

IL CONCEDENTE

IL CONCESSIONARIO



AUTOSTRADA REGIONALE CISPADANA DAL CASELLO DI REGGIOLO-ROLO SULLA A22 AL CASELLO DI FERRARA SUD SULLA A13

CODICE C.U.P. E81B08000060009

PROGETTO DEFINITIVO

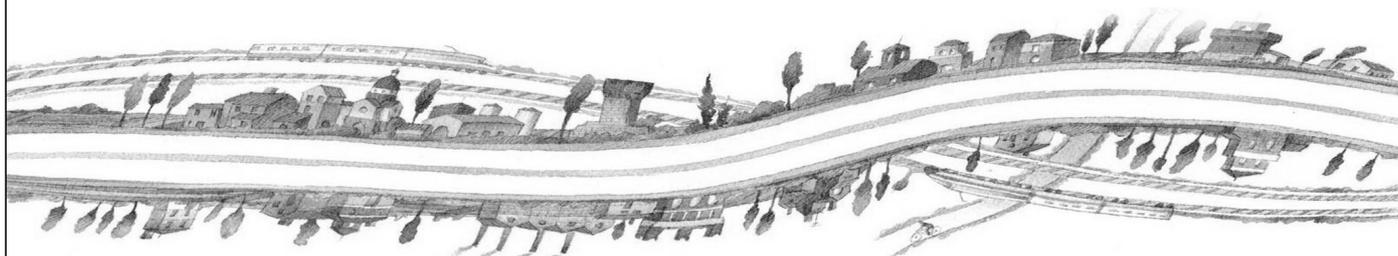
ASSE AUTOSTRADALE (COMPRESIVO DEGLI INTERVENTI LOCALI DI COLLEGAMENTO VIARIO AL SISTEMA AUTOSTRADALE)

PROGETTAZIONE STRADALE

VIABILITA' INTERFERITA

V24 - CAVALCAVIA SP 8 DIRAMAZIONE S. FELICE

RELAZIONE TECNICA



IL PROGETTISTA
Ing. Antonio De Fazio
Albo Ing. Bologna n° 3696

**RESPONSABILE INTEGRAZIONE
PRESTAZIONI SPECIALISTICHE**
Ing. Emilio Salsi
Albo Ing. Reggio Emilia n° 945

IL CONCESSIONARIO

*Autostrada Regionale
Cispadana S.p.A.*
IL PRESIDENTE
Graziano Pattuzzi



G					
F					
E					
D					
C					
B					
A	17.04.2012	EMISSIONE	LUCARELLI	DE FAZIO	SALSI
REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDAZIONE	CONTROLLO	APPROVAZIONE

IDENTIFICAZIONE ELABORATO

NUM. PROGR.	FASE	LOTTO	GRUPPO	CODICE OPERA WBS	TRATTO OPERA	AMBITO	TIPO ELABORATO	PROGRESSIVO	REV.
1763	PD	0	V24	VCS24	0	SD	RT	01	A

DATA: **MAGGIO 2012**

SCALA: _

INDICE

1	VIABILITA' V24	2
1.1	DESCRIZIONE DEL TRACCIATO PLANO ALTIMETRICO.....	2
1.2	PIATTAFORMA STRADALE E SEZIONE TIPO	3
1.3	INTERSEZIONI IN ROTATORIA.....	5
1.4	CRITERI PROGETTUALI PRINCIPALI.....	7
1.4.1	Caratteristiche planimetriche	7
1.4.2	Caratteristiche altimetriche	10
1.4.3	Analisi di visibilità	13
2	VERIFICA DELLA FUNZIONALITA' DELLE ROTATORIE.....	19
2.1	DATI SUI FLUSSI DI TRAFFICO	19
2.1.1	Verifica funzionale	21
2.2	ANALISI DELLA VISIBILITÀ.....	25
2.3	ANALISI DELL'ANGOLO DI DEVIAZIONE	28
3	BARRIERE DI SICUREZZA	30
3.1	RIFERIMENTI NORMATIVI.....	30
3.1.1	Campo di applicazione del D.M. 223/1992 e s.m.i.	30
3.1.2	Dispositivi di ritenuta impiegabili.....	30
3.1.3	Criteri di scelta delle tipologie di classi dei dispositivi di ritenuta	31
3.1.4	Definizione delle tipologie e classi dei dispositivi di ritenuta	34
3.2	ANALISI DEI FLUSSI.....	34
3.2.1	Asse principale	34
3.3	MODALITÀ DI INSTALLAZIONE DELLE BARRIERE DA BORDO LATERALE E BORDO PONTE....	35
3.3.1	Richiami normativi	35
4	PROGETTO DELLA SEGNALETICA.....	39

1 VIABILITA' V24

1.1 DESCRIZIONE DEL TRACCIATO PLANO ALTIMETRICO

Dal punto di vista planimetrico il tracciato del progetto definitivo (fig. 1-1) si distacca dalla viabilità di via Casarino, S.P. 8, in incrocio con via 1° Maggio. attraverso la realizzazione di una rotatoria a 3 bracci con raggio di 23,50 m. Da qui la strada presenta un tratto in curva con raggio di 340 m e si allaccia all'impalcato tramite la rampa sud; lungo tale tratto viene previsto uno svincolo a raso per il collegamento con Via Villa Gardè. Oltrepassata l'autostrada la rampa nord prosegue con un tratto in curva a sinistra avente raggio di 235 m e con una successiva curva a destra di raggio 180 m; l'intervento termina in una rotatoria a 4 bracci di raggio esterno 23,50 m. che ricollega il tracciato alla S.P.8 in corrispondenza con via Rotta.



figura 1-1 - Planimetria

La lunghezza della bretella stradale è di circa 1357,24 metri oltre ai raccordi che si dipartono dalle rotatorie sino al limite di intervento su via Villanova

Dal punto di vista altimetrico (fig. 1-2) la rampa sud presenta una pendenza del 4,70% e con raccordo altimetrico di raggio $R=2000$ m.. La rampa nord presenta una pendenza del 4,64% con raccordo altimetrico di raggio $R=2200$ m.. In colmo al cavalcavia le due livellette vengono raccordate con un raggio di 2150 metri.

La quota media del terreno è di 15,50 m.s.l.m., la quota dell'asse autostradale è di 18,51 m.s.l.m.; la quota del cavalcavia al colmo è di 26,35 m.s.l.m..

Nei tratti in curva la pendenza massima trasversale è di circa il 6,88%.

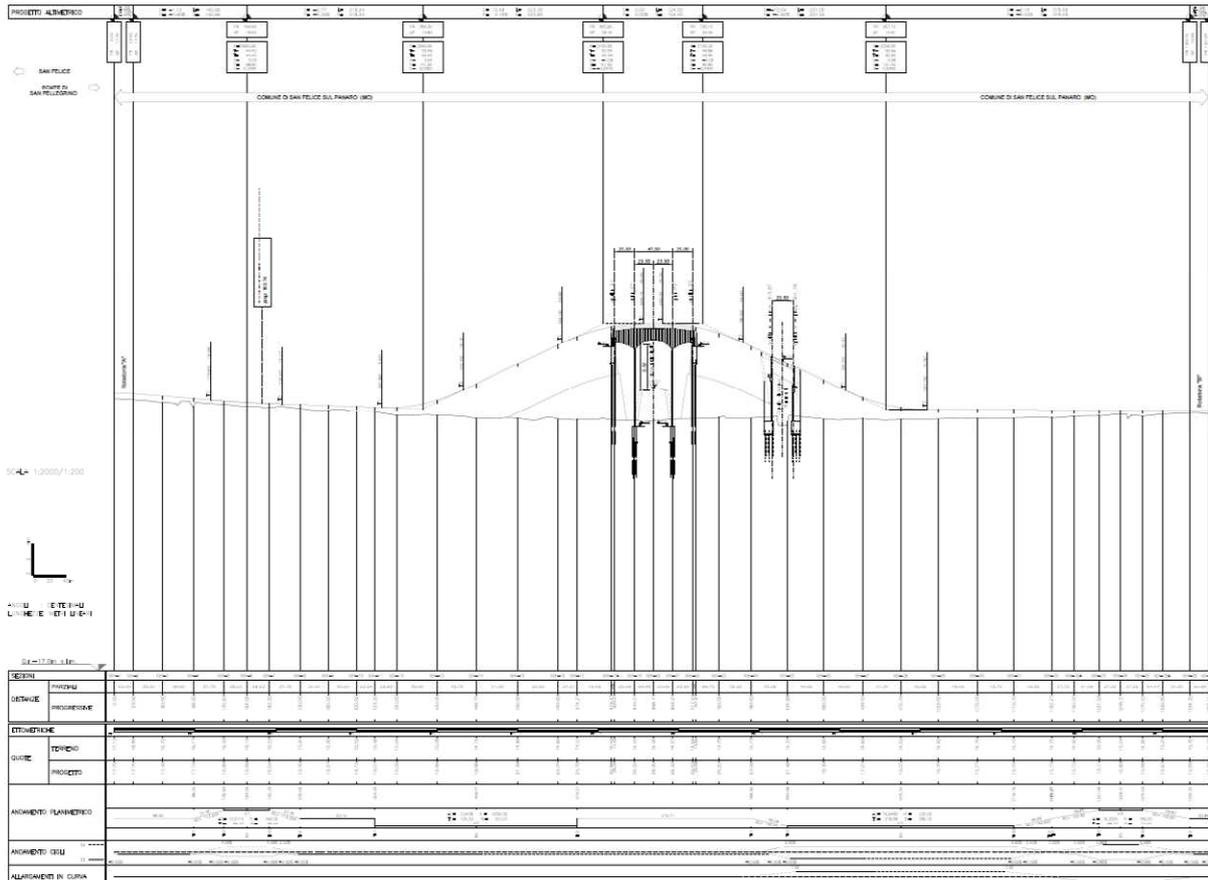


figura 1-2 - Profilo altimetrico

Per il nuovo tratto di strada provinciale è consentita una velocità di progetto pari a 70 Km/h.

1.2 PIATTAFORMA STRADALE E SEZIONE TIPO

La viabilità V24 – Cavalcavia VCV24 S.P. “Via Villanova”, Diramazione San Felice, viene realizzata con una piattaforma stradale di tipo: C2

Per le strade di categoria C2 la piattaforma è costituita da due corsie per senso di marcia oltre alla banchina per una larghezza della carreggiata stradale pari a 9,50 m. La pendenza trasversale in rettilineo corrente è pari al 2,50% verso l'esterno per ciascuna corsia. Le due corsie sono di larghezza pari a 3,50 m, la banchina è di larghezza pari a 1,25 m (fig. 1-3).

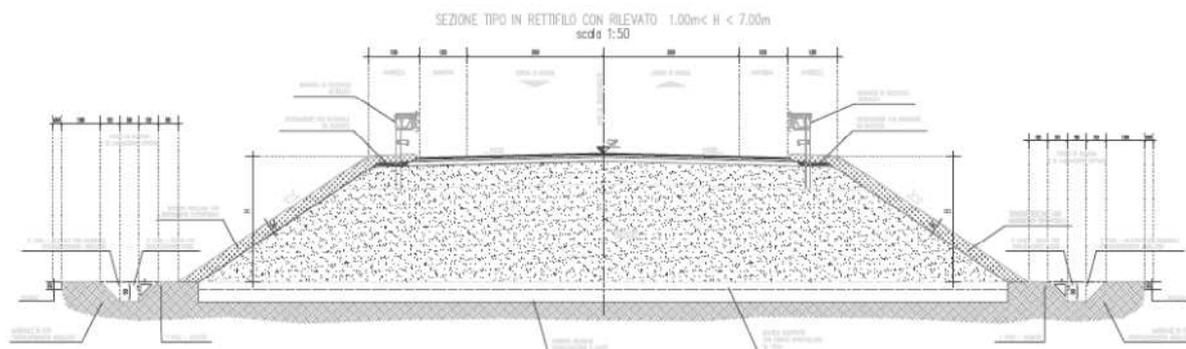


figura 1-3 - Sezione in rettilineo

Nei tratti in rilevato la piattaforma pavimentata è completata in destra e sinistra da arginelli in terra di larghezza pari a 1,30 m, rialzati di circa 10 cm dal piano del finito. L'arginello ha la funzione di consentire l'inserimento delle barriere di sicurezza e degli elementi componenti il sistema di smaltimento delle acque di piattaforma (fig. 1-3 e 1-4).

Nelle sezioni in curva è ammessa una pendenza massima del 7,0 %.

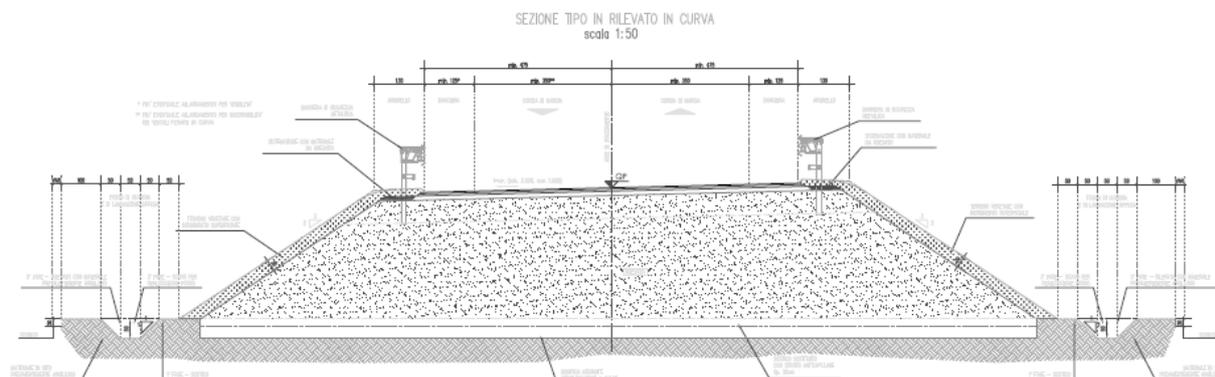


figura 1-4 - Sezione in curva tipologica C2

Nelle sezioni in curva è ammessa una pendenza massima del 7,0 %.

Il valore della piattaforma ed in particolare quello della banchina sopra indicati rappresentano la larghezza corrente della carreggiata; in alcuni punti del tracciato, a causa della composizione plano-altimetrica e della velocità di progetto, si è reso necessario operare allargamenti della sede stradale al fine di garantire le visuali libere per l'arresto.

Tali allargamenti sono indicati nelle sezioni trasversali e opportunamente analizzati negli specifici elaborati relativi alle verifiche di tracciato.

In corrispondenza dell'opera d'arte la piattaforma mantiene inalterate le sue dimensioni prevedendo lateralmente la realizzazione di marciapiedi di servizio per l'installazione delle barriere di sicurezza e delle reti di protezione.

Nei tratti in cui il rilevato è di altezza inferiore ad un metro sul piano campagna, la pendenza delle scarpate è prevista pari a 2/3, e il fosso laterale dovrà prevedere le stesse caratteristiche o essere sostituito da un collettore; in approccio alle intersezioni a raso questa configurazione consente di non installare la barriera di sicurezza garantendo la richiesta distanza di visibilità. Le scarpate sono previste inerbite superficialmente stendendo una coltre di terreno vegetale spessa 30 cm.

Per la formazione del rilevato è prevista la preparazione del piano di posa con la sostituzione della coltre erbosa di 20 cm (scotico) e bonifica mediante stabilizzazione a calce. Nei tratti in rilevato e in corrispondenza delle intersezioni a raso la sovrastruttura stradale prevede la seguente composizione.

Strato d'usura 4cm

Binder 5cm

Base 12 cm

Per il calcolo delle pavimentazioni si veda l'elaborato: PD_0_C00_CCS00_0_SD_RC_01_A

1.3 INTERSEZIONI IN ROTATORIA

Le intersezioni, previste in progetto, fra le viabilità di collegamento in raccordo alla viabilità locale sono risolte attraverso l'introduzione di intersezioni a raso a "rotatoria " con le caratteristiche geometriche di seguito specificate:

ROTATORIA	INTERSEZIONI	N° BRACCI	Raggio esterno (m)
<i>Sud C24-1</i>	<i>Via 1* Maggio</i>	<i>3</i>	<i>23,50</i>
<i>Nord C24-2</i>	<i>Via Rotta</i>	<i>4</i>	<i>23,50</i>

SEZIONE TIPO ROTATORIA

SEZIONE IN RILEVATO H<1.00 m
Scala 1:100

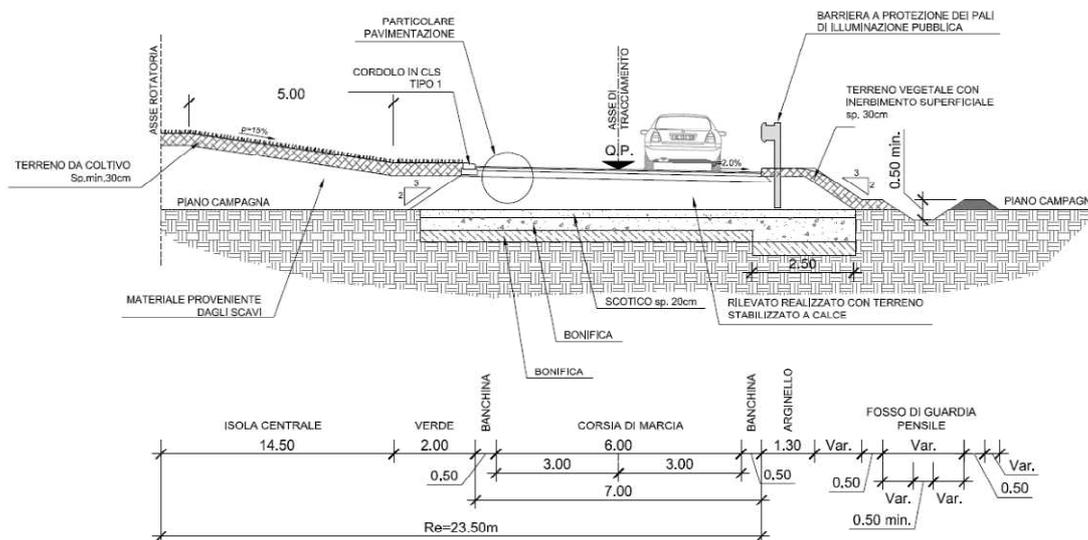


figura 1-5 - Sezione rotatoria

Le rotatorie in progetto sono caratterizzate da un anello di circolazione costituito da una corsia larga 6,00 m e da un'aiuola centrale sistemata a verde larga 2,00 metri. È prevista la realizzazione delle banchine laterali di larghezza 1,00 m e 0,50 m oltre all'arginello esterno di larghezza 1,30 m, sul quale può eventualmente essere collocato il dispositivo di ritenuta.

Le caratteristiche geometriche adottate per le rotatorie di diametro sono:

anello di 6,00 metri di larghezza a una corsia oltre le banchine laterali ;

ingressi con una corsia di marcia: 3,50 metri oltre le banchine laterali;

uscite con una corsia di marcia: 4,00 metri oltre le banchine laterali; ;

isole spartitraffico laterali sormontabili;

isola centrale larga 2,00, non valicabile a verde.

Tali geometrie consentono velocità nell'anello ridotte allo scopo di garantire un'adeguata sicurezza della circolazione a tutte le tipologie di utenti della strada ed una migliore protezione degli utenti "deboli".

Le intersezioni a raso sono previste illuminate con pali lungo il contorno esterno delle rotatorie secondo le indicazioni riportate nella relazione specifica sugli impianti, al fine di non costituire un ostacolo in caso di svio di un veicolo verso il centro della rotatoria stessa.

1.4 CRITERI PROGETTUALI PRINCIPALI

1.4.1 Caratteristiche planimetriche

La normativa di riferimento richiede il rispetto delle seguenti condizioni:

(a) *Raggio minimo delle curve planimetriche.*

Le curve circolari devono aver un raggio superiore al raggio minimo previsto dal DM 05/11/2001 che risulta:

- pari a 118 metri nel caso di strade extraurbane secondarie TIPO C

(b) *Relazione raggio della curva (R)/lunghezza del rettilo (L) che la precede:*

$$\text{per } L < 300 \text{ m} \quad R \geq L$$

$$\text{per } L \geq 300 \text{ m} \quad R \geq 400 \text{ m}$$

(c) *Compatibilità tra i raggi di due curve successive.*

Nel caso di passaggio da curve di raggio più grande a curve a curve di raggio più piccolo si dovrà fare riferimento all'abaco estratto dalla norma e riportato in **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**

(d) *Lunghezza massima dei rettili:*

$$L_{\max} = 22 \cdot V_{p,\max}$$

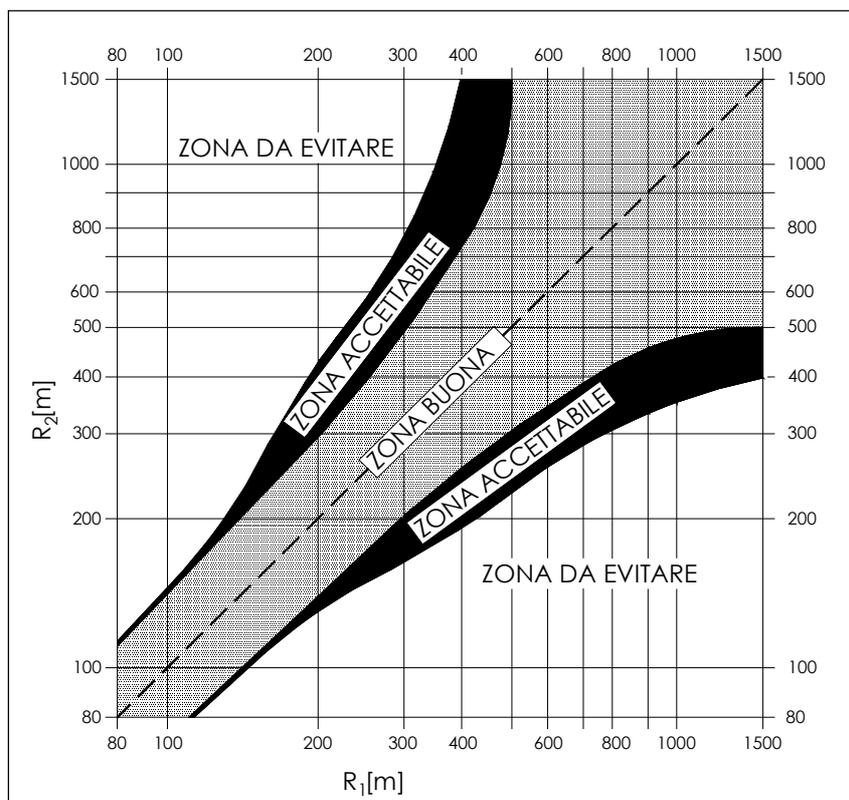
dove V è la velocità massima dell'intervallo delle velocità dei progetto, espressa in km/h ed L si ottiene in metri.

(e) *Lunghezza minima dei rettili.*

La verifica è stata eseguita facendo riferimento alla tabella estratta dalla norma e riportata in Tabella 1; per velocità la norma intende la massima desunta dal diagramma di velocità per il rettilo considerato.

V_p [km/h]	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
L_{\min} [m]	30	40	50	65	90	115	150	190	250	300	360

Tabella 1 – Lunghezza minima dei rettili in relazione alla velocità



Abaco di Koppel (DM 05/ 11/01)

(f) *Congruenza del diagramma delle velocità.*

La norma prevede che per $V_{p,max} \leq 100$ km/h (e quindi per strade tipo C e F) nel passaggio da tratti caratterizzati dalla $V_{p,max}$ a curve a velocità inferiore, la differenza di velocità di progetto non deve superare 10 km/h (f1). Inoltre, fra due curve successive (nel caso di $V_{p1} > V_{p2}$) tale differenza, comunque mai superiore a 20 km/h, è consigliabile che non superi i 15 km/h (f2).

(g) *Lunghezza minima delle curve circolari.*

La Norma prevede che una curva circolare, per essere percepita dagli utenti deve essere percorsa per almeno 2.5 secondi e quindi deve avere uno sviluppo minimo pari a:

$$L_{c,min} = 2.5 \cdot v_p$$

con v_p in m/s ed $L_{c,min}$ in m.

(h) *Verifica del parametro A degli elementi a curvatura variabile (Clotoidi)*

Criterio 1 (Limitazione del contraccolpo)

Affinché lungo un arco di clotoide si abbia una graduale variazione dell'accelerazione trasversale non compensata nel tempo (contraccolpo), fra il parametro A e la massima velocità V (km/h), desunta dal diagramma di velocità, per l'elemento di clotoide deve essere verificata la relazione:

Nello sviluppo del presente progetto tutti i parametri suddetti, previsti dal DM 05/11/2001 risultano rispettati.

Si riportano, a titolo d'esempio, i dati relativi alle curve.

UN.MIS.ANGOLI : CENT. - UN.MIS.LUNGHEZZE : METRI LIN. - LARG.PIATTAFORMA : 9.50

VERTICE 1

COORDINATA VERTICE EST	: 214054.5523	ANGOLO AL VERTICE	: 182.3549
COORDINATA VERTICE NORD	: 202618.3971	ANGOLO AL CENTRO	: 17.6451
Azimut retta entrata	: 399.0325	Azimut retta uscita	: 16.6777
Lunghezza retta entrata	: 98.0483	Lunghezza retta uscita	: 93.1368

CURVA CIRCOLARE

SENSO DELLA CURVA	:	DESTROSO
ANGOLO AL VERTICE	:	189.4285
ANGOLO AL CENTRO	:	10.5715
RAGGIO CURVA	Rg :	340.0000
TANGENTE	Tc :	28.2948
SVILUPPO CURVA	Sc :	56.4595
BISSETTRICE	Bs :	3.4679
COORDINATE CENTRO EST	:	214395.4089
COORDINATE CENTRO NORD	:	202576.1249

VERTICE 2

COORDINATA VERTICE EST	: 214128.3632	ANGOLO AL VERTICE	: 196.9562
COORDINATA VERTICE NORD	: 202893.6729	ANGOLO AL CENTRO	: 3.0438
Azimut retta entrata	: 16.6777	Azimut retta uscita	: 13.6339
Lunghezza retta entrata	: 93.1368	Lunghezza retta uscita	: 215.7149

CURVA CIRCOLARE

SENSO DELLA CURVA	:	SINISTROSO
ANGOLO AL VERTICE	:	196.9562
ANGOLO AL CENTRO	:	3.0438
RAGGIO CURVA	Rg :	5250.0000
TANGENTE	Tc :	125.5288
SVILUPPO CURVA	Sc :	251.0097
BISSETTRICE	Bs :	1.5005
COORDINATE CENTRO EST	:	209024.9772
COORDINATE CENTRO NORD	:	204132.1031

VERTICE 3

COORDINATA VERTICE EST	: 214247.3629	ANGOLO AL VERTICE	: 111.5422
COORDINATA VERTICE NORD	: 203440.8077	ANGOLO AL CENTRO	: 88.4578
Azimut retta entrata	: 13.6339	Azimut retta uscita	: 325.1761
Lunghezza retta entrata	: 215.7149	Lunghezza retta uscita	: 0.0003

CURVA CIRCOLARE

SENSO DELLA CURVA	:	SINISTROSO
ANGOLO AL VERTICE	:	123.9520
ANGOLO AL CENTRO	:	76.0480
RAGGIO CURVA	Rg :	235.0000
TANGENTE	Tc :	159.8354
SVILUPPO CURVA	Sc :	280.7215
BISSETTRICE	Bs :	71.3890
COORDINATE CENTRO EST	:	213975.6902
COORDINATE CENTRO NORD	:	203299.1484

VERTICE 3

COORDINATA VERTICE EST	: 213963.4778	ANGOLO AL VERTICE	: 159.9414
COORDINATA VERTICE NORD	: 203559.3180	ANGOLO AL CENTRO	: 40.0586
Azimut retta entrata	: 325.1761	Azimut retta uscita	: 365.2347
Lunghezza retta entrata	: 0.0003	Lunghezza retta uscita	: 22.8880

CURVA CIRCOLARE

SENSO DELLA CURVA	:	DESTROSO
ANGOLO AL VERTICE	:	180.7465
ANGOLO AL CENTRO	:	19.2535
RAGGIO CURVA	Rg :	180.0000
TANGENTE	Tc :	27.4284
SVILUPPO CURVA	Sc :	54.4379
BISSETTRICE	Bs :	10.1331
COORDINATE CENTRO EST	:	214087.4252
COORDINATE CENTRO NORD	:	203703.4971

1.4.2 Caratteristiche altimetriche

La normativa di riferimento richiede il rispetto delle seguenti condizioni:

(i) *Pendenze longitudinali massime*

La pendenza massima delle livellette, consentita dal DM 05/11/01 per strade di tipo C (strade extraurbane secondarie), è pari al 7%.

I suddetti valori della pendenza massima possono essere aumentati di una unità qualora, da una verifica da effettuare di volta in volta, risulti che lo sviluppo della livelletta sia tale da non penalizzare eccessivamente la circolazione, in termini di riduzione delle velocità e della qualità del deflusso.

(j) *Raccordi verticali convessi*

In base a quanto indicato dalla norma il raggio minimo dei raccordi verticali convessi (dossi) viene determinato come di seguito:

– se D è inferiore allo sviluppo L del raccordo si ha

$$R_v = \frac{D^2}{2 \cdot (h_1 + h_2 + 2 \cdot \sqrt{h_1 \cdot h_2})}$$

– se invece $D > L$

$$R_v = \frac{2 \cdot 100}{\Delta i} \cdot \left[D - 100 \cdot \frac{h_1 + h_2 + 2 \cdot \sqrt{h_1 \cdot h_2}}{\Delta i} \right]$$

dove:

- R_v = raggio del raccordo verticale convesso [m]
- D = distanza di visibilità da realizzare per l'arresto di un veicolo di fronte ad un ostacolo fisso [m]
- Δi = variazione di pendenza delle due livellette, espressa in percento
- h_1 = altezza sul piano stradale dell'occhio del conducente [m]
- h_2 = altezza dell'ostacolo [m]

Si pone di norma $h_1 = 1.10$ m. In caso di visibilità per l'arresto di un veicolo di fronte ad un ostacolo fisso, si pone $h_2 = 0.10$ m. In caso di visibilità necessaria per il cambiamento di corsia si pone $h_2 = 1.10$ m.

(k) *Raccordi verticali concavi*

In base a quanto indicato dalla norma il raggio minimo dei raccordi verticali concavi (sacche) viene determinato come di seguito:

se D è inferiore allo sviluppo del raccordo si ha

$$R_v = \frac{D^2}{2 \cdot (h + D \cdot \sin \vartheta)}$$

se invece $D > L$

$$R_v = \frac{2 \cdot 100}{\Delta i} \cdot \left[D - \frac{100}{\Delta i} \cdot (h + D \cdot \sin \vartheta) \right]$$

dove:

- R_v = raggio del raccordo verticale concavo [m]
- D = distanza di visibilità da realizzare per l'arresto di un veicolo di fronte ad un ostacolo fisso [m].
- Δi = variazione di pendenza delle due livellette espressa in percento
- h = altezza del centro dei fari del veicolo sul piano stradale
- ϑ = massima divergenza verso l'alto del fascio luminoso rispetto l'asse del veicolo.

Si pone di norma $h = 0.5$ m e $\vartheta = 1^\circ$.

La distanza di visibilità per il sorpasso è stata calcolata analogamente a quanto descritto per la verifica dei raccordi verticali convessi.

VERIFICA RACCORDI VERTICALI

Asse n. 1 V24

Tipo strada C2 - Extraurbana secondaria Velocita' di progetto 70

PROGRESSIVA (m)	RAGGIO DI RACCORDO (m)	VELOCITA' (Km/h)	DISTANZA DI ARRESTO (m)	RAGGIO MINIMO (m)	VERIFICA
23.500	0.000	70.	89.341	630.144	
164.056	20000.000	70.	89.877	2167.601	OK
265.000	10000.000	70.	90.598	1971.977	OK
382.298	2200.000	70.	89.825	1951.111	OK
605.650	2150.000	70.	84.422	1912.474	OK
730.150	2150.000	70.	89.341	2141.820	OK
957.153	2200.000	70.	95.905	2115.627	OK
1333.740	0.000	70.	89.397	1939.582	
1333.740	0.000	70.	89.341	1938.072	
957.153	2200.000	70.	89.298	1936.917	OK
730.150	2150.000	70.	84.480	1915.099	OK
605.650	2150.000	70.	89.341	2141.820	OK
382.298	2200.000	70.	95.999	2118.165	OK
265.000	10000.000	70.	88.971	1928.111	OK
164.056	20000.000	70.	88.381	2096.017	OK
23.500	0.000	70.	88.931	630.144	

LIVELLETTA	P U N T I D I C A M B I O				P E N D E N Z A
	I N I Z I A L E		F I N A L E		
	PROGR.	QUOTA	PROGR.	QUOTA	
1 - 2	0.000	17.750	23.500	17.750	0.00000
2 - 3	23.500	17.750	111.452	17.406	-0.00391
3 - 4	216.660	16.717	236.780	16.533	-0.00917
4 - 5	293.220	16.174	326.753	16.056	-0.00353
5 - 6	437.843	18.469	555.161	23.979	0.04697
6 - 7	656.139	26.350	680.256	26.350	0.00000
7 - 8	780.045	24.034	957.153	15.814	-0.04641
8 - 9	957.153	15.814	1333.740	15.660	-0.00041
9 - 10	1333.740	15.660	1357.241	15.660	0.00000

VERTICI VERTICALI - PROF.N. 1				
PROGRESSIVA	QUOTA	RAGGIO	NOME VERTICE	TIPO RACCORDO
0.000	17.750	0.00	V1	CIRCOLARE
23.500	17.750	0.00	V2	CIRCOLARE
164.056	17.200	20000.00	V3	PARABOLICO
265.000	16.274	10000.00	V4	PARABOLICO
382.298	15.860	2200.00	V5	PARABOLICO
605.650	26.350	2150.00	V6	PARABOLICO
730.150	26.350	2150.00	V7	PARABOLICO
957.153	15.814	2200.00	V8	PARABOLICO
1333.740	15.660	0.00	V9	CIRCOLARE
1357.241	15.660	0.00	V10	CIRCOLARE

1.4.3 Analisi di visibilità

Per distanza di visuale libera (DVL) si intende la lunghezza del tratto di strada che il conducente riesce a vedere davanti a sé senza considerare l'influenza del traffico, delle condizioni atmosferiche e di illuminazione della strada.

Secondo quanto indicato dalle "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" (DM 05/11/2001, prot. N° 6792), lungo il tracciato stradale la distanza di visuale libera deve essere confrontata, nel caso di strade ad unica carreggiata, con le seguenti distanze:

- **Distanza di visibilità per l'arresto**, che è pari allo spazio minimo necessario perché un conducente possa arrestare il veicolo in condizione di sicurezza davanti ad un ostacolo imprevisto. Questo valore deve essere garantito lungo lo sviluppo del tracciato.
- **Distanza di visibilità per la manovra di sorpasso**, che è pari alla lunghezza del tratto di strada occorrente per compiere una manovra completa di sorpasso in sicurezza, quando non si possa escludere l'arrivo di un veicolo in senso opposto.

La **verifica di visibilità per l'arresto** consiste nel confrontare le distanze di visuale libera per l'arresto (determinate lungo l'intero sviluppo del tracciato sia in corsia di sorpasso che in corsia di marcia lenta adottando un'altezza dell'occhio del guidatore a 1.10 m dal piano viabile ed un'altezza dell'ostacolo fisso di 0.10 m e collocando trasversalmente i punti di vista e di mira al centro della corsia) con le distanze di visuale libera per l'arresto calcolate in funzione del diagramma di velocità del tracciato ed del suo andamento altimetrico (variazione della pendenza longitudinale)

Il valore di aderenza adottato nel calcolo delle distanze di arresto è quello proposto dal D.M. 5/11/2001 (e precisati nello stesso testo della norma stessa, vedi anche **Tabella 2**), riferito a condizioni di strada bagnata.

VELOCITA' (km/h)	25	40	60	80	100	120	140
f_l	0.45	0.43	0.35	0.30	0.25	0.21	-

Tabella 2 – DM 6792/2001, coefficienti di aderenza impegnabile longitudinalmente

Per il calcolo è stata utilizzata la formula riportata al paragrafo 5.1.2. del DM 05/11/2001. Si è valutata la distanza di arresto punto per punto (passo 10 metri) in funzione della velocità di progetto (secondo quanto specificato in precedenza) e della pendenza longitudinale con la seguente espressione:

$$D_A = D_1 + D_2 = \frac{V_0}{3,6} \times \tau - \frac{1}{3,6^2} \int_{V_0}^{V_1} \frac{V}{g \times \left[f_l(V) \pm \frac{i}{100} \right] + \frac{Ra(V)}{m} + r_0(V)} dV \quad [m]$$

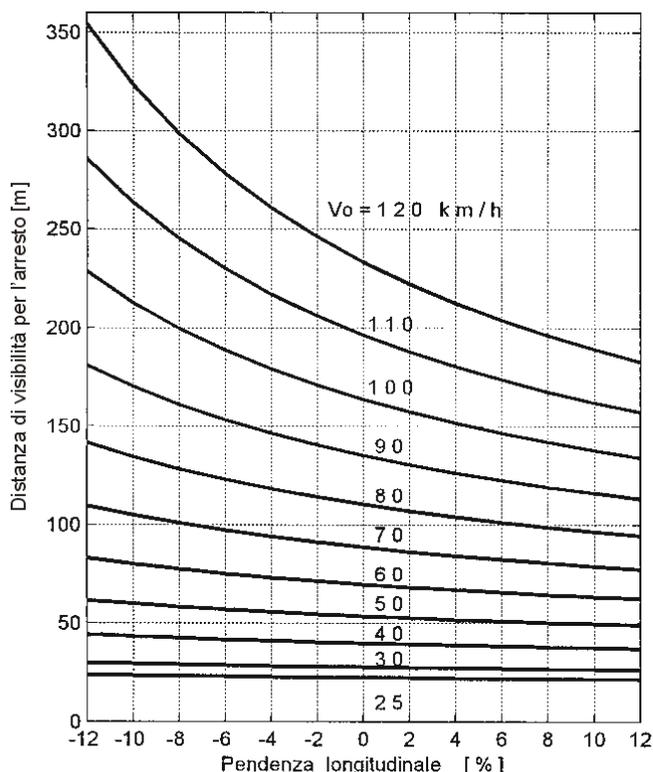
dove:

- D_1 = spazio percorso nel tempo τ
- D_2 = spazio di frenatura
- V_0 = velocità del veicolo all'inizio della frenatura [km/h]
- V_1 = velocità finale del veicolo, in cui $V_1 = 0$ in caso di arresto [km/h]
- i = pendenza longitudinale del tracciato [%]
- τ = tempo complessivo di reazione (percezione, riflessione, reazione e attuazione) [s]
- g = accelerazione di gravità [m/s²]
- Ra = resistenza aerodinamica [N]
- m = massa del veicolo [kg]
- f_l = quota limite del coefficiente di aderenza impegnabile longitudinalmente per la frenatura
- r_0 = resistenza unitaria al rotolamento, trascurabile [N/kg]

Per il tempo complessivo di reazione si sono assunti valori linearmente decrescenti con la velocità da 2,6 s per 20 km/h, a 1,4 s per 140 km/h, in considerazione della attenzione più concentrata alle alte velocità:

$$\tau = (2,8 - 0,01V) \quad [s] \quad \text{con } V \text{ in km/h}$$

Il D.M. 5/11/2001 definisce un abaco di correlazione tra la pendenza longitudinale e la distanza di arresto valido in condizione di pendenza costante. Nei tratti di variabilità di detta pendenza, ovvero in corrispondenza dei raccordi verticali, è stato assunto per essa il valore medio, così come suggerito dalla stessa normativa.



La **verifica di visibilità per il sorpasso** è stata condotta confrontando le distanze di visuale libera per il sorpasso con le corrispondenti distanze visibilità lungo tutto il tracciato.

Le distanze di visuale libera per il sorpasso sono state determinate considerando l'ostacolo mobile collocato nella corsia opposta, con altezza pari a 1,10.

Per il calcolo delle distanze di visibilità è stata utilizzata la formula riportata al paragrafo 5.1.3. del DM 05/11/2001:

$$D_s = 20 \times v = 5,5 V \quad [\text{m}]$$

dove:

- v = velocità del veicolo in [m/s], op. V in [km/h], desunta puntualmente dal diagramma delle velocità ed attribuita uguale sia per il veicolo in fase di sorpasso che per il veicolo proveniente in senso opposto.

I risultati delle analisi sono riportati in forma tabulare nel capitolo che segue ed in forma grafica sintetica negli elaborati specifici allegati al presente progetto definitivo, nei quali sono riassunti, in funzione dello sviluppo longitudinale della strada, le seguenti informazioni:

- progressive;
- distanze ettometriche;
- andamento planimetrico;
- andamento altimetrico (profilo longitudinale);
- diagramma delle distanze di visuale libera e di visibilità per l'arresto e per il sorpasso per entrambi i sensi di marcia;
- diagramma delle velocità di progetto costruito secondo quanto prescritto dal D.M. 05/11/2001;
- rappresentazione grafica delle situazioni a norma (tratti in verde), fuori norma (tratti in rosso).

Negli appositi elaborati grafici predisposti per le verifiche di ottemperanza al DM. 5/11/2001, sviluppati separatamente per le due corsie di marcia, vengono riportate le analisi di visuale libera svolte sulla configurazione di progetto che prevede già gli allargamenti in curva



VERIFICA DIAGRAMMA DELLE VISIBILITA' PER L'ARRESTO

Asse n. 1 V24

Tipo strada C2 - Extraurbana secondaria Velocita' di progetto 60-100

Larghezza carreggiata 9.50-Spostam.raggio di marcia 1.75-Distanza ostacolo sinistra -4.75-Distanza ostacolo destra 4.75

Altezza punto di vista 1.10 - Altezza ostacolo 0.10

PROGRESSIVA (m)	VELOCITA' (Km/h)	VISIBILITA' PLANIMETRICA (m)	VISIBILITA' ALTIMETRICA (m)	VISIBILITA' MINIMA (m)	DISTANZA DI ARRESTO (m)	VERIFICA
0.000	70.	170.000	500.000	170.000	89.341	OK
10.069	70.	160.938	479.493	160.938	89.341	OK
16.665	70.	155.002	500.000	155.002	89.341	OK
120.000	70.	91.000	449.298	91.000	89.936	OK
153.437	70.	251.259	432.893	251.259	90.165	OK
160.000	70.	500.000	429.672	429.672	90.210	OK
236.780	70.	500.000	392.000	392.000	90.571	OK
293.220	70.	500.000	325.000	325.000	89.845	OK
331.802	70.	500.000	91.640	91.640	89.677	OK
341.154	70.	500.000	91.640	91.640	89.246	OK
360.000	70.	500.000	105.904	105.904	88.236	OK
432.794	70.	437.486	161.000	161.000	84.448	OK
463.386	70.	407.953	134.880	134.880	84.422	OK
478.682	70.	393.318	122.820	122.820	84.422	OK
493.978	70.	379.022	112.760	112.760	84.422	OK
501.625	70.	371.537	106.980	106.980	84.422	OK
509.273	70.	364.654	103.200	103.200	84.422	OK
524.569	70.	349.888	95.640	95.640	84.422	OK
532.217	70.	342.783	92.360	92.360	84.422	OK
539.865	70.	335.135	91.080	91.080	84.422	OK
555.161	70.	320.839	88.520	88.520	84.521	OK
566.642	70.	310.022	88.520	88.520	84.978	OK
572.626	70.	304.374	89.890	89.890	85.270	OK
575.618	70.	301.382	92.575	92.575	85.416	OK
577.114	70.	299.886	93.918	93.918	85.489	OK
578.610	70.	298.390	97.260	97.260	85.562	OK
590.579	70.	287.421	112.000	112.000	86.146	OK
635.417	70.	246.125	99.260	99.260	88.332	OK
657.836	70.	226.731	92.890	92.890	89.323	OK
669.046	70.	216.859	89.705	89.705	89.341	OK
680.256	70.	206.770	89.520	89.520	89.499	OK
690.548	70.	197.561	90.520	90.520	89.995	OK
693.540	70.	195.168	90.830	90.830	90.186	OK
696.532	70.	192.774	90.440	90.440	90.376	OK
698.776	70.	190.979	91.373	91.373	90.519	OK
701.020	70.	189.082	94.605	94.605	90.662	OK
702.703	70.	187.567	97.779	97.779	90.770	OK
704.386	70.	186.052	102.954	102.954	90.877	OK
705.649	70.	184.916	109.585	109.585	90.957	OK
706.280	70.	184.348	113.900	113.900	90.998	OK
706.911	70.	183.780	120.216	120.216	91.038	OK
708.769	70.	182.108	213.404	182.108	91.156	OK
714.484	70.	176.964	500.000	176.964	91.520	OK
729.727	70.	164.218	500.000	164.218	92.492	OK
820.000	70.	122.000	295.282	122.000	95.905	OK
896.410	70.	122.000	122.000	122.000	95.905	OK
906.548	70.	122.000	99.010	99.010	95.732	OK
908.748	70.	122.000	99.010	99.010	95.672	OK
914.425	70.	122.000	122.000	122.000	95.305	OK
1007.758	70.	122.000	500.000	122.000	89.431	OK
1010.000	70.	122.000	500.000	122.000	89.423	OK
1050.000	70.	213.000	500.000	213.000	89.397	OK
1200.000	70.	90.000	500.000	90.000	89.397	OK
1210.000	70.	90.000	500.000	90.000	89.397	OK
1250.000	70.	500.000	500.000	500.000	89.397	OK
1357.241	70.	500.000	500.000	500.000	89.341	OK

VERIFICA DIAGRAMMA DELLE VISIBILITA' PER L'ARRESTO

Asse n. 1 V24

Larghezza carreggiata 9.50-Spostam. raggio di marcia
Altezza punto di vista 1.10 - Altezza ostacolo 0.10

Tipo strada C2 - Extraurbana secondaria Velocita' di progetto 60-100
1.75-Distanza ostacolo sinistra -4.75- Distanza ostacolo destra 4.75

PROGRESSIVA (m)	VELOCITA' (Km/h)	VISIBILITA' PLANIMETRICA (m)	VISIBILITA' ALTIMETRICA (m)	VISIBILITA' MINIMA (m)	DISTANZA DI ARRESTO (m)	VERIFICA
1357.241	70.	136.000	500.000	136.000	89.341	OK
1307.241	70.	116.000	494.788	116.000	89.298	OK
1267.241	70.	198.000	490.618	198.000	89.298	OK
1184.579	70.	98.870	482.000	98.870	89.298	OK
1127.241	70.	92.000	357.807	92.000	89.298	OK
1007.758	70.	92.000	99.010	92.000	89.184	OK
1005.558	70.	92.000	99.010	75.000	89.143	OK
906.548	70.	92.000	164.000	92.000	84.504	OK
897.241	70.	92.000	156.240	92.000	84.480	OK
884.753	70.	97.747	145.827	97.747	84.480	OK
874.922	70.	82.783	137.630	82.783	84.480	OK
843.296	70.	457.522	113.260	113.260	84.480	OK
827.483	70.	471.855	103.575	103.575	84.480	OK
827.241	70.	472.000	103.457	103.457	84.480	OK
817.241	70.	472.000	98.598	98.598	84.480	OK
811.670	70.	469.772	95.890	95.890	84.480	OK
803.764	70.	465.914	92.548	92.548	84.480	OK
795.857	70.	460.893	91.205	91.205	84.480	OK
791.904	70.	457.731	89.534	89.534	84.480	OK
780.045	70.	448.963	88.520	88.520	84.581	OK
769.752	70.	441.009	89.520	89.520	84.983	OK
766.760	70.	438.663	88.830	88.830	85.129	OK
763.768	70.	436.569	90.140	90.140	85.274	OK
760.776	70.	434.474	92.450	92.450	85.420	OK
757.784	70.	432.380	96.760	96.760	85.566	OK
745.816	70.	424.002	112.000	112.000	86.149	OK
700.977	70.	396.242	99.260	99.260	88.333	OK
678.558	70.	385.527	92.890	92.890	89.341	OK
667.348	70.	381.043	89.705	89.705	89.341	OK
667.241	70.	381.000	89.694	89.694	89.341	OK
657.241	70.	500.000	89.637	89.637	89.452	OK
656.139	70.	500.000	89.520	89.520	89.494	OK
644.658	70.	500.000	90.520	90.520	90.072	OK
638.674	70.	500.000	90.590	90.590	90.453	OK
637.241	70.	500.000	91.157	91.157	90.545	OK
636.430	70.	499.513	91.591	91.591	90.597	OK
634.186	70.	498.167	94.793	94.793	90.740	OK
633.344	70.	497.662	95.368	95.368	90.793	OK
632.503	70.	497.157	97.943	97.943	90.847	OK
631.661	70.	496.652	99.519	99.519	90.901	OK
630.820	70.	496.147	103.094	103.094	90.954	OK
629.557	70.	495.390	109.208	109.208	91.035	OK
628.295	70.	494.632	119.321	119.321	91.115	OK
621.010	70.	487.769	485.512	485.512	91.580	OK
620.721	70.	487.481	500.000	487.481	91.599	OK
599.491	70.	466.250	500.000	466.250	92.953	OK
577.854	70.	444.613	446.997	444.613	94.332	OK
432.794	70.	299.553	95.840	95.840	95.825	OK
423.442	70.	290.201	95.640	95.640	95.217	OK
366.344	70.	235.193	258.224	235.193	91.222	OK
331.802	70.	204.105	359.000	204.105	88.995	OK
293.220	70.	172.185	326.000	172.185	88.963	OK
282.637	70.	164.777	318.625	164.777	88.861	OK
279.110	70.	162.308	317.500	162.308	88.824	OK
272.055	70.	157.888	314.250	157.888	88.750	OK
265.000	70.	153.655	313.000	153.655	88.676	OK
257.945	70.	149.422	315.250	149.422	88.602	OK
254.418	70.	147.871	318.375	147.871	88.565	OK
250.890	70.	146.460	323.500	146.460	88.528	OK
249.126	70.	145.754	326.562	145.754	88.510	OK
247.363	70.	145.049	331.625	145.049	88.491	OK
245.599	70.	144.672	336.688	144.672	88.473	OK
243.835	70.	144.319	343.750	144.319	88.456	OK
242.953	70.	144.142	347.031	144.142	88.449	OK
242.072	70.	143.966	352.312	143.966	88.441	OK
241.190	70.	143.790	356.593	143.790	88.434	OK
240.308	70.	143.613	362.875	143.613	88.426	OK
238.544	70.	143.261	376.438	143.261	88.411	OK
237.662	70.	143.084	385.219	143.084	88.403	OK
237.241	70.	143.000	390.368	143.000	88.400	OK
236.780	70.	143.092	396.000	143.092	88.396	OK
207.450	70.	173.561	408.883	173.561	88.429	OK
197.241	70.	500.000	413.367	413.367	88.482	OK
0.000	70.	500.000	500.000	500.000	89.341	OK

Diagrammi di velocità e visibilità asta principale è riportato nel documento codice

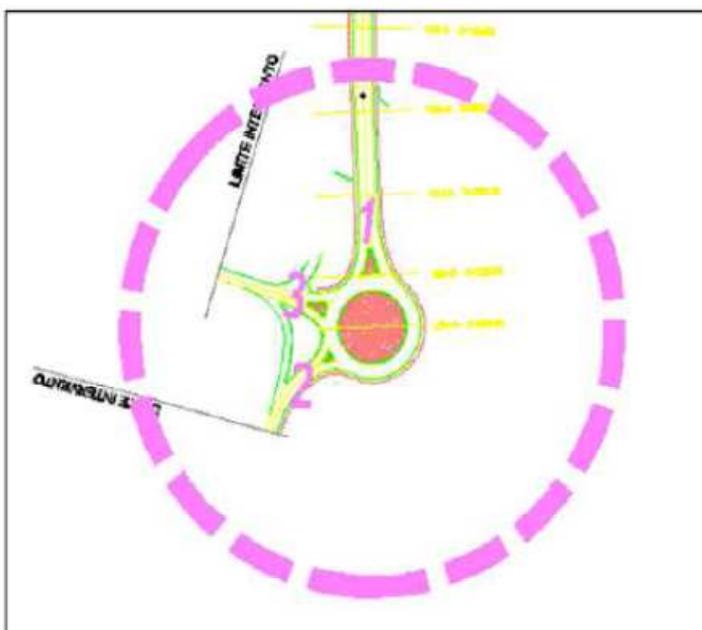
PD_0_V24_VCS24_0_SD_DV_01_A

2 VERIFICA DELLA FUNZIONALITA' DELLE ROTATORIE

2.1 DATI SUI FLUSSI DI TRAFFICO

Cavalcavia S.P.8 Diramazione San Felice: rotatoria Sud

Ora di punta del mattino (giorno medio invernale)					
O	D	Veicoli leggeri	Veicoli pesanti	Veicoli totali	Veicoli equivalenti
1	2	200	10	210	220
2	1	230	15	245	260
2	3	150	10	160	170
3	2	50	5	55	60
1	3	5	0	5	5
3	1	5	0	5	5



Cavalcavia S.P.8 Diramazione San Felice: rotatoria Nord

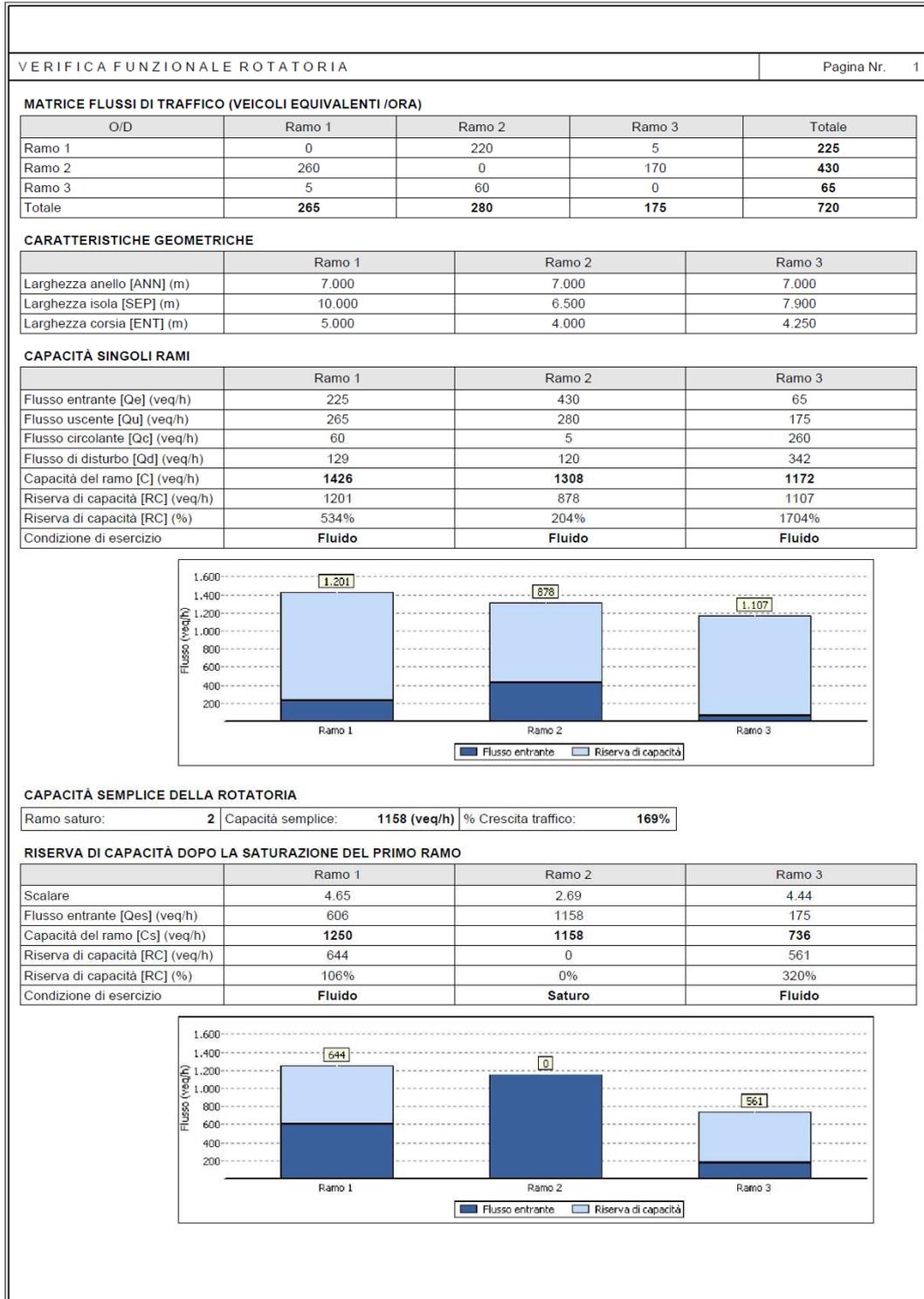
		Ora di punta del mattino (giorno medio invernale)			
O	D	Veicoli leggeri	Veicoli pesanti	Veicoli totali	Veicoli equivalenti
3	1	205	10	215	225
3	2	40	5	45	50
1	3	235	15	250	265
1	2	0	0	0	0
2	3	50	5	55	60
2	1	0	0	0	0

Flussi da e verso 4 trascurabili (strada locale non presente nel modello)



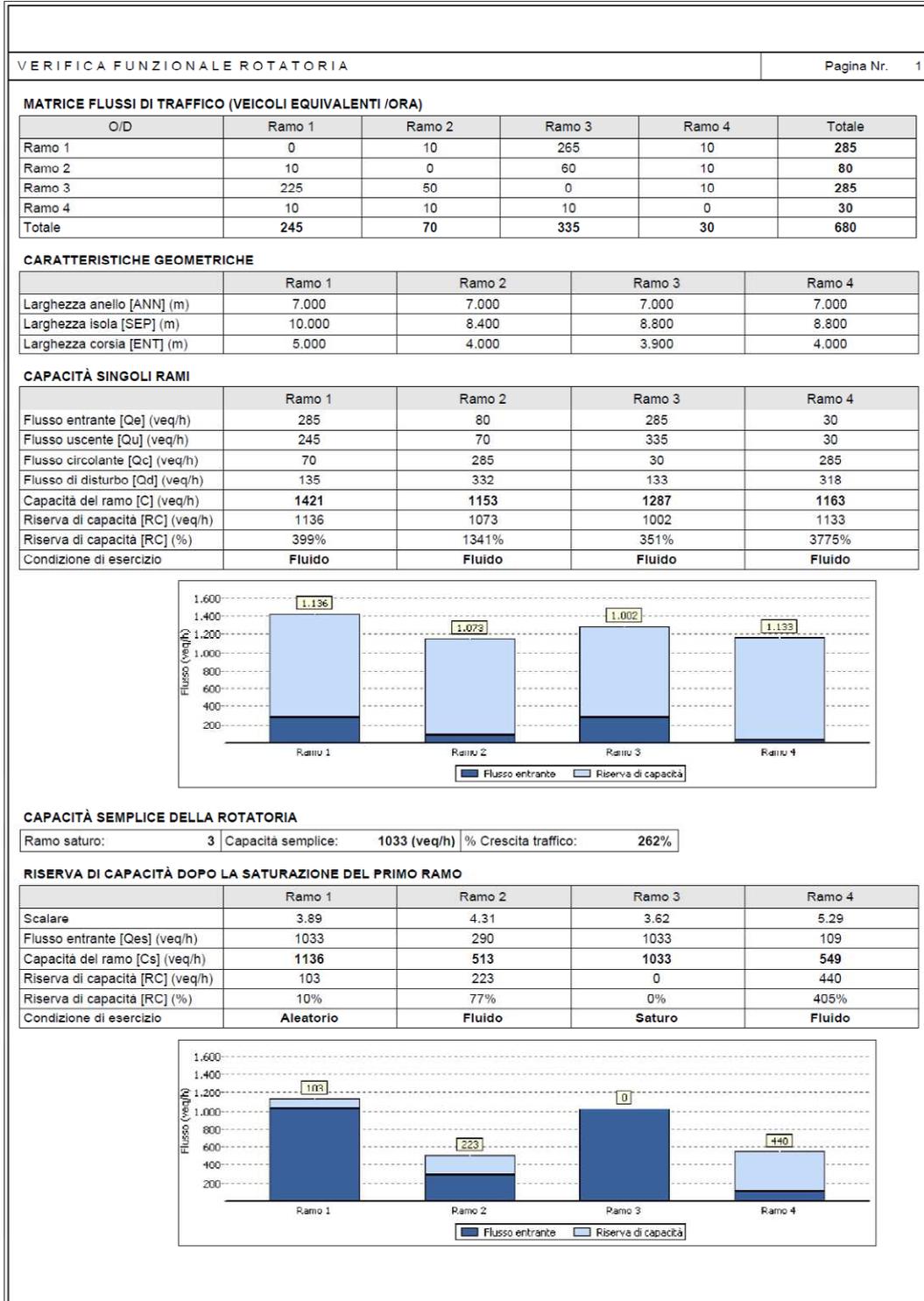
2.1.1 Verifica funzionale

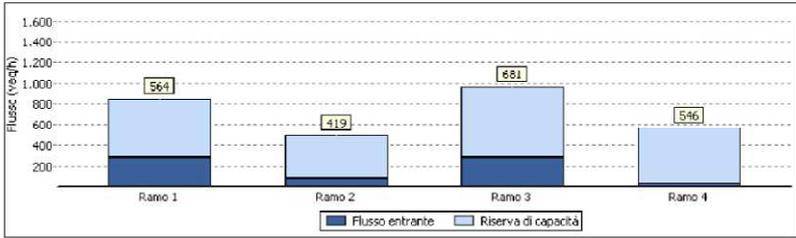
Rotatoria Sud "C24-1":



VERIFICA FUNZIONALE ROTATORIA		Pagina Nr. 2	
CAPACITÀ TOTALE DELLA ROTATORIA			
Capacità totale:	2510 (veq/h)	Capacità totale pratica: 2251 (veq/h)	
RISERVA DI CAPACITÀ RISPETTO LA CAPACITÀ TOTALE			
	Ramo 1	Ramo 2	Ramo 3
Flusso entrante [Qe] (veq/h)	225	430	65
Capacità del ramo [Cs] (veq/h)	706	934	869
Capacità pratica [Cs'] (veq/h)	640	829	782
Riserva di capacità [RC] (veq/h)	481	504	804
Riserva di capacità [RC] (%)	214%	117%	1237%
Condizione di esercizio	Fluido	Fluido	Fluido
LIVELLI DI SERVIZIO E LUNGHEZZA DELLE CODE			
	Ramo 1	Ramo 2	Ramo 3
Grado di saturazione [x]	0.16	0.33	0.06
Ritardo medio di fermata [d] (s)	3	4	3
Livello di servizio [LOS]	A	A	A
Lung. media coda [Lm] (m)	1.12	2.93	0.35
Lung. media coda [Lm] (veic)	0	0	0
Veicoli in coda [Q95] (veic)	1	1	0

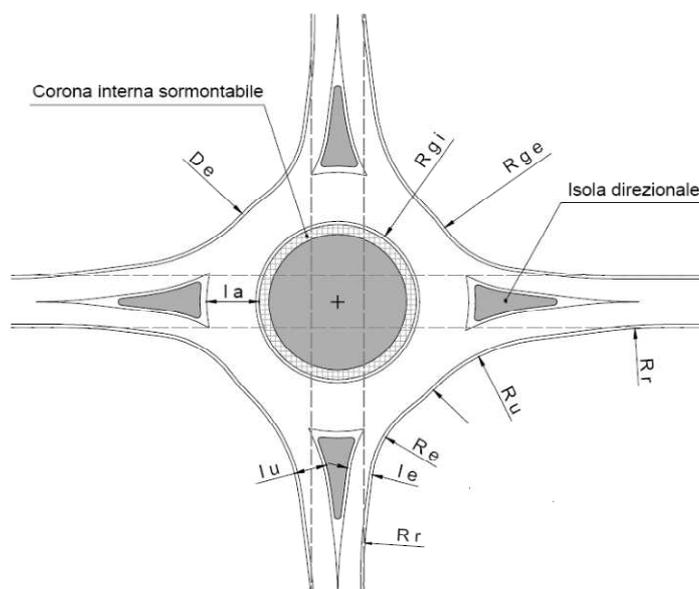
Rotatoria Nord "C24-2":



VERIFICA FUNZIONALE ROTATORIA		Pagina Nr. 2		
CAPACITÀ TOTALE DELLA ROTATORIA				
Capacità totale:	2890 (veq/h)	Capacità totale pratica:	2583 (veq/h)	
RISERVA DI CAPACITÀ RISPETTO LA CAPACITÀ TOTALE				
	Ramo 1	Ramo 2	Ramo 3	Ramo 4
Flusso entrante [Qe] (veq/h)	285	80	285	30
Capacità del ramo [Cs] (veq/h)	849	499	966	576
Capacità pratica [Cs'] (veq/h)	771	434	862	516
Riserva di capacità [RC] (veq/h)	564	419	681	546
Riserva di capacità [RC] (%)	198%	523%	239%	1819%
Condizione di esercizio	Fluido	Fluido	Fluido	Fluido
				
LIVELLI DI SERVIZIO E LUNGHEZZA DELLE CODE				
	Ramo 1	Ramo 2	Ramo 3	Ramo 4
Grado di saturazione [x]	0.20	0.07	0.22	0.03
Ritardo medio di fermata [d] (s)	3	3	4	3
Livello di servizio [LOS]	A	A	A	A
Lung. media coda [Lm] (m)	1.51	0.45	1.71	0.16
Lung. media coda [Lm] (veic)	0	0	0	0
Veicoli in coda [Q95] (veic)	1	0	1	0

I:\Dronetti\4286_Definitivo_Cispadana\06_DEI_A710\Rotatoria_flussi.net

2.2 ANALISI DELLA VISIBILITÀ



Il progetto prevede le seguenti rotatorie:

1. Rotatoria "C24-1" sull'intersezione con la S.P.8 Via Villanova con via 1°Maggio; Rest= 23,50 m;
2. Rotatoria "C24-2" sull'intersezione con la S.P.8 Via Villanova e via Rotta; Rest= 23,50 m;

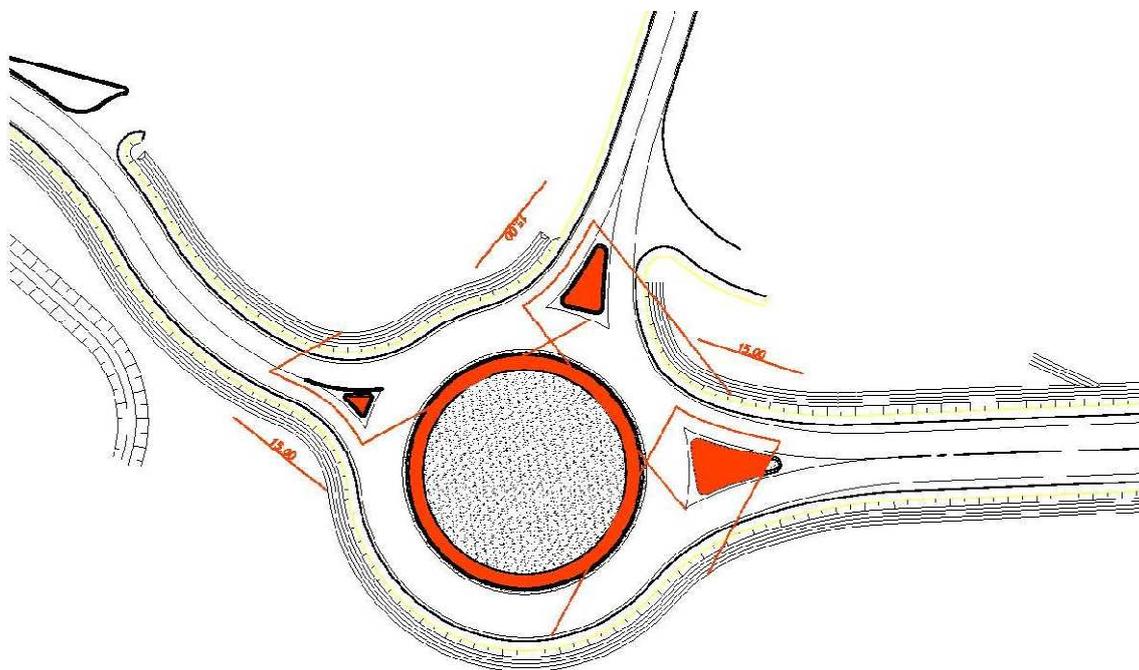
Le rotatorie "C24-1" e C24.2 presentano una larghezza dell'anello giratorio pari a 7.00 m composto da una banchina da 0.50 m in SX e una da 0.50 m DX con una corsia di circolazione pari a 6.00 m. L'analisi delle visibilità relativa agli accessi alle rotatorie è stata sviluppata per fornire indicazioni progettuali sulle aree da mantenere libere da ostacoli al margine delle rotatorie stesse o nelle isole centrali. In particolare si devono adottare le seguenti prescrizioni:

- Il punto di osservazione si pone ad una distanza di 15m dalla linea di arresto coincidente con il bordo della circonferenza esterna;
- la posizione planimetrica si pone sulla mezzeria della corsia di entrata in rotonda (o delle corsie di entrata) e l'altezza di osservazione si colloca ad 1m 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.

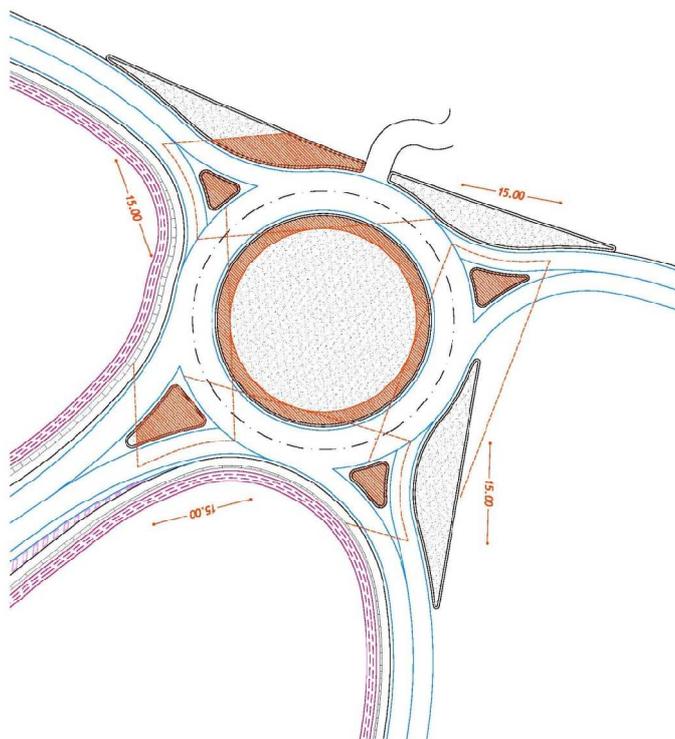
Nella corona giratoria è stato previsto comunque di lasciare libera da ogni tipologia di ostacolo una fascia di larghezza pari a 2.0m misurata a partire dal bordo interno della corona sormontabile.

Il risultato è rappresentato nelle figure riportate di seguito in cui sono rappresentate le superfici nelle quali non devono essere previsti ostacoli di altezza superiore ad 1.0m.

Verifica visibilità Rotatoria Sud "C24-1":



Verifica visibilità Rotatoria Nord "C24-2":



Dalle verifiche sopra effettuate si evince che nelle aree evidenziate non sono presenti ostacoli che impediscono la visibilità dei veicoli in ingresso in rotatoria.

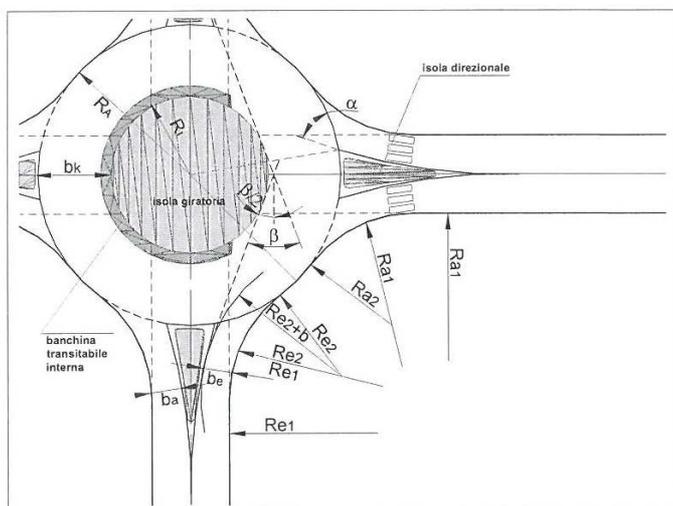
Relativamente a dette aree, il progetto non prevede l'installazione di alcun dispositivo o la realizzazione di alcun manufatto che non consenta all'utente in approccio alla rotatoria di non avere una corretta percezione del quarto di anello alla sua sinistra.

Pertanto risultano verificate le rotatorie relativamente alle visuali libere.

2.3 ANALISI DELL'ANGOLO DI DEVIAZIONE

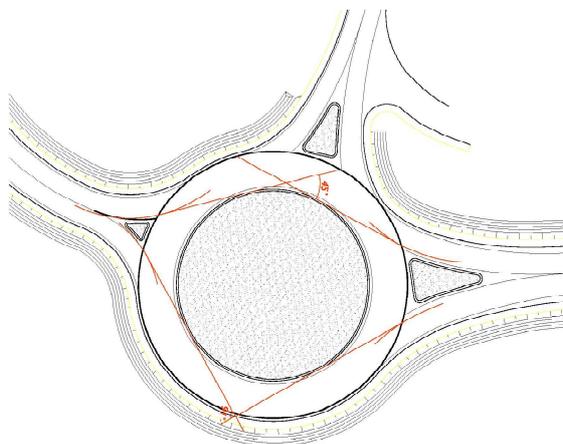
Il criterio principale per definire la geometria delle rotatorie riguarda il controllo della deviazione delle traiettorie in attraversamento del nodo. Infatti, per impedire l'attraversamento di un'intersezione a rotatoria ad una velocità non adeguata, è necessario che i veicoli siano deviati dall'isola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

La valutazione del valore della deviazione viene effettuata per mezzo dell'angolo di deviazione β . Per determinare la tangente al ciglio dell'isola centrale corrispondente all'angolo di deviazione β , bisogna aggiungere al raggio di entrata $R_{e,2}$, un incremento b pari a 3,50 m. Per ciascun braccio di immissione si raccomanda un valore dell'angolo di deviazione β di almeno 45°

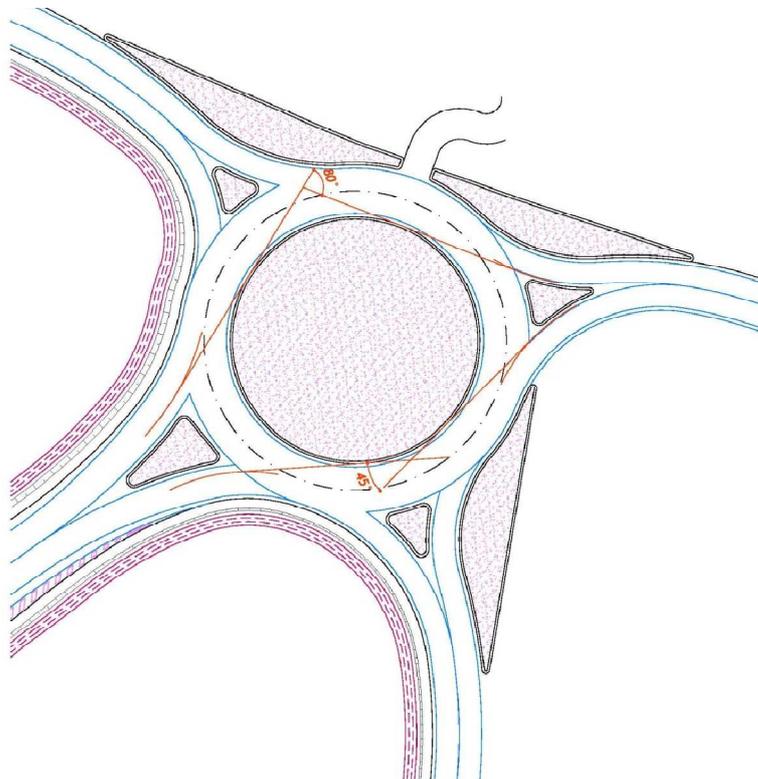


Elementi di progetto e tipizzazione delle rotatorie

Verifica angolo di deviazione Rotatoria Sud "C24-1":



Verifica angolo di deviazione Rotatoria Nord "C24-2":



Dalle verifiche sopra effettuate si evince come l'angolo di deviazione presenti valori maggiori a 45° , pertanto sono verificate le rotatorie relativamente all'angolo di deviazione.

3 BARRIERE DI SICUREZZA

3.1 RIFERIMENTI NORMATIVI

3.1.1 Campo di applicazione del D.M. 223/1992 e s.m.i.

Il campo di applicazione della normativa in materia di progettazione, omologazione e impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali è definito dall'art. 2 comma 1 del D.M. 223/1992 e riguarda i progetti esecutivi relativi alle strade ad uso pubblico extraurbane ed urbane che hanno velocità di progetto maggiore o uguale a 70 km/h. Sono espressamente escluse dal campo di applicazione della norma in argomento le progettazioni inerenti le strade extraurbane ed urbane con velocità di progetto inferiore a 70 km/h.

La velocità di progetto di ciascun arco stradale oggetto di progettazione è stata determinata in relazione alla classe funzionale, riportata all'art. 2 comma 2 del D.Lgs. 285/1992 "Nuovo Codice della Strada" ed alle sue caratteristiche planimetriche (raggio di curvatura), indipendentemente dalla eventuale imposizione di un limite di velocità sul tratto stradale oggetto di intervento. Nel caso di interventi da realizzare su strade esistenti, la velocità di progetto è stata calcolata per assimilazione, sulla base di quanto previsto dal D.M. 5.11.2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" e s.m.i. per la medesima classe funzionale e raggio planimetrico della tratta.

Per la parte attinente l'impiego dei dispositivi di ritenuta, sono stati adottati i criteri dettati dalle istruzioni tecniche allegate al D.M. 21.6.2004 che sostituiscono e aggiornano tutte le istruzioni tecniche precedenti.

Il progetto definitivo prevede, oltre alla presente relazione, anche degli elaborati grafici che completano la progettazione sull'utilizzo delle barriere di sicurezza. In particolare, sono previsti i seguenti elaborati:

Planimetria di progetto barriere – Codice: PD_0_V24_VCS24_0_SD_PP_02_A

3.1.2 Dispositivi di ritenuta impiegabili

Secondo quanto previsto dal quadro normativo i dispositivi di ritenuta che possono essere impiegati nel presente progetto sono:

- Le barriere di sicurezza dotati di marcatura CE ai sensi della norma EN 1317-5;
- I terminali speciali testati:
 - a) omologati ai sensi del decreto ministeriale 21.6.2004;
 - b) non omologati ma rispondenti alle norma UNI ENV 1317-4. In questo caso l'impiego è subordinato alla verifica di rispondenza alla norma UNI ENV 1317-4 che gli enti appaltanti devono eseguire richiedendo preventivamente i rapporti di 'crash test' al riguardo necessari, rilasciati da campi prova certificati secondo le norme ISO EN 17025.

3.1.3 Criteri di scelta delle tipologie di classi dei dispositivi di ritenuta

Conformemente a quanto contenuto nel DM 2367 del 21.06.2004, indicazioni riprese nella Circolare esplicativa prot. 62032 in merito a "L'uniforme applicazione delle norme in materia di progettazione, omologazione, impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni" sono stati protetti i seguenti elementi del margine stradale:

- i margini di tutte le opere d'arte all'aperto, quali ponti, viadotti, ponticelli, sovrappassi e muri di sostegno della carreggiata, indipendentemente dalla loro estensione longitudinale e dall'altezza sul piano di campagna;
- il margine stradale nelle sezioni in rilevato dove il dislivello tra il colmo dell'arginello ed il piano di campagna è maggiore o uguale a 1 m le cui scarpate abbiano pendenza maggiore o uguale a 2/3;
- gli ostacoli fissi che potrebbero costituire un pericolo per gli utenti della strada in caso di urto.

La scelta della categoria minima dei dispositivi di sicurezza installati l'ungo le viabilità di progetto è stata effettuata secondo quanto prescritto dal DM 2367, a seconda della destinazione e ubicazione, della categoria e dell'andamento piano altimetrico dell'infrastruttura stradale ed infine considerando le caratteristiche e la composizione delle correnti veicolari che la percorreranno tanto in termini quantitativi, riferendosi al Traffico Giornaliero Medio (TGM) previsto, quanto qualitativi in termini di categorie veicolari e quantità di veicoli pesanti che le percorreranno.

Pertanto nella definizione del grado di contenimento delle barriere si è fatto riferimento alle seguenti tabelle, contenute nel citato DM 2367, dove la prima definisce il livello di traffico in relazione al TGM e alla percentuale di veicoli pesanti, mentre la seconda definisce il grado di contenimento minimo delle barriere a seconda dell'elemento da proteggere a partire dal tipo di strada e dal livello di traffico atteso.

Livello di Traffico	TGM	% Veicoli con massa > 3.5 t
I	≤ 1000	qualunque
	> 1000	≤ 5
II	> 1000	5 – 15
III	> 1000	> 15

Classificazione dei Livelli di Traffico per la scelta tipologica

Tipo di strada	Tipo di traffico	Barriere spartitraffico	Barriere bordo laterale	Barriere bordo ponte
Strade extraurbane secondarie (C)	I	H1	N2	H2
	II	H2	H1	H2
	III	H2	H2	H3
Strade locali (F)	I	N2	N1	H2
	II	H1	N2	H2
	III	H1	H1	H2

Classificazione progettuale dei dispositivi di sicurezza longitudinali

Il DM2367 classifica le barriere oltre che per la classe di contenimento anche per quanto attiene alla severità dell'urto che viene determinato in base ai valori assunti dagli indici: A.S.I (indice di severità dell'accelerazione), T.H.I.V. (indice di velocità della testa teorica) e P.H.D. (indice di decelerazione della testa dopo l'impatto); tali indici risultano definiti nella norma UNI EN 1317 parti 1 e 2. In base agli indici sopra citati la norma UNI EN 1317-2 individua due classi di severità riassunte nella tabella seguente.

Livello di severità dell'urto	Valori degli indici		
A	ASI ≤ 1.0	THIV ≤ 33 km/h	PHD ≤ 20g
B	ASI ≤ 1.4		

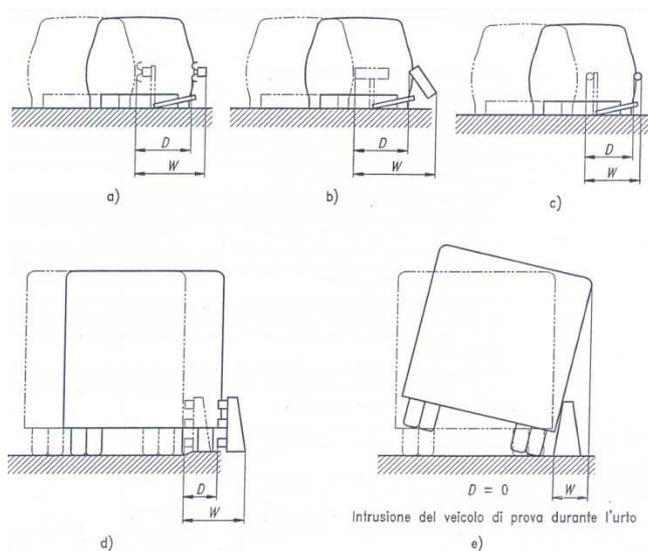
Classificazione delle barriere in termini di severità degli urti

Sempre la norma UNI EN 1317-2 puntualizza:

- "il livello di severità d'urto A garantisce un maggior livello di sicurezza per gli occupanti di un veicolo che esce di strada rispetto al livello B e viene preferito quando altre considerazioni si equivalgono";
- "in luoghi pericolosi specifici in cui il contenimento di un veicolo che esce di strada (come un camion di trasporto pesante) è la considerazione principale, può essere necessario adottare e installare una barriera di sicurezza senza un livello di severità d'urto specifico. I valori degli indici registrati nella prova della barriera di sicurezza, tuttavia, devono essere citati nel resoconto di prova".

Riguardo alla deformabilità si è fatto riferimento ai due seguenti parametri che vengono determinati dalle prove di crash-test:

- La deflessione dinamica ovvero è il massimo spostamento dinamico trasversale del frontale del sistema di contenimento;
- La larghezza operativa (W) ovvero la distanza tra la posizione iniziale del frontale del sistema stradale di contenimento e la massima posizione dinamica laterale di qualsiasi componente principale del sistema.



Deflessione dinamica (D) e Larghezza operativa (W)

Ai fini della limitazione degli effetti dell'urto per gli occupanti dei veicoli leggeri, si sono previste barriere con **un indice ASI minore o uguale a 1.0**, ad eccezione del tratto in cavalcavia ritenuto particolarmente pericolosi, in cui il contenimento del veicolo in svio diviene un fattore essenziale ai fini della sicurezza, dove saranno utilizzate barriere con un indice ASI **fino ad 1,4**.

Nella tabella seguente si riporta la classificazione delle barriere di sicurezza in base alla classe di larghezza operativa (W) a cui appartengono.

Classe di appartenenza	W [m]
W1	$W \leq 0,6$
W2	$W \leq 0,8$
W3	$W \leq 1,0$
W4	$W \leq 1,3$
W5	$W \leq 1,7$
W6	$W \leq 2,1$
W7	$W \leq 2,5$
W8	$W \leq 3,5$

Classificazione delle barriere in funzione della larghezza operativa (W)

3.1.4 Definizione delle tipologie e classi dei dispositivi di ritenuta

Nel presente capitolo si illustra la scelta della tipologia e classe di barriere, a partire dai criteri esposti nella sezione precedente.

3.2 ANALISI DEI FLUSSI

Per l'infrastruttura in progetto è stato assunto il tipo di traffico II come definito dal D.M. 2367 del 21/06/2004 considerando il TGM bidirezionale e la percentuale di veicoli pesanti stimati in fase di progettazione definitiva. In particolare, nella tabella seguente vengono riassunte le indagini di traffico che saranno utilizzate per la scelta dei dispositivi di ritenuta da utilizzare nel presente progetto.

Tipo di strada	TGM	% Veicoli con massa > 3.5 t	Livello di traffico
Viabilità V24 S.P. 8 Provincia di Modena	>1000	5-15%	II

Livello di traffico

3.2.1 Asse principale

Con riferimento al D.M. 05/11/2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" è stato possibile definire la tipologia di strada da utilizzare per il presente progetto, strada di tipo C2, e tutte le caratteristiche ad essa connesse (elementi marginali, raccordi plano-altimetrici minimi, ecc.). Pertanto, in funzione di quanto appena accennato e, del tipo di traffico determinato nel paragrafo precedente, si è deciso di proteggere il bordo dei rilevati quando l'altezza supera il metro dal piano campagna e nel caso di scarpate con pendenza maggiore o uguale a 2/3.

Quindi ai fini della scelta della classe di barriere di sicurezza sono stati considerati i seguenti elementi:

- la pendenza delle scarpate;
- l'altezza del rilevato;
- la presenza di elementi rigidi, edifici, strade, ferrovie, depositi materiale pericoloso o simili in prossimità del confine stradale;
- la percentuale di traffico pesante;
- il tipo di strada secondo il DM 05/11/2001.

Nella tabella seguente sono riassunte le scelte effettuate nella redazione del progetto definitivo per la definizione del livello di contenimento delle barriere da installare in relazione alle diverse caratteristiche

fisiche degli elementi costituenti il corpo stradale. In aggiunta a quanto indicato nella tabella seguente si precisa che tutte le barriere da bordo laterale è previsto siano caratterizzate dalla classe minima di danno agli occupanti (ASI A) mentre per le barriere bordo opera si è contemplata la possibilità di installare barriere con severità all'urto di classe ASI B lasciando facoltà di scelta al direttore ai lavori anche in relazione alla disponibilità sul mercato di barriere bordo opera con determinato W e classe di severità all'urto di classe ASI A.

Tipo strada	di	Destinazione	Strada tipo C
Viabilità di Collegamento		Bordo laterale con rilevato $H_{ril} < 1$ m	nessuna protezione ⁽¹⁾
		Bordo laterale con rilevato $H_{ril} \geq 1$ m	H1
		Opera d'arte di luce $L \geq 10$ m	H3

Classi di barriere adottate in progetto

3.3 MODALITÀ DI INSTALLAZIONE DELLE BARRIERE DA BORDO LATERALE E BORDO PONTE

3.3.1 Richiami normativi

Nei paragrafi che seguono verranno illustrate le principali modalità di installazione delle barriere bordo rilevato e bordo opera previste nel progetto delle barriere di sicurezza.

In generale la lunghezza minima di una installazione (L_f) indipendente si può assumere pari a 90 ml (esclusi i terminali) essendo al pari delle usuali estese di prova di crash-test. Per le barriere bordo rilevato:

- l'interasse tra i montanti e la loro profondità di infissione sono descritti nei report di crash-test di ciascun dispositivo
- la lunghezza d'infissione secondo certificato dovrà essere rispettata, in ogni modo non dovrà essere inferiore a 1.5 - 2 volte l'altezza fuori terra del montante;
- la sagoma dell'arginello deve essere tale che a tergo del montante vi siano 70-80cm minimo di terreno ricoperto in modo che il montante possa lavorare come nei crash-test, si ritiene che una dimensione dell'arginello paria 1.30 metri necessaria e sufficiente allo scopo precedentemente esposto;

tutte le barriere bordo rilevato sono previste con classe di severità all'urto ASI A.

Per le barriere bordo opera:

- le barriere metalliche bordo opera debbono essere installate mediante flangia imbullonata su cordolo, sia quest'ultimo parte integrante dell'opera d'arte, elemento prefabbricato o elemento appositamente realizzato sul ciglio stradale;
- sistemi di ancoraggio della barriera devo essere gli stessi dell'installazione di prova, il cordolo deve avere una sezione di almeno 70cm x 70cm e deve essere fondato su un cls magro con Rck superiore a 15;
- l'emersione del cordolo dal piano stradale adiacente deve essere uguale a quella dell'installazione di prova, usualmente paria a 5cm.
- Si prevede l'installazione di barriere bordo ponte con classe di severità all'urto A o B a seconda della disponibilità sul mercato.

Modalità di installazione delle barriere da bordo laterale

In ragione dell'andamento piano altimetrico dell'asse in oggetto caratterizzato da altezze di rilevato di poco superiori al metro e considerando la tipologia di strada ricadente nella classe C2 secondo il DM 05/11/2001 si è prevista lungo tutto il suo sviluppo l'installazione di barriere di classe H1 bordo rilevato con larghezza di funzionamento massima paria $W5 \leq 1,70$ metri.

Modalità di installazione delle barriere da bordo opera d'arte

In corrispondenza dei cavalcavia barriere H3 bordo ponte, come previsto dalla normativa vigente e come dichiarato nei paragrafi precedenti, con larghezza di funzionamento massima paria $W5 \leq 1,70$ metri.

Transizioni

Nelle more dell'emanazione della nuova norma EN 1317-4 specificatamente dedicata alle transizioni tra barriere diverse, le transizioni da prevedere in progetto dovranno rispettano i seguenti criteri:

- le transizioni dovranno avvenire senza soluzioni di continuità strutturale degli elementi longitudinali resistenti definiti nel § 3.1.3;
- le transizioni tra barriere metalliche di diverso tipo dovranno essere ottenute utilizzando i raccordi ed i pezzi speciali di giunzione previsti dal costruttore;
- l'interruzione di elementi longitudinali secondari nelle zone di transizione dovrà avvenire mediante l'installazione degli elementi terminali di ciascun componente previsti dal costruttore, avendo comunque cura di arretrare l'elemento stesso rispetto all'allineamento degli elementi longitudinali continui principali, prima della sua interruzione. Ciò al fine di ridurre la possibilità che restino parti degli elementi longitudinali secondari delle barriere esposti al possibile impatto frontale del veicolo in svio;
- nel caso di transizione tra barriere dotate di mancorrente superiore e barriere prive del suddetto elemento longitudinale dovrà essere previsto un pezzo speciale terminale centinato vincolato al primo paletto della barriera del bordo priva di mancorrente;

- lo sviluppo delle transizioni dovrà essere almeno pari a 12.5 volte la differenza tra la deflessione dinamica massima (valore registrato nella prova di crash con veicolo pesante) delle due barriere da raccordare. Nella redazione degli elaborati si è indicata una lunghezza delle transizioni pari a 4,5 metri essendo questo un valore mediamente contemplato dai produttori; tuttavia in fase realizzativa dovranno essere installate transizioni conformi alle specifiche caratteristiche delle barriere scelte per la messa in opera.
- Sono ammesse transizioni tra barriere di classe diversa a condizione che queste non differiscano per più di due classi. In questo caso la deflessione dinamica della barriera di classe superiore dovrà essere preventivamente convertita in una “deflessione equivalente” della classe inferiore mediante i seguenti coefficienti:

Barriera di classe superiore	Barriera di classe inferiore	Fattore di riduzione della deformazione dinamica della barriera di classe superiore
H3	H1	0.5

Si rammenta che, dal punto di vista strutturale, il livello di contenimento della transizione è da considerare equivalente alla classe minore tra quelle delle due barriere accoppiate e la transizione stessa dovrà pertanto essere realizzata al di fuori del tratto ove si rende necessaria la protezione di classe maggiore.

Modalità di installazione delle barriere da bordo laterale in corrispondenza dei punti singoli

Lungo lo sviluppo delle viabilità in progetto sono presenti una serie di ostacoli fissi che necessitano di protezione, tali corpi adiacenti alla carreggiata sono costituiti da:

- pali di illuminazione;
- portali della segnaletica;
- barriera antirumore.

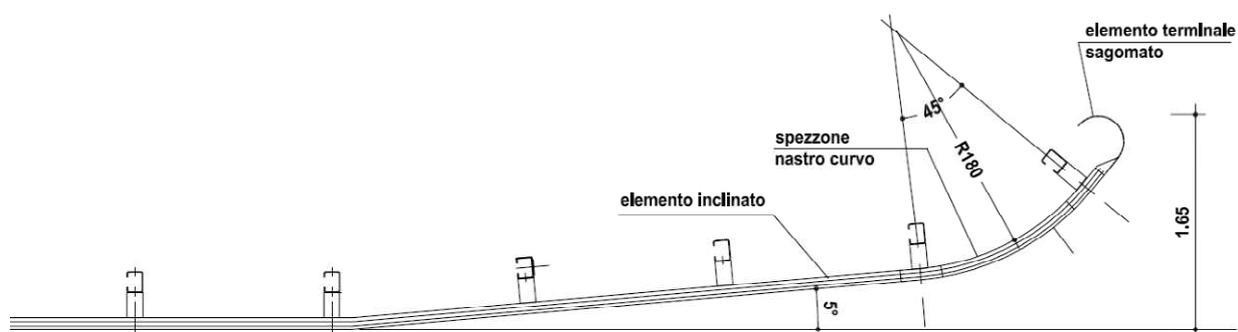
I pali di illuminazione si prescrive di installarli ad una distanza dal ciglio pavimentato maggiore uguale a 1,70 metri, pertanto lungo i bordi laterali delle viabilità in progetto verranno installati dispositivi di ritenuta aventi larghezza di funzionamento massima paria $W5 \leq 1,70$ metri come specificato nei paragrafi precedenti, pertanto i due elementi sopra citati risultano protetti con la messa in opera delle barriere previste senza la necessità di prevedere installazioni ad hoc.

Terminali

Qualsiasi interruzione della continuità longitudinale delle barriere esposte al flusso di traffico è stata dotata di un sistema terminale che prevenga, per quanto possibile, l'urto frontale dei veicoli contro la parte iniziale della barriera.

Il D.M. 21.6.2004 definisce i “terminali semplici” come “*normali elementi iniziali e finali di una barriera di sicurezza*” che “*possono essere sostituiti o integrati alle estremità di barriere laterali con terminali speciali testati secondo UNI ENV 1317-4, di tipo omologato.*”

In linea prioritaria, dovranno essere utilizzati i sistemi terminali previsti dal produttore ed indicati nei report di prova del crash-test, a condizione che questi risultino inclinati verso l'esterno dell'arginello. In assenza di specifiche previsioni da parte del produttore, il terminale della lama principale dovrà essere costituito da elementi inclinati trasversalmente verso l'esterno del corpo stradale con un angolo di 5° per almeno 3 interassi standard della barriera ed il primo interasse dovrà avere un raggio di curvatura di 1.8 m in modo da non esporre il terminale delle lame al flusso veicolare



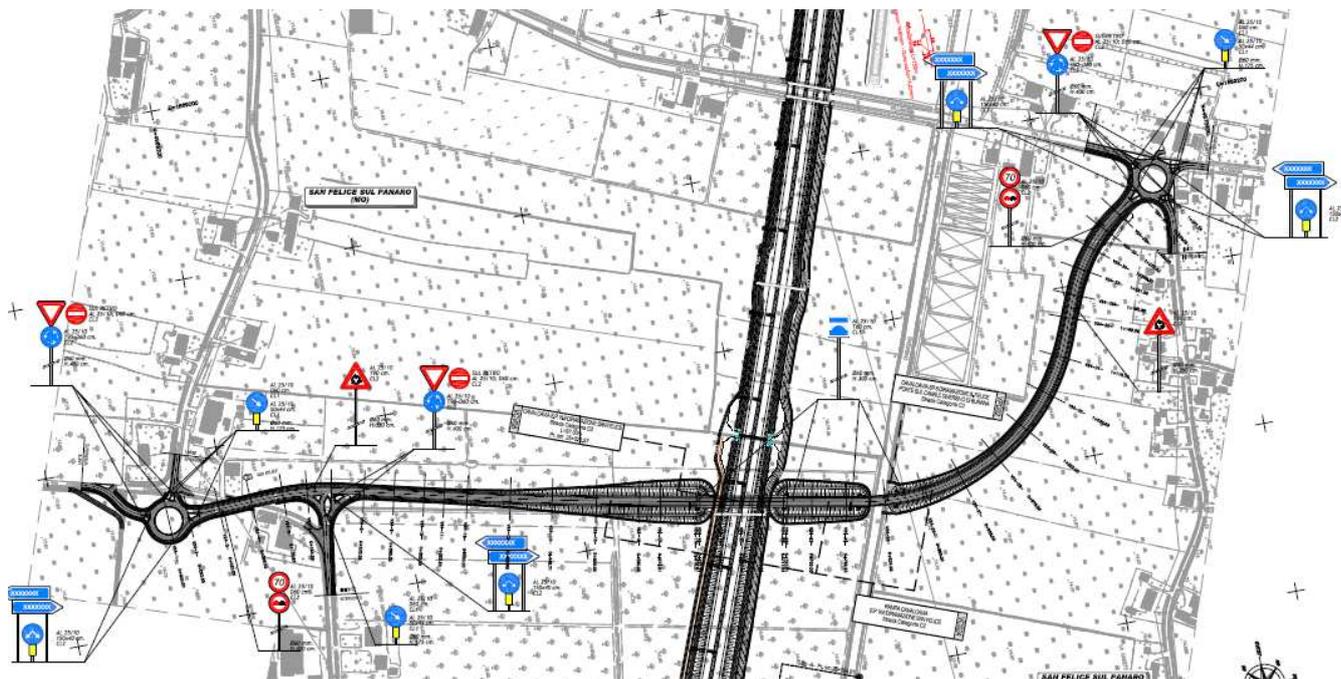
schema di blocco terminale di avvio

4 PROGETTO DELLA SEGNALETICA

Riferendosi ai Decreti specifici, in special modo al nuovo Codice della strada ed al suo regolamento attuativo, Al titolo II (della costruzione e tutela delle strade), capo II (organizzazione della circolazione e segnaletica stradale), artt. 37-45, viene definita la segnaletica stradale mentre l'esecuzione e l'attuazione è rimandata all'apposito regolamento e in particolare agli artt. 74-195.

si è proceduto alla progettazione della segnaletica verticale ed orizzontale. Rimandando agli elaborati specifici per il corretto posizionamento della cartellonistica stradale in questa sede si daranno delle informazioni generali, dato che il codice della strada non lascia molto spazio alla personalizzazione della segnaletica e quindi il riferimento ad esso è condizione necessaria e sufficiente ad un corretto posizionamento dei segnali stradali.

Per quanto riguarda la segnaletica verticale lungo l'asse principale sono stati utilizzati principalmente segnali circolari di divieto (limiti di velocità), segnali di precedenza, segnali di preavviso (in approccio alle intersezioni), segnali di progressiva distanziometrica, sia chilometrica che ettometrica, segnali utili alla guida come quelli che identificano l'attraversamento di ponti, i segnali complementari come delineatori di margine della carreggiata stradale (uno ogni 50 metri).



Per quanto riguarda la segnaletica verticale nella zona delle intersezioni sono stati utilizzati segnali di pericolo (curva stretta, circolazione rotatoria), segnali di precedenza (sia per chi si immette dalle rampe verso l'asse principale, sia per chi dall'asse in progetto si distribuisce lungo la viabilità locale), segnali di direzione, segnali di obbligo, segnali di divieto (principalmente limitazione alla velocità sulle rampe, divieti di sorpasso sulle stesse). Per quanto riguarda la segnaletica orizzontale negli elaborati di progetto sono indicate di massima le eventuali zebraure in corrispondenza degli allargamenti di carreggiata e le strisce di margine degli elementi costitutivi la piattaforma stradale di progetto.

SEGNALETICA ORIZZONTALE ASSE PRINCIPALE - STRADA TIPO C2



Striscia laterale sinistra spessore 15 cm

Striscia di mezzzeria spessore 12 cm

Striscia laterale destra spessore 15 cm

Planimetria Segnaletica, Codice documento: PD_0_V24_VCS24_0_SD_PP_03_A