201 - Tel. 051.0266175 - Mob. 338.5901001
email: info@f-ingegneria.it - www.f-ingegneria.it

Società Certificata con Sistema di Gestione Qualità UNI EN ISO 9001:2015 - Reg. Numero 20155-A



Fig. 4.2 - Planimetria progetto della rotatoria sulla SP513R di Val d'Enza

F-INGEGNERIA SRL *- Via Gazzani n.8/2 - 40012 - Calderara di Reno (Bo)*
P.IVA: 03891501201 - Tel. 051.0266175 - Mob. 338.5901001
email: info@f-ingegneria.it - www.f-ingegneria.it

Società Certificata con Sistema di Gestione Qualità UNI EN ISO 9001:2015 - Reg. Numero 20155-A

4.3. VERIFICA DI VISIBILITA' E PERCEZIONE

Nel presente paragrafo è descritta la verifica degli spazi di visibilità e percezione degli utenti negli incroci a rotatoria, dove i conducenti che si approssimano all'intersezione devono vedere i veicoli che percorrono l'anello centrale al fine di dare la precedenza o eventualmente arrestarsi; si prevede una visione completamente libera sulla sinistra di un quarto della sviluppo dell'intero anello, secondo la costruzione geometrica riportata nella figura che segue, posizionando l 'osservatore a 15 metri dalla linea che delimita il bordo esterno dell'anello giratorio.

Gli utenti che si avvicinano ad una rotatoria devono percepire i veicoli con precedenza all'interno della corona in tempo per modificare la propria velocità per cedere il passaggio o eventualmente fermarsi. In particolare, onde garantire un'adeguata visibilità, si devono adottare le seguenti prescrizioni:

- il punto di osservazione si pone ad una distanza di 15,00 m dalla linea di arresto coincidente con il bordo della circonferenza esterna
- la posizione planimetrica si pone sulla mezzeria della corsia di entrata in rotatoria e l'altezza di osservazione si colloca ad 1,00 m sul piano viabile

La zona di cui è necessaria la visibilità completa corrisponde al quarto di corona giratoria posta alla sinistra del canale di accesso considerato.

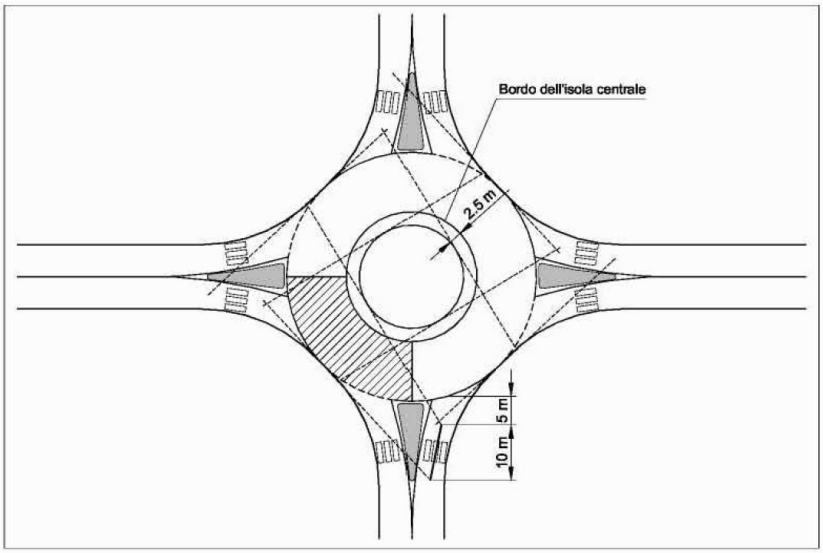


Figura 12: Campi di visibilità in incrocio a rotatoria

F-INGEGNERIA SRL *- Via Gazzani n.8/2 - 40012 - Calderara di Reno (Bo)*
P.IVA: 03891501201 - Tel. 051.0266175 - Mob. 338.5901001
email: info@f-ingegneria.it - www.f-ingegneria.it

Società Certificata con Sistema di Gestione Qualità UNI EN ISO 9001:2015 - Reg. Numero 20155-A



Fig. 4.3 – Verifica visibilità

La verifica delimita le aree da tenere priva di ostacoli visivi.

F-INGEGNERIA SRL *- Via Gazzani n.8/2 - 40012 - Calderara di Reno (Bo)*
P.IVA: 03891501201 - Tel. 051.0266175 - Mob. 338.5901001
email: info@f-ingegneria.it - www.f-ingegneria.it

Società Certificata con Sistema di Gestione Qualità UNI EN ISO 9001:2015 - Reg. Numero 20155-A

4.4. VERIFICA DELL'ANGOLO DI DEVIAZIONE

Il paragrafo 4.5.3 de D.M. 19 aprile 2006, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali" descrive le verifiche geometriche da effettuare nei progetti di rotatorie.

Il criterio principale per definire la geometria delle rotatorie riguarda il controllo della deviazione delle traiettorie in attraversamento del nodo. Infatti. per impedire l'attraversamento di un'intersezione a rotatoria ad una velocità non adeguata, e necessario che i veicoli siano deviati per mezzo dell'isola centrale.

La valutazione del valore della deviazione viene effettuata per mezzo dell'angolo di deviazione (vedi Figura che segue). Per determinare la tangente al ciglio dell'isola centrale corrispondente all'angolo di deviazione, bisogna aggiungere al raggio di entrata Re' un incremento b pari a 3,50 m. Per ciascun braccio di immissione si raccomanda un valore deli 'angolo di deviazione" di almeno 45°.

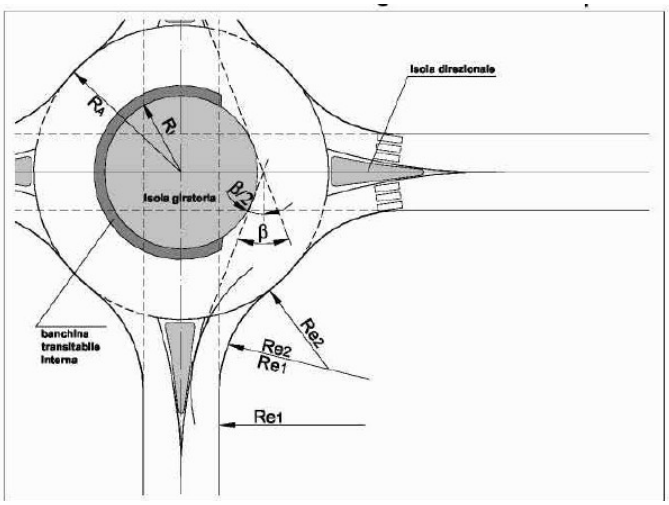


Fig. 4.4 - Verifica visibilità "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali"

Nella figura che segue si evidenzia come la verifica dell'angolo di deviazione risulta soddisfatta.

F-INGEGNERIA SRL *- Via Gazzani n.8/2 - 40012 - Calderara di Reno (Bo)*
P.IVA: 03891501201 - Tel. 051.0266175 - Mob. 338.5901001
email: info@f-ingegneria.it - www.f-ingegneria.it

Società Certificata con Sistema di Gestione Qualità UNI EN ISO 9001:2015 - Reg. Numero 20155-A



Fig. 4.57 -. Verifiche angolo di deviazione

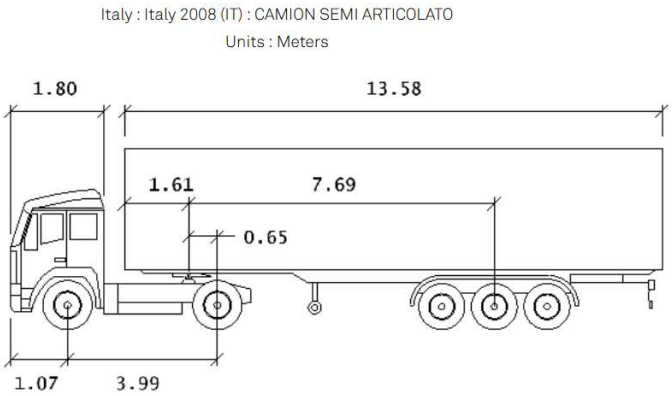
F-INGEGNERIA SRL *- Via Gazzani n.8/2 - 40012 - Calderara di Reno (Bo)*
P.IVA: 03891501201 - Tel. 051.0266175 - Mob. 338.5901001
email: info@f-ingegneria.it - www.f-ingegneria.it

Società Certificata con Sistema di Gestione Qualità UNI EN ISO 9001:2015 - Reg. Numero 20155-A

4.5. VERIFICA DELLE FASCE D'INGOMBRO

Nell'analisi della proposta progettuale è stata effettuata la verifica delle manovre di svolta di veicoli in ingresso e in uscita dalla rotatoria.

Tale verifica è stata effettuata utilizzando il software specialistico AutoTURN prendendo in considerazione veicoli merci autoarticolati di lunghezza pari a 16,97 metri.



Nella figura che segue sono rappresentate le fasce d'ingombro dei veicoli che effettuano le manovre di attraversamento del nodo stradale.

F-INGEGNERIA SRL *- Via Gazzani n.8/2 - 40012 - Calderara di Reno (Bo)*
P.IVA: 03891501201 - Tel. 051.0266175 - Mob. 338.5901001
email: info@f-ingegneria.it - www.f-ingegneria.it

Società Certificata con Sistema di Gestione Qualità UNI EN ISO 9001:2015 - Reg. Numero 20155-A



Fig.4.6 - Verifiche delle fasce di ingombro - Autoarticolato

F-INGEGNERIA SRL *- Via Gazzani n.8/2 - 40012 - Calderara di Reno (Bo)*
P.IVA: 03891501201 - Tel. 051.0266175 - Mob. 338.5901001
email: info@f-ingegneria.it - www.f-ingegneria.it

Società Certificata con Sistema di Gestione Qualità UNI EN ISO 9001:2015 - Reg. Numero 20155-A

4.6. VERIFICA FUNZIONALE INTERSEZIONE

La verifica si basa sulla geometria dell'intersezione, sui flussi di traffico afferenti e della matrice delle svolte, si ottengono l'Indice di congestione dei singoli rami stradali, il relativo Livello di servizio (LOS), la stima della lunghezza della coda in corrispondenza del 95° percentile dei casi.

Verranno di seguito brevemente descritti gli indici utilizzati per la valutazione tecnico-trasportistica degli scenari valutati nel presente studio, ottenuti direttamente come output del metodo di verifica.

- Tempo di ritardo medio dell'intersezione
- Lunghezza massima della coda
- Tempo di ritardo in coda

In particolare, dalla combinazione dei parametri precedenti si è ottenuto il Livello di servizio (LOS) dell'intersezione quantificato secondo la definizione dell'HCM. La tabella seguente sintetizza i valori di riferimento

Livello di servizio	Ritardo medio tot (sec/veic)
A	< 10
B	>10 e <15
C	>15 e < 25
D	> 25 e < 35
E	> 35 e < 50
F	> 50

Fig. 4.7 – Livello di servizio per intersezioni non semaforizzate (HCM)

Il Livello di Servizio LOS descrive sinteticamente la qualità della percorrenza dello specifico ramo dell'intersezione con sei livelli espressi dalle lettere da A - situazione migliore - alla E - situazione peggiore -, mentre con la lettera F è identificato un ultimo livello di servizio, più scadente, caratterizzato da flussi di traffico che si muovono a singhiozzo.

I Livelli di Servizio definiti come proposto dal manuale HCM (Highway Capacity Manual) definiscono i seguenti stadi di circolazione:

- LdS A, circolazione libera, cioè ogni veicolo si muove senza alcun vincolo ed in libertà assoluta di manovra entro la corrente: massimo comfort, flusso stabile;
- LdS B, il tipo di circolazione può considerarsi ancora libera ma si verifica una modesta riduzione nella velocità e le manovre cominciano a risentire della presenza degli altri utenti: comfort accettabile, flusso stabile;
- LdS C, la presenza degli altri veicoli determina vincoli sempre maggiori nel mantenere la velocità desiderata e nella libertà di manovra: si riduce il comfort ma il flusso è stabile;
- LdS D, si restringe il campo di scelta della velocità e la libertà di manovra; si ha elevata densità ed insorgono problemi di disturbo: il comfort si abbassa ed il flusso può divenire instabile;
- LdS E, il flusso si avvicina al limite della capacità compatibile con l'arteria e si riducono la velocità e la libertà di manovra: il flusso diviene instabile in quanto anche modeste perturbazioni possono causare fenomeni di congestione.
- LdS F, il flusso congestionato.

L'immagine seguente mostra la curva di deflusso con la separazione dei livelli di servizio.

F-INGEGNERIA SRL - Via Gazzani n.8/2 - 40012 - Calderara di Reno (Bo)
P.IVA: 03891501201 - Tel. 051.0266175 - Mob. 338.5901001
email: info@f-ingegneria.it - www.f-ingegneria.it

Società Certificata con Sistema di Gestione Qualità UNI EN ISO 9001:2015 - Reg. Numero 20155-A

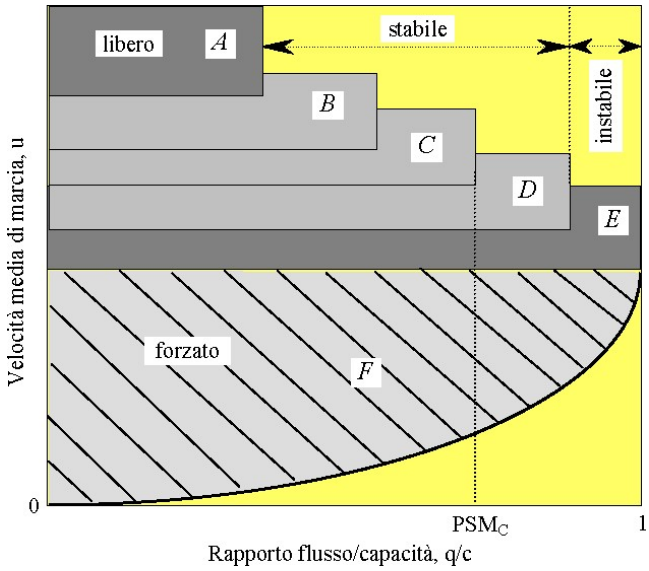


Fig. 4.8 – Curva di deflusso con intervalli del livello di servizio

Nella verifica dei livelli di servizio viene adottato come parametro caratteristico la capacità delle entrate, definita come il più piccolo valore del flusso sul ramo d'ingresso che determina la presenza di veicoli in attesa.

La metodologia utilizzata è quella proposta dal manuale HCM (Highway Capacity Manual), citata anche dal DM. 5 Novembre 2001 "Norma funzionali e geometriche per la costruzione delle strade". Il metodo fornisce per ciascun ramo il ritardo e da questo il livello di servizio.

Sinteticamente la procedura calcola il ritardo inteso come differenza tra il tempo di percorrenza con intersezione libera e quella effettiva di viaggio considerando per ciascun ramo i flussi di veicoli equivalenti e la capacità di carico massimo di ciascun ramo di ingresso.

$$D_i = \frac{3600}{c_i} + 900\left[X_i - 1 + \sqrt{(X_i-1)^2 + \frac{\left(\frac{3600}{c_i}\right)X_i}{450}}\right] + 5 \cdot min[X_i; 1]$$

dove:

c_i – è la capacità di carico del ramo i-esimo

X_i – è il rapporto vi / ci

v_i – Flusso di veicoli sul ramo i-esimo

D_i – Indice di ritardo del ramo i-esimo

Per l'intersezione in oggetto la verifica è stata condotta nell'ora di punta della sera.

Di seguito si riportano la verifica funzionale dell'intersezione di progetto effettuata con la matrice di movimenti nell'ora di punta dello Scenario futuro.

I risultati delle verifiche mostrano che il Livello di Servizio (LdS) delle manovre all'intersezione nell'ora di punta della mattina è pari a C nel ramo A, relativo alla SP513R lato sud per le provenienze da Traversetolo, mentre i rami B e C hanno rispettivamente LdS pari a B e A.

F-INGEGNERIA SRL *- Via Gazzani n.8/2 - 40012 - Calderara di Reno (Bo)*
P.IVA: 03891501201 - Tel. 051.0266175 - Mob. 338.5901001
email: info@f-ingegneria.it - www.f-ingegneria.it

Società Certificata con Sistema di Gestione Qualità UNI EN ISO 9001:2015 - Reg. Numero 20155-A

CALCOLO CAPACITA' ROTATORIA
Metodo SETRA / ROUNDBOUT FHA

VERIFICA ROTATORIA: SP513R - Sud / SP513R - Nord / Strada Bodrio



Formule
Qe = (1330 - 0,7 Qd)*(1+ 0,1 (ENT - 3,5)) capacità ramo di entrata (Calcolata)
Fe = flusso ramo di entrata (Rilevato)
Qd = (Qc+ 2/3 Qu')*(1 - 0,085 (ANN - 8)) traffico di disturbo
Qc = traffico in rotatoria prima dell'entrata del ramo
Qu' = Qu (15 - SEP)/15
SEP = larghezza isola spartitraffico ai rami
ANN = larghezza dell'anello
ENT = larghezza del ramo di entrata

delta = fattore che moltiplicato per il flusso rilevato determina la capacità del ramo
Qe (ampl) = capacità semplice datao dal ramo che per primo raggiunge la capacità calcolata
K = capacità di ciascun ramo
delta K = riserve di capacità nei rami
Qequ = flussi entranti rapportati ad una entrata di m.3,5
Q max = flussi che determinano il contemporaneo raggiungimento della capacità su tutti i rami
Q pratica = 80% della Qmax (oppure Qmax-150)
Ritardo (sec/veic) = secondi di ritardo per veicolo in coda
Q_{95} (veic) = numero di veicoli in coda

Ramo	SEP	ANN	ENT	Qu	Qc	Qu'	Qd	Qe	Fe	Fe / Qe
A	7.65	7.50	5.50	896	22	439	328	1320	1090	0.83
B	7.65	7.50	5.50	1098	14	538	389	1270	918	0.72
C	4.00	7.50	3.50	50	882	37	945	669	36	0.05

delta	Qe (ampl)	K	delta K	Qequ	Ritardo (sec/veic)	Q_{95} (veic.)	Q_{95} Lung. Coda (m)	LdS Ramo
1.17	1274	1274	0	908	15.13	13	57.00	C
1.28	1073	1215	142	765	10.13	8	34.00	B
1.91	42	557	515	36	5.69	0	1.00	A

Numero di rami = 3

RAMO	
A	SP513R - Sud
B	SP513R - Nord
C	Strada Bodrio

Qe (R)		
A	B	C
1090	918	36

		destinazione			
M	totali	A	B	C	TOT.
origine	A	0	1076	14	**1090**
	B	882	0	36	**918**
	C	14	22	0	**36**
	TOT.	**896**	**1098**	**50**	**2044**

(*): VEICOLI EQUIVALENTI

		destinazione			
N	totali	A	B	C	TOT.
origine	A	0.00	0.99	0.01	**1.00**
	B	0.96	0.00	0.04	**1.00**
	C	0.39	0.61	0.00	**1.00**
	TOT.	**1.35**	**1.60**	**0.05**	**3.00**

Qc
22
14
882

N(Qc)
0.61
0.01
0.96

	Q max
A	**954**
B	**1223**
C	**449**
	2626

	Q pratica
A	**804**
B	**1073**
C	**299**
	2176

RIT.TOTALE (sec.)
13

LIV. DI SERVIZIO INTERSEZIONE
B

LdS	Ritardo totale
A	< 10
B	>10 e <15
C	>15 e < 25
D	> 25 e < 35
E	> 35 e < 50
F	> 50

Fig. 4.9 – Verifica funzionale dell'intersezione a rotatoria

F-INGEGNERIA SRL *- Via Gazzani n.8/2 - 40012 - Calderara di Reno (Bo)*
P.IVA: 03891501201 - Tel. 051.0266175 - Mob. 338.5901001
email: info@f-ingegneria.it - www.f-ingegneria.it

Società Certificata con Sistema di Gestione Qualità UNI EN ISO 9001:2015 - Reg. Numero 20155-A