

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

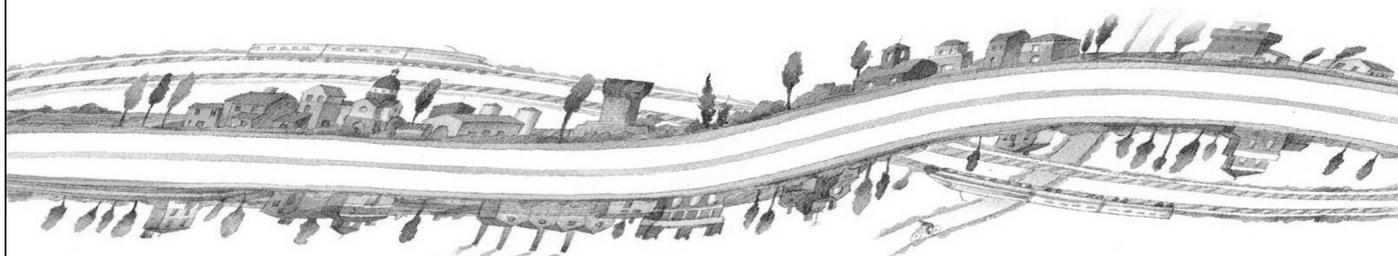
ASSE AUTOSTRADALE (COMPRESIVO DEGLI INTERVENTI LOCALI DI COLLEGAMENTO VIARIO AL SISTEMA AUTOSTRADALE)

PROGETTAZIONE STRADALE

VIABILITA' INTERFERITA

V42 - CAVALCAVIA SP 50 VIGARANO MAINARDA

RELAZIONE TECNICA

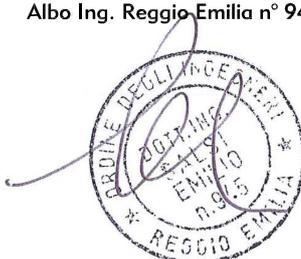


IL PROGETTISTA
Ing. Antonio De Fazio
Albo Ing. Bologna n° 3696

**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.
2022	PD	0	V42	VCS42	0	SD	RT	01	A

DATA: **MAGGIO 2012**

SCALA: _

INDICE

1	VIABILITA' V42	2
1.1	DESCRIZIONE DEL TRACCIATO PLANO ALTIMETRICO	2
1.2	PIATTAFORMA STRADALE E SEZIONE TIPO	4
1.3	CRITERI PROGETTUALI PRINCIPALI	6
1.3.1	<i>Caratteristiche planimetriche</i>	6
1.3.2	<i>Caratteristiche altimetriche</i>	9
1.3.3	<i>Analisi di visibilità</i>	11
2	BARRIERE DI SICUREZZA	16
2.1	RIFERIMENTI NORMATIVI	16
2.1.1	<i>Campo di applicazione del D.M. 223/1992 e s.m.i.</i>	16
2.1.2	<i>Dispositivi di ritenuta impiegabili</i>	17
2.1.3	<i>Criteri di scelta delle tipologie di classi dei dispositivi di ritenuta</i>	17
2.1.4	<i>Definizione delle tipologie e classi dei dispositivi di ritenuta</i>	20
2.2	ANALISI DEI FLUSSI	20
2.2.1	<i>Asse principale</i>	22
2.3	MODALITÀ DI INSTALLAZIONE DELLE BARRIERE DA BORDO LATERALE E BORDO PONTE	23
2.3.1	<i>Richiami normativi</i>	23
3	PROGETTO DELLA SEGNALETICA	25

1 VIABILITA' V42

1.1 DESCRIZIONE DEL TRACCIATO PLANO ALTIMETRICO

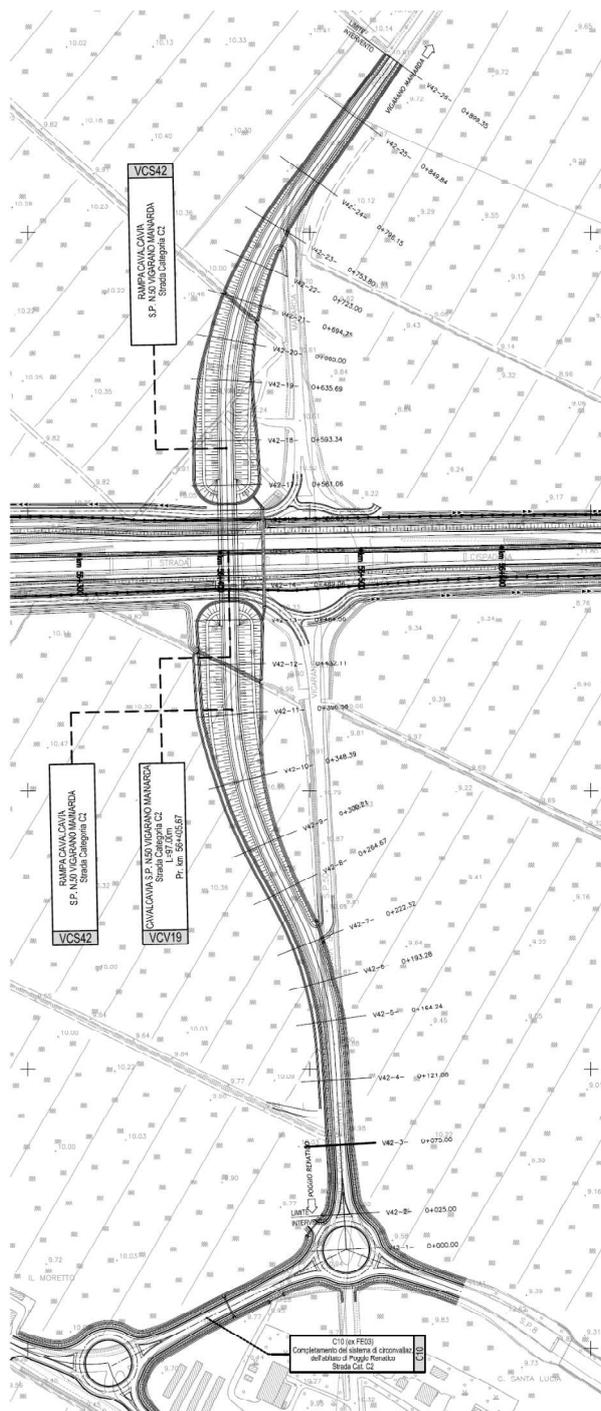


figura 1-1 - Planimetria

Dal punto di vista planimetrico il progetto definitivo (fig. 3-1) si distacca a sud (parte in basso della figura), dalla viabilità esistente, attraverso una curva a sinistra di raggio 250 m, ed una successiva controcurva a destra di raggio 300 m. Superata, con il cavalcavia, l'autostrada con un tratto rettilineo, avente sviluppo di 161,24 m., il tracciato prosegue con la rampa nord e attraverso una curva a destra di raggio 250 m. si raccorda con tracciato preesistente.

La lunghezza della bretella stradale è di circa 899,35 metri oltre ai raccordi che si sviluppano sino al limite di intervento.

Dal punto di vista altimetrico (fig. 3-2) la rampa sud presenta una pendenza del 5,49% e con raccordo altimetrico di raggio R=2500 m.. La rampa nord presenta una pendenza del 5,49% con raccordo altimetrico di raggio R=2150 m.. Le due livellette delle rampe si raccordano con la livelletta centrale orizzontale tramite curve di raggio 2200 m..

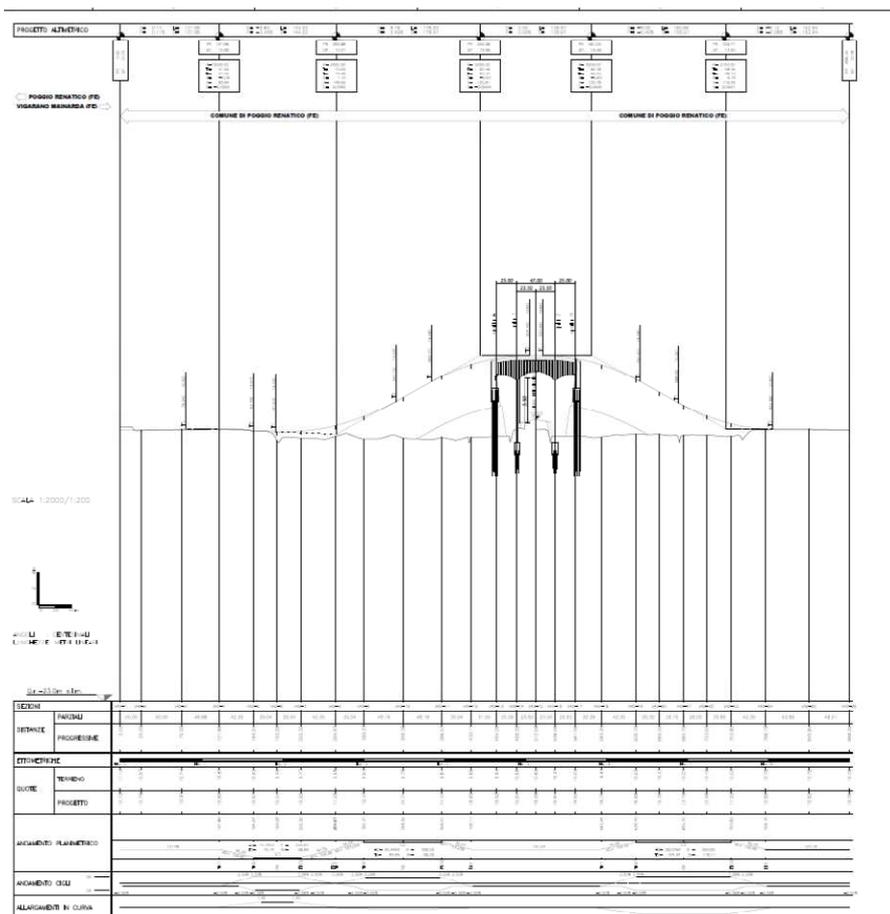


figura 1-2 - Profilo altimetrico

La quota media del terreno è di 10,00 m.s.l.m., la quota dell'asse autostradale è di 12,03 m.s.l.m., la quota del cavalcavia al colmo è di 19,99 m.s.l.m..

Nei tratti in curva la pendenza massima trasversale è di circa il 5,58%.

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 V42 – Cavalcavia VCV42 in variante alla S.P 50" Vigarano Mainarda" viene realizzata con una piattaforma stradale di tipo:

CATEGORIA 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).

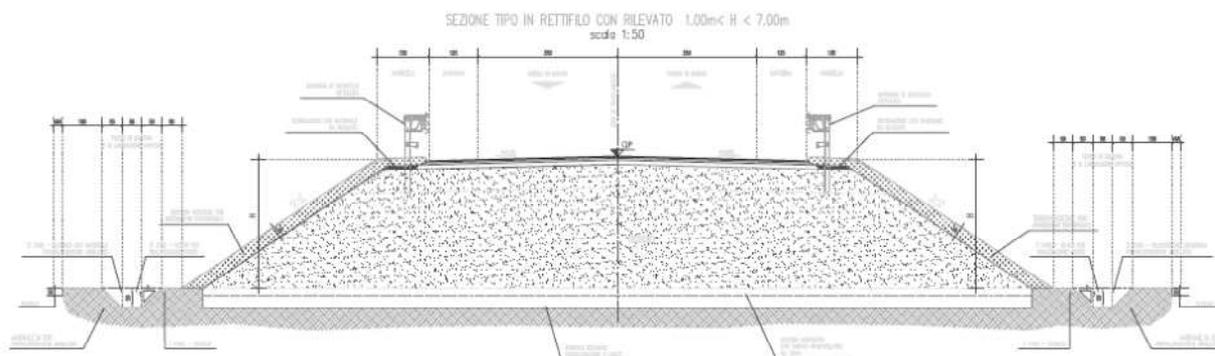


figura 1-3 - Sezione in rettilineo

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 (figg. 1-3 e 1-4).

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

1.3 CRITERI PROGETTUALI PRINCIPALI

1.3.1 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:*

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

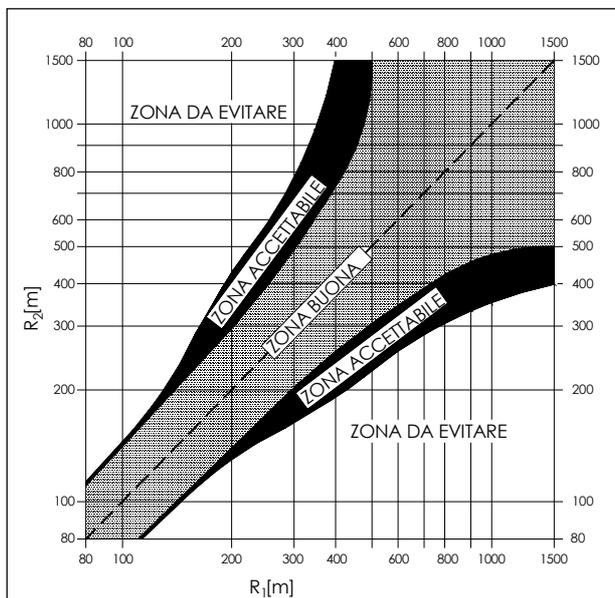
dove V è la velocità massima dell'intervallo delle velocità dei progetto, espressa in km/h ed L si ottiene in metri.

(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)

Critero 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 i dati relativi alle curve.

v42 vigarano def

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

VERTICE 1

COORDINATA VERTICE EST : 241288.7868 ANGOLO AL VERTICE : 174.4244
COORDINATA VERTICE NORD : 193526.5247 ANGOLO AL CENTRO : 25.5756
Azimut retta entrata : 397.9052 Azimut retta uscita : 372.3296
Lunghezza retta entrata : 121.8831 Lunghezza retta uscita : 0.0001

CURVA CIRCOLARE

SENSO DELLA CURVA : SINISTRORSO
ANGOLO AL VERTICE : 185.2097
ANGOLO AL CENTRO : 14.7903
RAGGIO CURVA Rg : 250.0000
TANGENTE Tc : 29.1720
SVILUPPO CURVA Sc : 58.0813
BISETTRICE Be : 5.4349
COORDINATE CENTRO EST : 241040.3001
COORDINATE CENTRO NORD : 193467.3528

VERTICE 2

COORDINATA VERTICE EST : 241222.6868 ANGOLO AL VERTICE : 172.0115
COORDINATA VERTICE NORD : 193668.9031 ANGOLO AL CENTRO : 27.9885
Azimut retta entrata : 372.3296 Azimut retta uscita : 0.3181
Lunghezza retta entrata : 0.0001 Lunghezza retta uscita : 161.2356

CURVA CIRCOLARE

SENSO DELLA CURVA : DESTORSO
ANGOLO AL VERTICE : 179.5535
ANGOLO AL CENTRO : 20.4465
RAGGIO CURVA Rg : 300.0000
TANGENTE Tc : 48.5943
SVILUPPO CURVA Sc : 96.3516
BISETTRICE Be : 7.5768
COORDINATE CENTRO EST : 241523.1936
COORDINATE CENTRO NORD : 193734.4711

VERTICE 3

COORDINATA VERTICE EST : 241224.4378 ANGOLO AL VERTICE : 159.1393
COORDINATA VERTICE NORD : 194019.3451 ANGOLO AL CENTRO : 40.8607
Azimut retta entrata : 0.3181 Azimut retta uscita : 41.1788
Lunghezza retta entrata : 161.2356 Lunghezza retta uscita : 103.1945

CURVA CIRCOLARE

SENSO DELLA CURVA : DESTORSO
ANGOLO AL VERTICE : 169.9247
ANGOLO AL CENTRO : 30.0753
RAGGIO CURVA Rg : 250.0000
TANGENTE Tc : 60.1761
SVILUPPO CURVA Sc : 118.1055
BISETTRICE Be : 13.7652
COORDINATE CENTRO EST : 241474.3179
COORDINATE CENTRO NORD : 193934.8937

1.3.2 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		DATA			PAG. 1
Asse n. 1 v42 vigarano		Tipo strada C2 - Extraurbana secondaria Velocita'di progetto 70-70			
PROGRESSIVA (m)	RAGGIO DI RACCORDO (m)	VELOCITA' (Km/h)	DISTANZA DI ARRESTO (m)	RAGGIO MINIMO (m)	VERIFICA
121.864	15000.000	70.	89.229	630.144	OK
265.880	2500.000	70.	89.960	1954.763	OK
444.080	2200.000	70.	83.593	1875.090	OK
581.050	2200.000	70.	89.341	2141.820	OK
746.710	2150.000	70.	97.336	2144.483	OK
746.710	2150.000	70.	89.259	1935.871	OK
581.050	2200.000	70.	83.594	1875.141	OK
444.080	2200.000	70.	89.341	2141.820	OK
265.880	2500.000	70.	97.338	2154.532	OK
121.864	15000.000	70.	88.868	630.144	OK

DATA

VERTICI VERTICALI - PROF.N. 1				
PROGRESSIVA	QUOTA	RAGGIO	NOME VERTICE	TIPO RACCORDO
0.000	10.730	0.00		CIRCOLARE
121.864	10.861	15000.00		PARABOLICO
265.880	10.210	2500.00		PARABOLICO
444.080	19.990	2200.00		PARABOLICO
581.050	19.990	2200.00		PARABOLICO
746.710	10.900	2150.00		PARABOLICO
899.350	10.781	0.00		CIRCOLARE

PROFILO N. 1

DATA

LIVELLETTA	PUNTI DI CAMBIO				PENDENZA
	I N I Z I A L E		F I N A L E		
	PROGR.	QUOTA	PROGR.	QUOTA	
1 - 2	0.000	10.730	79.944	10.816	0.00107
2 - 3	163.783	10.671	191.630	10.545	-0.00452
3 - 4	340.130	14.285	383.710	16.677	0.05488
4 - 5	504.450	19.990	520.691	19.990	0.00000
5 - 6	641.409	16.678	688.561	14.091	-0.05487
6 - 7	804.859	10.855	899.350	10.781	-0.00078

1.3.3 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_i	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:

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

dove:

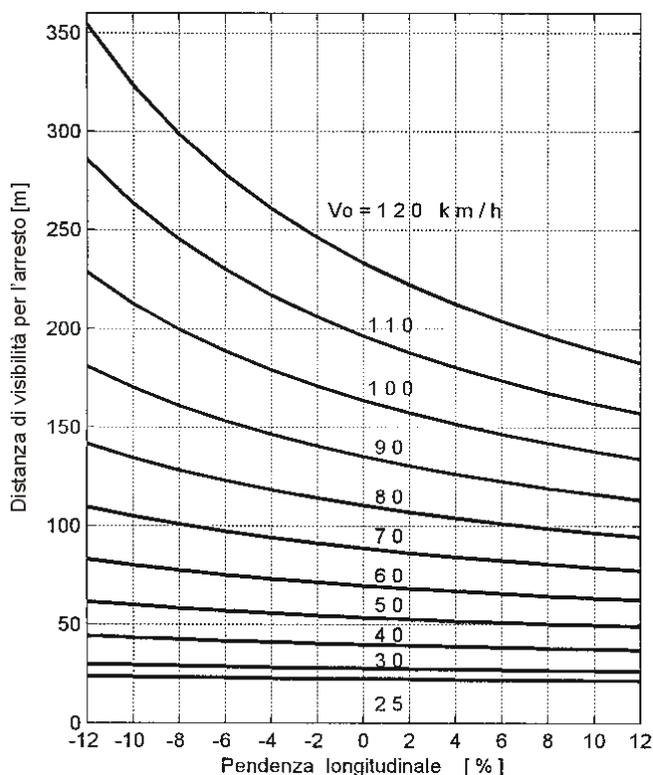
- D_1 = spazio percorso nel tempo τ
- D_2 = spazio di frenatura
- V_0 = velocità del veicolo all'inizio della frenatura [km/h]
- V_1 = velocità finale del veicolo, in cui $V_1 = 0$ in caso di arresto [km/h]
- i = pendenza longitudinale del tracciato [%]
- τ = tempo complessivo di reazione (percezione, riflessione, reazione e attuazione) [s]

- g = accelerazione di gravità [m/s²]
- R_a = 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

I diagrammi di velocità e visibilità asta principale sono riportati nel documento codice:

PD_0_V42_VCS42_0_SD_DV_01_A

VERIFICA DIAGRAMMA DELLE VISIBILITA' PER L'ARRESTO

DATA

PAG. 1

Asse n. 1 v42 vigarano

Tipo strada C2 - Extraurbana secondaria Velocita' di progetto 70-70

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.	219.000	488.000	219.000	89.229	OK
0.101	70.	218.909	488.000	218.909	89.229	OK
130.000	70.	131.000	231.626	131.000	89.651	OK
145.788	70.	183.618	200.467	183.618	89.796	OK
150.000	70.	219.000	192.154	192.154	89.834	OK
191.630	70.	161.880	109.990	109.990	89.950	OK
230.140	70.	116.874	109.990	109.990	88.203	OK
261.888	70.	95.245	107.972	95.245	86.873	OK
280.000	70.	90.000	106.821	90.000	86.114	OK
320.000	70.	90.000	104.279	90.000	84.438	OK
324.586	70.	90.459	103.988	90.459	84.246	OK
340.130	70.	95.181	103.000	95.181	83.697	OK
351.025	70.	114.328	97.139	97.139	83.593	OK
361.920	70.	181.924	93.278	93.278	83.593	OK
372.815	70.	270.844	90.416	90.416	83.593	OK
380.000	70.	273.000	89.848	89.848	83.633	OK
383.710	70.	270.032	89.555	89.555	83.669	OK
413.919	70.	244.081	89.555	89.555	85.027	OK
419.972	70.	238.028	91.666	91.666	85.316	OK
438.132	70.	220.868	106.000	106.000	86.182	OK
500.052	70.	164.959	92.666	92.666	89.133	OK
520.691	70.	149.516	89.555	89.555	89.479	OK
550.877	70.	130.386	91.555	91.555	91.218	OK
554.247	70.	128.027	146.672	128.027	91.428	OK
575.090	70.	113.437	500.000	113.437	92.726	OK
620.000	70.	99.000	340.567	99.000	95.686	OK
670.000	70.	99.000	163.064	99.000	97.336	OK
676.260	70.	99.626	140.840	99.626	97.336	OK
688.561	70.	102.568	97.270	97.270	97.197	OK
707.689	70.	131.222	97.170	97.170	95.839	OK
730.000	70.	500.000	189.664	189.664	94.221	OK
804.859	70.	500.000	500.000	500.000	89.544	OK
899.350	70.	500.000	500.000	500.000	89.448	OK

VERIFICA DIAGRAMMA DELLE VISIBILITA' PER L'ARRESTO DATA PAG. 2
Asse n. 1 v42 vigarano def Tipo strada C - Extraurbana secondaria Velocita' di progetto 70-70
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
899.350	70.	204.000	90.000	90.000	89.259	OK
875.727	70.	184.102	89.793	89.793	89.259	OK
804.858	70.	136.203	97.170	97.170	89.140	OK
785.731	70.	130.638	94.170	94.170	88.329	OK
773.585	70.	129.424	91.399	91.399	87.736	OK
769.350	70.	129.000	91.130	91.130	87.530	OK
761.438	70.	129.000	90.627	90.627	87.144	OK
749.350	70.	129.000	90.192	90.192	86.554	OK
743.219	70.	129.613	89.971	89.971	86.255	OK
729.555	70.	131.959	90.478	90.478	85.588	OK
718.474	70.	139.138	201.172	139.138	85.047	OK
688.561	70.	233.968	500.000	233.968	83.667	OK
669.350	70.	316.000	333.181	316.000	83.594	OK
667.191	70.	314.705	314.439	314.439	83.594	OK
641.408	70.	297.441	90.555	90.555	83.714	OK
611.222	70.	270.686	90.555	90.555	85.034	OK
600.821	70.	261.324	266.448	261.324	85.529	OK
587.009	70.	247.894	500.000	247.894	86.186	OK
529.521	70.	196.137	214.893	196.137	88.923	OK
504.450	70.	175.080	90.555	90.555	89.479	OK
474.241	70.	151.935	91.555	91.555	91.222	OK
469.456	70.	149.064	171.461	149.064	91.521	OK
450.028	70.	137.407	500.000	137.407	92.732	OK
409.350	70.	128.000	355.641	128.000	95.374	OK
379.350	70.	216.000	249.176	216.000	97.329	OK
366.677	70.	199.794	204.205	199.794	97.338	OK
340.129	70.	167.014	109.990	109.990	97.175	OK
301.620	70.	125.270	109.990	109.990	94.757	OK
294.101	70.	118.276	136.653	118.276	94.334	OK
249.350	70.	95.000	295.334	95.000	91.882	OK
239.350	70.	95.000	330.793	95.000	91.334	OK
191.630	70.	419.274	500.000	419.274	88.969	OK
190.578	70.	456.502	490.047	456.502	88.951	OK
189.350	70.	500.000	478.417	478.417	88.929	OK
163.782	70.	500.000	236.435	236.435	88.880	OK
316.369	70.	140.020	109.990	109.990	95.727	OK
253.143	70.	96.138	281.881	96.138	92.090	OK
0.000	70.	500.000	500.000	500.000	89.488	OK

2 BARRIERE DI SICUREZZA

2.1 RIFERIMENTI NORMATIVI

2.1.1 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_V42_VCS42_0_SD_PP_02_A

2.1.2 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 norme 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.

2.1.3 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 la 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		

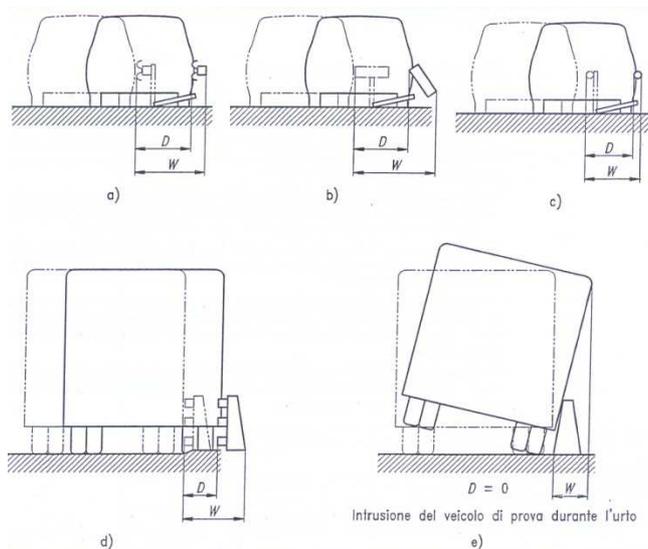
Classificazione delle barriere in termini di severità degli urti

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	$W \leq 0,8$

Classe di appartenenza	W [m]
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)

2.1.4 Definizione delle tipologie e classi dei dispositivi di ritenuta

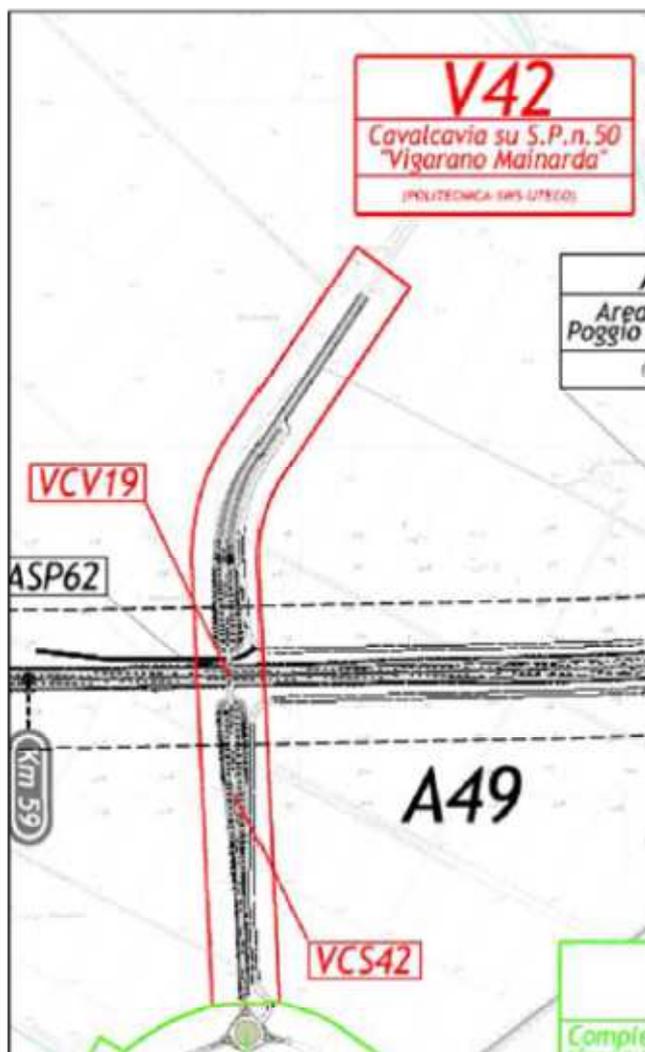
Nel presente capitolo si illustra la scelta della tipologia e classe di barriere, a partire dai criteri esposti nella sezione precedente.

2.2 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.

V42 (S.P.50 Vigarano Mainarda)

Viabilità	Direzione	Ora di punta del mattino (giorno medio invernale)			
		Veicoli leggeri	Veicoli pesanti	Veicoli totali	Veicoli equivalenti
Cavalcavia S.P.50	Nord	140	20	160	180
Cavalcavia S.P.50	Sud	100	20	120	140



Tipo di strada	TGM	% Veicoli con massa > 3.5 t	Livello di traffico
Viabilità V42 S.P.50 Provincia di Ferrara	>1000	5-15%	II

Livello di traffico

2.2.1 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 piano-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

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

2.3.1 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
- 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:

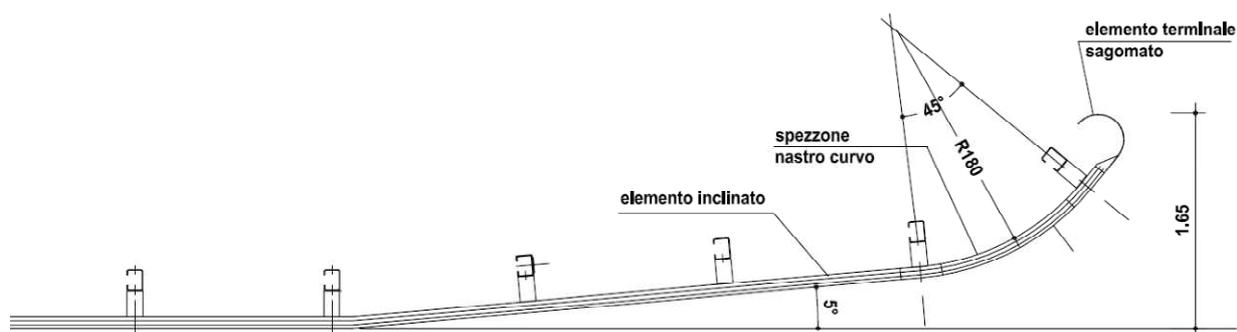
I pali di illuminazione si prescrive di installarli ad una distanza dal ciglio pavimentato maggiore uguale a 1,70 metri, pertanto lungo i bordi laterali delle viabilità in progetto verranno installati dispositivi di ritenuta aventi larghezza di funzionamento massima paria $W5 \leq 1,70$ metri come specificato 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



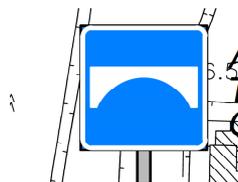
schema di blocco terminale di avvio

3 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_V42_VCS42_0_SD_PP_03_A